

# El fitoplancton de la ría de Vigo, de abril de 1954 a junio de 1955

por

MIGUEL DURÁN, FERNANDO SAIZ, MANUEL LÓPEZ-BENITO  
y RAMÓN MARGALEF

## I. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo es continuación de otro que cubre el período que va de enero de 1953 a marzo de 1954 y al que frecuentemente haremos referencia (MARGALEF, DURÁN y SAIZ, 1955).

Se ha dispuesto de una serie de muestras dobles, recogidas con notable asiduidad en el puerto pesquero de Vigo (estación señalada con una aspa en la figura 1); una de las muestras de cada par se utilizaba para la determinación de pigmentos y la restante para su examen microscópico, empleando los métodos expuestos en el trabajo precedente, donde se intercalan comentarios sobre errores, conversión de unidades de pigmentos a peso seco, etc., que valen igualmente para el presente estudio. Los datos así obtenidos se exponen en las tablas I y II, y en la III se resumen los más importantes, después de subdividir el período considerado en una serie de etapas, separadas por los momentos de mayor discontinuidad florística. En el reconocimiento de éstos se ha aprovechado la experiencia conseguida en el análisis similar del período precedente. Se estima innecesario detallar los valores de los índices de diversidad y de discontinuidad para cada punto, fáciles de obtener a partir de los datos tabulados. En la misma estación del puerto pesquero se ha apreciado la temperatura y la salinidad del agua superficial.

El programa de exploración a cargo de la embarcación del laboratorio sólo ha podido ser realizado en parte y comprendía el estudio de seis estaciones cada diez días (figura 1), con determinación cuantitativa del fito-

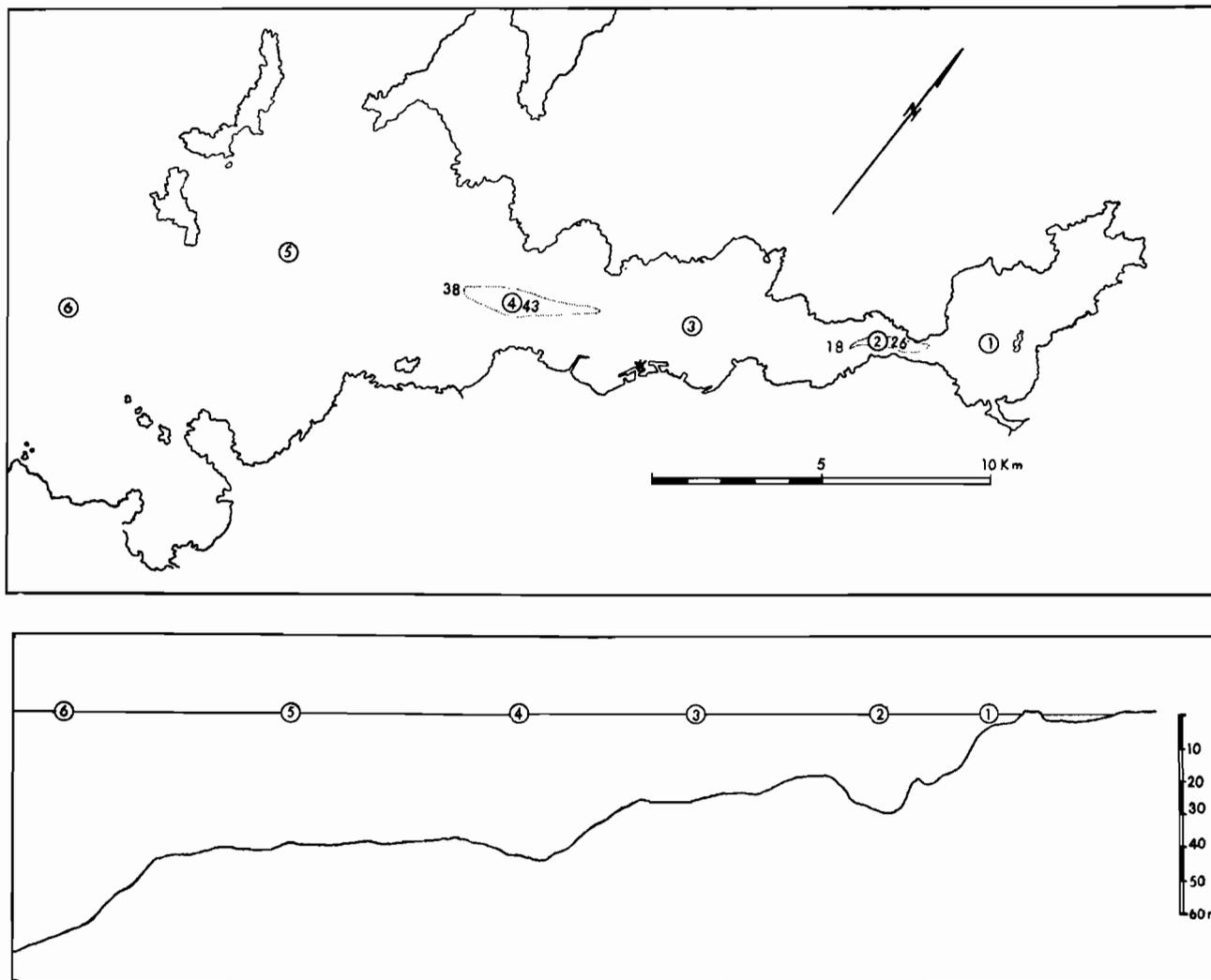


FIG. 1. -- Plano de la ría de Vigo y sección longitudinal de la misma según una línea quebrada que pasa por las estaciones 6-1. x, estación del puerto pesquero. Se indica la profundidad del umbral y la máxima de las cubetas del fondo.

plancton en superficie, a 10 m y a 20 m de profundidad, valorando los pigmentos contenidos en sendas muestras de 9 a 10 l. Asimismo se debían obtener perfiles hidrográficos en cada estación, tarea que no requiere la precisión exigida en otras aguas, por ser muy violentos los gradientes verticales dentro de la Ría.

## II. NOTAS SOBRE ALGUNAS ESPECIES

### *Dinoflagellatae*

*Amphilothus elegans* (Schütt) Kof. — (Fig. 2, a). Long., 47  $\mu$ ; lat., 30  $\mu$ ; trans., 27  $\mu$ .

*Goniaulax* sp. — (Fig. 2, b). Long., 56  $\mu$ ; lat., 26  $\mu$ ; trans., 23  $\mu$ . Es la especie señalada con (B) en MARGALEF y DURÁN (1953).

*Goniaulax* sp. — (Fig. 2, c, d). Long., 33  $\mu$ ; trans., 46  $\mu$ . Células poco deprimidas, unidas a pares, como *G. catenata*, pero sin espinitas antiapicales. Se parece más a *G. conjuncta* Wood.

*Oxytorum* sp. — (Fig. 2, g). Long., 17  $\mu$ ; lat., 15  $\mu$ ; trans., 10,5  $\mu$ .

*Pyrocystis* cf. *lunula* Schütt. — (Fig. 2, f). Long., 150  $\mu$ ; diám. en el centro 20  $\mu$ .

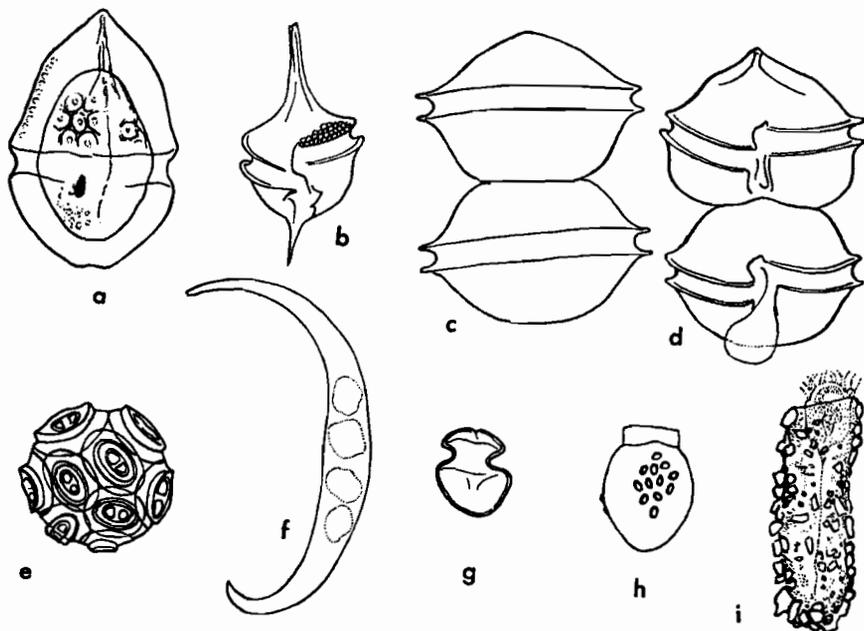


FIG. 2. — a, *Amphilothus elegans*; b, *Goniaulax* sp. (B); c, d, *Goniaulax* sp.; e, *Coccolithus pelagicus*; f, *Pyrocystis* cf. *lunula*; g, *Oxytorum* sp.; h, *Codonella* sp.; i, *Tintinnidium* sp.

### Bacillariophyta

*Leptocylindrus*. — En la denominación *L. danicus* van incluidos ejemplares de la forma con muchos cromatóforos redondeados (*L. adriaticus?*), que no fueron raros en mayo y junio de 1954.

*Chaetoceros fragilis* Meunier. — Eje apical de 3-6  $\mu$ ; colonias retorcidas, como en *Ch. compressus*, e incluidas en una tenue vaina mucilagínosa, frágiles, con todas las sedas semejantes. Un cromatóforo parietal en forma de placa.

### Euchlorophyceae

*Chlorella* sp. — Células globosas, de 3-7  $\mu$ ; pirenoide casi siempre aparente.

### Ciliata

*Tiarina fusus* Clap. & Lachm. — Muy común, aunque su presencia no se ha registrado expresamente en las tablas.

*Tintinnidium* sp. — (Fig. 2, i). Muy parecido a la especie de agua dulce *T. fluviatile* Stein. Envoltura de 120-150  $\times$  50  $\mu$ , blanda y mucosa, con cuerpos extraños adheridos.

*Codonella* sp. — (Fig. 2, h). Loriga de 34 + 6  $\times$  28,5  $\mu$ ; con cocolitos.

## III. EL CICLO ANUAL

Las observaciones llevadas a cabo durante el período 1954-55 confirman plenamente las conclusiones más importantes a que se llegó después del estudio del período anterior, según las cuales la evolución del fitoplancton en la Ría representa la superposición, sobre el ciclo anual, de ciclos de corto período relacionados con la intensidad de mezcla vertical del agua, más un tercer ciclo que resulta de la influencia de los organismos sobre las propiedades del medio y sobre las poblaciones subsiguientes.

Varios aspectos de la dinámica del fitoplancton pueden precisarse mejor ahora. En general, la importancia del intercambio de agua entre la Ría y el exterior no fue debidamente reconocida en la anterior publicación, aunque se le señalase como tema de investigación futura. En algunas muestras de invierno (puerto pesquero), los detritos son casi más abundantes que los organismos vivos y esta pobreza invernal, más que al frío, puede ser debida a una pérdida de plancton por circulación hacia el exterior.

Las listas de organismos de aparición temporal, incluidas en el capítulo IV, párrafo b) del referido trabajo, necesitan ser revisadas. El

TABLA I

Fitoplancton de las aguas del puerto de Vigo.  
Abril de 1954 a junio de 1955.

FECHA	UPH/m <sup>3</sup>	FECHA	UPH/m <sup>3</sup>	FECHA	UPH/m <sup>3</sup>
Abril 1	18 800	Septbre. 4	29 000	25	15 187
2	21 000	6	34 000	26	7 312
17	65 000	7	28 000	27	5 000
19	26 250	8	23 400	28	8 093
20	86 000	9	25 000	29	13 100
28	19 000	16	73 700	30	4 500
30	18 000	17	35 750	Febrero 1	6 070
Mayo 5	18 000	18	69 375	2	9 375
6	23 750	20	52 500	3	11 000
7	18 000	21	60 000	4	8 000
12	14 400	22	60 000	7	9 687
13	16 600	23	45 000	11	15 000
15	18 000	24	36 000	12	5 687
17	26 125	25	22 500	14	5 250
22	35 850	30	40 000	15	6 250
24	54 500	Octubre 1	45 000	16	31 500
25	62 000	2	66 250	19	11 000
26	55 500	4	52 000	21	9 650
27	41 600	18	42 625	22	10 000
29	53 875	19	50 250	23	10 500
31	24 500	20	31 500	24	10 600
Junio 1	21 500	21	30 400	25	15 430
2	31 900	22	17 325	28	33 000
4	16 187	23	17 500	Marzo 1	33 700
5	14 100	26	37 700	2	33 000
7	9 750	27	4 125	3	28 500
8	10 875	Nvbre. 23	6 375	5	17 500
10	10 300	24	6 450	8	6 000
12	34 900	26	8 062	9	44 600
14	55 400	29	2 900	14	77 000
15	32 500	30	6 525	15	30 000
16	42 300	Dicbre. 1	9 000	16	30 000
18	27 700	3	10 800	17	28 100
19	15 400	4	5 500	18	24 000
22	15 800	9	15 000	21	17 875
Julio 3	41 600	10	3 375	22	19 250
4	22 500	13	7 562	23	45 120
5	29 000	14	6 600	24	28 100
6	20 300	16	5 875	25	27 000
12	43 700	17	4 000	26	13 000
19	27 400	18	5 625	28	13 125
21	20 600	20	3 600	29	8 500
Agosto 3	29 200	21	4 000	31	13 000
4	14 800	22	4 125	Abril 1	10 800
5	18 000	27	4 500	2	10 620
11	35 300	Enero 12	7 875	4	12 180
12	30 000	14	6 875	5	13 500
13	43 000	15	5 687	6	11 000
18	34 650	17	4 950	9	9 750
20	30 450	18	4 500	11	4 125
21	17 150	19	3 750	13	6 000
23	45 000	24	3 750	14	6 875

FECHA	UPH/m <sup>2</sup>	FECHA	UPH/m <sup>2</sup>	FECHA	UPH/m <sup>2</sup>
15	15 000	10	8 000	6	16 500
22	18 500	13	60 000	7	7 125
23	20 620	14	21 410	8	8 750
25	33 250	18	12 650	10	9 750
26	14 250	19	12 000	11	10 687
27	14 625	21	10 120	12	22 312
28	14 900	23	16 870	13	22 312
29	14 700	24	33 750	14	29 750
30	17 500	25	37 500	15	26 250
Mayo 3	14 625	26	45 500	18	22 750
4	21 375	27	40 500	21	23 750
5	5 625	28	45 000	23	18 000
6	7 500	31	26 000	24	22 500
7	7 500	Junio 1	29 750	25	15 700
9	6 500	3	19 000	27	24 370

primer grupo (septiembre a enero) no resiste la crítica de los nuevos datos y puede olvidarse. Los del segundo tipo: *Rhizosolenia alata*, *Eucampia zoodiacus* y *Goniaulax polyedra* (rarísimo en el período 1954-55) se siguen presentando de abril a octubre. Las especies del tercer grupo, las presuntas «oceánicas», son las que merecen mayor interés; su lista, este año, incluye: *Pyrophacus horologium*, *Peridinium crassipes*, *Ceratium furca* B (Berghi), *Ceratium tripos*, *Goniodoma polyedricum*, *Oxytoxum*, *Coscinodiscus radiatus* y *Asteromphalus heptactis*. Estas formas, no sólo aparecen de agosto a diciembre (1954), como en años anteriores, sino que también se dejan ver en mayo-junio de 1954 y de abril a julio de 1955. Particular interés como organismo indicador tiene la subespecie de alta mar (B, «Berghi», cf. MARGALEF & DURÁN, 1953, p. 35) de *Ceratium furca*, cuando se presenta al lado de la subespecie *eugrammum*, autóctona en la Ría: en efecto, entre formas tan próximas la segregación ecológica y la competencia son intensas y, si se presentan juntas, es verosímil que una de ellas haya sido transportada. Como veremos más adelante, en primavera y verano entra agua atlántica subsuperficial en la Ría y es verosímil que en invierno penetre agua superficial: tal sería la vía de entrada de aquellas especies. Elevado interés tendrá el reconocimiento de la eventual introducción de animales planctónicos, y más si se pudieran distinguir y separar las formas que penetran con las aguas superficiales de las que inmigran con las más profundas.

*Melosira (Paralia) sulcata* tiene interés porque sus frústulos se conservan perfectamente en los sedimentos y su frecuencia y tamaño en las distintas capas son un valioso indicador ecológico del pasado de la Ría. Esta diatomea no es rara en invierno (acompañada de *Actinoptychus undulatus*) y algunos años (1948, 1950, 1953-54) aparece, aislada o escasa, en primavera y verano. Por su carácter ticoplanctónico no es de suponer que proceda del exterior.

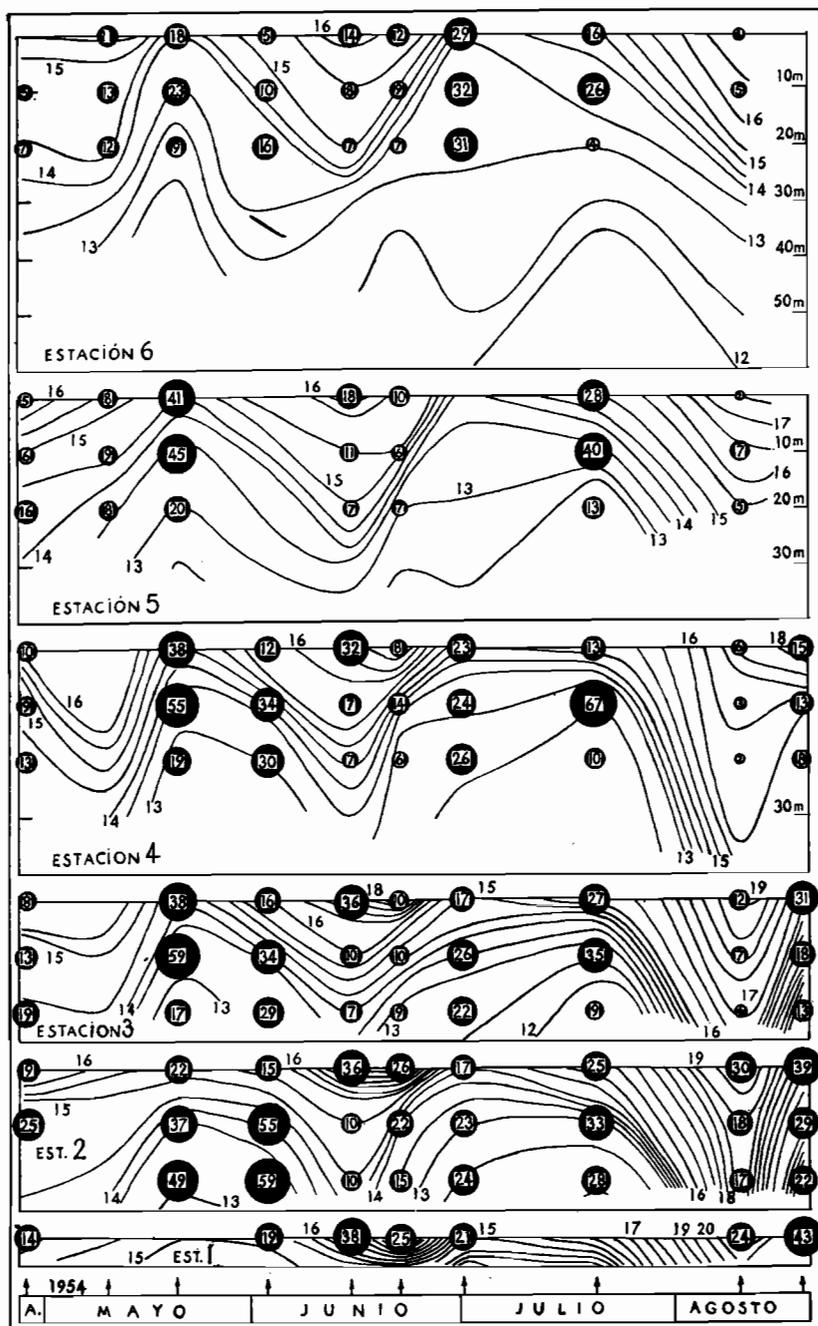


FIG. 3. — Variaciones en el contenido de fitoplancton (UPH/l) y en la temperatura (isopletas continuas), de abril a agosto de 1954, en las 6 estaciones de la ría de Vigo. En cada fecha, las distintas estaciones han sido ocupadas en momentos diferentes en relación con la marea, de manera que las oscilaciones debidas a ésta desaparecen bajo la tendencia general. El trazado de las isopletas presenta ligeras inexactitudes, inferiores a medio grado. Véanse los datos más exactos de tabla IV.

Recordaremos aquí que en 1954-55 se ha reconocido la presencia de dinoflageladas tóxicas: *Goniaulax tamarensis* de mayo a julio y un *Goniaulax* cateniforme, en ejemplares aislados, en marzo.

#### IV. LA MEZCLA VERTICAL DEL AGUA Y LA PRODUCCIÓN DE FITOPLANCTON

La producción y distribución del fitoplancton están ligadas a la intensidad de agitación del agua, conforme a un esquema que se dio en el tantas veces referido artículo. Como que la profundidad de la Ría es insuficiente para permitir la pérdida de plancton de la zona iluminada, la agitación representa simplemente la dispersión hacia abajo del fitoplancton que prolifera en superficie, permitiendo un mejor aprovechamiento total de la luz.

La agitación del agua depende de manera principalísima del régimen de mareas. En la tabla V y en la figura 5 se puede apreciar la relación que existe entre la densidad media del fitoplancton en la Ría y la amplitud de oscilación de la marea. La correlación es notable; sólo se apartan de la habitual algunos estados invernales y otro de abril de 1955, como consecuencia de las perturbaciones introducidas —generalmente pérdida de plancton— por un intercambio aumentado con el exterior de la Ría. A 10 m de profundidad, la cantidad de fitoplancton no sólo depende de las condiciones generales de producción que actúan igual en superficie, sino que a ellas se suma una mayor importancia de la agitación, sometida a más irregularidades. No es de extrañar que la cantidad media de plancton vegetal a 10 m sea mucho más variable en el tiempo (figura 6) que la densidad del fitoplancton en superficie.

Algunos ejemplos son muy demostrativos de las relaciones entre el crecimiento del fitoplancton y los movimientos de agua. Tal el constituido por la marcha de los acontecimientos en las estaciones II a IV, la segunda quincena de junio de 1954 (figura 3). Los días 18 y 19, las mareas revistieron máxima amplitud; el fitoplancton, que al principio estaba concentrado en superficie, se homogeniza y aumenta su masa total. En este caso, entró a continuación una masa considerable de agua atlántica. Mayor es la influencia del exterior a principios de abril de 1955 (figura 4), que conduce a una renovación desusada del agua de la Ría, con salida del agua de superficie, hasta el punto que una marea de 3 m de amplitud (días 6 y 7 de abril) va seguida de una rarefacción del plancton; sin embargo, en cuanto se restringe la entrada y salida de agua, la acumulación de fitoplancton es considerable.

Los valores de la pérdida máxima de fitoplancton como consecuencia de las corrientes de marea, calculados en el capítulo V, párrafo b) del trabajo repetidamente citado, pueden quedar incrementados cuando las di-

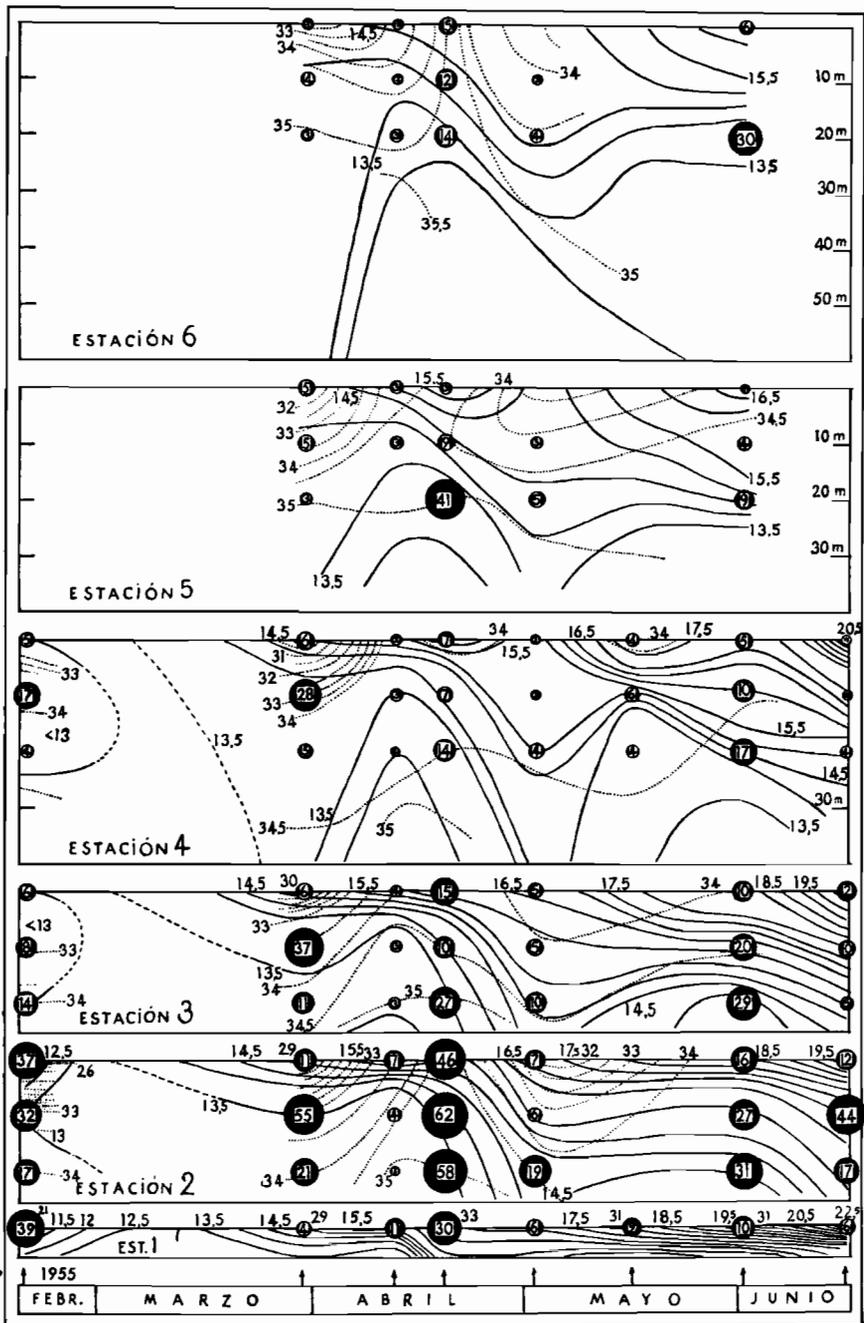


FIG. 4.— Variaciones en el contenido de fitoplancton (UPH/l), en la temperatura (isopleletas continuas) y en la salinidad (isopleletas de puntos), de febrero a junio 1955, en las 6 estaciones de la ría de Vigo (fig. 1). Véanse las observaciones que se hacen en la leyenda de la figura que precede.

ferencias de densidad del agua son causa de una eliminación rápida de las superficiales o de las profundas.

## V. DISTRIBUCIÓN HETEROGÉNEA DEL FITOPLANCTON

La tabla VI y la figura 6 dan una idea general de los rasgos principales de la distribución del fitoplancton en la Ría. Con las reservas que impone el uso de medias calculadas sobre series incompletas, puede decirse que el fitoplancton forma un gradiente decreciente desde el estrecho de Rande hasta el exterior de la Ría y que es corriente encontrar la máxima densidad a los 10 m de profundidad.

La heterogeneidad en la distribución vertical y horizontal del fitoplancton en la Ría varía de unos momentos a otros, conforme ya fue descrito y explicado. Dicha heterogeneidad depende de la intensidad de agitación del agua; en los momentos de mayor tranquilidad, la heterogeneidad es máxima; cuando el agua se agita y mezcla, la distribución

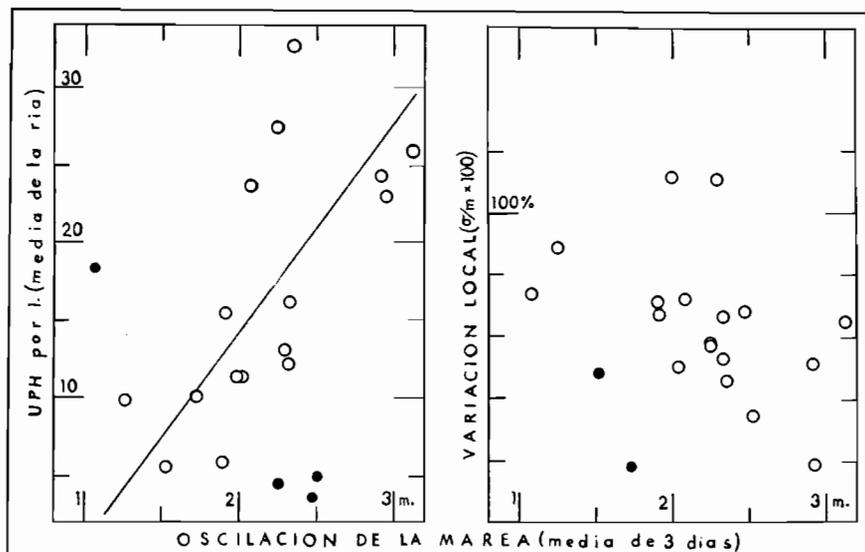


FIG. 5. — Izquierda. Relación entre la amplitud de oscilación de la marea (media de tres días, el de la fecha y los dos precedentes) y la cantidad media de fitoplancton en la Ría (UPH/l). La línea de regresión ( $y=13,53x-12,85$ ) se ha calculado prescindiendo de los valores de invierno y de abril de 1955, representados por puntos negros, que corresponden a momentos de notable intercambio de agua con el exterior. Derecha: Relación entre la amplitud de oscilación de la marea, apreciada como en el gráfico de la izquierda, y la heterogeneidad de la distribución de fitoplancton, expresada ésta como la razón entre la dispersión y la media. En negro, valores que corresponden a series muy incompletas y limitadas a parte de la Ría.

Datos de la tabla V.

del fitoplancton se torna más homogénea. No debe sorprender, por tanto, que cuando hay mucho fitoplancton se halle, también, más uniformemente distribuido en la Ría. Lo dicho no sólo se cumple en el tiempo, sino también en el espacio: las porciones más tranquilas de la Ría son propicias a una mayor diferenciación local del fitoplancton (datos inéditos).

Una medida sencilla de la heterogeneidad puede ser la relación entre la dispersión y el valor medio, calculada para cada serie de determinaciones simultáneas, correspondientes a otros tantos puntos de la Ría. Su dependencia de la intensidad de agitación del agua —prescindiendo de la acción del viento y apreciándola simplemente por la amplitud de oscilación de la marea— queda de manifiesto en la tabla V y en la figura 5. Sólo las series muy incompletas que abarcan una pequeña parte de la Ría (fi-

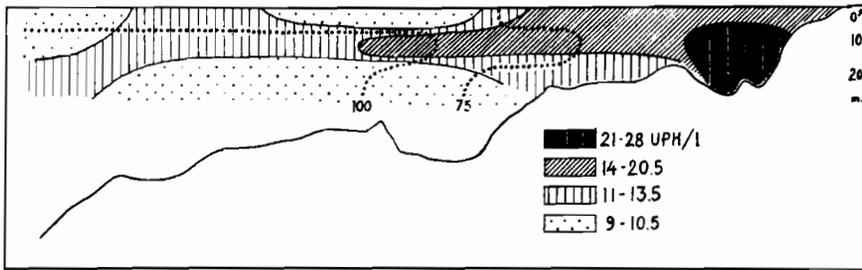


FIG. 6. — Distribución media del plancton vegetal en una sección de la Ría, calculada sobre el conjunto de los datos de la tabla IV. Las líneas de puntos representan los límites 75 y 100 de la variabilidad ( $100 \times$  dispersión/media). Véase tabla VI.

gura 5) resultan, naturalmente, más homogéneas de lo que es norma. Este método tan rudimentario no permite analizar separadamente la heterogeneidad vertical y la horizontal, que requerirá análisis de la variancia más laboriosos. Éstos pueden ser de mayor interés cuando tengamos un coeficiente para hacer comparables las dimensiones vertical y horizontal, en relación con la turbulencia del agua y sus efectos sobre la mezcla del plancton.

La mayor homogeneidad en la distribución del fitoplancton en la Ría, consecutiva a una mezcla violenta del agua, corresponde a una homogeneidad también mayor en la distribución de las características físicas y químicas del medio, como se desprende fácilmente de los datos reunidos. En consecuencia, la máxima heterogeneidad vertical coincide con gradientes verticales —térmicos o salinos— muy violentos; como regla general, el gradiente vertical planctónico suele ser mayor hacia el interior de la Ría, de agua mejor estratificada. Cuando existe una termoclina bien marcada, muchas veces el fitoplancton se densifica o acumula en el agua fría inmediatamente subyacente a la porción más brusca del gradiente

(3 junio 1954, estaciones II-IV ; 20 julio 1954, estación IV ; marzo 1955, estaciones II a IV ; tabla IV y figuras 3 y 4).

La heterogeneidad del fitoplancton no es sólo cuantitativa, sino también cualitativa. En su vagar por la Ría, las manchas de plancton dan origen a fluctuaciones bruscas en la composición de las muestras tomadas en el puerto pesquero. Véanse, como ejemplo, las alternancias de *Goniaulax diacantha* y *Rhizosolenia*, por un lado, y de *Leptocylindrus danicus*, por el otro, en mayo y junio de 1955 (tabla II). A la misma causa obedecen las oscilaciones violentas y repetidas en las determinaciones de pigmentos de días sucesivos ; es decir, las pequeñas fluctuaciones se deben más a transmisión, traslación o secuencia de las comunidades que a sucesión propiamente dicha.

Cuando se estudie la distribución del zooplancton se podrán reconocer otros factores de heterogeneidad, entre ellos : 1.º, la diversa eficacia de los medios de locomoción en las distintas especies ; 2.º, la localización de los adultos y varia duración de la vida larvaria, en las especies planctónicas durante la primera fase de su vida, y 3.º, el resultado de la interferencia entre las migraciones verticales activas y el transporte pasivo en diferente dirección y de diferente intensidad por masas de agua superpuestas.

## VI. LAS SUCESIONES BIÓTICAS Y LA HEMATOTALASIA

En la tabla III queda de manifiesto la general ocurrencia de la conocida sucesión, iniciada por diatomeas de células pequeñas, continuada por diatomeas de dimensiones mayores y acabada por el predominio de las dinoflageladas ; a esta última etapa corresponde propiamente *Noctiluca scintillans*, pero como la vida de este organismo es considerablemente larga, se le sigue encontrando entre las pequeñas diatomeas de la primera oleada de la siguiente sucesión. Sucesiones del mismo tipo se han descrito de diversas localidades marinas (véase, por ejemplo, BRAARUD & al., 1953), aunque, por lo general, su marcha es mucho más lenta que en Vigo. Importa darse cuenta de que las conexiones entre sus tres etapas son independientes del clima y de la geografía y que es impropio mezclar estos conceptos, como se hace con frecuencia al designar, por ejemplo, a la primera etapa (que en el Atlántico norte es frecuentemente de *Thalassiosira*) como «arctic» o «early spring».

En la Ría de Vigo se siguen varias sucesiones completas en el término de un año y la duración de cada una de ellas oscila alrededor de los noventa días, excepto la que coincide con el invierno, que se prolonga hasta vez y media dicho período de tiempo, sea por el frío, sea por la pérdida de agua sobre el fondo. Ciertos manchones de fitoplancton pueden ir adelantados o retrasados con respecto a otros ; la sucesión no es

perfectamente sincrónica en toda la Ría. Esto explica determinado tipo de fluctuaciones en las observaciones cotidianas del puerto pesquero y ha sido confirmado mediante estudios que se darán a conocer en otro artículo.

Aunque la determinación en su orden de las características de las sucesivas etapas no puede ser causada más que por acciones específicas de los propios organismos, reconócese un cierto acompasarse a las condiciones ambientales, que se refleja en el acortamiento o prolongación de las etapas singulares. Así, las dinoflageladas resultan favorecidas en los momentos de mayor tranquilidad y ciertas diatomeas parecen multiplicarse especialmente cuando hay renovación en el agua de la Ría.

Durante el período estudiado se observaron proliferaciones notables de un *Goniaulax* (*G. diacantha*, VIII-IX-1954, V-1955), pero no se produjo la «purga de mar». La masa de dinoflageladas fue poco considerable

TABLA V

*Relación entre la amplitud de oscilación de la marea, producción de fitoplancton y heterogeneidad en su distribución*

Cada línea se refiere a una de las campañas o secciones de la tabla IV. Todos los valores de fitoplancton (unidades de pigmento según Harvey, por litro), de distintas estaciones y de distintas profundidades, se han utilizado para el cálculo de las medias [ $\bar{x} = \Sigma(x)/n$ ], de las dispersiones [ $\sigma = \sqrt{\Sigma(x - \bar{x})^2 / (n - 1)}$ ] y de la variabilidad ( $V = 100 \times \sigma / \bar{x}$ ), que se utiliza como medida de la heterogeneidad en la distribución cuantitativa del fitoplancton. La amplitud de oscilación de la marea se da en metros y representa la media de tres días: el de la observación del fitoplancton y los dos precedentes. Con un asterisco se señalan las series muy incompletas, que muestran variabilidad disminuida por limitarse a un segmento de la ría.

FECHA	VALOR MEDIO (UPH/l), $\bar{x}$	DISPERSIÓN $\sigma$	VARIABILIDAD V	AMPL. DE OSCIL. DE LA MAREA
29 abril 1954	11,4	5,8	50,8	2,03
*10 mayo 1954	10,1	2	19,3	1,73
20 mayo 1954	32,7	15,3	46,3	2,35
3 junio 1954	25,9	16,8	65	3,13
15 junio 1954	16,2	10,8	66,6	2,33
21-22 junio 1954	12,2	6,5	53	2,32
1 julio 1954	24,3	4,7	19,3	2,92
22-23 julio 1954	27,4	15,2	55,5	2,25
9-10 agosto 1954	9,9	8,5	85,8	1,25
19 agosto 1954	22,9	12	52,2	2,96
7 diciembre 1954	4,4	2,5	56,5	2,25
30 diciembre 1954	4,9	1,7	35	2,52
*18 febrero 1955	18,4	13,5	73,6	1,08
30 marzo 1955	13,1	14,7	112,5	2,30
12 abril 1955	3,6	2,4	68	2,48
19 abril 1955	22,7	19,3	72,2	2,08
2 mayo 1955	5,9	4,3	72	1,90
*16 mayo 1955	5,7	2,8	48,8	1,53
1 junio 1955	15,5	10,4	67,5	1,92
16 junio 1955	11,3	12,8	113,2	2

en el curso del verano de 1954, y *Goniaular polyedra* y *Ceratium furca* no pasaron de raras. Cada vez existen más indicios, proporcionados por los estudios en cultivos puros y por las observaciones en la naturaleza, de que la presencia de sustancias activas en cantidad suficiente, eventualmente producidas por diatomeas o traídas por arrastres de agua dulce, es condición favorable al desarrollo de las grandes masas de dinoflageladas que producen la hematotalasia. A este respecto, las condiciones en 1954 no fueron propicias: 1.º, el máximo de diatomeas anterior a los mayores calores representaba nada más que el 37 % del que en 1953 precedió a la «purga de mar» (compárense las tablas III del presente trabajo y del anterior), y 2.º, la lluvia fue poco abundante, 13,3 l/m<sup>2</sup> en julio, y 42,9 l/m<sup>2</sup> en agosto de 1954. Los veranos muy secos, como son frecuentes estos últimos años, son probablemente desfavorables a la hematotalasia. A mediados de agosto de 1954, una agitación notable del medio y entrada de agua del exterior (fig. 3) empeoraron las perspectivas; dando por acabado el dominio de las dinoflageladas, a primeros de septiembre las pequeñas diatomeas iniciaban otra sucesión que no llegó a su etapa final antes de invierno.

## VII. INTERCAMBIO CON EL EXTERIOR DE LA RÍA

La Ría constituye un divertículo del Atlántico. Ya que sus aguas no ofrecen las mismas características que las del exterior, se establece una circulación superpuesta a las corrientes de marea (fig. 7), de tal forma que el recorrido neto del agua de superficie puede seguir un sentido definido y opuesto al del agua más profunda. La mayor turbulencia dentro de la Ría, los aportes de agua dulce y las facilidades para enfriarse o calentarse más rápidamente que el océano, mantienen la circulación según esquemas bien conocidos en otras bahías y esteros.

Un gráfico de temperaturas y salinidades en la superficie de la Ría señala la existencia de un ciclo bien definido (fig. 8), determinado por

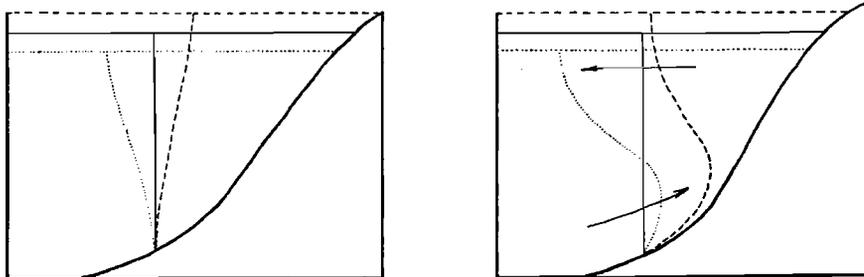


FIG. 7.— Esquema de una bahía cuya agua no muestra diferencias de densidad con el exterior (izquierda) y de otra con agua superficial menos densa (derecha). Líneas de trazos, velocidad de la corriente en pleamar; líneas de puntos, en bajamar.

la preponderancia consecutiva de la dilución, calentamiento, evaporación y enfriamiento. La densidad superficial, que ha de ser la mínima de todo el espesor de agua, oscila alrededor de 1,0255 (1953-1955), siendo inferior a dicho valor en el semestre que va de febrero a julio, y más densa el resto del año. Pero otros años la variación ha podido ser distinta. En particular, veranos más lluviosos habrán disminuido la densidad al final de dicha estación.

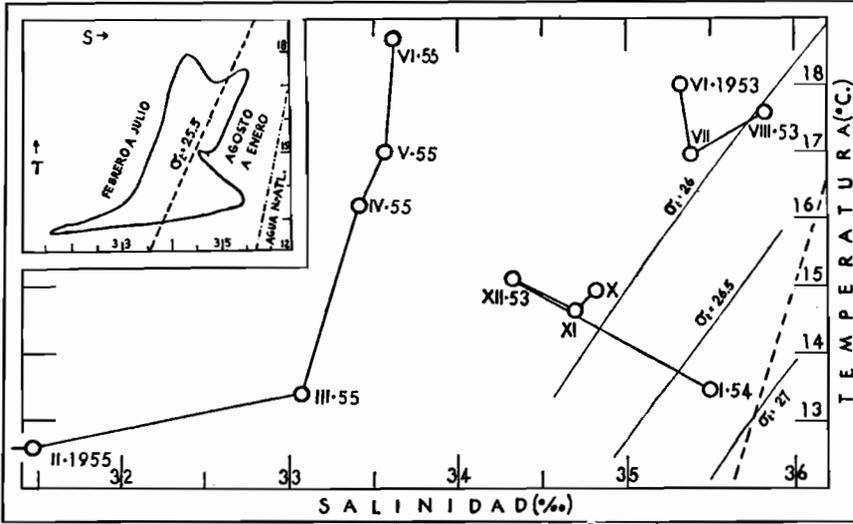


Fig. 8. — Características de temperatura y salinidad del agua superficial de la Ría, representadas por las medias mensuales de los valores obtenidos en la estación (x) del puerto pesquero de Vigo. En el ángulo superior izquierdo, esquema simplificado y completado, para servir de orientación. Otros datos sobre temperaturas y salinidades superficiales pueden entresacarse de la tabla IV.

Para apreciar el valor de estos datos y el de las secciones hidrográficas de la Ría nos falta información sobre las características del agua en el exterior. El agua superficial muy ligera fluye siempre hacia fuera de la Ría, con entrada simultánea de agua más profunda. Es posible que otras temporadas se forme agua de densidad suficiente para deslizarse sobre el fondo y verse en el exterior. Las reducidas cubetas del fondo de la Ría (fig. 1) no son propicias al estancamiento.

Semejante intercambio tiene elevado interés en la biología del fitoplancton: en primer lugar, las aguas atlánticas están menos densamente pobladas y cualquier cambio representa una pérdida para la Ría. Pero el balance material no ha de ser siempre desfavorable para ésta: la intensa actividad fotosintética del plancton de la Ría, al consumir CO<sub>2</sub>, facilita indudablemente la precipitación del calcio aportado por las aguas

atlánticas; la Ría es una trampa para el calcio, que es fijado principalmente por animales bentónicos, ya que los organismos planctónicos con caparazones calizos son extremadamente raros en sus aguas. Otras consecuencias sólo se podrán apreciar cuando se conozcan las condiciones de la producción en aguas externas.

Cuando el agua superficial de la Ría es menos densa que el agua oceánica (fig. 8, febrero a julio) existe un flujo superficial resultante neto hacia el exterior que lleva aparejado la entrada de agua subsuperficial o profunda. Como es natural, entra relativamente más agua cuando la

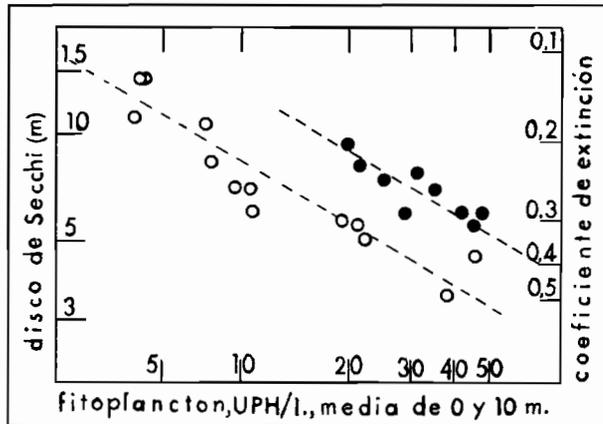


FIG. 9. — Relación entre la transparencia del agua, expresada por la profundidad hasta la que se ve el disco de Secchi, de 30 cm de diámetro, y la cantidad de fitoplancton, dada como la media entre los valores en superficie y a 10 m de profundidad. Se toma como coeficiente de extinción aproximado el cociente de dividir 1,7 por la profundidad, en metros, de visión del disco de Secchi. Círculos blancos, valores de abril, junio y julio de 1954; círculos negros, valores de 20 de mayo a 3 de junio de 1954. Lecturas en diversas horas del día. Coordenadas logarítmicas.

disminución superficial de densidad se debe más a elevación de la temperatura que a dilución con agua de lluvia, pues en este último caso los aportes fluviales complementan el volumen. La entrada de agua no se verifica con flujo uniforme, sino con notable discontinuidad en el tiempo.

La entrada de agua del exterior a cierta distancia por debajo de la superficie se demuestra en determinados momentos por las observaciones siguientes: 1.º Manifiéstanse descensos de temperatura en toda la masa de la Ría de una magnitud tal, que sólo pueden atribuirse a una mezcla con agua más fría (junio-julio 1954, etc.; figs. 3 y 4). 2.º En la estación VI se reconoce en ciertos momentos (21-VI-1954; 12-IV-1955), y por debajo de los 15 o 30 metros, la presencia de agua de salinidad y tem-

TABLA VI

*Distribución del fitoplancton por estaciones y profundidades*

Las cifras indican los valores medios, para cada punto, de todas las determinaciones que figuran en la tabla IV. Faltan datos de septiembre a noviembre de 1954; además, los meses de abril a junio están representados dos veces, de manera que estas cifras no son representativas de la media anual verdadera. Entre paréntesis se dan las dispersiones. Todos los valores se expresan en unidades de pigmento, según HARVEY, por litro de agua.

PROFUNDIDAD	ESTACIONES						MEDIAS PARA CADA NIVEL
	VI	V	IV	III	II	I	
0 metros .....	9,81 (7,49)	13,26 (12,85)	10,40 (10,23)	14,83 (10,95)	20,49 (12,48)	18,56 (12,73)	14,56
10 metros .....	10,06 (10,68)	11,60 (19,57)	16,26 (18,48)	17,46 (15,18)	27,67 (17,97)		16,61
20 metros .....	12,80 (13,92)	10,82 (12,69)	9,59 (8,48)	13,16 (8,81)	24,85 (16,81)		14,24
Medias de estaciones.	10,89	11,89	12,08	15,15	24,34	18,56	

peratura conformes con las del agua nortatlántica central ( $S=35,50_s + 0,124 [T' - 11]$ ), según COOPER, 1952). DEL VAL y OTERO (1941) observaron en agosto agua de características parecidas y muy rica en oxígeno. El contenido de oxígeno puede contribuir a dilucidar el origen exacto de estas aguas, pero es indudable que en algunas de las fechas indicadas vienen de fuera. 3.º La bien conocida relación entre transparencia del agua y cantidad de fitoplancton (fig. 9) aumentó bruscamente entre 20-V-1954 y 3-VI-1954, coincidiendo con la entrada de agua exterior, de coeficiente de extinción más bajo que la de la Ría. 4.º Cuando, por otras razones, es probable o segura la entrada de agua exterior, aparecen algunos organismos de los calificados antes de «océánicos» (tabla II).

Es natural que la entrada de agua por el fondo de la Ría varíe en volumen de un año a otro. Si nos fijamos en los organismos indicadores, en 1953 debió ser escasa; en 1954 y 1955 se manifiesta plenamente y se confirma por las observaciones hidrográficas. La simple inspección de las figuras 3 y 4 nos permite señalar varias fechas en que tuvo efecto: segunda quincena de mayo de 1954, julio de 1954, abril de 1955 (muy intensa) y mediados de mayo de 1955. En la segunda mitad de agosto de 1954 probablemente también entró agua subsuperficial; véase cómo en dicha fecha el agua del fondo de la Ría era más fría que a principios de diciembre (tabla IV). Determinada combinación de características térmicas y pluviométricas ha de favorecer este tipo de renovación del agua de la Ría.

La mayor densidad alcanzada por el agua de la Ría entre agosto y enero hace pensar en un estado de equilibrio con el océano, o en una

circulación inversa, con salida de agua densa por el fondo de la Ría hacia el exterior («cascading»), compensada por la introducción de agua superficial. Carecemos de datos suficientes para precisar más el problema.

El desarrollo de una gran cantidad de fitoplancton en verano, que a veces culmina con la acumulación de dinoflageladas, sugiere que entonces la circulación, con la consiguiente pérdida de placton, debe ser poco intensa. El agua notablemente salada que se forma en la superficie a fines de verano necesita todavía enfriarse para descender, y su densidad sólo puede conservarse elevada en las temporadas poco lluviosas.

La presencia de indicadores «oceánicos» desde agosto hasta el invierno apunta la posibilidad de intercambio con el exterior durante este tiempo. La misma significación tiene el empobrecimiento invernal del fitoplancton. Pero la circulación puede tener dos sentidos: 1.º, salida de agua superficial y entrada de agua de mayor profundidad, y 2.º, entrada de agua de superficie y salida de agua densa por el fondo. Es probable que esto último haya ocurrido durante el invierno 1954-1955.

El estudio de intercambio de agua entre la Ría y el exterior tiene probablemente mayor importancia biológica de la que en un principio se sospechó. Nada tendría de extraño que los movimientos de algunos peces y, concretamente, su entrada en la ría fueran influidos por la intensidad de aflujo de agua subsuperficial en los diversos momentos del año. La hidrografía ha de proporcionar los datos básicos, pero el estudio de los organismos del plancton ha de contribuir poderosamente a esclarecer el significado de la circulación entre la Ría y el Océano.



Fecha .....	1955												1955											1955											1955																																																								
	FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO							JUNIO				JUNIO				JUNIO			JUNIO																																																												
	16	17	18	19	21	23	24	25	28	1	2	3	5	8	9	10	14	15	16	17	18	21	22	23	24	25	26	28	29	31	1	2	4	5	9	14	15	16	21	22	23	25	26	27	28	29	30	3	4	5	6	7	10	11	14	18	21	23	24	25	26	27	28	31	3	4	6	7	8	11	13	14	15	18	21	23	24	25	27												
Goniaulax digitale .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.														
Goniaulax monacantha .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.													
Goniaulax polyedra .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.													
Goniaulax spinifera .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.													
Goniaulax spinifera Estelae .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.													
Goniaulax tamarensis .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.													
Goniaulax sp. (B) .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.													
Goniaulax sp. ....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.													
Ceratium azoricum .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.													
Ceratium buceros tenue .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.													
Ceratium furca Berghi .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.													
Ceratium furca eugrammum .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.													
Ceratium fusus .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.													
Ceratium longirostrum f. <sup>a</sup> .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.													
Ceratium minutum .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.													
Ceratium pentagonum .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.													
Ceratium tripos .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.													
Goniodoma polyedricum .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.													
Oxytoxum sp. ....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.													
Pyrocystis cf. lunula .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.													
Pyrocystis pseudonoctiluca .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.													
<b>BACILLARIOPHYTA</b>																																																																																											
Melosira moniliformis .....	1	+	.	.	+	1	.	.	1	.	.	.	.	+	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
Melosira (Paralia) sulcata .....	.	.	.	.	1	.	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.															
Skeletonema costatum .....	5	5	5	5	5	5	2	5	2	3	4	3	3	3	3	1	2	2	2	3	2	3	2	2	2	1	1	3	2	.	+	2	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.															
Thalassiosira decipiens .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.															
Thalassiosira hispanica .....	+	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.															
Thalassiosira Nordenskiöldi .....	.	.	?	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.															
Thalassiosira rotula .....	1	+	1	1	1	.	.	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	1	2	1	1	+	+	+	+	+	+	v	.	+	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.																
Thalassiosira subtilis .....	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.															
Thalassiosira sp. ....	1	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.															
Coscinodiscus centralis .....	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.															
Coscinodiscus concinnus .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.															
Coscinodiscus excentricus .....	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.															
Coscinodiscus Grani .....	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.																																					





## SUMMARY

A survey of the phytoplankton (and tintinninea) of the Ría of Vigo, from april 1954 to june 1955. Tables I and II report data on pigment units and specific composition of samples obtained near the pier marked by a cross in fig. 1. The same data are combined in table III, whose purpose is to give an idea of the succession of planktonic communities. The results of a series of surveys, including the occupation of 6 stations along the Ría (fig. 1), are given in table IV; these data include phytoplankton pigment determinations at 0, 10 and 20 m depth.

General conclusions of a foregoing paper are confirmed. The development of phytoplankton in the Ría results from overlapping of more or less regular cycles. A short period cycle is related to combined action of tides and winds: when turbulence of water is high, the phytoplankton increases and becomes more evenly distributed along and across the Ría (fig. 7). Biotic successions are very clear and rapid; every single succession, from small celled diatoms to dinoflagellates, lasts only about three months. The succession in summer 1954 has failed to discolor water; scarce rainfall and poor development of diatoms in the precedent phases of succession were, probably, unfavourable for the manifestation of a red tide.

The exchange of water between the Ría and the exterior is important. Fresh-water inflow, warming and mixing, induce changes in the density of the water of the Ría and maintain a circulation, whose intensity shows peaks, being negligible during certain periods. There is good evidence of periodic inflow of subsurface water (V, VII-54; VIII-54; IV, V-55; table and figs. 3 and 4) and it seems possible that sometimes, in autumn and winter, high density water outflows over the bottom to the open sea. Movements of water are related to the presence of certain indicator organisms and it is suggested that displacements of pelagic fishes may be influenced too by the water exchange between the Ría and the open sea.

## BIBLIOGRAFÍA

- BRAARUD, T.; RINGDAL GAARDNER, F., y GRONTVED, J. — 1953. The phytoplankton of the North Sea and adjacent waters in May 1948. *Rep. & Proc. verb. Conseil Int. Expl. Mer*, 133: 87 págs.
- COOPER, L. H. N. — 1952. The physical and chemical oceanography of the waters bathing the continental slope of the Celtic Sea. *J. Mar. Biol. Assoc. U. K.*, 30: 465-510.
- MARGALEF, y DURÁN, M. — 1953. Microplancton de Vigo, de octubre de 1951 a septiembre de 1952. *P. Inst. Biol. Apl.*, 13: 5-78.
- MARGALEF, R.; DURÁN, M., y SAIZ, F. — 1955. El fitoplancton de la ría de Vigo de enero de 1953 a marzo de 1954. *Inv. Pesquera*, 2: 85-129.
- DEL VAL, M.<sup>a</sup> J., y OTERO, E. — 1941. Resultado de una campaña oceanográfica verificada en la ría de Vigo durante el mes de agosto de 1941. *Notas y res. Inst. Esp. Oceanogr.*, 104: 1-29.

TABLA III

Ciclo del fitoplancton en la ría de Vigo, expresado de manera resumida mediante el uso de medias para los distintos periodos en que se ha subdividido la sucesión, tomando como límites los momentos de mayor discontinuidad florística. Los valores ponderales son groseramente aproximados y sólo se dan como orientación; se ha considerado 1 UPH=0,013 mg de peso seco para las diatomeas y 1 UPH=0,037 mg de peso seco para las dinoflageladas. Se da el tanto por mil de células de las especies más importantes, imprimiendo en negritas los valores que exceden del 10 % y que corresponden a las especies de mayor importancia en la producción de cada período. Las cifras menos exactas se han encerrado entre paréntesis. Las distintas sucesiones parciales se han separado por espacios verticales más anchos. Las especies se han distribuido en tres grupos, atendiendo a su importancia relativa en las consecutivas etapas de cada sucesión parcial. ×, presencia inferior al uno por mil.

Fecha .....	1954					1955							1955	
	1 a 30-IV	1-V a 31-VIII				1-IX a 10-II			11-II a 12-V				13-V a 30-VI	
Número de días .....	30	23	37	31	30	40	45	78	25	10	23	32	25	13
Temperatura media superfic. (puerto)	12,5	15	16	16,3	17,4	16,4	15,2	13,8	12,6	12,9	14,6	16,7	17,8	18,9
UPH/litro .....	39,3	21,3	31,5	29,3	29,2	50,6	24,4	6,8	16,2	38,9	16,9	13,2	26	20,7
Relación n.º céls. diatomeas/dinoflag.	1,9	4,6	4,5	1,8	0,8	19	1,8	1	12	39	3,7	0,7	4,4	32
Diatomeas, mg/m <sup>3</sup> .....	335	226	335	246	167	625	204	44	195	480	175	70	275	252
Dinoflageladas, mg/m <sup>3</sup> .....	503	142	255	381	603	92	322	126	46	36	132	288	179	23
Total, diatomeas más dinoflageladas .	838	368	590	627	770	717	526	172*	241	516	307	358	554	275
<i>Skeletonema costatum</i> .....	.	3	28	.	1	3	3	11	570	95	135	8	81	169
<i>Chaetoceros sociale</i> + <i>fragile</i> + <i>radians</i> .	158	210	445	.	.	477	.	.	1	338	78	.	22	.
<i>Nitzschia longissima</i> + <i>closterium</i> .....	.	7	19	.	.	4	6	22	28	1	16	×	2	1
<i>Chaetoceros densus</i> .....	8	.	5	.	19	1	.	.	.	1	1	4	2	2
<i>Rhizosolenia Stolterfothi</i> .....	13	17	3	(26)	8	147	3	.	.	.	4	26	30	1
<i>Rhizosolenia hebetata semispina</i> .....	.	3	.	.	2	125	1	3	1	1	5	7	23	1
<i>Leptocylindrus danicus</i> (+ <i>adriaticus</i> ). .	2	17	109	(26)	204	44	31	.	1	12	11	308	423	22
<i>Thalassiosira rotula</i> .....	5	.	1	(262)	.	3	1	11	6	39	7	×	1	×
<i>Lauderia borealis</i> .....	2	3	2	(262)	4	27	.	3	.	.	1	1	11	.
<i>Guinardia flaccida</i> .....	.	.	5	(26)	6	2	1	.	1	×	4	×	1	1
<i>Schroederella delicatula</i> .....	13	7	1	.	.	4	435	11	184	281	98	.	.	.



TABLA IV

*Campañas de la «Lampadena» para el estudio de la distribución del fitoplancton en secciones longitudinales de la ría de Vigo*  
 La posición de las estaciones, numeradas de I a VI, se señala en la figura 1. Se indican las pleamares y bajamares más próximas a las horas en que se tomaron las muestras; las alturas de la marea están referidas al cero del puerto de Vigo, y las horas corresponden al huso 0 (Greenwich). La cantidad de fitoplancton se ha determinado en muestras de 9,4 - 948 litros y se expresa en unidades de pigmento según Harvey (UPH) por litro de agua. Las temperaturas se han apreciado con un termistor y la salinidad se ha determinado por clorimetría, según Knudsen. Las profundidades se refieren al nivel actual del agua.

29 de abril de 1954. Pleamar (3,1 m) a las 12 h. 15 min.; bajamar (0,7 m) a las 6 h. y a las 18 h. 25 min.

PROFUNDIDAD, METROS	ESTACIÓN VI		ESTACIÓN V		ESTACIÓN IV 16 a 17 h.		ESTACIÓN III 17 h. 40 a 18 h.		ESTACIÓN II		ESTACIÓN I	
	UPH/l	° C.	UPH/l	° C.	UPH/l	° C.	UPH/l	° C.	UPH/l	° C.	UPH/l	° C.
0		15,2	4,79	16	10,19	15,6	8,27	16	9,35	16,2	14,17	15,8
5		14,5		14,8		14,9		14,6		14,5		
10	5,12	14,4	5,62	14,7	9,19	14,5	13,19	14,5	25,32	14,4		
15		14,4		14,2		14,3		14,4		14,3		
20	7,27	14,1	15,64	14	12,64	14,1	19,34	13,9		14,3		
25		13,7		13,8		14						
30		13,4		13,4		13,6						
35		13,2										

10 de mayo de 1954. Pleamar (2,8 m) a las 11 h. 45 min.; bajamar (1,1 m) a las 17 h. 50 min.

PROFUNDIDAD, METROS	ESTACIÓN VI 11 h. 40 a 12 h. 25		ESTACIÓN V 12 h. 50 a 13 h. 50		ESTACIÓN IV		ESTACIÓN III		ESTACIÓN II		ESTACIÓN I	
	UPH/l	° C.	UPH/l	° C.	UPH/l	° C.						
0	10,71	15,3	8,30	14,3		15,6						
5		14,7		14,8		15,6						
10	12,76	14,8	8,60	14,5		15,5						
15		14,5		13,8		15,7						
20	12,21	14,4	8,18	13,4		15,1						
25		13,9		13,1		14,3						
30		13,4				14						
35		12,9				13,9						



21 de junio de 1954. Pleamar (3,2 m) a las 18 h. 20 min.; bajamar (0,8 m) a las 12 h. Las estaciones II y I fueron ocupadas el 22 de junio. Los datos de temperatura y salinidad de la estación V fueron, en realidad, tomados en la proyección transversal de la estación V sobre una recta que une la IV con la VI.

PROFUNDIDAD, METROS	ESTACIÓN VI			ESTACIÓN V			ESTACIÓN IV			ESTACIÓN III			ESTACIÓN II			ESTACIÓN I		
	11 h. 45 a 12 h. 7			16 h. 43 a 18 h. 15			18 h. 55 a 19 h. 50			20 h. 40 a 21 h. 45			10 h. a 11 h. 40			12 h.		
	UPH/1	° C.	s ‰	UPH/1	° C.	s ‰	UPH/1	° C.	s ‰	UPH/1	° C.	s ‰	UPH/1	° C.	s ‰	UPH/1	° C.	s ‰
0	11,52	15,8	35,52	10,10	16	35,03	7,92	17,4		10,50	18,4	34,18	25,90	18,4	33,06	24,80	19,9	33
5		15,4			15			15,3			15,2			15,3				15,4
10	9,38	14,6		6,37	14,7	35,34	13,70	13,7	35,39	10,35	14,5	35,14	22,30	13,9	35,16			
15		13,9	35,86		14,4			12,9			13,5			13,6				
20	6,52	13,2		6,98	14,1	35,39	6,38	12,7	35,52	8,80	12,8	35,43	14,60	13,4	35,39			
25		12,9			13			12,6										
30		12,3	35,57		12,8			12,5										
35		12,3			12,2			12,4										
40		12,3			12,4	35,50		11,4	35,43									
50		12,1	35,57															
55		12,1																

1 de julio de 1954. Pleamar (3,6 m) a las 15 h. 30 min.; bajamar (0,5 y 0,3 m) a las 9 h. 20 min. y a las 21 h. 55 min.

PROFUNDIDAD, METROS	ESTACIÓN VI			ESTACIÓN V			ESTACIÓN IV			ESTACIÓN III			ESTACIÓN II			ESTACIÓN I		
	9 h. 5 a 10 h. 10						12 h. 20 a 13 h. 25			5 h. 45			17 h. a 17 h. 40			17 h. 55		
	UPH/1	° C.	s ‰	UPH/1	° C.	s ‰	UPH/1	° C.	s ‰	UPH/1	° C.	s ‰	UPH/1	° C.	s ‰	UPH/1	° C.	s ‰
0	28,60	13,5	35,45				22,80	14,3	35,09	16,90	14,6	35,17	16,70	14,4	34,87	20,50	14,9	
5		13,3						13,4			14,4			13,4				12,8
10	32	13,2					24,40	13,2	35,23	25,60	13,3	35,36	23,50	14	34,91			
15		13,1						12,7			12,6			12,6				
20	31,40	13,1					26,40	12,7	35,45	22,40	12,5	35,23	34,40	12,3	35,18			
25		12,9						12,4										
30		12,8						12,2										
35		12,8						12,2										
40		12,7						12	35,41									
50		12,4																
60		12																

20 (estación VI e hidrografía est. I-V) y 23 (fitoplancton ests. I-V) de julio de 1954. Día 20: pleamar (3,4 m) a las 18 h. 5 min.; bajamar (0,6 m) a las 11 h. 50 min. Día 23: pleamar (3 m) a las 19 h. 40 min.; bajamar (0,8 m) a las 13 h. 30 min.

PROFUNDIDAD, METROS	ESTACIÓN VI			ESTACIÓN V			ESTACIÓN IV			ESTACIÓN III			ESTACIÓN II			ESTACIÓN I		
	9 h. 30 a 10 h. 30			9 h. 10 a			10 h. 25 a			14 h. 30 a			15 h. 35 a			19 h. 30 a 16 h. 20		
	UPH/1	° C.		UPH/1	° C.		UPH/1	° C.		UPH/1	° C.		UPH/1	° C.		UPH/1	° C.	
				10 h. 5	11 h. 20		14 h.	12 h. 30		15 h. 5	17 h. 20		16 h.	18 h. 30				

10	26,30	13,7	40,50	13,2	67,30	12,6	35	12,9	33,21	12,9
15		13,4		12,4		11,9		12		12,3
20	40,10	13	12,90	12,2	10	11,8	8,70	12	28,30	12,2
25		12,7		12,1		11,8				
30		12,5		12		11,8				
35		12				11,8				
40		12				11,8				
50		11,8								
60		11,8								

9 (estaciones I-IV) y 10 (estaciones V y VI) de agosto de 1954. Día 9: pleamar (2,5 m) a las 11 h.; bajamar (1,3 m) a las 17 h. 25 min. Día 10: pleamar (2,7 m) a las 11 h. 55 min.; bajamar (1,1 m) a las 18 h. 25 min.

PROFUNDIDAD, METROS	ESTACIÓN VI			ESTACIÓN V			ESTACIÓN IV			ESTACIÓN III			ESTACIÓN II			ESTACIÓN I		
	18 h.			16 h. 50 a 17 h. 20			15 h. 25 a 16 h. 5			16 h. 40 a 17 h. 5			17 h. 40 a 18 h. 5			18 h. 20		
	UPH/l	° C.	S ‰	UPH/l	° C.	S ‰	UPH/l	° C.	S ‰	UPH/l	° C.	S ‰	UPH/l	° C.	S ‰	UPH/l	° C.	S ‰
0	4	16,8	34,99	23,40	17,5	35,17	6,03	17,5	35,03	11,70	18,9	35,17	30	20,1	34,63	24,20	21,1	
5		16,7			16,7			16,9			18,6			19,2				
10	5	16,2		7,30	16,2	35,23	3,12	16,6		7,35	18,4	35,17	17,50	18,9	35,05			
15		16			16			16,5	35,14		17,7			18,9				
20		15,5	35,17	4,80	15,9	35,08	2,23	16,4		6,36	17,2	35,23	16,90	18,9	35,05			
25		14,6			15,9			16,3										
30		13,5			15,7			16,1	35,25									
35		13,1						16										
40		12,8	35,23					16,1										
50		12,5																
60		12,2																

19 de agosto de 1954. Pleamar (3,2 m) a las 18 h. 25 min.; bajamar (0,6 m) a las 12 h. 15 min.

PROFUNDIDAD, METROS	ESTACIÓN VI	ESTACIÓN V	ESTACIÓN IV		ESTACIÓN III		ESTACIÓN II		ESTACIÓN I	
			9 h. 30 a 10 h. 10		10 h. 50 a 11 h. 30		15 h. 5		16 h. 20	
			UPH/l	° C.	UPH/l	° C.	UPH/l	° C.	UPH/l	° C.
0			15	18,4	31,20	16,8	39,20	16,9	42,50	15,8
5				17,5		15,5		16		14,4
10			12,80	15,5	17,60	15,4	29,20	16		
15				13,9		13		16		
20			7,70	13,6	12,50	12,9	21,60	13,6		
25				13,3						
30				13,3						
40				13,1						

7 de diciembre de 1954. Pleamar (3,2 m) a las 12 h. 30 min.; bajamar (0,6 m) a las 18 h. 50 min.

PROFUNDIDAD, METROS	ESTACIÓN VI 10 h. 10		ESTACIÓN V		ESTACIÓN IV 15 h. 5		ESTACIÓN III		ESTACIÓN II		ESTACIÓN I	
	UPH/l	° C.	UPH/l	° C.	UPH/l	° C.	UPH/l	° C.	UPH/l	° C.	UPH/l	° C.
0					4,30	14,2	7,45	14	5,15	14,2	8,97	13,6
5						15		14,9		15,5		14,8
10	1,50				2,28	15,1	2,74	15,2	6,60	15,1		
15						15,2		15,3		15,2		
20	2,50				2,31	15,3	2,52	15,4	6,57	15,2		
25						15,3						
30						15,3						
35						15,3						

30 de diciembre de 1954. Pleamar (3 m) a las 18 h. 25 min.; bajamar (0,6 m) a las 12 h. 20 min.

PROFUNDIDAD, METROS	ESTACIÓN VI		ESTACIÓN V		ESTACIÓN IV		ESTACIÓN III		ESTACIÓN II		ESTACIÓN I	
	UPH/l	° C.	UPH/l	° C.	UPH/l	° C.	UPH/l	° C.	UPH/l	° C.	UPH/l	° C.
0	5,50	13,1		13,6	3,38	13	4,92	13,1	5,45	12,8	7,41	12,6
5		13,2		13,4		12,9		13,1		13,2		13,3
10	6,40	13,3	2,27	13,4	3,93	12,9	4,70	13,1	6,65	13,3		
15		13,3		13,4		12,9		13,2		13,3		
20	5,26	13,4	2,63	13,4	3,13	13,1	3,60	13,3		13,3		
25		13,4		13,4		13,3						
30		13,4		13,4		13,3						
35		13,4				13,3						
40		13,3				13,3						
50		13,3										
60		13,3										

4 de enero de 1955. Pleamar (2,9 m) a las 11 h. 5 min.; bajamar (0,9 m) a las 17 h. 15 min.

PROFUNDIDAD, METROS	ESTACIÓN VI		ESTACIÓN V		ESTACIÓN IV		ESTACIÓN III		ESTACIÓN II		ESTACIÓN I	
		° C.		° C.		° C.		° C.		° C.		° C.
0						12,5		12,4		11,2		11,3
5						12,4		12,3		12,5		12,7
10						12,4		12,3		12,7		
15						12,4		12,4		12,7		
20						12,3		12,4		12,7		
25						12,8						
30						13,1						
40						13,2						





