

DETERMINACION DE LAS FLUCTUACIONES MENSUALES DE LA ABUNDANCIA Y DE LA BIOMASA FITOPLANCTONICA EN EL ESTUARIO DEL RIO QUEULE (CHILE, IX REGION) *

Jorge E. Toro**

ABSTRACT. Seasonal fluctuations of phytoplankton (abundance and biomass) in the Queule River Estuary (Chile, IX Región).

Quantitative and qualitative phytoplankton determinations were carried out in the Queule River Estuary from the southern Chile (IX Región). Water bottle samples were taken monthly at two stations, from July 1981 to June 1982. The phytoplankton species were identified to species level, and the number of cells were determined in order to calculate cell abundance per liter. The number of individuals of each species was multiplied by the average cell volume and thus converted to biomass or fresh weight.

The total number of algal taxa was 99, including Bacillariophyta (76), Chlorophyta (10), Dinophyta (7), Cyanophyta (2), Euglenophyta (2), and Silicoflagellata (2). At the outside station, the diatom *Skeletonema costatum* was the dominant species nearly throughout the year, while in reduced salinities typical for the upstream station, flagellates belonging to the genera *Ceratium*, *Dinophysis*, and *Peridinium* predominated. Furthermore, species of the general *Microspora* and *Melosira* were also considered to be typical ones for this estuary.

The general sucesional pattern was unimodal with high production in late summer. Between the two stations investigated, the phytoplankton population varied significantly in species composition as well as in total cell number. At the two stations, the phytoplankton abundance is higher near to the bottom of the estuary.

Key words: Phytoplankton, fluctuations, abundance, biomass, Queule River Estuary, Chile.

* El contenido de esta publicación es parte de los resultados considerados en los proyectos CD-81-2; RS-81-9 y CID-82-13, inscritos en la D.I.D. de la U.A.CH. y presentado en el Simposio sobre Fitoplancton Marino de Chile, Montemar, 23-25 noviembre de 1983.

** Centro de Investigaciones Marinas, Universidad Austral de Chile. Casilla 567, Valdivia, Chile.

INTRODUCCION

Para los organismos filtradores, el fitoplancton representa parte de la oferta alimentaria disponible en el cuerpo de agua. La composición cualitativa y cuantitativa del fitoplancton estuarino depende de factores morfométricos, factores físicos como temperatura, salinidad, circulación de las aguas y depende también de factores químicos, tal como la tasa de renovación de nutrientes. Estos factores podrían estar determinando la presencia de un fitoplancton característico para cada tipo de estuario (Wood 1967). Las mareas con el flujo y reflujo, distribuyen en forma diferente a la comunidad fitoplanctónica en marea alta y baja, y actúan con distintas intensidades a lo largo de un estuario (Ketchum 1954).

Existen además, otros factores que controlan la dinámica fitoplanctónica estuarina. En los estuarios poco profundos, la influencia del clima local permite fuertes variaciones físico-químicas de las aguas. Los factores físicos que afectan con más intensidad al fitoplancton estuarino son la luz y la temperatura (Wood 1967). En la naturaleza es muy difícil separar el efecto de estos dos factores que frecuentemente se presentan juntos.

Los nutrientes en los estuarios rara vez actúan como limitantes, porque existen procesos que permiten la mantención de altas concentraciones en estas áreas (Schelske & Odum 1961). La alta relación entre la superficie y el volumen del cuerpo de agua, que existe en los estuarios someros, ha sido considerado como factor que favorece la alta productividad. Esta alta relación permite el intercambio de nutrientes entre los sedimentos y el agua (Pomeroy et al. 1965).

En Chile, los estuarios con barra terminal se ubican principalmente entre los 31° y 41° de latitud sur.

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo, conocer las fluctuaciones mensuales del fitoplancton como oferta alimentaria para el bivalvo filtrador *Choromytilus chorus*, presente en forma de banco natural en el estuario del río Queule.

MATERIAL Y METODOS

La bahía de Queule ($39^{\circ}15'S$, $73^{\circ}09'W$) está ubicada a 75 km al noroeste de la ciudad de Valdivia. Esta área del litoral chileno se encuentra abierta directamente al océano y tiene una extensión aproximada de 6 kilómetros. En el extremo sur de la bahía, se encuentra ubicada la desembocadura del río Queule, constituyendo una zona típicamente estuarina.

El estuario del río Queule (Fig. 1), puede ser ubicado dentro de los estuarios con barra terminal y clasificados según CORFO (1971) dentro de la "División Costanera". Esta división está formada por unidades de drenaje independientes, no conectadas entre sí y que tienen su nacimiento en la cordillera de la costa.

El estuario tiene una extensión aproximada de cuatro kilómetros (boca a cabezal) con un ancho que varía entre 80 y 400 m. Su profundidad promedio, es de tres m, alcanzando un promedio de cinco m durante la pleamar. El fondo de este estuario está constituido principalmente por sustratos blandos, representados por arena y fango. En los extremos del estuario predominan las arenas con un bajo contenido de fango y éste último se hace más predominante en el área media del estuario. Las estaciones de muestreo (Fig. 1), se fijaron de acuerdo a la gradiente de salinidad y a la presencia de *Choromytilus chorus*.

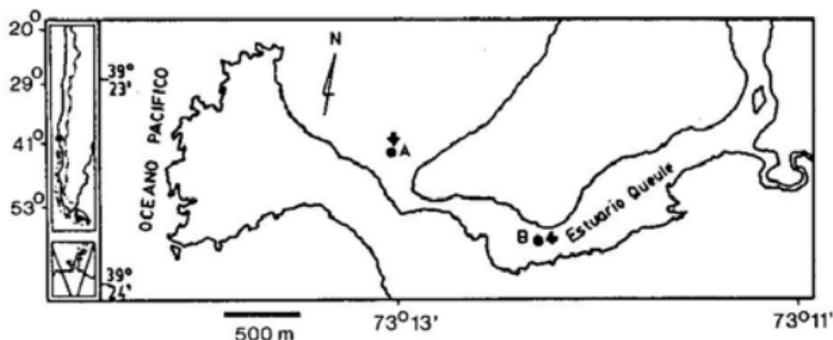


Fig. 1. Localización geográfica del estuario del río Queule y ubicación de las estaciones de muestreo.

Las determinaciones de temperatura y salinidad y el muestreo de fitoplancton se llevó a cabo en forma mensual entre los meses de julio 1981 y junio 1982. En las estaciones establecidas A y B, se muestreó en tres niveles de profundidad: a 0,5 m bajo la superficie, a 0,5 m sobre el fondo y a un nivel intermedio. Las mediciones de temperatura y salinidad se llevaron a cabo utilizando un salinotermoconductivímetro YSI modelo 33. Las muestras de fitoplancton se colectaron con una botella Van Dorn durante marea alta y marea baja en la estación B, y durante marea alta en la estación A. Se utilizaron para este propósito botellas volumétricas de 250 ml. Estas muestras se fijaron con 2 ml de una mezcla de yodo re-sublimado y yoduro de potasio en solución saturada. Las muestras fueron tomadas en un mismo día durante la estoa de marea alta y estoa de marea baja, en las horas de luz solar. El análisis de estas muestras se realizó de acuerdo al método de recuento de células de fitoplancton por especie (Uthermöhl 1958), técnica que proporciona información sobre la abundancia y estado de sucesión de las especies y/o comunidades.

El concentrado de fitoplancton se realizó por sedimentación en cámaras tubulares de 5 y 10 ml durante un mínimo de 48 horas. Para el análisis cuantitativo, mediante microscopio invertido, se realizaron barridos paralelos de franjas de 10 mm de largo por 0,23 mm de ancho, contándose en cada cámara un mínimo de 100 células. El error máximo de estos recuentos según la fórmula de Javornicky (1958), fue de 20%.

Para la identificación de las especies se utilizó las claves descritas por Frenguelli & Orlando (1958). En tanto que la clasificación en diatomeas marinas, mixohalinas y límnicas, se hizo en base a Margalef (1961), Avaria (1965), Rivera (1967, 1968, 1973a, 1973b, 1974), Rivera y Valdevenito (1979) y Drebes (1974).

El cálculo de la abundancia fitoplanctónica expresada en células por litro, se realizó en base a Uthermöhl (1958). Los valores de biomasa expresados en miligramos por litro, fueron obtenidos midiendo 50 células de cada una de las especies presentes en cada muestra y calculando su volumen según Lohmann (1908), Ruttner (1938, 1955), Willen (1959) e Hitchcock (1983).

El promedio de células por litro de la columna de agua, se calculó según fórmula de Avaria (1975).

RESULTADOS Y DISCUSION

Factores abióticos tales como la temperatura y la salinidad, son muy importantes en los cuerpos de agua estuarinos, debido a las grandes fluctuaciones que estas variables presentan a través del año (Ketchum 1954).

En la estación A (Fig. 2) los valores de temperatura fueron entre 9,8°C y 15,5°C, presentando algunas fluctuaciones a través del año. En la estación B (Fig. 2), debido a la influencia de las aguas aportadas por el río, existe un ciclo anual de temperatura muy marcado, tanto durante marea alta como baja. En los meses de verano, debido a lo somero del estuario, el clima local tiene una gran influencia sobre este cuerpo de agua.

Los valores de salinidad (Fig. 2), oscilaron en la estación A entre 22‰ y 35‰, con valores máximos durante los meses de verano; ésto debido al bajo aporte de agua por parte del río, la estación B tanto en marea alta como baja, la salinidad presentó tendencias similares a través del año, con un promedio anual de 25,4‰ durante marea alta y 14,4‰ durante marea baja. Existe una distribución vertical de la salinidad; una cuña de agua con mayor salinidad penetra desde la bahía sobre el fondo estuarino, por lo que se puede clasificar a este estuario como de tipo A (Pritchard 1967).

El estudio cualitativo y cuantitativo del fitoplancton del estuario permite establecer que este cuerpo de agua presenta un fitoplancton característico de aguas templadas, con un amplio dominio de las diatomeas sobre los demás grupos constituyentes.

De las muestras de fitoplancton de los 12 meses analizados, se identificaron 76 especies de Bacillariophyta, 10 de Chlorophyta, 7 de Pyrrophyta, 2 de Cyanophyta, 2 Silicoflagelados y 2 de Euglenophyta.

De las 76 especies encontradas durante el muestreo, se estableció que el 59% (45) son de procedencia marina, un 21% (16) estuarinas y un 14% (11) límnicas; no se clasificaron el 6% (4) de las especies.

Las diatomeas céntricas, representan un 40%, en tanto que las diatomeas pennadas representan un 60%, de lo que se deduce que existe un predominio de especies bentónicas.

La abundancia fitoplanctónica en la estación A, muestreada

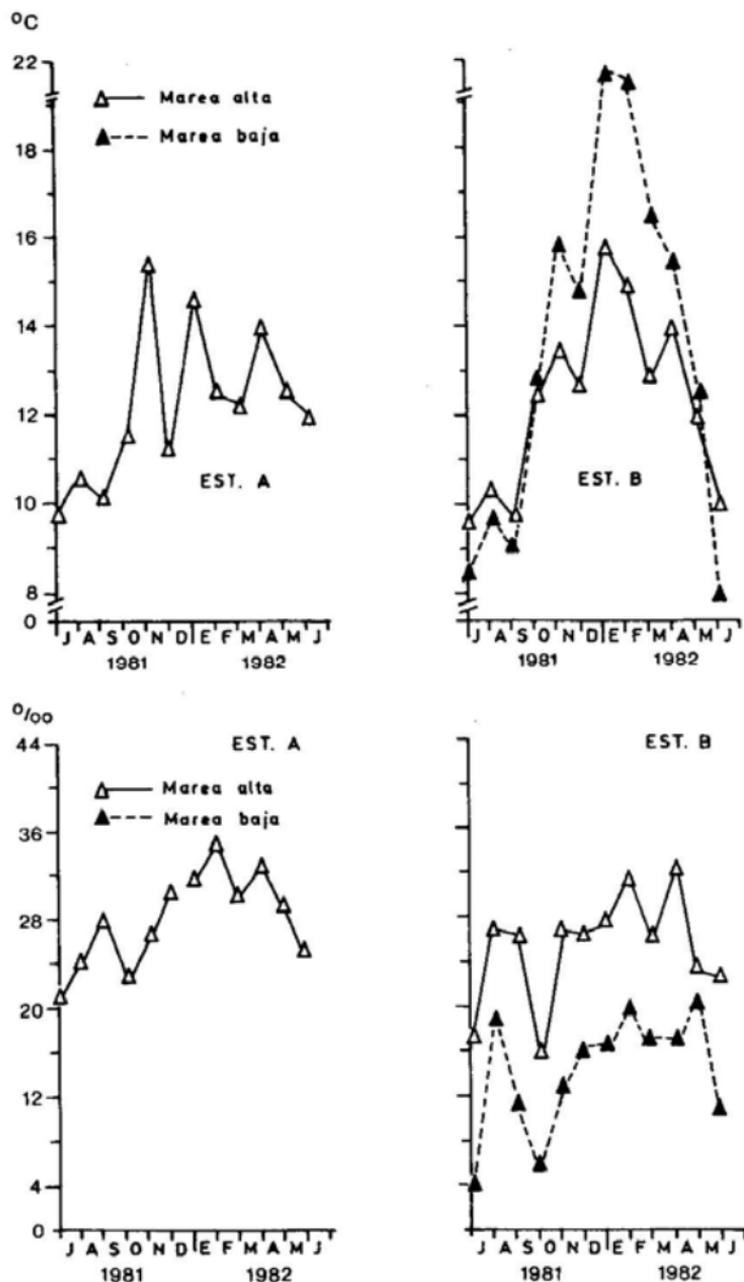


Fig. 2. Promedios mensuales de temperatura y salinidad para la columna de agua en las estaciones A y B, durante marea alta y marea baja.

durante marea alta, presenta para los tres niveles investigados una curva muy similar a través de los meses analizados. Existe un período de gran abundancia en primavera-verano. Los valores durante el año oscilan entre los 39.000 cél/l y los 22 millones de células por litro, con un promedio anual de 4.500.000 células por litro. La Fig. 3 presenta el promedio de la abundancia para la columna de agua en la estación A.

La distribución vertical del fitoplancton presenta abundancias que van en aumento con la profundidad, lo que está indicando que la mayor oferta alimenticia fitoplanctónica se encuentra sobre el banco natural de *Choromytilus chorus* (Tabla 1). Este hecho se debería, por una parte, a la presencia de un alto porcentaje de diatomeas bentónicas y, por otra, a la cuña de agua con alta salinidad que penetra al estuario, aportando especies planctónicas.

La estación B, muestreada durante marea alta y marea baja, presenta una abundancia menor durante marea baja, pero se mantiene muy constante para los tres niveles investigados. Los tres niveles siguen una tendencia muy similar a través del año, con un promedio para la columna de agua de 2.1000.000 células por litro (Fig. 3). También durante marea baja se encuentran abundancias mayores hacia la profundidad. Durante marea alta, la tendencia de las curvas en los tres niveles es muy similar a la tendencia que existe, también en los tres niveles, en la estación A. En este caso es más claro el aumento en densidad de microalgas hacia el fondo estuarino, es así que el nivel inferior presenta un valor de 7.700.000 células por litro, mientras que el nivel medio y superior 6.000.000 de células por litro respectivamente.

El análisis de la sucesión de las especies más representativas dió como resultado que sólo 11 especies representan más del 60% de la densidad total (Fig. 4). La densidad de cada especie se expresó en porcentaje de la densidad total registrada en el nivel inferior de la columna de agua a través de los 12 meses estudiados, se consideraron sólo las especies que en conjunto representaron cada mes más del 60% de la abundancia numérica.

Por otra parte, el cálculo de la densidad de microalgas unicelulares presentes en el agua, tiene un valor limitado desde el punto de vista de la oferta alimentaria para los bivalvos filtradores, ya que este análisis no considera la diversidad en tamaño que tienen las microalgas. Por ello, se

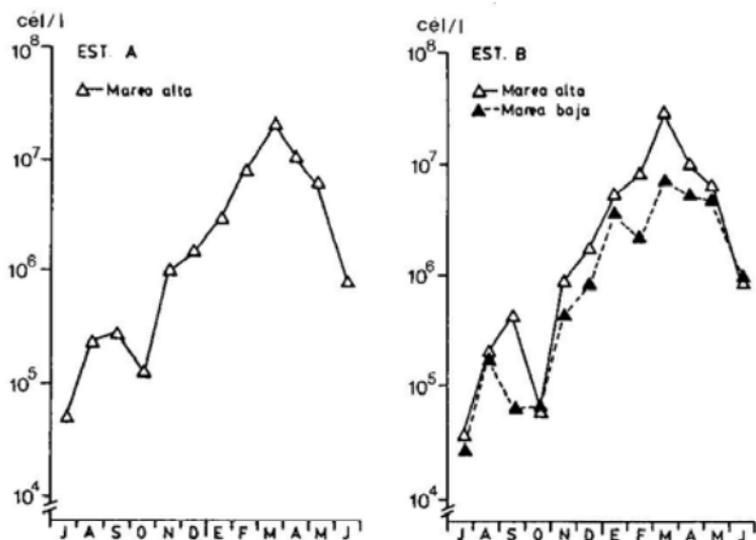


Fig. 3. Fluctuaciones de la abundancia fitoplanctónica, promedios mensuales (cél/l) para la columna de agua en las estaciones A y B durante marea alta y baja.

realizó el cálculo de la biomasa fitoplanctónica, como peso fresco. Se pudo establecer, de esta manera, que el mayor porcentaje de la biomasa fitoplanctónica del estuario, corresponde a diatomeas.

En la estación A durante estoa de marea alta, la tendencia de las curvas de la biomasa para los tres niveles investigados es muy similar. En el mes de julio existe una baja biomasa fitoplanctónica, en los meses siguientes se produce una leve alza, con una baja en la biomasa en el mes de octubre (Fig. 5). Después de este mes, se registró una acentuada alza que alcanzó valores hasta de 57 miligramos por litro en el mes de marzo; luego de esta alza, se observa una rápida baja en los valores de la biomasa. Además, al igual que para la densidad, la biomasa fitoplanctónica va en aumento con la profundidad,

con un promedio anual para la estación A de 20 miligramos por litro en el nivel inferior, de 18 miligramos por litro en el nivel medio y de sólo 11 miligramos por litro en el nivel superior.

En la estación B se calculó la biomasa existente durante marea alta y baja (Fig. 5). De esa figura se puede apreciar que durante marea baja existe menor biomasa, en comparación con la que se registra para la respectiva marea alta. El promedio anual de la biomasa durante marea alta fue de 17 miligramos por litro y durante marea baja de 8 miligramos por litro. La tendencia de la biomasa en la estación B durante ambas mareas, fue similar a la descrita para la estación A. Las curvas presentaron un aumento paulatino desde julio a septiembre y una disminución en octubre, lo cual coincide con una baja en la salinidad y un aumento en la temperatura, lo

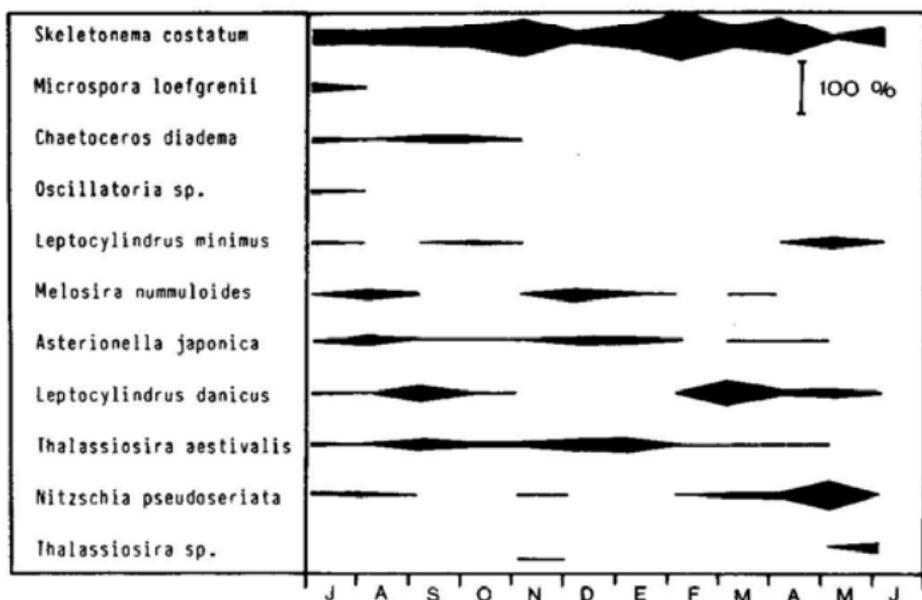


Fig. 4. Sucesión de especies fitoplanctónicas dominantes en densidad.

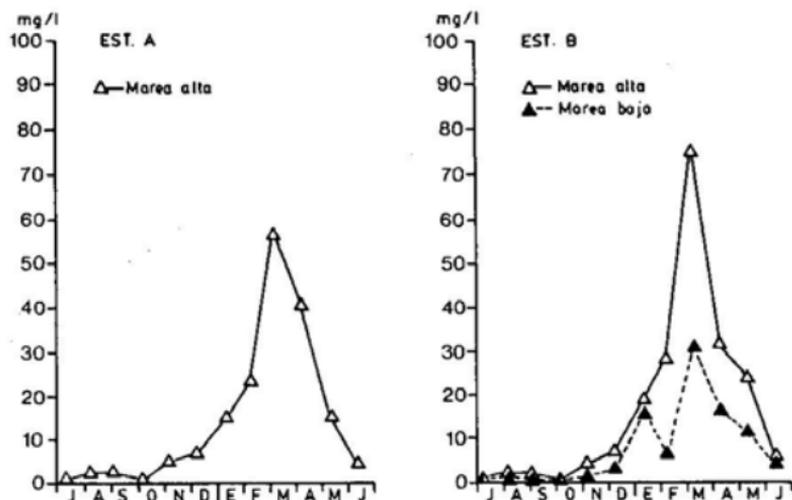


Fig. 5. Fluctuaciones de la biomasa fitoplanctónica, promedios mensuales (mg/l) para la columna de agua en las estaciones A y B durante marea alta y baja.

cual estaría indicando un predominio de aguas provenientes del río. En los meses siguientes, se incrementó la biomasa alcanzándose los máximos valores en el mes de marzo durante marea alta con 75 miligramos por litro.

Esta alza en la biomasa fitoplanctónica desde el mes de noviembre, implica una mayor oferta alimenticia para las larvas de *Choromytilus chorus* en el plancton, las cuales presentan sus mayores densidades a partir de ese mes, y a su vez, implica también una excelente oferta alimentaria para los ejemplares reproductores de *C. chorus*, los cuales se encuentran en el período de recuperación del gasto energético que significa la etapa de reproducción. A su vez, el volumen calculado para las diferentes especies, expresado en micrones cúbicos, varía en un amplio rango de $8,18 \mu\text{m}^3$ a $10,28 \times 10^6 \mu\text{m}^3$. Es decir que el tamaño de las microalgas tienen un espectro muy amplio, lo que implicaría una oferta alimentaria fitoplanctónica muy variada en cuanto a composición, para los

organismos filtradores del estuario (Widdows et al. 1979 y Winter 1977).

Se analizaron las especies dominantes en biomasa presentes en el nivel inferior de la estación A, que cada mes participaron en conjunto con más del 60% de la biomasa. Se determinó así que son 14 las especies que en alguno de los muestreos participaron como dominantes en biomasa. La mayor parte de estas especies son diatomeas planctónicas, además de dos especies de Chlorophyta (Fig. 6).

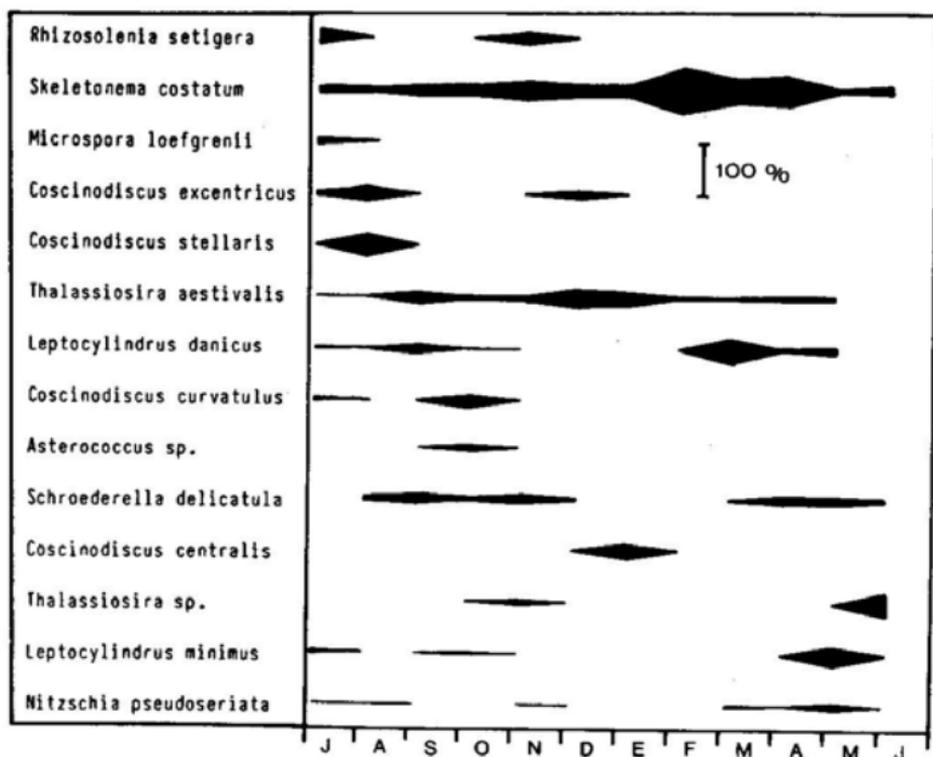


Fig. 6. Sucesión de especies fitoplanctónicas dominantes en biomasa.

CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en este estudio se concluye, que existe un incremento en densidad y biomasa fitoplanctónica entre los meses de noviembre a marzo y, que la mayor oferta alimentaria fitoplanctónica (abundancia y biomasa) se encuentra en los niveles inferiores de la columna de agua del estuario, zona comprendida entre los 2,5 y 4,5 m de profundidad para las estaciones donde se muestreó fitoplancton. La abundancia fitoplanctónica por su parte, es mayor en la estación A, con un ambiente netamente marino y donde se localiza el banco natural del bivalvo filtrador *C. chorus*.

AGRADECIMIENTOS. El autor agradece la colaboración, en la toma de muestras, a los señores Carlos Varela y Guillermo Valenzuela y al Dr. Jürgen Winter por su constante estímulo.

LITERATURA CITADA

- Avaria, S. 1965. Diatomeas y silicoflagelados de la bahía de Valparaíso. *Revista de Biología Marina, Valparaíso*, 12: 1-119.
- Avaria, S. 1975. Estudios de ecología fitoplanctónica en la bahía de Valparaíso. II. Fitoplancton 1970-71. *Revista de Biología Marina, Valparaíso*, 15 (2): 131-148.
- Corporación de Fomento de la Producción (CORFO). 1971. Mapa hidrográfico de Chile. Departamento de Recursos Hidráulicos. 26 ed.
- Drebes, G. 1974. *Marine Phytoplankton*, 186 p. Georg Thieme Verlag, Stuttgart.
- Freguelli, J. & H. Orlando. 1958. Diatomeas y silicoflagelados del sector antártico sudamericano. *Publicaciones del Instituto Antártico Argentino*, 5: 1-191.
- Hitchcock, G.L. 1983. An examination of diatom area: volume ratios and their influence on estimates of plasma volume. *Journal of Plankton Research*, 5: 311-324.

- Javornicky, P. 1958. Die revision einiger Methoden zur Festellen der Quantität des Phytoplanktons. Science Paper Institute Chemie Technologie, Prague, 2: 283-367.
- Ketchum, B. 1954. Relation between circulation and planktonic populations in estuaries. Ecology, 35 (2): 191-200.
- Lohmann, H. 1908. Untersuchungen zur Feststellung des vollständigen Gehaltes des Meeres and Plankton. Wissenschaftliche Meeresunters. Kiel, 10: 129-370.
- Margalef, R. 1961. Distribución ecológica y geográfica de las especies del fitoplancton marino. Investigaciones Pesqueras, 19: 81-101.
- Pomeroy, L., Smith, E.E. & G.M. Grant. 1965. The exchange phosphate between estuarine water and sediments. Limnology Oceanography, 10 (2): 167-172.
- Pritchard, D.W. 1967. Observations of circulation in coastal plain estuaries. In Estuaries, G.H. Lauff (Editores), pp. 37-44.
- Rivera, P. 1967. Algunas especies de *Melosira* Ag. en el lago Ranco. Noticiario Mensual, Museo Nacional de Historia Natural, 135: 3-9.
- Rivera, P. 1968. Sinopsis de las diatomeas de la bahía de Concepción, Chile. Gayana, Botánica, 18: 1-112.
- Rivera, P. 1973a. Fitoplancton del estero Lengua, Chile. Gayana, Botánica, 23: 1-93.
- Rivera, P. 1973b. Diatomeas epífitas en *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss recolectada en la costa chilena. Gayana, Botánica, 25: 1-115.
- Rivera, P. 1974. Diatomeas de agua dulce de Concepción y alrededores (Chile). Gayana, Botánica, 28: 1-134.
- Rivera, P. & H. Valdevenito. 1979. Diatomeas recolectadas en las desembocaduras de los ríos Chivilingo, Laraquete y Carampangue, Chile. Gayana, Botánica, 35: 1-97.
- Ruttner, F. 1938. Limnologische Studien an ainigen Seen der Ostalpen. Archivos Hidrobiología, 32: 167-319.
- Ruttner, F. 1955. Planktonstudien der Deutschen Limnologischen Sundaexpedition. Archivos Hidrobiología, 10: 1-274.
- Schelske, C.L. & E. Odum. 1961. Mechanisms mantaining high productivity in Georgia estuaries. Gulf and Caribbean Fisheries Institute. XIV annual session: 75-80.
- Uthermöhl, H. 1958. Zur Vervollkommung der quantitativen Phytoplanktonmethodik. Mitteilungen Internationale Verein Limnologie, Stuttgart, 9: 1-38.

- Widdows, J.; Fieth, P. & C. Worrall. 1979. Relationships between seston, available food and feeding activity in the common mussel *Mytilus edulis*. *Marine Biology*, 50: 195-207.
- Willen, I. 1959. Phytoplankton of Golvain, a Bay of Lake Malaren. *Oikos*, 10: 241-274.
- Winter, J.E. 1977. Suspension-feeding in lamellibranchiate bivalves, with particular reference to aquaculture. *Medio Ambiente*, 3: 48-69.
- Wood, E.J.F. 1967. Microbiology of oceans and estuaries. 319 p. Elsevier Oceanography Series, Amsterdam.

Manuscrito recibido en marzo de 1984 y aceptado en abril de 1984.

TABLE 1. Densidades mensuales ($\times 10^3$ cél/l) de las diatomeas y otros grupos que conforman el fitoplancton de la estación A en el estuario del río Queule. Se tabulan los tres niveles investigados y se calcula un promedio para la columna de agua.

Diatomeas	43,0	95,2	232,3	121,4	1105,2	1482,3	2676,8	4840,7	10014,7	10772,1	5040,0	747,6
Otros	16,0	2,8	12,7	3,6	21,0	183,2	134,4	19,4	57,4	280,9	73,0	76,2
Total	59,0	98,0	245,0	125,0	1126,2	1665,5	2811,2	4860,1	10072,1	11053,0	5113,0	823,8
Diatomeas	33,9	338,5	296,0	140,6	1032,0	1369,2	4124,3	8981,4	26309,5	12599,9	8074,2	819,4
Otros	5,1	38,5	-	4,4	22,0	19,3	309,8	61,8	85,6	250,6	58,0	33,4
Total	39,0	377,0	296,0	145,0	1054,0	1388,5	4434,1	9043,2	26395,1	12850,5	8132,2	852,2
Diatomeas	75,7	271,9	517,8	92,4	1810,5	2769,9	2721,8	13642,0	36994,6	14741,0	8871,0	1443,4
Otros	28,3	2,1	4,2	6,6	4,0	87,7	131,5	-	-	121,3	20,1	35,2
Total	104,0	274,0	522,0	99,0	1814,5	2857,6	2853,3	13642,0	36994,6	14862,3	8891,1	1478,6
Diatomeas	39,8	222,9	284,7	109,2	1067,3	1510,0	2924,4	8247,5	21880,0	10730,5	6455,8	816,0
Otros	11,6	18,0	4,0	4,1	15,6	59,5	189,8	30,7	45,2	181,6	47,4	40,3
Total	51,4	240,9	288,7	113,3	1082,9	1569,5	3114,2	8278,2	21925,2	10912,1	6503,2	850,3