

Fitoplancton de las costas de Castellón durante el año 1953

por

J. HERRERA, F. MUÑOZ y R. MARGALEF

INTRODUCCIÓN

Continuando el programa general de años anteriores, se ha procedido al estudio de las algas contenidas en una serie de 41 muestras, recogidas durante 1953 en las áreas de pesca próximas a Castellón. Asimismo se han hecho, cada diez días aproximadamente, determinaciones cuantitativas de pigmentos por extracción con acetona. El microplancton ha sido analizado por R. MARGALEF y el estudio de los pigmentos ha corrido a cargo de los otros autores.

Expresamos nuestro agradecimiento al Sr. J. SANJUÁN, que nos ha proporcionado los datos meteorológicos del Observatorio de la Junta de Obras del Puerto y a los patrones y marineros de las barcas *Paca*, *Bautista Salom*, *Isabel*, *Amparo Guzmán*, *Joven Ramón*, *4.ª Generosa* y *San José*, quienes han contribuido de manera eficaz a la toma de temperaturas del agua del mar y a la recogida de plancton y del agua para la extracción de pigmentos.

Hacemos referencia a trabajos anteriores (MARGALEF, 1951; MARGALEF, SAIZ, etc., 1952; MARGALEF, HERRERA, etc., 1954) en lo que se refiere a métodos seguidos.

En posesión de materiales referentes a un período que abarca varios años, creemos estar en mejores condiciones para estudiar la influencia de ciertos factores sobre la producción de fitoplancton, tales como disminución del nivel del mar, variación de temperaturas con respecto a la temperatura media de cada mes y régimen de vientos.

COMPOSICIÓN DEL PLANCTON

En la tabla I se dan los resultados del análisis de las recolecciones hechas con red. Lo mismo que en los trabajos anteriores, ya citados, de las anotaciones de abundancia se han deducido cifras que vienen a representar aproximadamente el número de células de diatomeas por un número fijo de dinoflageladas, suponiendo que las variaciones en la cantidad de dinoflageladas en el curso del año carecen de importancia (tabla III).

NOTAS SOBRE ALGUNAS ESPECIES

Exuviaella compressa Ostenf. — En la muestra 700 se observaron dos células quiescentes en el seno de una cubierta mucilaginosa común; dimensiones celulares: $42,5 \times 35 \mu$.

Dinophysis sp. — (Fig. 1, B) Célula de $34-37 \times 30-33 \mu$.

Peridinium globulus Stein. — (Fig. 1, C, D.) Célula casi esférica, de $40-48 \mu$ de diámetro; sin espinas antiapicales. Es la primera vez que se registra en Castellón una forma que corresponde al tipo de esta especie, diferente de *cerasus*, *ovatum*, *quarnerense* y *sphaeroides*.

Heterodinium leiorhynchum (Murr. & Whitt.) Kof. — Long.: 80μ .

Heterodinium Milneri (Murray & Whitt.) Kof. — (Fig. 1, E.) Longitud: $46,5 \mu$; transd.: 35μ .

Ceratium buceros Zach. — Aparecen diversas formas; la más corriente es delicada, de cuernos casi lisos, los antiapicales muy largos y dirigidos paralelamente hacia delante y luego divergentes; diámetro transversal en el surco: 45μ (fig. 1, H). Más escasas son una forma de cuernos antiapicales abiertos, probablemente f.^a *denticulatum* (Jörg.) Schiller (fig. 1, J), y otra algo más robusta y de cuernos denticulados, quizá f.^a *molle* (Kofoid) Schiller (fig. 1, I).

Ceratium horridum Gran. — (Fig. 1, K.) Una serie de ejemplares de la muestra número 640 — donde, por otra parte, todos los *Ceratia* ofrecían membranas muy engrosadas —, por la ornamentación y cortedad de los cuernos, se confundían con esta forma atlántica, de manera que figuran con su nombre en la tabla. Diámetro transversal en el surco: $47-57 \mu$. El año 1952 ya se vieron algunos ejemplares de este tipo, que viene a representar una exageración robusta del *molle* (fig. 1, I).

Ceratium falcatifforme Jörg. — Los ejemplares que figuran con este nombre en la tabla son, en realidad, intermedios entre *falcatum* y *falcatifforme*, que es dudoso sean especies realmente distintas.

TABLA I (continuación)

NÚM. OPERACIÓN (REGISTRO LABORATORIO)	622	624	626	628	630	632	634	636	638	640	642	644	646	648	650	652	654	656	658	660	662	664	666	668	670	672	674	676	678	680	682	684	686	688	690	692	694	696	698	700	702							
Día	6	12	20	5	14	23	28	6	17	24	30	8	21	28	6	13	21	5	12	19	1	8	20	30	7	16	22	7	14	19	29	8	22	29	7	11	27	12	17	24	31							
MES (1953)	ENERO			FEBRERO				MARZO				ABRIL			MAYO			JUNIO			JULIO			AGOSTO			SETBRE.			OCTUBRE			NOVBRE.			DICBRE.												
Goniodoma polyedricum (crassa)	1	1	+	.	+	+	+	+	.	.	.	1	2	2	.	.	1	1	1	+	1	+	.	2	2	.	.	2	2	1	1	.	1	.	.	+	1							
Goniodoma sphaericum	+	.	.	+	+	+	.	.	.	+	.	.	.	+						
Ceratocorys armata	+	+	+	1	1	1	1	1	+	+						
Ceratocorys horrida	+	1	+					
Oxytoxum cf. areolatum	+	+					
Oxytoxum longiceps	+					
Oxytoxum scolopax	+					
Podolampas bipes	+	+	+						
Podolampas palmipes	+	+	+					
Podolampas spinifera					
Blepharocysta cf. Paulseni	+	+	1	+	1	+	.	.	+	+	.	.	+					
Pyrocystis fusiformis					
Pyrocystis cf. Gerbaulti				
Pyrocystis lunula	+					
Pyrocystis obtusa	+	+	.	+					
Pyrocystis robusta				
BACILLARIOPHYTA																																																
Melosira moniliformis	+				
Thalassiosira subtilis	1				
Stephanopyxis palmeriana	1	+				
Scletonema costatum	+				
Coscinodiscus alborani ?				
Coscinodiscus excentricus	1	.	1	+	+	+				
Coscinodiscus radiatus	2	2	1	1	1	+	1	+	+	+	.	1	+	+					
Coscinodiscus cf. Thorii				
Planktoniella sol	+				
Gosleriella tropica	1	.	.	+				
Asterolampra Grevillei			
Asterolampra marylandica			
Lauderia borealis	1	1	1				
Schroederella delicatula	1	.	1	1				
Dactyliosolen mediterraneus	1	1	2	2	1	.	1	2	1	1		
Leptocylindrus danicus	2	1	2	2			
Guinardia flaccida	+	1	2	2	2	2	2	3	2	+	+				
Rhizosolenia alata gracillima	2	2	2	2	3	.	.	4	3	2	2	1	.	3	.	1	1	1	1	1	1	1				
Rhizosolenia alata indica	+	1	1	1	.	.	.	1			
Rhizosolenia Bergoni	+			
Rhizosolenia calcaravis	1	2	2	4	4	5	3	3	3	.	2	1	1	1	1	+			
Rhizosolenia Castracanei	+	+		
Rhizosolenia delicatula	1	.	1	+		
Rhizosolenia hebetata semispina	+	.	.	2	1	.	1	2	.	3	3	.	1	.	.	1	+			
Rhizosolenia imbricata Shrubsolei	2	1	2	2	.	.	2	.	2	.	1	+		
Rhizosolenia robusta	+	+		
Rhizosolenia Stolterfothii	2	1	+	2	.	.	.	2	1	1		
Rhizosolenia Temperei (—acuminata)	+			
Bacteriastrium conicum		
Bacteriastrium delicatulum	2	1	2	3	3	2	3	2	1	1	1	1	1	1		
Bacteriastrium elegans	
Bacteriastrium hyalinum	1	.	+	.	.	1	.	+		
Chaetoceros affinis	2	2	3	5	4	.	.	2	2	1	2			
Chaetoceros affinis Willei	1	+	1	+		
Chaetoceros anastomosans	+	1	1

TABLA I (continuación)

NÚM. OPERACIÓN (REGISTRO LABORATORIO) .	622	624	626	628	630	632	634	636	638	640	642	644	646	648	650	652	654	656	658	660	662	664	666	668	670	672	674	676	678	680	682	684	686	688	690	692	694	696	698	700	702				
Día	6	12	20	5	14	23	28	6	17	24	30	8	21	28	6	13	21	5	12	19	1	8	20	30	7	16	22	7	14	19	29	8	22	29	7	11	27	12	17	24	31				
MES (1953)	ENERO			FEBRERO				MARZO				ABRIL			MAYO			JUNIO				JULIO				AGOSTO			SETBRE			OCTUBRE			NOVBR.			DICBRE.							
Chaetoceros atlanticus	+				
Chaetoceros brevis	1	+			
Chaetoceros compressus	.	.	2	+	.	.	.	2*			
Chaetoceros costatus			
Chaetoceros curvisetus	1	2	2	5	4	1	.	2	+	2	1	1	2	.	1	1				
Chaetoceros Dadayi	+	2	2	1	1	1	2	1	+	1			
Chaetoceros danicus	1		
Chaetoceros decipiens	2	2	3	3	2	2	1	.	1	+	2	2	1	2	2	2	2	2			
Chaetoceros densus		
Chaetoceros didymus protuberans	+		
Chaetoceros diversus	+	+	2	1	+	1	.	
Chaetoceros Lauderii		
Chaetoceros Lorenzianus	1	1		
Chaetoceros messanensis	2	1	3	5	4	4	3	2	2		
Chaetoceros peruvianus	+	+	
Chaetoceros pseudocurvisetus	1	+	
Chaetoceros rostratus	
Chaetoceros tetrastichon	
Chaetoceros tortissimus	1	
Chaetoceros Wighami	
Chaetoceros sp. pl. indeterminadas	2	.	.	2	2	.	1	1	
Eucampia zoodiacus	+	
Biddulphia mobiliensis	1	1	1	
Cerataulina Bergoni	1	2	1	+		
Hemiaulus Hauckii	1	1	+	2	2	1	1	
Hemiaulus sinensis	.	.	+	.	.	.	+		
Hemidiscus cuneiformis	
Achnanthidium sp.	+		
Thalassionema nitzschioides	3	1	2	3	3	1	2	2	3	+		
Thalassiothrix Frauenfeldii	3	2	3	3	2	3	3	2	3	1	.	+	+	
Thalassiothrix longissima	+	+	
Asterionella japonica	2	1	2	3	2	
Asterionella mediterranea	+		
Diploneis sp.	+		
Pleurosigma pl. sp.	2	1	+	1	+	.	+	2	1	2	
Navicula pennata	1	+	+	
Amphiprora sp.	1	1	
Bacillaria paradoxa	+	1	+	+		
Nitzschia closterium	1	1	
Nitzschia delicatissima	1	
Nitzschia longissima	+	
Nitzschia seriata	3	2	3	3	3	2	2	2	3	.	.	.	1	.	1	1	+	
Nitzschia sigma	1	
Surirella sp.	+		
HETEROCONTAE																																													
Pelagocystis ? sp.
Halosphaera viridis	.	.	1	.	+	1	1	.	.	.	+	+
INCERTA SAEDIS																																													
Células aciculares, como Ankirodesmus	+	.																																									

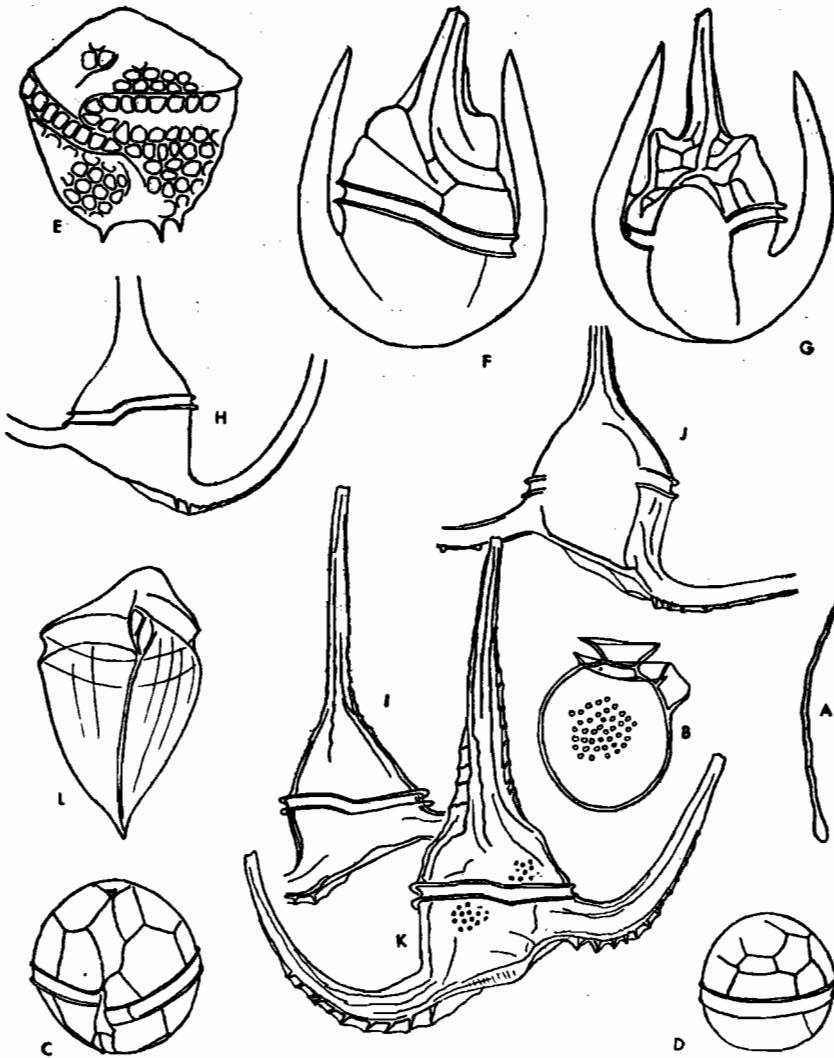


FIG. 1.— A, *Chaetoceros affinis*, extremo de una seda terminal anormal; B, *Dinophysis* sp.; C, D, *Peridinium globulus*; E, *Heterodinium Milneri*; F, G, *Ceratium limulus*; H, I, J, *Ceratium buceros*; K, *Ceratium horridum*; L, *Oxytoxum* cf. *areolatum*.

	LONG. SURCO /APICAL	LONG. SURCO/ ANTIAP. IZQ.	RELACIÓN
<i>C. falcatum</i>	263-289 μ	170-191 μ	1,38-1,70:1
Castellón, 1953	213-233 μ	166-188 μ	1,12-1,34:1
<i>C. falcatifforme</i>	144-153 μ	128 μ	1,13-1,20:1

Ceratium limulus Gourret. — (Fig. 1, F, G.) Diámetro en el surco : 50-55 μ .

Oxytoxum cf. *areolatum* Rampi. — (Fig. 1, L.) Long. : 65 μ ; diámetro en el surco : 33 μ ; diámetro máximo : 38 μ .

Pyrocystitis Gerbaulti? Pavillard. — Célula de 415 \times 53 μ , poco curvada.

Pyrocystis lunula Schütt. — Máxima dimensión : 128 μ ; diámetro : 20 μ .

Pyrocystis obtusa Pavillard. — Máxima dimensión 105 μ ; diámetro en el centro : 46 μ .

Pyrocystis robusta Kofoid. — Máxima dimensión : 250 μ ; diámetro en el centro : 73 μ .

Rhizosolenia Bergoni Pérég. — Diámetro : 47 μ . Típica.

Rhizosolenia Temperei Pérég. — Sólo se vieron formas intermedias entre el tipo y la variedad *acuminata* Pérég., de 186-200 μ de diámetro, caliptras tan altas como anchas y apéndice terminal de 17 μ .

Chaetoceros affinis Lauder. — (Fig. 1, A.) Una cadena de la muestra número 636 mostraba las sedas terminales de un extremo con la punta dilatada, como se ve en la figura.

CANTIDAD DE FITOPLANCTON CALCULADA POR VALORACIÓN DE PIGMENTOS SOLUBLES

Se ha seguido empleando, sin modificación alguna, el método de valoración de pigmentos tal como se describe en el trabajo de MARGALEF, SAIZ, etc., ya citado. En la mayor parte de los extractos acetónicos, sigue apareciendo la tonalidad parda que hace que la comparación con el patrón HARVEY sea dificultosa empleando el colorímetro de que disponemos. Esta tonalidad se hace más patente cuando la cantidad de fitoplancton es más pequeña, o sea durante el verano, que es cuando la proporción de dinoflageladas es mayor. Es posible que, por esta causa, los valores estivales sean exagerados.

Los resultados de 35 determinaciones se dan en la tabla II, en unidades Harvey de pigmento por metro cúbico de agua.

TABLA II

Fitoplancton nerítico de aguas de Castellón, durante 1953
 Unidades de pigmento por metro cúbico de agua superficial

FECHA (1953)	UNIDADES DE PIGMENTO POR METRO CÚBICO	MEDIAS MENSUALES
Enero 12	2.170	
Enero 22	4.900	4.533
Enero 30	6.530	
Febrero 12	4.240	
Febrero 20	8.500	5.220
Febrero 27	2.920	
Marzo 10	2.300	
Marzo 23	11.270	4.763
Marzo 30	720	
Abril 10	1.570	
Abril 21	840	1.110
Abril 30	920	
Mayo 12	940	
Mayo 20	800	750
Mayo 29	510	
Junio 10	560	
Junio 19	750	663
Junio 30	680	
Julio 10	1.310	
Julio 20	350	856
Julio 31	910	
Agosto 12	860	
Agosto 21	840	826
Agosto 31	780	
Septiembre 10	520	
Septiembre 18	990	866
Septiembre 30	1.090	
Octubre 21	930	
Octubre 28	1.620	1.275
Noviembre 10	870	
Noviembre 20	1.850	1.300
Noviembre 30	1.180	
Diciembre 11	1.900	
Diciembre 22	600	1.193
Diciembre 28	1.080	

CICLO DEL FITOPLANCTON

Las siguientes cifras expresan el número medio de células por mes (diatomeas más dinoflageladas), suponiendo constantes e igual a 100 las dinoflageladas, durante una serie de años. Los organismos no pertenecientes a estos dos grupos se encuentran en pequeña cantidad, a excep-

ción del nanoplancton, que puede ser más o menos abundante. Sobre dichas cifras se ha trazado la curva continua de la figura 2, que permite observar cómo, durante 1953, se repite el ciclo ya conocido, con un aumento de fitoplancton durante los meses que van de diciembre a abril. Este año presenta dos máximos de análoga y bastante limitada importancia, a diferencia de lo que ocurre en años anteriores, en los que se presenta un solo máximo muy pronunciado y uno o dos más, de menor intensidad. Si bien la cantidad de fitoplancton no ha alcanzado un valor elevado, no obstante se ha mantenido a un nivel medio durante un período de tiempo bastante largo.

TABLA III
Medias mensuales de células (dinoflageladas más diatomeas)
por cien células de dinoflageladas

MESES	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1950	200	330	1.690	180	470	120	110	101	106	130	160	720
1951	1.340	2.700	210	700	440	120	290	230	120	310	540	320
1952	490	1.580	280	540	260	130	110	210	104	110	160	450
1953	1.030	650	1.015	215	166	125	103	105	124	158	190	230

Más exacta es la información que proporciona la línea de trazos, representativa de la cantidad de pigmentos, incluyendo el nanoplancton, en unidades Harvey por litro, y en ella se observa un solo máximo, con un valor de 5,2 U. H./l. correspondiente al mes de febrero. Este valor es pequeño si se le compara con el máximo hallado en el año 1951, de 7 U. H./l., pero en cambio la caída es menos rápida, o sea que el valor alto de pigmentos se mantiene durante más tiempo. No aparece en absoluto el segundo máximo que habíamos encontrado en los años 1951 y 1952, y el desierto planctónico característico de los meses de verano se muestra menos acusado que en los años anteriores.

La falta de paralelismo entre la curva representativa de los pigmentos y la de abundancia de diatomeas en la época de mayor cantidad de fitoplancton, se debe a la posible importancia del nanoplancton y a errores inherentes a la estimación de la cantidad de fitoplancton a partir de la sola relación diatomeas/dinoflageladas, ella misma apreciada de manera muy grosera.

ESTUDIO DE ALGUNOS FACTORES QUE PUEDEN INFLUIR SOBRE LA ABUNDANCIA DE FITOPLANCTON

Nos referimos al trabajo de MARGALEF, SAIZ, etc. (1952), ya citado, en el cual se apuntaba el interés de un estudio de las condiciones hidrológicas y meteorológicas en relación con el fitoplancton. Disponemos de

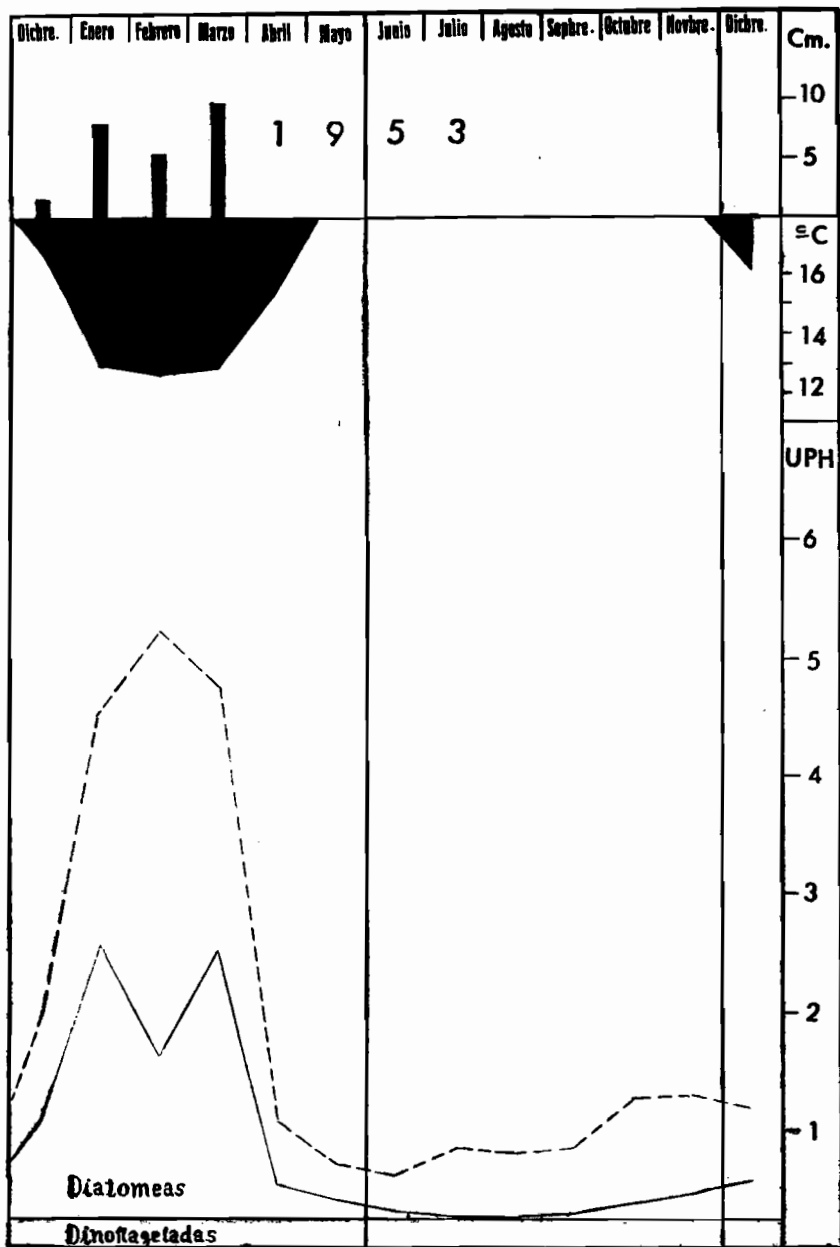


FIG. 2.— Variación cuantitativa del fitoplancton en aguas de Castellón en el curso de 1953. La línea continua es proporcional a la densidad de células expresada en medias mensuales, suponiendo constante la densidad de la población de dinoflageladas; los organismos del fitoplancton que no son diatomeas ni dinoflageladas constituyen una parte insignificante del microplancton obtenido con red, al que se refiere esta curva. La línea de trazos expresa los valores medios mensuales de la cantidad de unidades de pigmento Harvey por litro (escala a la derecha). En la parte superior se indican las temperaturas medias mensuales del agua superficial, cuando son inferiores a 18° C., y el descenso, cuando lo hay coincidente, del nivel medio mensual del mar.

datos relativos a la temperatura de las aguas superficiales, dirección e intensidad de los vientos y variaciones del nivel del mar para los años 1950 a 1953. Los datos son a todas luces insuficientes, pero quizá puedan darnos una orientación que sea la base para futuras investigaciones.

En la figura 3 se representan gráficamente la variación de fitoplancton para los citados años, tal como se ha estudiado en el presente y en anteriores trabajos, las desviaciones de las temperaturas con respecto a la temperatura media para cada mes, el régimen local de vientos y las variaciones mensuales del nivel del mar.

Para construir la gráfica II, que representa las desviaciones de temperatura del agua superficial, se sacaron las medias mensuales de todos los valores obtenidos. Con las medias parciales correspondientes a los mismos meses de los cuatro años considerados, se dedujo una media general para cada mes. La diferencia entre cada una de las medias mensuales parciales y la media general correspondiente viene representada en esta gráfica. Cualquier variación negativa —o sea, cuando el agua, en un mes determinado, está a menor temperatura que la media general correspondiente— es indicio posible de que esta agua proviene del fondo, es decir, que hay afloramiento o «upwelling», por lo tanto es rica en sales minerales y con ello favorable para la producción de fitoplancton.

TABLA IV
Temperatura de las aguas superficiales

	1950			1951		1952		1952	
	TEMP. MEDIA	TEMP. MENS.	DIFE-RENCIA	TEMP. MENS.	DIFE-RENCIA	TEMP. MENS.	DIFE-RENCIA	TEMP. MENS.	DIFE-RENCIA
Enero ...	13	—	—	12,9	—0,1	13,4	+0,4	12,9	—0,1
Febr. ...	12,7	—	—	12,6	—0,1	12,7	0	12,7	0
Marzo ..	13,6	14,1	+0,5	12,6	—0,9	14,6	+1,1	12,9	—0,6
Abril ...	15	14,4	—0,6	14,1	—0,9	15,8	+0,8	15,5	+0,5
Mayo ...	17,8	17,1	—0,7	15,8	—2,0	19,4	+1,6	19	+1,2
Junio ...	21,6	21,9	+0,3	21,2	—0,4	24,2	+2,6	19,2	—2,4
Julio ...	25,5	26	+0,5	24,6	—0,9	26,4	+0,9	24,9	—0,6
Agosto .	25,8	26,8	—1	25,2	—0,6	25,1	—0,7	26	+0,2
Setbre. .	24,2	25	+0,8	25	+0,8	20,7	—3,5	26,2	+2
Octbre. .	21,3	22	+0,7	21,3	0	20,5	—0,8	21,4	+0,1
Novbre. .	18,7	19,4	+0,7	17,8	—0,9	19,3	+0,6	18,5	—0,2
Dicbre. .	16	15,2	—0,8	15,6	—0,4	16,8	+0,8	16,2	+0,2

Son indicadores de afloramiento (*California Coop. Res.*, 1953): la disminución de la temperatura del agua, su mayor salinidad y su menor contenido en oxígeno disuelto, y se ha aceptado que solamente puede tenerse la seguridad de que hay ascensión o afloramiento en el caso de que estas tres características coincidan. Hasta el momento presente no

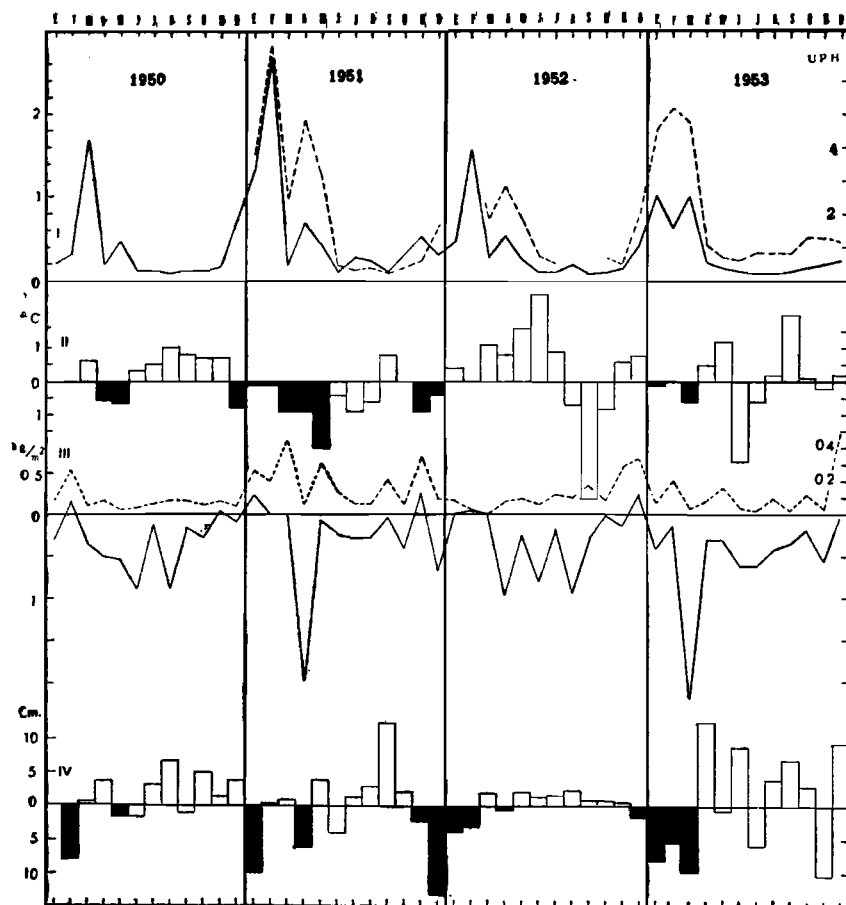


FIG. 3.—Producción de fitoplancton, variaciones de temperaturas del agua superficial, régimen de vientos y variaciones del nivel del mar durante los años 1950 a 1953, en aguas de Castellón.

I. Producción de fitoplancton. La línea continua expresa la variación mensual de densidad de células, suponiendo constante la de dinoflageladas (escala a la izquierda). La de trazos indica los valores medios mensuales de la cantidad de pigmento Harvey por litro (escala a la derecha).

II. Diferencia de las temperaturas medias de cada mes con sus correspondientes medias generales. En negro, las diferencias negativas cuando la temperatura es menor de 18° C.

III. Régimen de vientos. En la línea de trazo continuo se supone que los vientos Norte, Nordeste y Este ejercen un efecto negativo sobre el afloramiento de aguas profundas (escala a la izquierda). En la de trazos se considera nulo el efecto de estos vientos (escala a la derecha).

IV. Variación mensual del nivel medio del mar con respecto al mes precedente. En negro, los descensos cuando la temperatura es inferior a 18° C.

hemos podido estudiar los dos últimos factores, pero pensamos dedicarnos a su estudio en un futuro próximo.

La temperatura de las aguas profundas del mar Mediterráneo es de 12 a 13° C., y suponemos que, cuando las aguas superficiales están a temperatura superior a 18° C., el gradiente térmico impide la mezcla vertical de las mismas. Por esto consideramos significativas solamente las desviaciones negativas cuando se observan durante los meses cuya temperatura media se mantiene inferior a 18° C.; estos meses aparecen de color negro en la gráfica, y en la figura 3 puede apreciarse que coinciden con las épocas de mayor abundancia de fitoplancton. El año 1952 se caracteriza por sus elevadas temperaturas, y durante su transcurso el fitoplancton es escaso; en cambio, en el año 1951, se asocian las temperaturas más bajas con la mayor abundancia de fitoplancton que hasta ahora hemos encontrado.

En la gráfica III hemos querido representar las características del viento que durante estos años ha soplado en las costas de Castellón de la Plana, para relacionarlo con la producción de fitoplancton. Para su construcción hemos hecho uso de las observaciones mensuales, que en número variable de 60 a 90 nos han sido facilitadas por el Observatorio Meteorológico del Puerto. Previamente estos datos han sido transformados de velocidades en kilómetros por hora a fuerzas en kilogramos por metro cuadrado, haciendo uso de la escala Beaufort. Para el hemisferio norte, los vientos que soplan paralelos a la costa, de forma que quede ésta a la izquierda de un observador que mira en la dirección del viento, son los más favorables para el afloramiento de aguas profundas. Para nuestras costas, los vientos de dirección Sudoeste son plenamente favorables y parcialmente los de dirección Sur y Oeste. La fuerza de estos dos últimos podemos considerarla descompuesta en dos componentes, una de ellas perpendicular y otra paralela a la dirección más favorable, esta última será la que influya en el afloramiento y su valor podemos apreciarlo multiplicando la fuerza del viento por el seno de 45° (0,7). No ejercen ninguna influencia los vientos del Sudeste y Noroeste, perpendiculares a la dirección activa. Respecto a los vientos de dirección Nordeste, Norte y Este, opuestos a los de direcciones favorables, se han hecho dos suposiciones: *a*) Que influyen con la misma intensidad que los vientos favorables, pero en sentido negativo (línea de trazo continuo). *b*) Que no ejercen ninguna influencia en el afloramiento (línea de trazo discontinuo).

Para determinar los valores medios mensuales correspondientes a la línea de trazo continuo, se han sumado las fuerzas de todas las observaciones de dirección Sudoeste, junto con las de dirección Sur y Oeste, estas últimas multiplicadas por 0,7. Separadamente hemos hecho lo mismo con los de dirección Nordeste, Norte y Este. La diferencia entre

ambas sumas nos da el régimen mensual de vientos, que dividido por el número de observaciones nos dará el valor medio mensual.

Para hallar los valores correspondientes a la línea de trazo discontinuo se prescinde de los vientos Nordeste, Norte y Este y se consideran solamente los vientos favorables.

En las tablas V y VI se dan los valores medios mensuales correspondientes a los años considerados en el presente trabajo.

TABLA V

Régimen de vientos. Resultante en relación con el afloramiento (véase texto)
Valores medios en kg/m.²

	1950	1951	1952	1953
Enero	- 0,323	+ 0,240	+ 0,005	- 0,400
Febrero	+ 0,163	+ 0,018	+ 0,041	- 0,115
Marzo	- 0,354	- 0,010	- 0,002	- 2,195
Abril	- 0,507	- 1,982	- 0,967	- 0,303
Mayo	- 0,544	- 0,057	- 0,243	- 0,302
Junio	- 0,901	- 0,222	- 0,818	- 0,609
Julio	- 0,125	- 0,257	- 0,173	- 0,591
Agosto	- 0,901	- 0,261	- 0,959	- 0,423
Septiembre	- 0,176	- 0,023	- 0,305	- 0,362
Octubre	- 0,282	- 0,399	0	- 0,189
Noviembre	+ 0,053	+ 0,283	- 0,138	- 0,552
Diciembre	- 0,084	- 0,676	+ 0,264	- 0,002

TABLA VI

Régimen de vientos. Componente favorable al afloramiento (véase texto)
Valores medios en kg/m.²

	1950	1951	1952	1953
Enero	0,080	0,260	0,090	0,071
Febrero	0,259	0,195	0,042	0,203
Marzo	0,046	0,449	0,001	0,044
Abril	0,085	0,052	0,079	0,081
Mayo	0,027	0,309	0,086	0,162
Junio	0,043	0,139	0,060	0,036
Julio	0,058	0,070	0,121	0,024
Agosto	0,078	0,065	0,101	0,092
Septiembre	0,081	0,206	0,183	0,020
Octubre	0,052	0,057	0,088	0,115
Noviembre	0,072	0,349	0,287	0,028
Diciembre	0,047	0,097	0,338	0,492

Puede observarse que los vientos favorables para la ascensión del agua son escasos y de poca intensidad, y coinciden o preceden a los meses de mayor abundancia de fitoplancton.

La gráfica IV representa la variación mensual del nivel medio del mar con respecto al mes precedente, tal como se ha venido haciendo en los anteriores trabajos. Los descensos que han tenido lugar a tempera-

turas del agua inferiores a 18° C. aparecen en la gráfica pintados de negro. Puede observarse una cierta correlación entre estos descensos y la aparición de los máximos en la gráfica de fitoplancton.

TABLA VII
Variaciones del nivel del mar

	1950		1951		1952		1953	
	NIVEL DEL MAR	DIFE- RENCIA	NIVEL DEL MAR	DIFE- RENCIA	NIVEL DEL MAR	DIFE- RENCIA	NIVEL DEL MAR	DIFE- RENCIA
Enero	16,4		19,3		14,2		13,8	
		— 8,1		+ 0,3		— 3,1		— 5,2
Febrero	8,3		19,6		11,1		8,6	
		+ 0,4		+ 1		+ 2		— 9,7
Marzo	8,7		20,6		13,1		— 1,1	
		+ 3,7		— 6,4		— 0,5		+ 12,9
Abril	12,4		14,2		12,6		11,8	
		— 1,5		+ 4		+ 2,4		— 0,7
Mayo	10,9		18,2		15		11,1	
		— 0,7		— 4		+ 1,5		+ 9,1
Junio	10,2		14,2		16,5		20,2	
		+ 3,3		+ 1,4		+ 1,6		— 5,7
Julio	13,5		15,6		18,1		14,5	
		+ 6,7		+ 3,1		+ 2,6		+ 4
Agosto	20,2		18,7		20,7		18,5	
		— 1		+ 12,4		+ 0,9		+ 6,9
Septiembre ...	19,2		31,1		21,6		25,4	
		+ 4,8		+ 2,3		+ 0,9		+ 3,1
Octubre	24		33,4		22,5		28,5	
		+ 1,4		— 2,3		+ 0,8		— 10,3
Noviembre ...	25,4		31,1		23,3		18,2	
		+ 3,9		— 13,2		— 1,6		+ 9,5
Diciembre	29,3		17,9		21,7		27,7	
		— 10		— 3,7		— 7,9		
Enero siguiente								

Resumiendo, podemos decir que ninguno de los tres factores estudiados : desviaciones de temperatura superficial, vientos y variaciones del nivel del mar dan una medida segura de la abundancia de fitoplancton, pero podemos señalar que los máximos de fitoplancton se corresponden con los valores más favorables de estos tres factores. Como consecuencia, y a la vista de los valores encontrados para los últimos meses del año 1953, podemos suponer que el año 1954 será pobre en fitoplancton o bien que sus valores máximos aparecerán algo retrasados.

Consideramos que para poder sacar conclusiones satisfactorias necesitamos continuar este estudio durante un mayor número de años y ampliarlo con el estudio de otros nuevos factores.

SUMMARY

A study of the phytoplankton of Castellón (Eastern coast of Spain) during 1953. 41 samples of superficial plankton were collected with a net of silk gauze (4.900 meshes/sq. cm.) towed above grounds of 30-150 meters. Table I gives the composition of samples, symbols being roughly proportional to the relative number of cells as follows: 5=100 and more, 4=60, 3=30, 2=10, 1=1, + isolate specimen. Data combined to monthly means and referred to a constant number of dinoflagellate cells are reported in fig. 2 (continuous line).

The plant pigments of 35 samples, of 16-21 l. of superficial water, were analyzed, by extraction with 80 % neutralized acetone, after HARVEY (table II). Monthly averages are given in fig. 2 (dotted line).

The phytoplankton production during 1950-1953 (fig. 3, I) is related to the temperatures of superficial waters (deviations from monthly means, fig. 3, II), direction and strength of the wind (fig. 3, III) and variations of the level of the sea (fig. 3, IV), which are assumed to be possible indicators of upwelling. In the warmer months (superficial temperatures of 18° C. and above), stabilization is great and phytoplankton blooms are never observed.

BIBLIOGRAFÍA

California Cooperative Sardine Research Program, *Progress Report 1950*.

— *Progress Report 1951*.

— *Progress Report 1953*.

FONTSERÉ, E. — 1943. *Elementos de meteorología*. Ed. Gili. Barcelona.

MARGALEF, R. — 1951. Plancton recogido por los laboratorios costeros, III. *Publ. Inst. Biol. Apl.*, 9: 49-62.

MARGALEF, R.; SAIZ, F.; RODRÍGUEZ-RODA, J.; TOLL, R., y VALLÉS, J. — 1952. Plancton recogido por los laboratorios costeros, V. *Publ. Inst. Biol. Apl.*, 10: 133-143.

MARGALEF, R.; HERRERA, J.; RODRÍGUEZ-RODA, J., y LARRAÑETA, M. G. — 1954. Plancton recogido por los laboratorios costeros, VIII. *Publ. Inst. Biol. Apl.*, 17: 87-100.

RODRÍGUEZ-RODA, J. — 1953. Datos climáticos del puerto de Castellón y térmicos de las aguas costeras superficiales en relación con la pesca, en 1952. *Publ. Inst. Biol. Apl.*, 14: 55-69

— Datos climáticos del puerto de Castellón y térmicos de las aguas costeras superficiales en relación con la pesca, en 1953. *Publ. Inst. Biol. Apl.* (en prensa).