Ciclo anual del fitoplancton marino en la costa NE. de la Penísula Ibérica

por

R. MARGALEF

I. PROCEDENCIA Y ELABORACION DE LOS DATOS

Este trabajo se funda en publicaciones anteriores sobre el plancton del litoral de las provincias de Gerona (Margalef, 1945, 1946, 1948, 1949; "Sección de Biol. Marina", 1950; Morales, 1951) y de Castellón (Margalef, 1951). Se intenta deducir de su conjunto un esquema general de la evolución del fitoplancton, a lo largo del año, en las aguas litorales que se extienden entre el golfo de Valencia y la frontera francesa, que pueda servir de base de discusión, permita planear ulteriores investigaciones y contribuya a sentar un programa de actividades oceanográficas en relación con la pesca. En otras publicaciones (Margalef, 1945, págs. 11-26; Massutí y Margalef, 1950, págs. 15-27) se han tratado diversas cuestiones generales, complementarias entre sí, que aquí no repetiremos. Tampoco vuelve a darse la bibliografía general, si no se cita expresamente en el texto.

El sector a que se refiere el presente trabajo abarca desde el límite meridional del golfo del León hasta el golfo de Valencia. El fitoplancton del golfo del León ha sido estudiado con bastante intensidad por Pavillard. El trabajo de Dangeard (1932) sobre el fitoplancton de Banyuls-sur-Mer nos interesa especialmente, ya que esta localidad está a tocar la frontera española. En otra publicación de Bernard (1938) se presentan datos sobre el nanoplancton de Banyuls. Aparte de estos materiales y de los recientes utilizados en nuestro trabajo, no conocemos nada más que esporádicas estaciones de las expediciones danesas y del Príncipe de Mónaco. Los datos que ofrecen, están recogidos —excepto para las diatomeas— en el trabajo de Navarro y Bellón (1945), incluyendo los de una campaña en aguas de Columbretes, cuyo plancton fué estudiado por Massutí (1943).

Los datos hidrográficos son escasos; disponemos solamente de los del "Thor" (NIELSEN, 1912) y de los resultados de una campaña del "Xauen" (DE BUEN y NAVARRO, 1935). Esta falta es particularmente sensible y debería ser remediada cuanto antes.

Las muestras de plancton, cuyo estudio suministra la base para la redacción de estas páginas, fueron obtenidas por barcas de pesca, en aguas superficiales, situadas generalmente a menos de 7-10 millas de la línea de costa. En los meses de invierno y primavera, sobre todo en marzo, y a veces también en noviembre, el fitoplancton recogido ocupa un gran volumen; en otras épocas del año las muestras contienen un poso muy pequeño. Las muestras de Castellón se pescaron con manga de seda de 4.900 mallas por cm.2 en un año, y fueron analizadas en dos etapas. El material de que se ha dispuesto para el caso del litoral de Gerona es más heterogéneo, puesto que abarca observaciones extendidas a períodos irregulares y desiguales, en años y localidades distintas: además se han empleado diferentes redes, con frecuencia redes de muselina de malla mayor, que han podido conducir a una pérdida más importante de elementos pequeños del fitoplancton. En total, el número de muestras analizadas en los trabajos mencionados al principio de este artículo, es de

Mes	I	II	III	IV	\mathbf{V}	VI	VII	VIII	IX	\mathbf{X}	XI	XII
Gerona	5	2	6	7	7	. 7	23	45	13	3	3	4
Castellón	4	9	17	5	8	2	6	. 8	10	8	7	5

El mayor número de muestras estivales analizadas en el sector de la provincia de Gerona, contribuye a enriquecer relativamente las listas florísticas correspondientes a los meses cálidos.

Se estudiaron las diatomeas, las dinoflageladas testáceas, Halosphaera, Trichodesmium, etc., prescindiendo de intentar acometer el estudio del nanoplancton y de las flageladas desnudas. Su presencia en cantidad notable es segura para muchas recolecciones; pero sólo se observan sus cuerpos deformados o en el interior de diversos animales. El nanoplancton tiene una gran importancia en la producción total, por su masa y por la rapidez con que se multiplica.

Nunca se determinó cuantitativamente el material. Hubiera sido tarea prácticamente inútil, dadas las muchas causas de error que se acumulan desde su recolección. Pero en todas las listas se ha dado una estima cuantitativa relativa, por medio de los símbolos 5, 4, 3, 2, 1, +, proporcionales, respectivamente, a 100 (0 más), 60, 30, 10, 1 y ½ ejemplares (número de células y no de colonias). Este procedimiento ha sido usado en diversos trabajos de fitosociología y, desde luego, no tiene pretensión de exactitud. Es más, nunca se cuentan los ejemplares uno por uno, sino que se trata de una apreciación subjetiva aproximada que sólo aspira a ser mejor que anotar sencillamente la presencia de la especie, no distinguiendo si se encuentra un solo ejemplar o si forma una masa de numerosísimos individuos. Sumando los valores que corresponden a una especie en las diferentes listas de un mismo mes y dividiendo por el nú-

mero de recolecciones examinadas para el mes en cuestión, se obtiene una cifra media aproximadamente proporcionada al número de individuos de la especie vistos por recolección y mes. Teniendo en cuenta que la población de dinoflageladas no está sujeta a grandes alteraciones en el curso del año o que, por lo menos, sus cambios cuantitativos totales son insig-

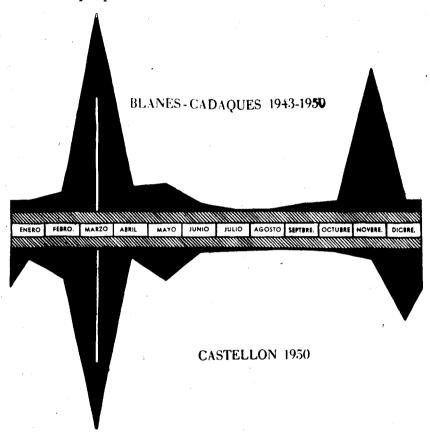
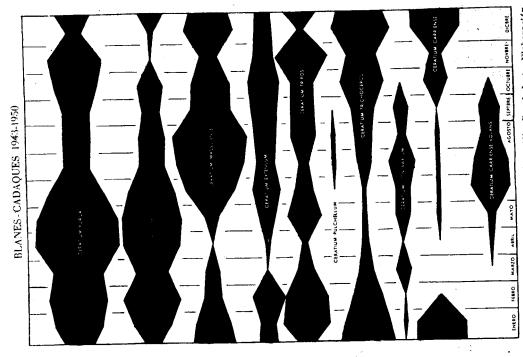


Fig. 1.—Media mensual de células de diatomeas en el plancton de Gerona y de Castellón (en negro) en relación con el número de células de dinoflageladas (rayado) que se supone constante. Escala lineal: la línea blanca del mes de marzo equivale a diez veces el número de células de dinoflageladas.

nificantes al lado de los de las diatomeas, aquellas cifras se han referido en todos los casos a un total mensual de 1.000 células de dinoflageladas, como Joergensen (1920) hace refiriendo la abundancia de los Ceratium a 100 ejemplares. Los valores obtenidos, para todos los meses del año 1950, en el caso de Castellón, han sido reunidos en otro trabajo (Margalef, 1951). Para el sector de Blanes-Cadaqués, se han agrupado todos los datos, como si pertenecieran a un mismo año y a una misma localidad y se han distribuído por meses, aplicando el mismo procedimiento



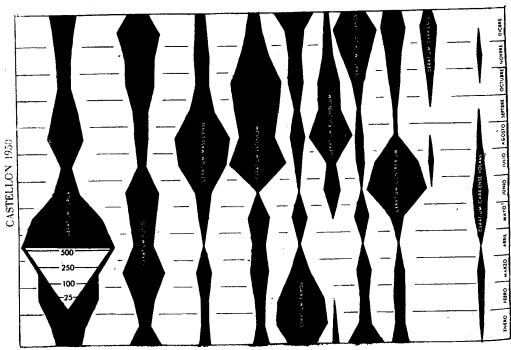
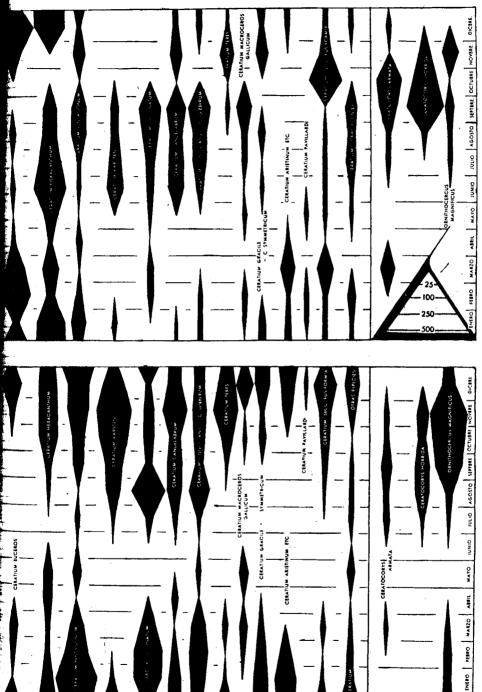
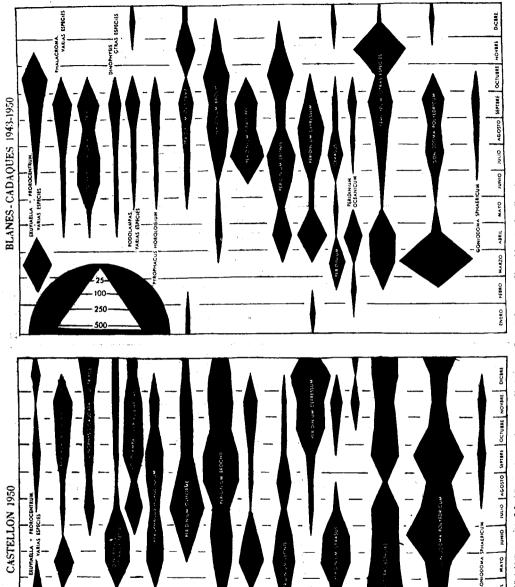


Fig. 2.—Ciclo anual del fitoplancton en Castellón y en el litoral de la provincia de Gerona. Género Ceratium (dinoflageladas), Elaboración fra el mante de la faja negra es proporcional al número de ejembra.

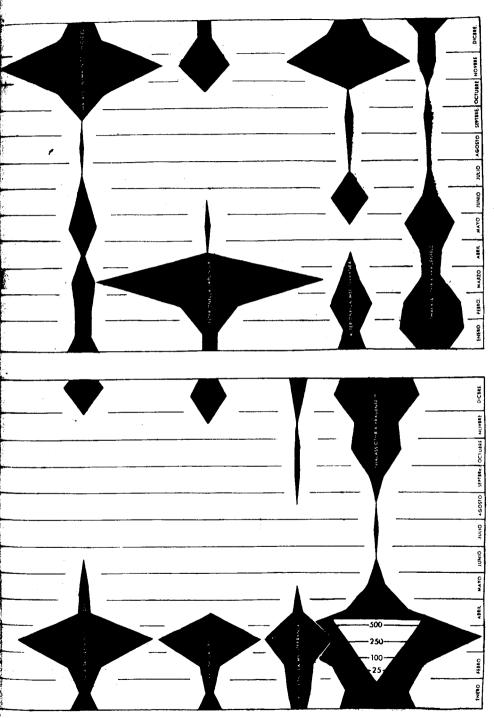


etc., se incluyen: C. arietinum, C. gravidum, C. limude esta sección, exceptuando C. fusus y C. extensum 2. 3.—Continuación del genero Coruthum y otras dinoflageladas. En C. arietinum, O. platycorne y C. ranipes; en C. secc. fusiformia, las diversas especies anotadas (fig. 2). Vease explicación de la fig. Fig.

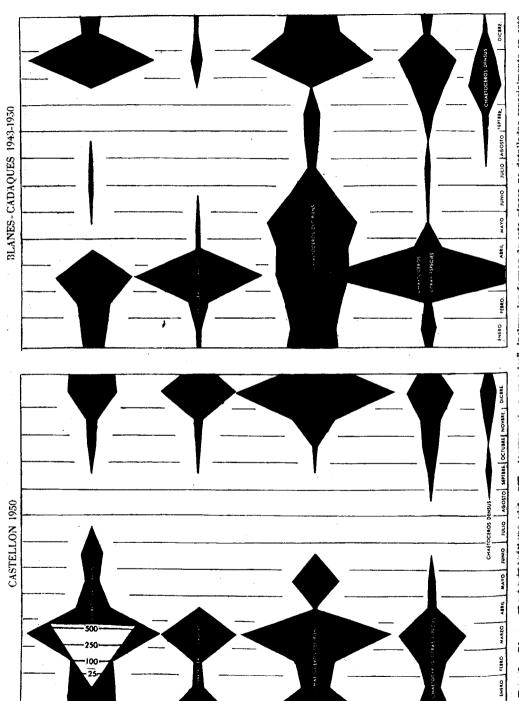


Diversas dinoffs relades. Véase explicación de la fig. 2.

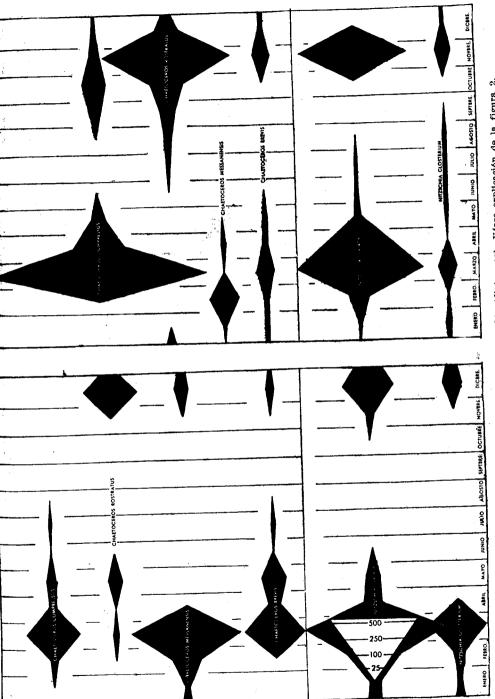
INFEL FEBRO MARZO



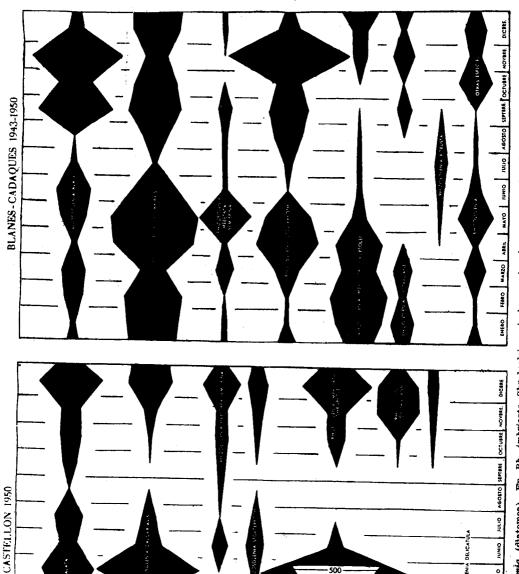
Frg. 5.-Diversas fragilariáceas (diatomeas). Véase explicación de la fig. 2.



of comments, "The especies, ourse especies", incluye las formas de este gênero no detalladas especialmente en esta



Fro. 7.—Continuación del género Chaetoceros y género Nitzsohia (diatomeas), Véase explicación de la figura 2.



500

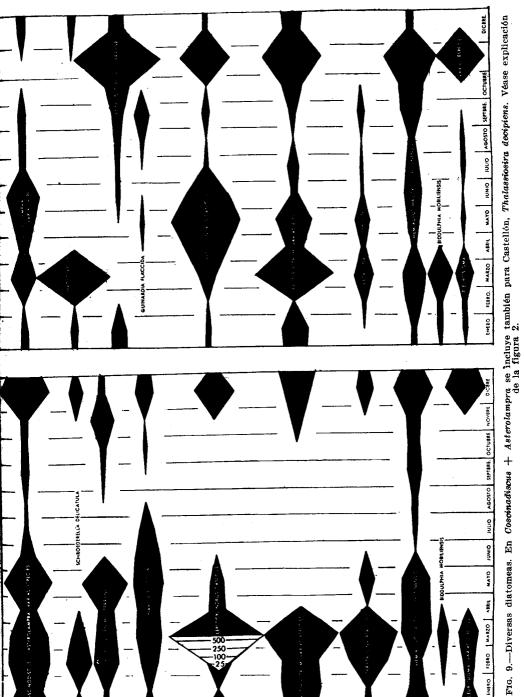
Eig. 8.—Género Rhizosolenia (diatomea). En Rh. imbricata Shrubsolei se incluyen ejemplares que en los datos originales figuran como Rh. invivoria, o, en parte, como Rh. sivilorania. En Castellón no se encontraron otras especies; en Blanes-Cadaqués, Rh. delicorana se incluye de contraron como de servicio de la figura de la figura

OINO

MAYO

FEBRO MARZO ASRIL

ENERO



de cálculo. No debe ocultarse que el método es arriesgado. No todos los años es exactamente igual el ciclo, y además existen diferencias locales, de manera que el ciclo "sintético" ideal a que se llega ha de mostrar una atenuación de las oscilaciones reales. Añádase la intervención de diversos observadores en los recuentos, cada uno con su factor personal. El mayor número de pescas estivales en la costa gerundense aumenta exageradamente la riqueza florística en dicha estación del año. Cuando comparamos los datos de Gerona con los de Castellón, referidos todos

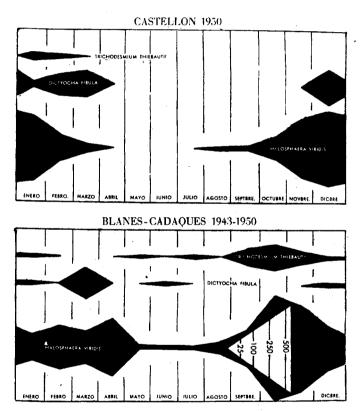


Fig. 10.—Cianofíceas, silicoflageladas y heterocontas. Véase explicación de la fig. 2.

ellos a 1.000 células de dinoflageladas, además de hacer la suposición gratuita de que el número de dinoflageladas permanece casi constante todo el año, incluímos la hipótesis de que la riqueza en dichos organismos es igual en ambas localidades, siendo así que, verosímilmente, es bastante más elevada en Castellón. El lector ha de tener bien presentes todas estas causas de error. A pesar de ellas, hemos utilizado este procedimiento, no sólo porque carecíamos de otra base cuantitativa, sino también al comprobar que sus resultados son bastante coherentes y cum-

plen la finalidad deseada de poner de manifiesto el ciclo anual de las especies. Es evidente que esta primera aproximación cualitativa y, muy groseramente, cuantitativa, necesita completarse mediante estudios cuantitativos, antes de que demos por bien conocido el ciclo del fitoplancton perítico en nuestro mar.

Los resultados de aplicar este procedimiento se exponen en una serie de gráficos (figs. 1-10). Los datos originales para Castellón se dan en el trabajo citado (MARGALEF, 1951); los referentes a la costa gerundense no se publican, porque su valor es escaso. Las especies de pequeña importancia cuantitativa se agrupan, generalmente, de diversa manera. Los gráficos (excepto el de la fig. 1) han sido trazados sobre las raíces cuadradas de los números relativos a 1.000 dinoflageladas. De manera que el número de individuos ha de imaginarse proporcional, no a la superficie entintada, sino al volumen de un cuerpo de revolución del que aquélla representa la sección. Una construcción parecida, pero empleando las raíces cúbicas en vez de las cuadradas ("Kugelkurven", de Lонмаnn) se ha usado frecuentemente en hidrobiología. La escala gráfica incluída en cada gráfico facilitará las apreciaciones. Este procedimiento amortigua las oscilaciones, y los segmentos de rectas que limitan las figuras expresan mejor el tipo de las variaciones en la población, cuyos crecimientos no son en razón aritmética, sino que se aproximan a una función exponencial. El uso de esta modalidad de curvas y la escala empleada contribuyen a suavizar los efectos de las numerosas causas de error anotadas, que con todo recomendamos no se pierdan de vista. El conjunto de los gráficos da idea del ciclo de la totalidad del microplancton, pues sólo se ha prescindido en ellos de algunas especies raras de diatomeas y dinoflageladas, de insignificante importancia cuantitativa.

II. CATALOGO DE LA FLORA PLANCTONICA Y AFINIDADES BIOGEOGRAFICAS DE LA MISMA

La lista que se publica a continuación incluye todas las especies encontradas en el curso de los estudios que son la base de este artículo, más las referencias de Dangeard (1932) para Banyuls y de Massurí (1943) para Columbretes; pero sin comprender los resultados de las expediciones del "Thor" y del Príncipe de Mónaco que no abarcan estaciones litorales. En este resumen se ha seguido el criterio de considerar como subespecies a lo que, indudablemente, son formas geográficas. Las formas metagenéticas o ciclomórficas se consideran como variedades. Aunque en algunos casos se cambie la unidad subespecífica (forma, subespecie o variedad) se conservan los nombres de autor; por ejemplo el C. carriense f.ª volans (Cleve) Joerg., aquí se incluye como C. carriense var. volans (Cleve) Joerg., sin considerarla "nov. comb.".

CYANOPHYCEAE

Richelia intracellularis Schmidt.

Trichodesmium Thiebautii Gomont (=Oscillatoria Thiebautii (Gom.) Geitl.).

COCCOLITHOPHORALES

Scyphosphaera Apsteini Lohm.

Calyptrosphaera oblonga Lohm.

Coccolithus leptoporus (Murr. & Blackm.) Sch.

 $\it Rhabdosphaera\ claviger\ Murr.$ (observada en Blanes, 1949), $\it Rh.\ stylifer$ Lohm.

SILICOFLAGELLATAE

Dictyocha fibula Ehrenb. f.* maior Hovasse, D. fibula var. messanensis (Haeck.) Lemm. (dos formas, de diferentes dimensiones), D. fibula var. messanensis f.* spinosa Lemm.

Distephanus speculum (Ehrenb.) Haeck.

PROTOMASTIGALES

Solenicola setigera Pavill.

DINOFLAGELLATAE

Exuviaella baltica Lohm., E. compressa (Bailey) Ostenf., E. cordata Ostenf., E. ovum Schiller.

Prorocentrum micans Ehrenb., P. scutellum Schroed.

Pseudophalacroma nasutum (Stein) Joerg.

Phalacroma argus Stein, Ph. cuneus Schütt, Ph. doryphorum Stein, Ph. mitra Schütt (dudosa), Ph. operculoides Schütt, Ph. ovatum (Clap. & Lachm.) Joerg., Ph. ovum Schütt, Ph. parvulum (Schütt) Joerg., Ph. rapa Stein, Ph. rotundatum (Clap. & Lachm.) Kofoid. Ph. rotundatum var. laevis (Clap. & Lachm.) Joerg.

Dinophysis acuminata Clap. & Lachm., D. caudata Kent, D. infundibulus Schiller, D. lenticula Pavill., D. sacculus Stein, D. Schroederi Pavill., D. Schuet-

ti Murray & Whitt., D. sphaerica (Stein) Schütt, D. tripos Gourret.

Ornithocercus cf. assimilis Joerg., O. heteroporus Kofold, O. magnificus Stein. Histioneis cf subcarinata Rampi

Amphisolonia bidentata Schroed.

Gymnodinium achromaticum Lebour.

Polykrikos Schwarzi Bütschli,

Noctiluca scintillans (Mac.) Kof. & Swezy.

Ptychodiscus inflatus Pavill.

Pyrophacus horologium Stein, P. horologium var. Steinii Schill.

Peridinium angustum Dang., P. biconicum Dang., P. breve Pauls., P. Brochi Kof. & Swezy (=P. adriaticum Broch), P. cerasus Pauls., P. claudicans Pauls., P. conicum (Gran) Ostenf., P. crassipes Kofoid, P. curvipes Ostenf. (incl. P. subcurvipes Leb.), P. depressum Bailey, P. diabolus Cleve, P. divergens Ehrenb., P. divergens var. acutipes (Dang). (=P. acutipes Dang.), P. grande Kofoid, P. heterecanthum Dang., P. inflatum Okam. (=P. crassum Dang.), P. latispinum Mangin (?=P. Sylvanae Dang., ?=P. africanoides Dang.), P. leonis Pavill., P. minsculum Pavill. (=Minuscula bipes Leb.), P. mite Pavill. P. Murrayi Kofoid, P. oblongum Auriv., P. oceanicum Vanh., P. ovatum (Pouchet) Schütt, P. oviforme Dang., P. pallidum Ostenf., P. pellucidum (Berg) Schütt, P. piriforme Pauls. (dudoso), P. quarnerense (Schröder) Broch, P. sphaericum Okamura (=P. sphaeroidea Abé), P. sphaeroides Dang. (citado a veces sub. P. globulus Stein, sinonimia dudosa), P. Stemii Joerg., P. Stemii var. mediterraneus Kof.

(=P. longicollum Pavill.), P. subinerme Paulsen, P. subinerme var. punctulatum (Paulsen) (=P. punctulatum Paulsen), P. subpyriforme Dang., P. trochoidoum (Stein) Lemm.

Peridiniopsis asymmetrica Mangin.

Gonyaulax digitale (Pouch.) Kof., G. cf. minima Matz., G. monacantha Pavill. (dos formas, maior (Pav.) y minor (Pavill.)), G. pacifica Kofoid, G. polyedra Stein, G. polygramma Stein, G. spheroidea Kofoid.

Spiraulax Jollifei (Murr. & Whitt.) Kofoid, Protoceratium reticulatum (Clap. & Lachm.) Bütschli.

Pachydinium mediterraneum Pavill.

Heterodinium leiorhynchum (Murr. & Whitt.) Kofoid.

Ceratium arietinum Cleve, C. azoricum Cleve, C. belone Cleve, C. buceros Zach. (incl. C. molle Kof., p. p.=C. horridum Gran), C. candelabrum (Ehrenb.) Stein (diversas formas, parecidas, respectivamente, a var. genuimum Pavill., var. dilatatum (Gourret) y var. curvatulum Joerg.), C. carriense Gourret, C. carrien se var. volans (Cleve) Joerg. (=C. volans Cleve), C. concilians Joerg., C. contortum (Gourret) Cleve, C. contrarium Pavill. (incl. C. inflexum (Gourret) Kof.), C. declinatum Karsten, C. extensum (Gourret) Cleve, C. euarcuatum Joerg., C. falcatiforme Joerg., C. falcatum (Kofoid) Joerg., C. furca (Ehrenb.) Clap. & Lachm. (casi todos los ejemplares pertenecen a la subsp. eugrammum (Ehrenb.) Joerg.), C. fusus (Ehrenb.) Duj. subsp. seta (Ehrenb.) Joerg., C. gibberum Gourret. C. gracile (Gourret) Joeg (=C. coarctatum Pavill.), C. gravidum Gourr., C. hexacanthum Gourret (=C. reticulatum (Pouch.) Cl.), C. inflatum (Kof.), Joerg., C. Karsteni Pavill., C. limulus Gourret, C. longirostrum Gourret C. longissimum (Schroed.) Kofoid, C. macroceros (Ehrenb.) Cleve subsp. gallicum (Kof.) Joerg., C. macroceros subsp. gallicum f.* californiense? (Kofoid), C. massiliense (Gourret) Karsten, C. Pavillardi Joerg. C. pentagonum Gourret, C. platycorne Daday, C. pulchellum Schroeder, C. ranipes Cleve (=C. palmatum Schroed.), C. setaceum Joerg., C. strictum (Okam. & Nishik.) Kof., C. symmetricum Pavill., C. teres Kofold, C. trichoceros Kofold, C. tripos (O. F. Müll.) Nitzsch subsp. mediterraneum Pavill. (=C. pulchellum var. tripodioides Joerg.), C. tripos subsp. genuinum Pavill. (= var. atlanticum Ostenf., presencia dudosa).

Goniodoma polyedricum (Pouch.) Joerg., G. sphaericum Murr. & Whitt. Ceratocorys armata (Schütt) Kof., C. horrida Stein (en verano formas próximas a la var. extensa Pavill), C. Gourreti Paul. (=C. Jourdani (Gourr.) sensu Kofoid).

Pavillardinium intermedium (Pavill.) De Toni (=Murrayella intermedia

(Pavill.) Kofoid).

Oxytoxum constrictum (Stein) Bütschli, O. laticeps Schiller, O. longiceps Schiller, O. Milneri Murr. & Whitt., O. scolopax Stein, O. sphaeroideum Stein. Cladopyxis nov. sp.?

Podolampas bipes Stein, P. elegans Schütt, P. palmipes Stein, P. spinifera

Okamura (varias formas).

Blepharocysta sp. (cf. Paulseni Schiller), B. splandormaris Ehrenb. Pyrocystis elegans Pavill., P. fusiformis Wyll. Thompson, P. lunula Schütt,

P. pseudonoctiluca Wyll.-Thomp.

BACILLARIOPHYTA

Sceletonema costalum (Grev.) Cleve.

Thalassiostra decipiens (Grun.) Joerg., Th. subtilis (Ost.) Gran.

Coscinodiscus abborani Pavill., C. centralis Ehrenb., C. excentricus Ehrenb., C. gigas Ehrenb., C. lineatus Ehrenb., C. oculus-iridis Ehrenb., C. perforatus Ehrenb. var. Pavillardi (Forti) Hustedt, C. radiatus Ehrenb., C. Thorii Pavill. Asterolampra Grevillei (Wall.) Grev., A. marylandica Ehrenb., A. Van-Heurcki Brun.

Gossleriella tropica Schütt.

Lauderia borealis Gran.

Schroederella delicatula (Pérag.) Pavill., S. delicatula f. Schroederi (Bergon).

Dactyliosolen mediterraneus Pérag.

Leptocylindrus danicus Cleve.

Guinardia Blavyana Pérag., G. flaccida (Castr.) Péreg.

Rhizosolenia alata Brigthwell (formas gracillima, genuina e indica), Rh. Bergonii Pérag., Rh. calcaravis Schultze, Rh. Castracanei Pérag., Rh. delicatula Cleve, Rh. fragilissima Bergon, Rh. hebetata Bailey subsp. semispina (Hensen), Rh. imbricata Brightwell, Rh. imbricata subsp. Shrubsolei (Cleve), Rh. robusta Norman, Rh. Stolterfothii Pérag., Rh. styliformis Brigthwell, Rh. Temperei Pérag., Rh. Temperei var. acuminata Pérag.

Bacteriastrum biconicum Pavill., B. delicatulum Cleve, B. elegans Pavill.,

B. elongatum Cleve, B. hyalinum Lauder, B. mediterraneum Pavill.

Chatoceros affinis Lauder, Ch. affinis var. Willei (Gran) Hustedt, Ch. anastomosans Grun., Ch. brevis Schütt (=Ch. pseudobrevis Pavill.), Ch. compressus Lauder, Ch. costatus Pavill., Ch. curvisetus Cleve, Ch. Dadayi Pavill., Ch. danious Cleve, Ch. decipiens Cleve, Ch. densus Cleve, Ch. didymus Ehrenb. (var. protuberans (Lauder) Gran & Yendo o var. anglica (Grung) Gran.), Ch. diversus Cleve, Ch. laciniosus Schütt, Ch. Lauderi Ralfs, Ch. Lorenzianus Grun., Ch. messanensis Castr., Ch. peruvianus Brigth., Ch. pseudocurvisetus Mangin, Ch. radians Schütt, Ch. rostratus Lauder, Ch. socialis Lauder, Ch. Wighami Brigth.

Triceratium alternans Bail.

Biddulphia mobiliensis Bailey, B. pulchella Gray, B. Schroederiana Schussnig. Cerataulina Bergoni Pérag.

Hemiaulus Hauckii Grun., H. sinensis Grev.

Hemidiscus cuneiformis Wallich.

Synedra undulata Bailey ($=Toxarium\ u$.).

Thalassionema nitzschioides Grun.

Thalasiothrix Frauenfeldii Grun., Th. longissima Cleve & Grun.

Asterionella japonica Cleve, A. mediterranea (Pavill.) Margalef (=Thalassiothrix mediterranea Pavill.), A. notata Grun.

Diploneis fusca (Grég.) Cleve. Navicula pennata Schmidt.

Pleurosigma angulatum (Queck.) W. Sm.

Bacillaria paradoxa Gmelin,

Nitzschia longissima (Bréb.) Ralfs, N. longissima var. closterium (Ehrenb.) v. H. (=N. closterium W. Sm.), N. seriata Cleve (en cuya denominación se han incluído también, probablemente, ejemplares de N. delicatissima Cleve), N. sigma (Kuetz.) W. Sm.

HETEROCONTAE

Halosphaera vididis Schmitz.

Añadiremos unos comentarios taxonómicos. Es posible que algunas determinaciones de Coscinodiscus no séan seguras. En fresco las especies cuyas aréolas son pequeñas se confunden con facilidad, y en un examen rápido de las muestras muchos individuos pueden atribuirse a especies a las que no corresponden. Posibles confusiones del mismo tipo pueden existir entre los pares de especies Rhizosolenia styliformis y Rh. imbricata Shrubsolei, Nitzschia seriata y N. delicatissima, Ceratium Kofoidi y C. teres. A menudo se han dejado de consignar las entidades subespecíficas: el Chaetoceros didymus de nuestras aguas pertenece a formas relacionadas con las vars. anglica o protuberans. Ceratium furca es casi siempre C. furca subsp. eugrammum, el C. fusus corresponde a la subespecie seta; C. gravidum está representado siempre por formas anchas.

a las que no es necesario dar nombre especial. En el grupo del Peridinium "globulus" (sensu lato, Schiller) se han mantenido como formas independiente: P. sphaeroides, P. quarmerense, P. cerasus y P. ovatum, sin presuponer nada respecto a sus verdaderas relaciones taxonómicas. Alguntas citas en trabajos anteriores, con el nombre de P. globulus, se refieren la mayor parte de las veces a su probable sinónimo P. sphaeroides. Ceratium strictum se ha mantenido separado del C. extensum, C. symmetricum del C. gracile (=coarctatum), C. contrarium del C. trichoceros y C. concilians del C. gibberum, por no haber observado jamás transiciones entre estos pares de formas, que otros autores señalan y que esgrimen como argumento para reunir los tres primeros pares en otras tantas especies (C. extensum f. strictum, C. gracile var. symmetricum, C. trichoceros var. contrarium, cf., p. e. Schiller, 1937). La presencia de la var. atlantica de C. tripos es dudosa, en tanto no se proceda a una revisión a fondo del complejo tripos-pulchellum en nuestras aguas, que es un prometedor tema de investigación. Se considera a C. volans como la forma estival de C. carriense; se presentan, además, tipos diferentes de los dos, dentro del mismo círculo de formas (MARGALEF, 1948, p. 21); se ha supuesto que la forma citada con el nombre de volans por Morales (1951) pertenece en realidad a los tipos más próximos al genuino carriense, por tratarse de una presencia invernal; es otro grupo cuyo estudio detallado, a base de numerosos dibujos, ha de dar resultados de interés. No se han separado las variedades (o subespecies) de C. candelabrum, de las cuales genuinum aparece en invierno y dilatatum y curvatulum en la estación más calurosa, ni tampoco las variantes de C. massiliense, otra especie cuya delimitación como tal no ofrece dudas, mas cuyo polimorfismo es digno de un estudio especial. Ceratium buceros incluye las formas designadas en otros artículos como C. molle o C. horridum (sentido amplio). Dictyocha fibula se ha presentado regularmente en su var. messanensis, aunque en otros artículos no siempre se haya hecho constar expresamente así.

En el catálogo de Navarro y Bellón (1945) y en posterior publicación de Massutí (1948) se pueden encontrar otras especies determinadas en el Mar de Baleares dentro del que se incluye nuestra zona (hasta las costas de Africa y Córcega y Cerdeña); pero que no aparecen en nuestra lista, y en los trabajos de Pavillard (citados en la bibliografía de mi trabajo de 1945) muchas especies estudiadas en el golfo del León. Existe una publicación de Fatemi (1948) sobre el ciclo del fitoplacton en el Étang de Thau, que no conozco y que, quizá, puede aportar datos complementarios. De la revisión de todos estos trabajos resulta que es probable que el número de especies de nuestra costa sufra un aumento muy considerable como resultado de investigaciones ulteriores; pero se deduce también que todas las especies que no hemos encontrado todavía son de las que se presentan siempre en poca cantidad, de manera que la relación transcrita incluye ciertamente todas las formas que desempeñan un papel

de cierta importancia en la composición cuantitativa del fitoplancton, excepción hecha, claro está, del nanoplacton, que tampoco es bien conocido en las otras localidades del golfo del León o del mar de Baleares. Asentándonos en esta garantía podemos considerar que el libro de Massurí y Margalef (1950) comprende todas las especies de real importancia cuantitativa en el plancton de nuestra costa mediterránea. Como correcciones y adiciones de cierta importancia que deben hacerse a dicho manual, señalaremos:

- p. 51. Pyrophacus horologium. La forma grande dibujada, que es la común en nuestros mares, corresponde a la variedad Steinii Schiller.
 - p. 58. Ceratium coarctatum es sinónimo de C. gracile.
- p. 62. El nombre genérico Murrayella Kofoid (1907), preocupado por Murrayella Schmitz (1893) (rodomelácea), debe ser substituído por Pavillardinium DeToni (1936). La especie es Pavillardinium intermedium (Pavill.) DeToni.
- p. 66. La figura 160 representa *P. elegans* Cleve, especie muy afín a *P. grande*. El verdadero *P. grande* tiene la epivalva no tan bruscamente atenuada y los cuernos antiapicales algo menos largos.
- p. 90. Debe añadirse *Thalassiothrix longissima* Cleve & Grun., fácilmente distinguible de *Th. Frauenfeldii* por sus frústulos de 1,2-2,5 mm. de largo, generalmente un poco arqueados y sueltos.
- p. 99. En el subgénero *Phaeoceros* debe añadirse otra especie que resulta frecuente en nuestras costas: *Ch. rostratus* Lauder, y se reconoce por una prolongación en la parte media de las valvas (MARGALEF, 1945, p. 41, con figuras).

No nos extenderemos en consideraciones biogeográficas, porque muchas calificaciones que se han dado a especies del fitoplancton, y que se pasan de unos trabajos a otros —nórdicas, subtropicales, etc.— son gratuitas. Hablando en general, puede decirse que todos los Ceratium de nuestra costa son formas de agua cálida; tipos más "nórdicos" son los de presencia dudosa: C. tripos atlanticum y C. horridum (el genuino horridum, diferente del buceros). Del polo al ecuador disminuyen las diatomeas y aumentan las peridineas (PAVILLARD, 1931, cit. en MARGALEF, 1945, pág. 20; HART, 1934, p. 22); especies que viven en el agua tropical superficial y que no faltan en nuestra costa son: Gonyaulax polvedra. Dinophysis Schuetti, Pyrophacus horologium, Peridinium globulus, P. oceanicum, Ceratium candelabrum, C. limulus, Podolambas bibes, así como las diatomeas: Hemidiscus cuneiformis, Rhizosolenia Castracanei. Chaetoceros peruvianus, Hemiaulus Hauckii, y la cianoficea endofita Richelia intracellularis. Cuando una especie presenta dos subespecies geográficas, es la más meridional o termófila la que vive en nuestro mar, como ocurre en las especies: Rhizosolenia hebetata (semispina), Chaetoceros didymus (anglicus o protuberans), Ceratium furca, C. fusus. RAMPI ha señalado numerosas dinoflageladas comunes al Mediterráneo y al Pacífico tropical, a las que puede añadirse la diatomea Asterionella mediterranea, cuya var. pacifica se ha descrito de las costas de California. Rampi piensa que estas especies pueden haber llegado a través del Atlántico, en cuyo océano no han sido puestas de manifiesto, en parte por su escasez y en parte por otras razones.

En informes sobre el fitoplancton de los mares nórdicos de Europa, a menudo no se cita más allá de una docena de dinoflageladas y no es raro que sólo una (Ceratium fusus, p. ej.) o poquísimas de entre ellas se presenten en un número considerable de ejemplares. Comparada con esta mezquindad, el número de dinoflageladas de nuestras aguas puede calificarse de enorme. Rampi señala de dos a trescientas para la costa francoitaliana, y nuestra región no le va a la zaga. La lista precedente, que abarca la flora de una estrecha faja de aguas litorales, comprende 150, más unas 40 a añadir para el entero mar de Baleares, según el catálogo de NAVARRO y BELLÓN, y un buen número de otras que figuran en los trabajos de PAVILLARD sobre el golfo del León, todas ellas especies que se reconocerán sin duda también en nuestra costa. Por experiencia directa sé que el análisis de nuestras recolecciones ha sido hecho rápidamente, el principal móvil del estudio no era buscar rarezas florísticas y no dudo que en los tubos archivados en Blanes y en Castellón quedan por identificar un centenar cumplido de especies de dinoflageladas.

El número de especies de diatomeas tampoco queda por debajo del habitual en el plancton nórdico, aunque aquí la masa de la producción sea incomparablemente menor. Las diatomeas tienen acentuado carácter cosmopolita, de manera que se prestan mucho menos a divagaciones biogeográficas. Interesa señalar la ausencia o escasez de tipos más propiamente nórdicos (desde un punto de vista más ecológico que biogeográfico), como: Lauderia borealis, Lithodesmium undulatum, Melosira (Paralia) sulcata (abundante, sin embargo, en el Adriático), Campylosira cymbelliformis, etc.; aunque encontramos Thalassiosira subtilis, Biddulphia mobiliensis, Leptocylindrus danicus, Nitzschia seriata, N. closterium, que algún autor (Hendey, 1937) incluye entre los elementos propios de las aguas frías. Las diatomeas que aquí constituyen las grandes floraciones otoñales y primaverales son, prácticamente, las mismas que se hallan en los máximos anuales de los mares situados a latitud mucho más elevada.

En resumen, nuestro plancton es pobre en número de individuos, si se compara con el de mares nórdicos; pero resulta mucho más rico en especies, característica extraordinariamente acusada en lo que atañe al grupo de las dinoflageladas. Es tentador; pero probablemente conduciría a despropósitos, por lo limitado de nuestros conocimientos, trazar un parengón con lo que se observa en los biotas terrestres. En ellos se presenta regularmente una gran acumulación de especies en las áreas reliquias, que no han sufrido violentas alteraciones de las condiciones de ambiente en

el curso de los últimos tiempos. Que el Mediterráneo tiene en cierta manera este carácter está de acuerdo con las opiniones que ven en el *Mare Nostrum* un residuo del antiguo Tetis.

Más bien como dato curioso, señalaremos que, de las especies relacionadas en la lista que presentamos en este apartado, se han reconocido como luminiscentes Noctiluca scintillans, Ceratium fusus, Prorocentrum micans y Gonyaulax polyedra; otras especies de Gonyaulax parece que también pueden emitir luz. Todas ellas son dinoflageladas.

III. ESTUDIO COMPARADO DEL CICLO ANUAL

El examen de las figuras I a 10 puede ilustrar sobre las semejanzas y diferencias en los ciclos del fitoplancton dentro de los sectores de las provincias de Gerona y de Castellón. Una descripción general puede hacerse en los términos siguientes:

Continuamente existe un fondo de dinoflageladas, de carácter más oceánico que nerítico (entre las neríticas contamos Ceratium furca, Peridinium trochoideum y pueden serlo otras) cuyas oscilaciones totales son pequeñas y por nuestro procedimiento de representación se han imaginado reducidas a cero. Por ser un plancton oceánico homogéneo, que influye igualmente en las distintas localidades de la costa, las diferencias entre Castellón y la costa de Gerona son pequeñas, probablemente menores de lo que representan nuestros datos, defectuosos por una serie de causas expuestas. Un conjunto de especies de Ceratium aparece en superficie sólo durante la estación fría (C. arietinum, C. gracile, C. limulum, C. Pavillardi, C. platycorne, C. ranipes, C. symmetricum; quizá deban añadirse a este grupo: C. belone, C. euarcuatum, C. longissimum y C. setaceum), otras proliferan especialmente en las aguas cálidas: C. massiliense, C. extensum, C. carriense var. volans. Un grupo de peridineas es muy característico de las últimas semanas de verano y de todo el otoño (Pyrophacus, Ornithocencus magnificus, Ceratocorys). Aunque de aparición menos limitada, existen otras dinoflageladas que presentan ciclos concordantes en las distintas localidades estudiadas: Ceratium furca, C. trichoceros que cede su puesto en verano a C. contrarium (que Schiller incluye en la misma especie). C. buceros, etc. Pero en muchos casos no se puede descubrir una uniformidad de comportamiento, e incluso parece claro que no existe, como en Goniodoma polyedricum, que es perenne y presenta proliferaciones de vez en cuando, sin regularidad aparente. El ciclo de las dinoflageladas se adapta bien a lo que se sabe sobre todo el mar de Baleares. Haremos constar que C. macroceros gallicum nunca se ha presentado como particularmente abundante en nuestras muestras, en cambio parece común y hasta dominante o codominante en otro puntos del mar balear (Mahón, Massurf, 1948). Algunas diferencias entre el plancton de

Gerona y el de Castellón son artificios del método usado y de la calidad del material originario; no obstante debemos señalar un par de ellas, que son seguras, en el ciclo de dos especies de *Ceratium: C. Karsteni* (fig. 3) y *C. pulchellum* (fig. 2), más bien de orden cuantitativo, pues la primera se comporta en ambas localidades como claramente estivo-otoñal y la segunda es estival.

A este pausado desarrollo de la vegetación de dinoflageladas se superponen las enormes floraciones de diatomeas, de carácter nerítico. El 24-28 de febrero de 1950, el fitoplancton costero en el sector de Almanzora-Burriana (operaciones n.º 50 y 52, Castellón) tenía como dominantes (empleando los símbolos usuales):

Thalassiothrix Frauenfeldii Thalassionema nitzschioides Nitzschia seriata Cerataulima Bergoni Asterionella mediterranea	5 3 4 3 2	Bacteriastrum delicatulum Asterionella japonica Chaetoceros decipiens Chaetoceros affinis Coscinodiscus radiatus Chaetoceros messanensis	2 2 2 2 2 2 2
Leptocylindrus danicus	· 2	Chaetoceros messanensis	

Sobre las mismas fechas (27-II-50) el fitoplancton en aguas de Formentera, a unos 180 Km. al SE. de Castellón; pero a menos de 100 Km. de la costa de la Península, mostraba la siguiente composición:

Ceratium massiliense	Ceratium arietinum	1
Ceratium tripos	Ceratium candelabrum	1
Goniodoma polyedricum	Ceratium Karsteni	1
Ceratocorus horrida	Ceratium pentagonum	1

y, aislados, Cerdtium extensum, C. fusus, C. buceros, C. symmetricum, peridinium crassipes, Thalassiothrix Frauenfeldii, Trichodesmium Thiebautii. Un plancton claramente "estival", aunque el agua no sea precisamente caliente en febrero. Es un dato sobre la magnitud de las diferencias que pueden existir entre el plancton nerítico y el más alejado de la costa, que superan en mucho a las que se dan entre localidades, incluso más alejadas, situadas en el mismo litoral o a distancia equivalente del mismo. Otro ejemplo comparable; pero inverso, nos lo ofrecen algunas recolecciones de Zariquiev en Cadaqués (Margalef, 1948). A 25-35 Km. de la costa, en septiembre (1946) no eran raras Rhizosolenia alata, Rh. calcaravis, Rh. Stolterfothii y se presentan diversos Chaetoceros. En cambio, a menos de 200 metros de la costa el lugar de estas especies es ocupado por dinoflageladas (Ceratium massiliense, C. tripos, C. furca, Peridinium crassipes,). Pudiera pensarse que esta observación se opone a la manera de pensar que considera a las diatomeas como neríticas; pero esta opinión no puede ser absoluta, y además en nuestro ejemplo se trata de masas de diatomeas de pequeña importancia, insignificantes al lado de las floraciones costeras primaverales. Más tarde volveremos a considerar estos dos instructivos ejemplos.

En la figura 1 se ponen de manifiesto los breves máximos anuales de la vegetación costera de diatomeas. Las especies que los determinan no son las mismas en diferentes lugares ni en los años sucesivos en una localidad (cf. datos sobre Blanes y Cadaqués, en la bibliografía), aunque se extraen siempre de una limitada reserva de especies que incluye: Thalassiothrix Frauenfeldii, Thalassionema nitzschioides, Asterionella japonica, Nitzschia seriata, Leptocylindrus danicus, Chaetoceros decipiens, Rhizosolenia alata, Guinardia flaccida, etc., como resalta del cotejo de los gráficos 5 a 9. Rhizosolenia Stolterfothii parece algo más termófila que las otras mencionadas. Hemiaulus, Rhizosolenia calcaravis, y pocas más, son las únicas diatomeas que persisten francamente durante el verano: a este respecto vale la pena señalar el distinto comportamiento de la inconfundible Rh. robusta (fig. 8) en las dos localidades que se comparan. Un hecho muy notable, para el que no se ha encontrado explicación, es que durante el único año que se estudió el plancton de Castellón, se formaron en marzo y en abril abundantes endocistes (hipnósporas) en las diatomeas planctónicas, al paso que su ocurrencia ha sido siempre extraordinariamente rara en el plancton de la Costa Brava catalana.

Las diatomeas señaladas y otras que contribuyen a los máximos anuales en nuestro mar, son, asimismo, las determinantes de las intensas floraciones en mares muy alejados, tanto en el mar del Norte europeo, como en las costas de California o en las aguas que bañan al Japón. La lista de diatomeas que intervienen en las producciones masivas de aquellos mares y que aquí faltan o no dan lugar más que a pequeñas proliferaciones, es breve: Lauderia borealis, Ditylum Brigthwelli, Lithodesmium undulatum, Melosira sulcata, Chaetoceros sociale, Sceletonema costatum... quizá hasta Guinardia flaccida, que nunca llega a ser dominante en nuestras aguas. En desquite contamos con Asterionella mediterranea, que aquí es notablemente abundante. En el apartado II nos hemos referido a estas diferencias, y a otras análogas, desde un punto de vista estrictamente florístico. Halosphaera viridis es frecuente en toda la época fria, comportamiento que también es propio de Dictyocha fibula. El heterogéneo ciclo de Trichodesmium recuerda al de Rhizosolenia robusta (fig. 10).

No creo que la sola composición cualitativa del fitoplancton sea de gran valor para trazar un ciclo anual. Son demasiadas las especies perennes, o casi perennes, que se presentan en forma de ejemplares aislados, quizá debilitados o quiescentes, durante una gran parte del año. Con esta advertencia y la ya hecha sobre el gran número de muestras recogidas en el litoral de la prov. de Gerona durante los meses de julio y agosto, que exagera su riqueza florística, daremos un breve resumen de las especies de diatomeas y dinoflageladas determinadas cada mes en los dos sectores que comparamos. En cursiva se da el número de especies comunes a dos meses consecutivos.

GERONA

Meses I II III IV V VI VII VIII IX X XI XII

Dinoflageladas 28 20 16 18 21 33 64 78 49 15 24 27 18 13 9 8 10 16 31 55 46 12 9 14 Diatomeas 36 26 34 27 31 23 32 26 22 14 38 36 25 21 20 17 20 19 17 18 14 8 13 26

CASTELLÓN

Dinoflageladas 59 68 51 14 32 20 43 40 63 56 62 47

31 42 35 12 11 15 17 28 35 45 48 40

Diatomeas 37 48 55 17 27 8 10 4 14 22 26 56

32 34 44 17 14 6 4 1 3 9 19 24

IV. PRINCIPALES CAUSAS DE LAS FLUCTUACIONES EN LA PRODUCCIÓN

Las características hidrográficas de la porción del Mediterráneo que nos ocupa son muy poco conocidas. En la figura 11 se recopilan algunos datos que pueden servir de orientación. No es posible entrar a discutir la distinción de diversas masas de agua superpuestas y otros aspectos hidrográficos, la intensidad de la luz, etc., porque no estamos en condiciones de analizar sus modificaciones anuales en relación con el fitoplancton. Bastará destacar unos pocos hechos. La temperatura del agua, en profundidad, se mantiene alrededor de los 13°C; las aguas superficiales alcanzan una temperatura semejante a las profundas hacia noviembre o diciembre y esta situación dura hasta la primavera. A lo largo de todo este período es factible la mezcla vertical de las aguas, con el consiguiente aporte de sales nutritivas hacia la superficie. Un tema de investigación urgente es averiguar la intensidad de esta circulación de nitratos y fosfatos y en que grado los aportes de los ríos --mayores también a partir de otoño— contribuyen al enriquecimiento de las aguas superficiales en sales nutritivas. La influencia de las aguas dulces se ha de hacer sentir también rebajando la salinidad, y precisamente ésta es una modificación ecológica que favorece el desarrollo de muchas diatomeas. Las aguas costeras son siempre más ricas en principios nutritivos, lo que explica las grandes diferencias en la cantidad y calidad del plancton que se observan en una transección que, partiendo de la costa, se dirige hacia alta mar. Es conforme a la evidencia obtenida en la investigación de otros mares, relacionar la mezcla vertical de las aguas que se realiza cuando las aguas superficiales alcanzan 13°C con las floraciones de diatomeas, a través de la recuperación de las sales nutritivas en los estratos superio-

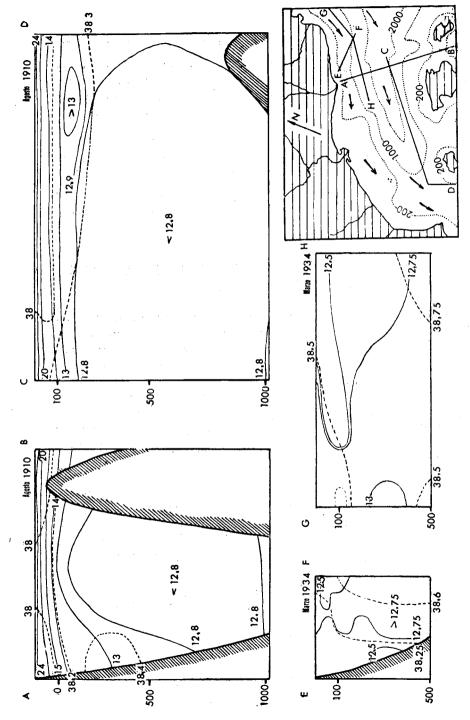


Fig. 11.—Algunas secciones hidrográficas del mar de Baleares, como ejemplos de estratificación estival (agosto 1910) y homogeneidad invernal (marzo 1934). Se indican profundidades en metros, temperaturas (líneas continuas) y salinidades (líneas interrumpidas). En el mapa, se localizan las secciones y se indica la circulación superficial por medio de flechas. Según datos de Nistsen (1912) y de De Buen y Navarro (1935).

res. Ya Nathansohn (1908, p. 71) señala un intenso desarrollo del fitoplancton en aquellos lugares donde afluyen a la superficie masas de agua que inmediatamente antes no habían servido para el sustento de la vida vegetal, es decir, aguas de profundidad. En los lugares de poco fondo esta mezcla vertical es más intensa y, en nuestro caso, con el sistema de corrientes de N. a S., toda la plataforma al Sur del Ebro y el umbral de Columbretes constituye, en teoría, una zona particularmente favorable a la divergencia de las capas superficiales, acompañada de la ascensión de las aguas nutritivas ("upwelling"). Añadiremos que la divergencia de las aguas superficiales acompaña a un descenso del nivel del mar o a la circulación en sentido contrario a las agujas del reloj. Los numerosos estudios llevados a cabo en ambas costas de Norteamérica han puesto de manifiesto que las zonas de intensa turbulencia vertical son regiones de gran producción de diatomeas. En todo caso, faltará confirmar o rechazar la aplicación de esta hipótesis a nuestra costa, a través de los correspondientes estudios hidrográficos.

En verano, las aguas superficiales se calientan muy por encima de las profundas, formando una especie de lengua de agua cálida (fig. 11, AB, CD). Serían convenientes estudios sobre la estabilidad, resistencia a las tormentas, y posición -absoluta y con relación al nivel de compensación del fitoplancton- en los distintos años de la termoclina, capa de discontinuidad formada por estratos de densidad rápidamente creciente que indudablemente se establece cada verano, cuando la traslación vertical de las aguas es nula o pequeña. En la capa superficial de agua recalentada, que seguramente es muy pobre en sales nutritivas, viven peridíneas, muchas de las cuales serán más o menos heterotróficas, ya que de este grupo forman parte especies notablemente pobres en pigmentos asimiladores (Dinophysis, Pyrophaculs, Ceratocorys, Ornithocercus) que han de obtener buena parte de su alimento a partir de la materia orgánica que queda en el agua después de los desarrollos masivos de otros organismos, o de la procedente de las devecciones de los animales. No es éste el único problema de ecología planctónica que presenta la estratificación de verano; ha de tenerse también en cuenta el desplazamiento estival del nivel de compensación determinado por cambios en la intensidad lumínica y, en sentido opuesto, a que la temperatura alta acelera más la respiración que la asimilación, y diversos problemas de la suspensión de los organismos desprovistos de flagelos, en las condiciones de velocidad de difusión y viscosidad del agua superficial de verano. Las diatomeas del fitoplancton estival son escasas: Rhizosolenia calcar-avis, Hemiaulus Hauckii, etc. Es curiosa e inexplicable su relativa proliferación en Cadaqués, a gran distancia de la costa, en septiembre del 1946. Serían de desear estudios sobre las líneas generales de desaparición de la estratificación en otoño; si tiene lugar partiendo de las costas y en dirección a alta mar, como si la lengua de agua cálida retrocediera, bien que en el detalle de sus movimientos de retroceso o destrucción debe estar influída por vientos o temporales locales.

En el régimen de uniformidad vertical de la temperatura ascienden, y se encuentran en el plancton, diversas diatomeas que no son propiamente pelágicas (*Pleurosigma*, *Amphiprora*, *Navicula*, *Bacillaria*) y aparecen también en superficie aquella serie de *Ceratium* que, según las investigaciones de Joergensen, persisten en verano localizadas en capas más profundas y que suministraron a dicho planctólogo una buena parte de los argumentos a favor de su teoría sobre la inmigración periódica de *Ceratium* atlánticos en el Mediterráneo.

Estableciendo una comparación con otros mares, vemos que las diatomeas presentan en todas partes un ritmo anual parecido. Cuando la temperatura superficial se hace igual a la de las capas profundas, empieza la mezcla vertical de las aguas y prolifera el fitoplancton —léase las diatomeas, que son las únicas capaces de aumentar su población con gran rapidez—. Generalmente, por coincidir el mínimo térmico y lumínico con una época en que las aguas superiores se han enriquecido en substancias nutritivas, la proliferación que se iniciara en otoño y aun antes y que ya había dado un máximo de producción, es frenada y la vegetación se hace poco densa; más tarde, al llegar la primavera, las sales nutritivas son utilizadas plenamente y de manera gradual hasta mediado verano, y se presenta el máximo absoluto anual. En el Atlántico, desde nuestra latitud hasta el mar del Norte, suele presentarse el primer máximo entre septiembre y octubre y el segundo entre marzo y julio o de marzo a julio. Puede decirse que la fase de poco fitoplancton, que se da en verano, es más breve que el mínimo invernal. En el Mediterráneo los máximos están más aproximados sobre el invierno y entre ellos se intercala un mínimo relativo invernal, durante el cual la riqueza de diatomeas es (con relación a las peridíneas) unas 10 veces mayor que en el mínimo absoluto estival. En la figura I puede verse la marcha de las proliferaciones de diatomeas, referidas a 1.000 células de peridíneas.

En nuestro mar los máximos de diatomeas ocurren bajo temperaturas de unos 13°C. Las mismas especies que determinan estas vegetaciones, con alguna excepción (Asterionella mediterranea) sin importancia, son las que constituyen también los enjambres de diatomeas en otros mares, en máximos que se presentan año tras año, con regularidad, a temperaturas determinadas, aunque diferentes de las de nuestras costas, de 7-10°C tan sólo en el mar del Norte y en aguas del Asia oriental, o, a la inversa, más elevada que la nuestra, de 18°C en las costas californianas. ¿Por qué los máximos no se dan allí cuando las aguas pasan por una temperatura de 13°C? Esta diversidad sólo admite dos explicaciones: 1) que existan razas ecológicas y geográficas con diversa adaptación térmica, a semejanza de lo que ocurre en muchas especies de animales marinos; 2) que la importancia de la temperatura sea secundaria, no siendo ella sino la dis-

tribución de los nitratos y fosfatos la principal determinante del ciclo anual, conforme ya se ha discutido. Una consecuencia es que, por lo menos entre las diatomeas, debiera prescindirse, prudentemente, de hablar de temperaturas óptimas para determinada especie, a base de datos locales; tampoco pueden emplearse los calificativos fenotermo y afanotermo más que con simple valor descriptivo local.

Por las razones antedichas parece lógico que nuestro mínimo de enero no puede tener como causa el frío; tampoco parece tanta la disminución de la luz en nuestras latitudes como para hallarse aquí el motivo; ignoramos por otra parte la influencia de otros factores ecológicos sobre la pérdida de diatomeas por sedimentación. Es probable la importancia de una interrupción en la circulación vertical, que volvería a reanudarse más tarde (Nathansohn, 1909, p. 629). Sólo una investigación cuidadosa de la distribución de las sales nutritivas podrá darnos la solución: parece como si una serie de pequeños máximos, que se hacen sentir con distinta intensidad según las especies, se sucedieran de manera un tanto irregular desde otoño hasta primavera, algunos de ellos podrán ser favorecidos por temporales que intensifiquen la mezcla vertical de las aguas o por la influencia de los ríos. Los efectos de las aguas del Ebro, según De Buen y Navarro (1935) se dejan sentir hidrográficamente hacia el NE., a lo largo de la costa de Tarragona.

Que nuestros máximos de diatomeas queden muy por debajo de los de mares nórdicos, tanto en masa como en duración, es una consecuencia de la mayor pobreza del Mediterráneo en sales nutritivas. Según Ker-CHUM (1939) el crecimiento del fitoplancton se limita cuando el fósforo es inferior a 17 mg. por metro cúbico. El contenido de fosfato en las aguas profundas del Mediterráneo es de este orden, mientras que las capas superficiales son mucho más pobres, comúnmente no rebasan los 2 mg. de P por metro cúbico. El intercambio a través del estrecho de Jibraltar determina este empobrecimiento, pues sale continuamente agua profunda relativamente rica en fosfatos y nitratos y penetra el agua superficial atlántica que los contiene en poca cantidad (THOMSEN, 1931). BERNARD (1948) ha encontrado en aguas costeras del Mediterráneo occidental proporciones de nitrógeno anormalmente altas, de manera que el P pasaría a ser, por lo menos en algunas circunstancias, el único factor limitante. No conocemos la intensidad con que estos elementos pueden ser retirados de la circulación y fijados en los sedimentos.

V. FACTORES BIOTICOS

En este apartado expondremos algunos comentarios generales y sugerencias que derivan de los hechos de observación; pero que necesitan comprobación experimental.

Las diatomeas pueden dividirse cada 18-48 horas y es muy frecuente observar en las muestras de plancton todas las fases de su multiplicación. En las dinoflageladas el ritmo de fisión es considerablemente más lento y es más raro observar ejemplares de división, que, según parece, son observables particularmente en pescas nocturnas. De aquí que las variaciones cuantitativas en las poblaciones de las peridíneas sean mucho más pausadas que en el caso de las diatomeas, capaces de centuplicar su población en menos de una semana. Lo abrupto de las curvas de las diatomeas —mitigadas por la escala empleada— resalta en las figuras 5 a 10.

Cuando las condiciones devienen favorables, las diatomeas se multiplican de manera "explosiva", la vegetación se constituye a base de las especies cuyos gérmenes se encontraban, más o menos casualmente, en aquella masa de agua. La población al final de su desarrollo puede depender de la cantidad y calidad de las células con que se iniciara, lo cual da razón de las diferencias locales y entre años sucesivos que muestran los máximos de bacilariófitos. Es una regla biocenológica de validez general, que todas las poblaciones formadas por especies de rápida proliferación que se desarrollan independientemente, aunque sea bajo condiciones ecológicas similares, presentan estas diferencias de composición, atribuibles a los azares de la primera siembra. A medida que pasa el tiempo, las comunidades tienden a hacerse homogéneas, se llega a la estructura que está mejor en equilibrio con las características del biotopo. Las floraciones de diatomeas no duran un tiempo suficiente para que se consiga una homogeneidad de composición a lo largo de una costa algo extensa. Teóricamente el máximo de marzo debería ser más uniforme en las distintas localidades que el de noviembre-diciembre; pero los gráficos 4 a 10 no confirman esta hipótesis; quizá tampoco pueda considerarse como homogéneo el ambiente durante todo este tiempo.

Con las dinoflageladas pasa algo distinto, sus incrementos son más pausados y sobre ellas se dejan sentir más las acciones reguladoras de la competencia, de manera que faltan las proliferaciones explosivas locales que destruyen la homogeneidad en el caso de las diatomeas.

El aumento de las diatomeas se hace al fin retardado y se anula. Se ha dicho, varias veces, que las diatomeas ven sus poblaciones diezmadas en verano más por la acción de los crustáceos fitoplanctófagos que por agotamiento de las sales nutritivas del medio. En nuestro caso esto no es probable, aunque hasta conocer exactamente el ritmo de consumo de

P y N no se pueden hacer más que conjeturas. Lo cierto es que en otoño se inicia la proliferación de las diatomeas en unas aguas riquísimas en copépodos, con más zooplancton que en primavera, y si en tales condiciones los bacilariófitos no sólo se mantienen, sino que aumentan rápidamente su población, mejor papel podrían hacer a fines de primavera y entonces, sin embargo, desaparecen. Es raro encontrar células muertas en días sucesivos, de manera que la extinción bastante súbita de grandes poblaciones de diatomeas constituye un problema. Como las diatomeas son principalmente neríticas, puede pensarse que son desplazadas horizontalmente y dispersadas hacia alta mar, o bien que se sedimentan. Parece que la sedimentación tiene importancia considerable, las diatomeas de primavera se hundirían al sobrevenir la estabilidad estival, siendo reemplazadas por diatomeas de pequeño tamaño y por flagelados (RILEY y otros, 1949). Realmente el nanoplancton es muy abundante a continuación de los máximos de diatomeas, como demuestran observaciones incidentales en Castellón; este nanoplancton obtendría su alimento de materia orgánica particulada o disuelta, en parte procedente de excrementos que no son totalmente digeridos (Marshall, Nicholls & Orr, 1934; Harvey y otros, 1935). Convendrá, en ulteriores estudios, anotar la frecuencia de excrementos, particularmente de copépodos. Ya en otro lugar hemos indicado que en estas circunstancias podrían ser favorecidas ciertas dinoflageladas, tan pobres en pigmento que se hace forzoso atribuirles una nutrición parcialmente heterotrófica.

Las dinoflageladas, por la posesión de flagelos, son más aptas a mantenerse en suspensión en las aguas y esto corre parejas con su ritmo de multiplicación más lento. Las diatomeas aumentan rápidamente de número; pero en ellas la pérdida de ejemplares por sedimentación es mayor. Por esta razón, la observación de producciones actuales similares de dinoflageladas y diatomeas representa en la realidad una mayor producción total de las segundas, no por el ritmo de división más rápido, pues este ya vendría reflejado en el recuento actual de las células, sino porque se deja de contar una proporción relativamente grande de individuos que se han perdido por sedimentación y sirven de alimento a organismos de aguas más profundas. En las aguas frías, más viscosas, según la teoría clásica del plancton formulada por Ostwald, los organismos desprovistos de órganos móviles encuentran una suspensión más fácil que en las aguas calientes. Esta razón ecológica se suma a otras para explicar porqué el equilibrio entre diatomeas y dinoflageladas se desplace a favor de las segundas en las aguas cálidas.

Como otros factores bióticos importantes, recordaremos la acción enzimática de los animales, comprobada en la regeneración de los fosfatos en las aguas dulces (Margalef y Ponz, 1951) y muy probable en las marinas, hasta el punto que la abundancia estival de crustáceos podría explicar un precoz enriquecimiento otoñal en fosfatos. Tampoco debe ser

despreciada la aportación de materia orgánica de diverso origen y procedente de tierra; en las muestras de plancton de primavera de Castellón se encuentran, en notable cantidad, granos de polen de pino.

VI. TRANSPORTE DEBIDO A CORRIENTES

Hemos indicado que el sistema de corrientes en nuestro mar puede contribuir a elevar las aguas ricas en sales nutritivas a nivel del umbral de Columbretes. Posiblemente la circulación tiene otros efectos más directos sobre la distribución y producción de las especies. Quizá Joergensen es el autor que ha ido más allá en atribuir importancia a la circulación del agua sobre la distribución del fitoplancton. Su teoría se basa en el estudio del género *Ceratium*; ha sido suficientemente expuesta en diversas publicaciones españolas, y Rose la ha extendido al estudio de ciertas particularidades de la fauna de copépodos.

Admite Joergensen que cierto contingente de especies del plancton mediterráneo es alóctono y procede de una inmigración que se realiza cada otoño a través del estrecho de Jibraltar. El plancton entra en el Mediterráneo con la corriente superficial o con la transgresión atlántica, penetre o no una lengua de ella a través del estrecho; en invierno este plancton se distribuye homogéneamente en las aguas mezcladas por la igualación de temperaturas. Al estratificarse el agua en verano, se interrumpe la dispersión, y el plancton permanece prisionero de la capa en que quedó. Como las distintas capas avanzan hacia el Este a una velocidad diferente, mayor en los estratos superficiales que en los profundos, el plancton superficial de una localidad oriental llega a corresponder al plancton profundo de una estación situada más al Oeste. Las que inmigran en verano se encuentran sólo en las aguas superficiales, las que penetran en invierno también se hallan en ellas; pero además se encuentran también en profundidad conforme hemos visto y un grupo de estas especies, formas propias de las aguas cálidas atlánticas todas ellas, aparecen en la superficie del Mediterráneo occidental precisamente durante el invierno, cuando las aguas se mezclan en buen espesor. Véase Massutí v MARGALEF (1950, págs. 13-14). DANGEARD (1932) considera a varios Peradinium (P. oceanicum, P. elegans, P. curtipes y P. biconicum) presentes en Málaga, pero ausentes o raros en Banyuls, como probables inmigrantes atlánticos.

Es cierto que las aguas atlánticas pueden aportar organismos y alterar los caracteres hidrográficos del Mediterráneo. De las dos maneras pueden influir sobre las comunidades fitoplanctónicas mediterráneas. Muchas dinoflageladas pequeñas, que se encuentran sumamente dispersas en nuestro mar, podrían, con cierto fundamento, considerarse como inmigrantes atlánticos con capacidad de multiplicación reducida o anulada en

nuestras aguas; pero repugna bastante, al familiarizado con la ecología de las algas unicelulares, aceptar una real contribución atlántica al ciclo y a la productividad de los planctontes mediterráneos, por lo menos en las regiones un poco apartadas del Estrecho, como es la nuestra. No creo que existan especies alóctonas que se presentan en cantidad en nuestras aguas y que se extinguirían si cesase su inmigración desde el Atlántico. Es absurdo pensar que los Ceratium, que uno ve vivir perfectamente y reproducirse en nuestras aguas, no tengan posibilidad de perdurar indefinidamente en ellas, aun cuando desaparezcan temporalmente de las superficiales. El cosmopolitismo de las diatomeas y la diversidad de sus ciclos en localidades próximas excluye cualquier seria influencia atlántica en la dinámica de sus poblaciones —salvo las puramente hidrográficas—. Sin embargo, el Atlántico ha podido contribuir a enriquecer la primitiva flora mediterránea, permitiendo la invasión de especies originarias de otros mares.

No debe caerse tampoco en la exageración de negar toda importancia a las corrientes y a los desplazamientos de masas de agua en la distribución de las especies. Es posible que una parte de las diferencias observadas entre el ciclo del fitoplacton en Blanes y en Castellón se deba a una circulación del agua de la primera a la segunda de estas localidades, aunque desconocemos la importancia del transporte. A este respecto es notable el retraso otoñal del ciclo de Castellón con respecto al de Gerona. Pero estas diferencias sólo serían demostrativas comparando datos del mismo año y a ser posible semanales y no mensuales. La notable discontinuidad planctónica primaveral podría atribuirse asimismo mejor a un desplazamiento de masas de agua que a una lenta evolución de sus condiciones hidrográficas. El estudio del zooplancton, de evolución más lenta que el fitoplancton (copépodos por ejemplo) podrá ayudar a precisar estos problemas, que aquí quedan sólo ligeramente enunciados.

VII. EL CICLO DEL ZOOPLANCTON

El estudio del zooplancton ha sido realizado de manera muy incompleta. Poseemos datos sobre los tintínidos (Durán, 1951) y los quetognatos (Massurf, 1951) de Castellón, y algunas referencias limitadas a la mención de grandes grupos taxonómicos o a la identificación de algunas especies, sin la necesaria continuidad. El cuantioso material acumulado permitiría estudios cuantitativos del zooplancton (esp. crustáceos), que son una inaplazable necesidad, ya que los animales, a pesar de sus migraciones verticales, se prestan mucho mejor a la caracterización de masas de agua, por la mayor estabilidad numérica y cualitativa de sus poblaciones.

En principio, como avance a una exacta definición de animales indicadores para análisis de rutina sobre las caracterísitcas del agua, podemos formar dos grupos. En el agua cálida superficial de verano, con Pyrophacus, Ceratium pulchellum y otras peridíneas, se encuentran Cresseis, Sagitta inflata, Favella, Coxliella, cladóceros. Las aguas de invierno, ricas en diatomeas, se caracterizan también por la ascensión de diatomeas bénticas o ticoplanctónicas y la aparición de un grupo de especies de Ceratium al que ya nos hemos referido (C. symmetricum, ranipes, Pavillardi, etc.). De ellas son típicos los radiolarios coloniales, un nutrido grupo de tintínidos (Durán, 1951, p. 116, Castellón), Sagitta bipunctata, sifonóforos y salpas; pero muchos de estos organismos propios de aguas más bien frías no se presentan de manera continua, sino que se manifiestan por invasiones o enjambres más o menos separados por discontinuidades, en parte determinadas por las tempestades que los hunden o dispersan.

Dos fechas tienen especial valor en la fijación del ciclo anual, englobando ya al zoo- y al fitoplancton. La ascensión de diatomeas de fondo, la floración de los *Chaetoceros* y otros bacilariófitos acompañantes, la aparición de los *Ceratium* mencionados, define el cambio otoñal. La estabilización estival coincide con el fin de las tormentas importantes, el recalentamiento del agua y la sedimentación o dispersión de las diatomeas.

Como indican los datos de la costa Brava y de Cadaqués, estos cambios no se realizan exactamente en las mismas fechas los diferentes años sino que se muestran ligeros desplazamientos en uno u otro sentido. Es tentador ponerlos en relación —a falta de datos hidrográficos— con características meteorológicas de los años respectivos —temperaturas, precipitaciones, horas de sol, borrascas—, pero lo limitado de los datos que se poseen no ha permitido llegar a ninguna conclusión. Aquí, como en tantos otros puntos a lo largo de estas páginas, tenemos que limitarnos a sugerir una dirección de trabajo.

VIII. CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE LA PRODUCTIVIDAD

Si alguno de los apartados de este artículo se distingue especialmente por un predominio total de las cuestiones no resueltas sobre la información presentada es éste. El carácter de los datos obtenidos hasta ahora no permite conclusión alguna sobre la productividad de nuestras aguas, expresada en valores absolutos. Algunos ensayos previos por extracción de pigmentos, indican valores que serían notablemente más bajos que los habituales en aguas atlánticas. La producción de diatomeas se concentra en una estrecha faja litoral, cuya amplitud y gradiente, en relación con el desarrollo de la plataforma continental, es otro tema de futuras investi-

gaciones. Su interés es sugerido por la incidental observación de Formen-

tera expuesta en el apartado III.

La contribución de las diatomeas a la producción total en las aguas litorales es 3 a 4 veces mayor que la de las peridineas, según se deduce de los datos que sirven de base al gráfico de fig. 1, y en la realidad debe esr superior, si se tiene en cuenta la rápida multiplicación de las diatomeas y su mayor pérdida de individuos por sedimentación. Claro que el distinto tamaño de las células, dificulta estas comparaciones. HARVEY (1950) considera a las diatomeas como de volumen comprendido entre 20 y 20.000.000 de micras cúbicas, a las dinoflageladas entre 500 y 100.000 micras cúbicas, y a las otras flageladas del nanoplancton entre 14 y 500 micras cúbicas. Creo que en las aguas litorales las diatomeas representarán, al cabo del año, una producción más de 6 veces superior a la de las peridíneas; pero esta producción se concentra en unos pocos meses (fig. 1), de manera que más de un tercio de la producción anual de fitoplancton debe corresponder al máximo de primavera. A mayor distancia de la costa la relación diatomeas/dinoflageladas descenderá mucho.

Hacia el Sur —Castellón— debe acumularse la capacidad productiva de nuestras aguas, por el transporte, por la mayor extensión de la plataforma continental y por la presumible elevación del agua sobre el umbral de Columbretes. Una evidencia indirecta de la mayor riqueza en nanoplancton de las aguas de Castellón, la suministra la gran abundancia de tintínidos en ellas, dentro de cuyas células se hallan a menudo organismos diminutos que no se capturan con las redes. Pero esta suposición ha de ser comprobada mediante estudios cuantitativos. Para estos deben desecharse los simples valores de desplazamiento del plancton de red, que sólo son aprovechables para el zooplancton -excepto en el caso de contener gran o desigual proporción de elementos muy gelatinosos- y hay que recurrir al dosaje de pigmentos asimiladores (véase Massurí y Marga-LEF, 1950, p. 24 y, como trabajo muy reciente, ATKINS & PARKE, 1951), que, a pesar de sus ventajas presenta el inconveniente de subestimar las dinoflageladas pálidas, que no es leve en un mar como el nuestro, donde son abundantes. Quizá mejores resultados daría la determinación directa del nitrógeno o del fósforo contenidos en una muestra de fitoplancton (incluyendo el nanoplancton).

Sales nutritivas, intensidad de la luz, temperatura y estabilidad del agua son los factores fundamentales de la producción. El interesante estudio de RILEY, STOMMELL & BUMPUS (1949), encierra todo un programa de investigación, aunque el análisis de estos autores no sería directamente aplicable a nuestras aguas, por la anormalidad que representa la extrema proximidad de la costa. De todas maneras encarece la necesidad de un estudio hidrográfico seguido.

La producción de fitoplancton limita toda la producción del mar -hay que hacer la salvedad de las algas litorales- y, por tanto, la de peces. La explotación pesquera ha de tener un límite fijado por la cadena alimenticia —cuyos eslabones es necesario precisar— que se inicia en el planeton vegetal. La destrucción intensa de los recursos naturales —irreemplazables a menudo, como en el caso de los bosques— tiene aquí menos trascendencia, porque la acción humana apenas puede influir sobre la productividad básica de las aguas, y unos años de inactividad forzosa pueden bastar para que se recupere el equilibrio al final de las cadenas alimenticias, que el hombre ha podido perturbar grandemente a través de una explotación antieconómica. La conservación de los recursos pesqueros en un estado de óptimo rendimiento es, en todo caso, un problema más económico y de educación que legislativo.

Este artículo, proyectado con la intención de presentar un resumen del ciclo del plancton —especialmente fitoplancton— en las costas de Cataluña y parte del reino de Valencia, se ha convertido más bien en la enumeración de una serie de problemas pendientes. La conclusión más adecuada parece ser, pues, la de presentar un programa con diversos puntos que no deberán ser olvidados en investigaciones futuras. Este programa abarca temas bastante diversos:

a) Hidrografía. — Estática y dinámica, insistiendo en el estudio de la importancia y dirección del transporte de agua por las corrientes; intensidad de la mezcla vertical; estratificación estival, si se forma termoclina y su estabilidad; influencia de los aportes de aguas dulces; distribución de nitratos y fosfatos, su transporte y velocidad de regeneración.

b) Distribución del plancton. — Estudio del zooplancton y del plancton de profundidad; distribución cuantitativa de las diatomeas en las épocas de máxima, según la distancia de la costa; nanoplancton; apreciación cuantitativa de la producción, preferentemente por medio de análisis de los pigmentos o por determinación del contenido de ciertos elementos químicos; variaciones de los ciclos en años distintos y su relación con las respectivas características meteorológicas e hidrográficas.

c) Taxonomía. — Estudio del nanoplancton, de las flageladas y dinoflageladas desnudas y de las especies que se presentan en escaso número de individuos (especialmente dinoflageladas); estudio de las que presentan ciclomorfosis (Ceratium tripos, C. pulchellum, C. carriense-volans, C. candelabrum, C. massiliense).

d) Fisiología vegetal. — Situación de la profundidad de compensación en distintas épocas; velocidad de multiplicación en las diferentes especies; factores que inducen la formación de hipnocistes en las diatomeas; nutrición de las peridíneas pálidas; posible existencia de razas térmicas; influencia de los animales —excrementos, consumo, regeneración de fosfatos—.

SUMMARY

Annual cycle of the surface phytoplankton in the sea along the Northeastern coast of the Iberian Peninsula. A summary of previous work based on the study of 125 plankton samples from Blanes-Cadaqués (1943-1950) and 89 samples from Castellon (1950), collected from the shore line to some 10 miles seawards. The plankton sampled 25-100 Km. from the coast may be very different from the neritic one. No true quantitative, but only estimated relative data were at disposal. These data have been combined to monthly means relative to a total of 1000 dinoflagellate cells, and computed separately for the two localities printed in the heading of the graphics. Since dinoflagellates show no great quantitative oscillations along the year, this method affords an useful preliminary description of the yearly cycle. Graphics 1-10 condense the information; graphic 1 is drawn to a lineal scale -dinofl. stripped; diatoms black-; the dark bands in the graphics 2-10 are proportional to the square roots of original figures.

A list of the species identified in the coastal waters from Banyuls to Castellon is included, with biogeographical remarks. The number of dinoflagellates is very great, a majority of them have tropical affinities. The diatoms responsibles for the annual flowerings are nearly the same species present also in the maxima of northern waters. Two annual maxima are always clear, the one in Nov.-Dec., the greater maximum being in March (figs. 1, 5, 6, 7). The participation of different species of diatoms in the maxima varies according to the places and to the years, owing probably to the chance of initial seeding and to precise local conditions. Outbursts of diatoms occurs in the waters where vertical mixing is possible (fig. 11), but the January minimum remains to be explained. During the first winter maximum, benthic diatoms and a number of deep water sp. of Ceratium rises to the surface. Estival stability, with disparition of the bulk of diatoms, perhaps through dispersal and sedimentation, initiates a summer period with Cresseis, cladocera, Favella, pale dinoflagellates, and extremely scarce diatoms. Some particulars in the cycles of different species ressorts from the consideration of graphics 2-10. Problems of local interest are discussed and a program for further research in presented.

BIBLIOGRAFIA

ATKINS, W. R. G. & PARKE, M.-1951. Seasonal changes in the phytoplankton as indicated by chlorophyll estimations. J. Mar. Biol. Ass. U. K., 29:609 617. Bernard, F.-1938. Cycle annuel du nanoplancton à Monaco et Banyuls: étude

quantitative. Ann. Inst. oceanogr., 17:349-406. Bernard, F.-1948 a. Recherches sur le cycle du Coccolithus fragilis, flagellé dominant des mers chaudes. J. Cons. Intern. Expl. Mer., 15:177-188.

Bernard, F.-1948 b. Recherches préliminaires sur la fértilité marine au large

d'Alger. J. Cons. intern. Expl. Mer., 15:260-267.

DE BUEN, R. & NAVARRO, F. DE P.—1935. Condiciones oceanográficas de la costa catalana entre la frontera francesa y el Golfo de San Jorge. Trab. del Inst. esp. de Oceanogr., 14:1-47. DANGERAD, P.—1932. Phytoplancton recueilli à Banyuls-sur mer. Archives de Zool.

Expér., 74:317-355.

DURÁN, M.-1951. Contribución al estudio de los tintínidos del plancton de las costas de Castellón (Mediterráneo occidental). P. Inst. Biol. Aph. 8:101-122. *Fatemi, M.—1938. Les variations saisonnières du plancton de l'Etang de Thau

à l'embouchure du Canal de Sète. Thèse Fac. Sc. Montpellier, Sète, 97 pags. HART, J.-1934. On the phytoplankton of the Southwest Atlantic and the Bellingshausen Sea, 1929-31. Discovery Reports, 8:1-268.

Harvey, H. W.—1950. On the production of living matter in the sea off Plymouth. J. Mar. Biol. Ass. U. K., 29:97-137. HARVEY, H. W., COOPER, L. H. N., LEBOUR, M. V. & RUSSELL, F. S.—1935. Plank-

ton production and its control. J. Mar. Biol. Assoc. U. K., 20:407-441.

Hendey, N. I.—1937. The plankton Diatoms of the Southern Seas. Discovery Reports, 16:151-364.

R. MARGALEF

JOERGENSEN, E.—1920. Mediterranean Ceratia. Rep. Danish Oceanogr. Exped. 1908-1910 to the Medit. and adj. seas, II, J1:1-110.

*Ketchum, B. H.—1939. The development and restoration of deficiencies in the phosphorus and nitrogen composition of unicellular plants. J. Cell., Comp. Physiol., 13:373-381.

MARGALEF, R.—1945. Fitoplancton nerítico de la Costa Brava catalana. Inst. Esp. de Estudios Mediterráneos. P. Biol., 1:1-48.

MARGALEF, R.—1946. Fitoplancton nertico estival de Cadaqués (Mediterraneo catalán). P. Inst. Biol. Apl., 2:89-95.

MARGALEF, R.—1948. Le phytoplancton estival de la "Costa Brava" catalana en 1946. Hydrobiologia, 1:15-21.

MARGALEF, R.—1949. Fitoplancton nerítico de la Costa Brava en 1947-1948. P. Inst. Biol. Apl., 5:41-51.

Margalef, R.—1951. Plancton recogido por los laboratorios costeros, III. Fitoplancton de las costas de Castellón durante el año 1950. P. Inst. Biol. Apl., 9.

MARGALEF, R. & Ponz, F.—1951. Actividad fosfatásica de los cladóceros, en particular sobre substancias disueltas en el agua ambiente. R. Esp. Fisiol., 7:227-237.

MARSCHALL, S. M., NICHOLLS, A. G. & ORR, A. P.—1934. Biology of Calanus finmarchicus, V. J. Mar. Biol. Ass. U. K., 20:793.

Massurf, M.—1943. Nuevos datos para el conocimiento del plancton del mar de Baleares. Anal. Univ. Barcelona (1943):167-184.

Massurf, M.—1948. Estudio del plancton del puerto de Mahón en el curso de un año (1946). Bol. Inst. Esp. Ocean., 2:1-29.

MASSUTÍ, M. & MARGALEF, R.—1950. Introducción al estudio del planeton marino. Patr. Juan de la Cierva (C.S.I.C.), Barcelona, 182 págs.

MASSUTÍ OLIVER. M.—1951. Sobre la biología de las Sagitta del plancton del Levante español. P. Inst. Biol. Apl., 8:71-82.

Morales, E.—1951. Plancton recogido por los laboratorios costeros, II. Plancton de Blanes desde octubre de 1949 hasta junio de 1950. P. Inst. Biol. Apl., 8:121-125.

Nathansohn. A.—1908-09. Beiträge zur Biologie des Planktons, I, II. Int. Rev. d. ges. Hydrobiol. u. Hydr., 1:37-72; 2:580-632.

NAVARRO, F. de P. & BELLON, L.—1945. Catálogo de la Flora del Mar de Baleares. (Con exclusión de las Diatomeas.) Inst. Esp. de Oceanogr., Notas y Resúm., II:124:1-156.

NIELSEN, J. N.—1912. Hydrography of the Mediterranean and adjacent waters. Rep. Danish ocean, exped. 1908-1910 to the Medit. and adj. seas, 1:2:79-191.

RAMPI, L.—1942. Il Fitoplancton mediterraneo: Problemi e affinità interoceaniche. Boll. Pesca, Piscic. e Idrob., 4:1-15.

RAMPI, L.—1945. Osservazioni sulla distribuzione qualitativa del fitoplancton nel mare Mediterraneo. Atti Soc. Ital. Sc. Nat., 84:105-113.

RILEY, G. A., STOMMELL, H. & BUMPUS, D. F.—1949. Quantitative ecology of the plankton of the western North Atlantic. Bull. Bingham Oceanogr. Coll., 12:1-169.

"Sección de Biol. Mar. del Patronato Juan de la Cierva".—1950. Plancton recogido por los laboratorios costeros, I. Plancton de Blanes durante el verano de 1949. P. Inst. Biol. Apl., 7:155-157.

THOMSEN, H.—1931. Nitrate and Phosphate contents of Mediterranean water. Rep. Danish ocean. exp. 1908-1910 to the Medit. a. adj. seas, III:6:1-14.

(Los trabajos señalados con un asterisco no han podido ser consultados directamente.)

PUBLICACIONES

DEL

INSTITUTO DE BIOLOGÍA APLICADA

TOMO IX

Publicado en octubre de 1951

