

## INDICADORES BIOLÓGICOS EN EL FITOPLANCTON MARINO

Eduardo Uribe\*

ABSTRACT. Biological indicators in marine phytoplankton.

The high degree of heterogeneity in the chlorophyll pigments distribution patterns of the Chilean coasts has permitted differentiating three structures. There is a coastal zone, with high phytoplankton biomass generally composed by small diatoms of the genera *Chaetoceros*, *Nitzschia*, *Skeletonema*. Secondly, there is an oceanic zone characterized by low concentrations of photosynthetic pigments and high density of dinoflagellates. Finally there are tongues of water with elevated phytoplankton biomass which extend as far as 280 kilometers offshore to the west and other tongues of oceanic water, low in chlorophyll, which reach the coast.

The study of indicator organisms for these waters have only recently been made probably because of lack of experimented planktologists in diagnosis of abnormalities in species and major groups. For this reason, multivariate analysis which is an appropriate method for monitoring has been used. In this way infraspecific taxa and taxocenotic structures are used to define geographic areas with individual characteristic.

## INTRODUCCION

El fenómeno de "El Niño" de 1972, además de causar grandes cambios en el ecosistema marino del Pacífico Sur Oriental, modificó, en parte, los objetivos de investigación de los planctólogos de Ecuador, Perú y Chile, provocando un fuerte incentivo hacia la identificación y cuantificación de los organismos indicadores para ser usados como elementos de monitoreo de este fenómeno.

\* Departamento de Acuicultura, Facultad de Ciencias del Mar, Universidad del Norte, Casilla 117, Coquimbo, Chile.

Los fitoplanctólogos chilenos, concientes de esta problemática, han realizado una serie de estudios del primer nivel trófico entre Arica y Valparaíso en distintas estaciones del año, a objeto de caracterizar en condiciones normales las comunidades fitoplanctónicas de manera que cualquier anomalía pueda ser detectada fácilmente en el futuro.

#### PATRONES DE DISTRIBUCION DE PIGMENTOS CLOROFILICOS Y SU RELACION CON PROCESOS OCEANOGRAFICOS

Los primeros estudios sobre biomasa fitoplanctónica para la costa chilena, se realizaron en las expediciones SHOYO MARU (1964), ANTON BRUUN (1965-66), MARCHILE V (1965) y MARCHILE VII (1967). La información procedente de ellas fue entregada en "data reports", de los cuales sólo se pudo concluir que las aguas próximas a la costa presentan concentraciones clorofílicas muy superiores a las de la zona oceánica.

A partir de la Expedición MARCHILE VIII (1972), hasta las expediciones más recientes, el objetivo ha sido estudiar la distribución latitudinal y longitudinal de las concentraciones clorofílicas y especies fitoplanctónicas en una zona de estudio que generalmente se localizó entre Arica y Valparaíso. En la interpretación de estos datos, se consideraron algunos procesos oceanográficos, con los cuales se pudo concluir, por ejemplo: que la alta biomasa fitoplanctónica próxima a la costa, se debe a las altas concentraciones de nutrientes que aporta el agua Ecuatorial Subsuperficial (Silva & Konow 1975, Fonseca 1977), cuando ésta alcanza la superficie por efecto de los vientos del Sur y Sureste.

En la presente década se ha implementado un nuevo método para una rápida medición cuantitativa de las concentraciones de pigmentos clorofílicos, utilizando datos obtenidos por el Coastal Zone Color Scanner a bordo del satélite Nimbus-7.

Las imágenes clorofílicas obtenidas con el satélite mostraron una alta heterogeneidad en los patrones de distribución de este pigmento, detectándose, además, estructuras clorofílicas nuevas y de carácter repetitivo con las ya observadas en los cruceros realizados en las últimas décadas (Uribe & Neshyba 1983). De acuerdo a estas imágenes, para el área de Arica -

Coquimbo se pueden diferenciar tres tipos de estructuras de distribución superficial de clorofila, durante la estación de otoño:

a) Area Costera:

Entre los 18° y 26° Lat. S, se observó una angosta faja de agua costera con valores de clorofila superior a 2.5 mg/m<sup>3</sup>, que se extiende aproximadamente hasta 30 kms de la costa. Hacia el océano de esta faja, se detectó aguas pobres en fitoplancton con valores inferiores a 1.0 mg/m<sup>3</sup>. Esta alta biomasa próxima a la costa, generalmente la componen pequeñas diatomeas de los géneros *Chaetoceros*, *Leptocylindrus*, *Nitzschia*, *Skeletonema*, *Rhizosolenia* y otros (Avaria et al. 1982, Avaria & Muñoz 1983).

La relación existente entre vientos (S-SW), agua Ecuatorial Subsuperficial y biomasa fitoplanctónica, ha sido intensamente estudiada por oceanógrafos y fitoplanctólogos en la costa chilena (Fonseca 1977, Ramírez & Fonseca 1977, Uribe 1978, Avaria et al. 1982, Avaria & Muñoz 1983). Además, cabe señalar que recientes estudios realizados por el Departamento de Hidroacústica del Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) y la Universidad del Norte-Coquimbo, han permitido detectar una elevada biomasa de peces pelágicos próxima a un área de surgencia. Esta interrelación se ve claramente en una zona frente a Talcahuano en la época de primavera, donde se detectó una distribución superficial de temperatura característica de un proceso de surgencia; alta densidad relativa de fitoplancton y alta biomasa de peces pelágicos próxima a dicha área (Figs. 1-3). En cambio, para los meses de otoño no se observó la relación de los parámetros antes mencionados, posiblemente debido a que no se detectó un proceso de surgencia (Rodríguez et al. 1983, Uribe 1983).

b) Area Oceánica:

Las imágenes del satélite muestran un área oceánica muy pobre en concentraciones de pigmentos clorofílicos, lo cual es una característica que se ha observado en la mayoría de los estudios anteriores (Ramírez 1983). Sin embargo, en esta amplia área de pobreza fitoplanctónica las imágenes muestran manchas

aisladas, que superan a los  $2 \text{ mg/m}^3$  de clorofila (Uribe & Neshyba 1983).

Las aguas oceánicas se caracterizan principalmente por la presencia de dinoflagelados y algunas diatomeas. Las especies de diatomeas más frecuentes en estas aguas, son *Chaetoceros coarctatus* Lauder y *Ch. dadayi* Pavillard (Fig. 4), que en los cruceros ERFEN I, PELAGICO, ERFEN II y ERFEN III, realizados en distintas épocas del año, presentan una distribución similar.

### c) Lenguas de agua:

Se pensaba que al oeste de los 80 kms de la costa, las manchas de clorofila se trasladaban hacia el sur o norte por el sistema de corrientes y contracorrientes paralelo a la costa (Sievers & Silva 1975). Sin embargo, las imágenes de satélite muestran al sur de Caldera altos valores de clorofila superficial, que se extienden lejos de la costa. Entre Caldera y bahía Carrizal la lengua se aproxima a los 280 kilómetros al oeste, con valores de clorofila superiores a  $4.5 \text{ mg/m}^3$  cerca de la costa, y  $2.0 \text{ mg/m}^3$  hacia el extremo oeste (Uribe & Neshyba 1983). Esta es una de las estructuras clorofílicas nuevas.

Ahora sabemos que se pueden encontrar especies típicas de zonas neríticas a muchos kilómetros de la costa. Uribe et al. (1982), pudo afirmar que el nacimiento de un contraflujo ubicado en el West Wind Drift se encuentra próximo a la zona costera, ya que una de las especies, *Nitzschia delicatissima* Cleve, típica de aguas costeras, fue detectada a 1.440 kilómetros al oeste de la costa, área donde se evidenció el contraflujo.

Por otra parte, se pudo observar frente a Caldera y Tongoy una intromisión a la costa de dos lenguas de agua con bajos valores de clorofila. En Caldera se aproxima a la costa, en tanto que frente a Tongoy se localiza a tres kilómetros de ella (Uribe & Neshyba 1983).

Estas lenguas de aguas pobres en clorofila son más cálidas (Espinoza et al. 1983) y generalmente traen consigo especies fitoplanctónicas típicas de la zona oceánica, como se puede observar en la figura 4, donde la especie *Chaetoceros dadayi* se aproxima a la costa, cerca de Antofagasta.

Los valores de clorofila obtenidos por satélite y en los cruceros mencionados en el texto, distan de ser datos de alta confiabilidad y sólo deben ser considerados como orden de magnitud muy aproximados. Los trabajos que obtuvieron aquellas cifras se efectuaron con métodos diferentes, y en distintas épocas del año.

## EL PLANCTON COMO INDICADOR OCEANOGRAFICO

Los planctólogos saben desde hace mucho tiempo que existen organismos con requerimientos ecológicos definidos, que son de gran utilidad como indicadores de masas de aguas y sus movimientos. Sin embargo, nos encontramos con muchas contradicciones debido a la gran cantidad de enigmas que presenta el plancton. Una de las primeras preguntas que se formula Balech (1964), es la siguiente: ¿Por qué tal especie aparece o desaparece de pronto en un punto donde al parecer las condiciones físico-químicas se han mantenido estables?

Una lista de estas interrogantes sería muy largo de enumerar, y pienso que cada investigador podría agregar sus propias preguntas a ella. Estos enigmas se deben principalmente a la gran complejidad del sistema biológico, aún en los protistas. Por ejemplo, muchas especies desarrollan actividad fotosintética, pero pueden comportarse como alótrofos. Otras necesitan para vivir de oligoelementos, que escapan a los análisis que pueden realizar los oceanógrafos químicos y que son esenciales para el crecimiento de algunas especies de dinoflagelados. Por estas y otras razones, debemos indagar cómo estudiar un indicador biológico, para lo cual es necesario considerar, al menos, los siguientes aspectos:

- Tener un buen conocimiento sistemático del plancton, por lo menos, del grupo que se utilizará como indicador.

- Poder distinguir claramente las anomalías de la especie.

- Buscar la especie indicadora, es decir, aquella con requerimientos más o menos estrictos.

- Considerar todos los posibles errores de muestreo y de contaminación artificial, los que se podrían producir hasta por una simple pipeta mal lavada.

El indicador biológico es generalmente estudiado a nivel de especie, sin embargo, los taxa infraespecíficos han proporcionado una valiosa información, especialmente en el monitoreo del fenómeno de "El Niño". Por ejemplo, Pesantes (1979) estudió la distribución de la especie *Ceratium tripos* subsp. *semipulchellum*, como indicador de los avances anómalos de aguas cálidas durante el fenómeno de "El Niño" de 1972 en Ecuador y Mendiola et al. (1982), para monitorear el mismo fenómeno en las costas del Perú, buscaron la presencia de *Ceratium breve* var. *schmidtii-parallelum* y *Ceratium gibberum* f. *dispar*.

En Chile, especialistas nacionales en estudios efectuados con anterioridad a 1982, han dedicado sus esfuerzos a conocer la comunidad fitoplanctónica en condiciones normales, para poder así detectar con mayor eficiencia cualquiera anomalía que ocurra frente a nuestras costas.

Uribe (1981), observó que la variación morfológica de la especie *Ceratium tripos* (O.F. Müller) Nitzsch, está relacionada con ciertas masas de agua. Por ejemplo, *Ceratium pulchellum* f. *dalmatium* (Böhm) Schiller, que pertenece a la serie *C. tripos*, es un organismo de cuerpo robusto y de cuernos cortos, presente generalmente en aguas Ecuatoriales Subsuperficiales. Una forma semejante es *C. tripos* var. *pulchellum* (Schröder) López, pero de cuerpo angosto y frágil que se ha detectado a 1.300 millas de la costa de Valparaíso, en aguas Subtropicales. Por su parte, *C. tripos* var. *atlanticum* (Ostenf.) López, organismo de cuerpo robusto y cuernos largos, generalmente se ha detectado en aguas Subantárticas al sur de los 40°S.

La forma que se observa con mayor frecuencia pertenece a la de *C. tripos* var. *tripodioides* (Jörg.) López, la cual se localiza preferentemente en la zona oceánica entre Antofagasta y Valparaíso. Esta variedad es una transición de las formas *pulchellum* y *atlanticum* y, al parecer, sus mayores densidades relativas se han detectado en la zona de transición de las aguas Subtropicales y Subantárticas.

Como ya se ha mencionado, la zona con mayor frecuencia en estudios bio-oceanográficos es la situada entre Arica (18°25'S) y Valparaíso (33°02'S), desde la costa hasta 200 millas al oeste. En esta área a nivel superficial se distinguen tres masas de agua: Agua Subtropical (AST) en el norte, Subantártica (ASAA) en el sur, y Ecuatorial Subsuperficial (AESS), próxi-

ma a la costa. Esta última masa de agua, como lo hemos comentado en las imágenes de satélite, sería la causante de la alta biomasa fitoplanctónica cerca de la costa.

En la zona oceánica, tanto en aguas Subantárticas como Subtropicales se detecta una comunidad fitoplanctónica muy diferente a la ubicada próxima a la costa; generalmente las poblaciones presentan una proporción numérica de dinoflagelados superior a las diatomeas. Las especies de este último grupo también presentan diferencias con respecto a las costeras, debido a que son de mayor tamaño y se encuentran en escasa densidad. Muchas especies de diatomeas, tales como *Chaetoceros coarctatus* y *Ch. dadayi* (Fig. 4), y algunas de dinoflagelados, tienen bajos requerimientos de nutrientes y no presentan dificultades en localizarse en las masas de aguas Subantárticas, Subtropical o de transición.

Entre los dinoflagelados hay muchas especies que son excelentes indicadores de aguas cálidas, fáciles de identificar y que por su tamaño, quedan bien retenidas en las redes. Además, es el grupo más estudiado por los fitoplanctólogos de Ecuador y Perú para monitorear el fenómeno de "El Niño".

Los estudios iniciados en nuestro país tienen por objeto buscar posibles especies indicadoras y además conocer las estructuras de estos grupos taxonómicos con una metodología rápida y estandarizada, para que en el futuro pueda ser utilizada por todos los investigadores del Pacífico Sur Oriental en el monitoreo del fenómeno de "El Niño".

#### PROPOSICIONES DE UNA METODOLOGIA PARA IDENTIFICAR ESTRUCTURAS Y ESPECIES INDICADORAS DE MASAS DE AGUA EN LA ZONA CENTRO-NORTE DE LA COSTA CHILENA

Para la colecta y tratamiento de las muestras, deben considerarse los siguientes aspectos:

- Uso de una red bicónica de 71 micrones para efectuar arrastres verticales desde los 15 metros hasta superficie. La profundidad sugerida se debe a que la masa de agua subtropical es una delgada capa superficial, con un promedio de 20 metros (Sievers & Silva 1982).

- Realizar una sistemática fina del grupo planctónico a estudiar, y obtener valores de densidad relativa en base al recuento del material colectado, bajo un área mínima de dos cubreobjetos de 22 x 22 mm.

- Tabular datos y seleccionar las especies de mayor frecuencia, considerando los taxa en orden de importancia numérica hasta aquel que cubra el 95 o 97% de la densidad total. Las especies desechadas se analizan a nivel de presencia.

- Normalizar los datos con la transformación logarítmica ( $\log X + 1$ ), siendo esta expresión matemática la más usada en estudios del fitoplancton (Rojas & Estrada 1976, Estrada 1979).

- Utilización de análisis multivariable de los datos normalizados, efectuando estudios de componentes principales de una matriz de especies (R. Modal), o análisis factorial. Estos tratamientos estadísticos agrupan las especies más afines en un componente.

- Zonificación de estructuras taxocenóticas con los valores de los scorer y regionalización, utilizando la matriz entre muestras (Q. Modal). Con este procedimiento se agrupan las muestras más afines, pudiendo juntar más de una estructura taxocenótica en ese componente.

- Evaluación de la regionalización en base a análisis discriminante, el cual proporciona el aporte de la estructura taxocenótica a las diferentes regiones, número de regiones significativas y evaluación de cada muestra con respecto a las regiones determinadas.

- Eliminación de la coliniaridad de las variables abióticas. Con este paso se evita una mala interpretación de los resultados, dado que generalmente se correlacionan las variables abióticas dependientes, obteniéndose una falsa información.

- Correlación múltiple paso a paso. Se correlacionan las estructuras y variables abióticas con las biológicas, determinando además el grado de explicación de cada variable biológica por parte de las abióticas.



### APLICACION DEL ANALISIS MULTIVARIABLE

Algunos ejemplos del análisis multivariable se pueden obtener del estudio sobre estructuras taxocenóticas de dinoflagelados realizados en el área comprendida entre Arica y Coquimbo en los meses de verano del año 1981 (Uribe, in literis). En cuanto a la densidad relativa de estos organismos, se presentaron "muy abundantes" frente a Coquimbo, concentración que se prolonga en forma abundante hasta el sur de Antofagasta. En las estaciones próxima a la costa frente a Arica e Iquique no se detectaron ejemplares de este grupo planctónico, mientras que al oeste de las 100 millas frente a Antofagasta se observó una segunda mancha de dinoflagelados de alta densidad relativa (Fig. 5).

De los 53 taxa registrados se seleccionaron 15 especies, eliminando aquellas de baja frecuencia para efectuar el análisis de componentes principales. Este análisis con rotación varimax de los componentes determinó cinco estructuras de dinoflagelados que explicaron el 87.71% de la varianza total:

COMPONENTE	VALOR PROPIO	% ACUMULADO DE LA VARIANZA EXPLICADA
1	3.47	23.18
2	3.10	43.88
3	2.80	62.62
4	2.00	76.02
5	1.75	87.71

Con los valores de los scorer de cada estructura se realizó una zonificación que se comenta a continuación:

Primera estructura: la componen las especies *Ceratium azoricum* Cleve, *C. furca* var. *berghii* Lemmerman, *Gonyaulax polygramma* Stein, *Protoperidinium depressum* (Bailey) Balech y *P. oceanicum* (Vanhöffen) Balech. Estas especies son exclusivas del área frente a Coquimbo (Fig. 6).

Segunda estructura: la componen *Ceratium contortum* var. *longimun* (Karsten) Sournia, *C. trichoceros* (Ehr.) Kofoid, *Ceratocorys horrida* Stein y *Pyrophacus horologicum* Stein. Estas especies se ubican en la sección frente a Antofagasta (Fig. 7).

Tercera estructura: la componen *Ceratium pentagonum* var. *robustum* (Cleve) Jörgensen y *C. tripos* var. *tripodioides*. Estos ejemplares se localizan en la sección frente a Coquimbo, sin embargo, difieren de las del componente 1 o primera estructura, debido a que se presentan en forma muy abundante en estaciones próximas a la costa (Fig. 8).

Del análisis de componentes principales (Q. Modal) se obtuvieron cuatro regiones, las cuales explicaron el 99.99% de la varianza total. Sin embargo, se analizaron las dos primeras debido a que explican el 87%. La figura 9 muestra una amplia región dividida en dos partes: la primera corresponde a las estaciones frente a Coquimbo y la otra al norte de Caldera. La segunda región se ubica frente a Antofagasta, la cual también presenta una división entre las 60 y 80 millas de la costa. En cuanto a la relación entre variables físicas y estructuras de dinoflagelados, se observó lo siguiente:

Primera estructura de dinoflagelados (R. Modal): la masa de agua Subantártica explica el 34.1% de la variabilidad de la primera estructura de dinoflagelados.

Segunda estructura de dinoflagelados (R. Modal): las masas de aguas explicaron el 4.2% de la variabilidad de la segunda estructura. Estas especies tienden a desarrollarse en agua de mezcla.

Tercera estructura de dinoflagelados (R. Modal): la masa de agua Subantártica explica el 38.6% de la variabilidad de la tercera estructura.

No hay una relación entre agua Subtropical con alguna estructura o especie de dinoflagelados. Los porcentajes explicados son estadísticamente bajos, sin embargo, la correlación de 0.61 de la tercera estructura con el Agua Subantártica es significativo ( $P < 0.01$ ). En estos análisis estadísticos hay que considerar que se está correlacionando un parámetro biológico con un índice del parámetro físico, el cual puede tener ciertos limitantes y no caracterizar de manera real la masas de agua en cuestión. Sin embargo, se podría considerar a una especie como indicadora de masas de agua si estas relaciones se repiten con una cierta frecuencia en distintas épocas del año.

Esperamos que este ejemplo sirva de base para proponer una estandarización en los métodos de estudios sobre los indicadores biológicos del fitoplancton marino, que realizan los países del Pacífico Sur Oriental.

## RESUMEN

La alta heterogeneidad en los patrones de distribución de los pigmentos clorofílicos para la costa chilena, ha permitido diferenciar tres estructuras: Area costera, con una alta biomasa fitoplanctónica, que generalmente la componen pequeñas diatomeas de los géneros *Chaetoceros*, *Nitzschia* y *Skeletonema*; la zona oceánica, caracterizada por una baja concentración de pigmentos fotosintéticos y por la presencia de una mayor cantidad de especies de dinoflagelados y, por último, se han detectado lenguas de aguas de elevada biomasa fitoplanctónica que se extiende hasta los 280 kilómetros al oeste de la costa y lenguas de aguas pobres en concentración de clorofila, de origen oceánico que se aproximan a la costa.

El estudio de organismos indicadores para nuestras aguas es más reciente, debido probablemente a la falta de planctólogos experimentados que puedan distinguir anomalías en especies y grupos mayores. Por este motivo se ha abordado una metodología apropiada a un sistema de monitoreo, mediante el análisis multivariable. De esta manera, con taxa infra-específicos y con estructuras taxocenóticas se delimitan áreas geográficas con características abióticas propias.

## LITERATURA CITADA

- Avaria, S., Muñoz, P. & E. Uribe. 1982. Composición y biomasa del fitoplancton marino del norte de Chile en diciembre de 1980 (Operación Oceanográfica MARCHILE XI-ERFEN II). *Ciencia y Tecnología del Mar*, CONA 6: 5-36.
- Avaria, S. & P. Muñoz. 1983. Composición y biomasa del fitoplancton marino del norte de Chile en mayo de 1981 (Operación Oceanográfica MARCHILE XII-ERFEN III). *Ciencia y Tecnología del Mar*, CONA 7 (en prensa).
- Balech, E. & H. Ferrando. 1964. *Fitoplancton marino*. Editorial Universitaria de Buenos Aires. 157 pp.
- Espinoza, F., Neshyba, S. & Z. Maoxiang. 1983. Surface water motion off revealed in satellite images of surface chlorophyll and temperature. *Proceedings of the International Conference on Marine Resources of the Pacific*. 17 pp.

- Estrada, M. 1979. Observaciones sobre la heterogeneidad del fitoplancton en una zona costera del mar Catalán. Investigación Pesquera, 43 (3): 637-666.
- Fonseca, I. 1977. Proceso de surgencia en Punta Curaumilla con especial referencia a la circulación. Tesis Universidad Católica de Valparaíso, 90 pp.
- Pesantes, F. 1979. Distribución de *Ceratium tripos* subs. *semipulchellum* (Jörg.) Graham y Bronikovsky, 1944 (dinoflagellata) en aguas ecuatorianas durante "El Niño" de 1972. Boletín ERFEN 3 (1-2): 8-13.
- Ramírez, B. 1985. Estado actual de los estudios sobre pigmentos vegetales marinos y producción en Chile. Revista de Biología Marina, Valparaíso, 21 (1): 107-149.
- Ramírez, B. & I. Fonseca. 1977. Report on upwelling condition and primary production in the North of Chile. CUEA Newsletter, 6 (4).
- Rodríguez, L., Guzmán, O. & P. Pineda. 1983. Estudio de recursos pelágicos "Programa monitoreo de los recursos pelágicos". II Prospección zona Constitución Isla Mocha. Informe Corporación de Fomento de la Producción, Instituto de Fomento Pesquero. 25 pp. (Mimeo).
- Rojas, B. & M. Estrada. 1976. El fitoplancton en el área de Pimentel. Verano de 1972. Investigación Pesquera, 40 (2): 463-490.
- Rojas, B., Ochoa, N. & O. Gómez. 1982. Los dinoflagelados como indicadores biológicos de masas de agua. Fenómeno "El Niño" 1972. Boletín ERFEN Nº 1.
- Sievers, H. & N. Silva. 1975. Masas de agua y circulación en el Océano Pacífico Sudoriental. Latitudes 18°S y 33°S (Operación Oceanográfica MARCHILE VIII). Ciencia y Tecnología del Mar, CONA 1: 1-67.
- Sievers, H. & N. Silva. 1982. Masas de agua y circulación geostrofica frente a la costa de Chile entre 18°S y 33°S (Operación Oceanográfica MARCHILE VII). Ciencia y Tecnología del Mar, CONA 6: 61-99.
- Silva, N. & D. Konow. 1975. Contribución al conocimiento de las masas de agua en el Pacífico Sudoriental (Expedición Krill, Cruceros 3-4 Julio-Agosto 1974). CPPS, Pacífico Sur, 3: 63-75.
- Uribe, E. 1978. Estudio de las comunidades fitoplanctónicas durante un proceso de surgencia frente a Punta Curaumilla-Valparaíso. Tesis de título. Universidad Católica de Valparaíso. 65 pp.
- Uribe, E. & S. Neshyba. 1983. Phytoplankton pigments from the Nimbus-7 Coastal Zone Color Scanner: coastal waters of Chile from 18 to 40°S. Proceedings of the International Conference on Marine Resources of the Pacific. 8 pp.

- Uribe, E. 1981. Variación morfológica de *Ceratium tripos* en relación al medio ambiente en un área del Pacífico Sudoriental (18° a 33° Lat. S). Tesis Universidad Católica de Valparaíso. 31 pp.
- Uribe, E. 1983. Estudio de la abundancia y composición de fitoplancton durante los cruceros de monitoreo de los recursos pelágicos zona sur (MORPES). 1982. Informe Corporación de Fomento de la Producción, Instituto de Fomento Pesquero. 6 pp. (Mimeo).
- Uribe, E. (in literis). Indicadores biológicos de masas de agua para la zona norte de Chile.

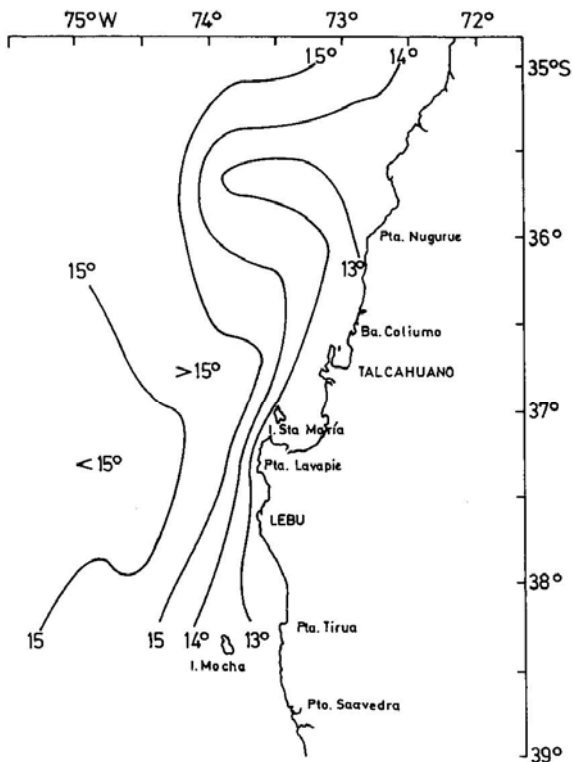
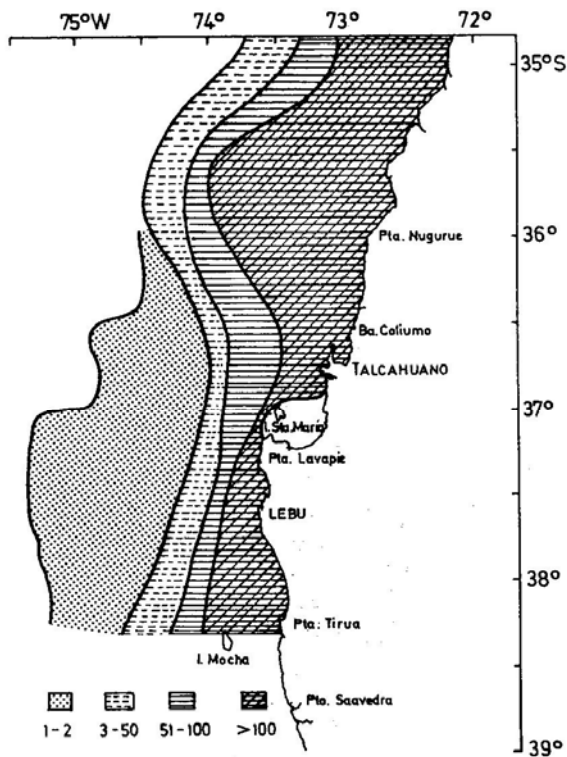


Fig. 1. Distribución de isotermas superficiales, primavera de 1982 (de Rodríguez et al. 1983).



Categorías de densidad relativa de fitoplancton  
(Número de ejemplares)

Fig. 2. Distribución superficial de densidad relativa del fitoplancton, primavera de 1982 (de Uribe 1983).

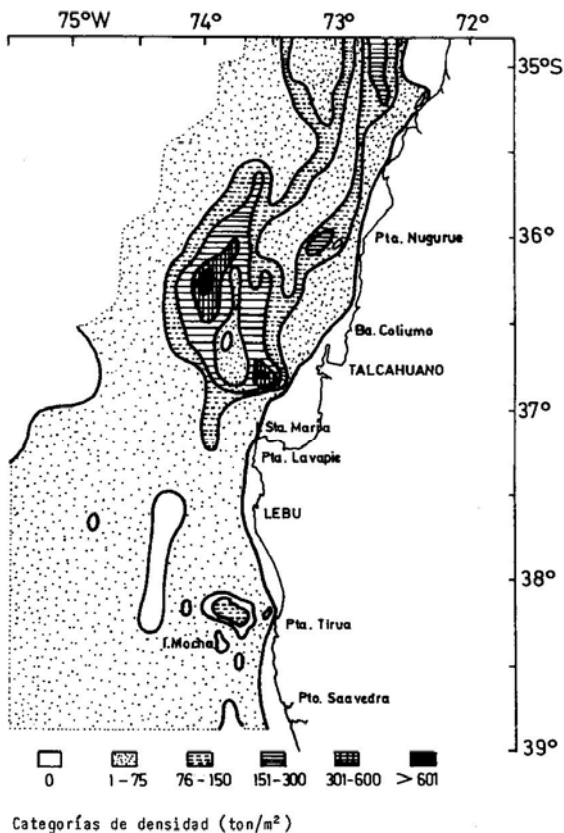


Fig. 3. Distribución de la densidad de peces pelágicos, primavera de 1982 (de Rodríguez et al. 1983).



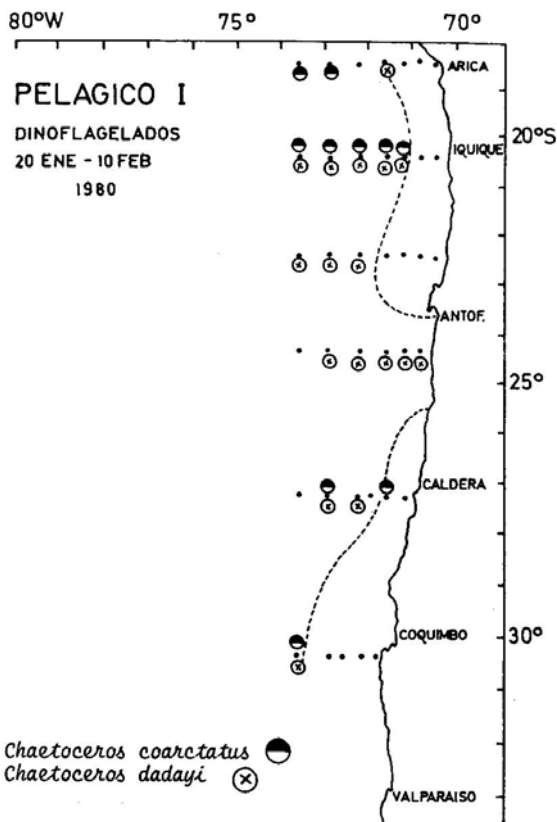


Fig. 4. Presencia de *Chaetoceros coarctatus* y *Ch. dadayi* en la zona oceánica.

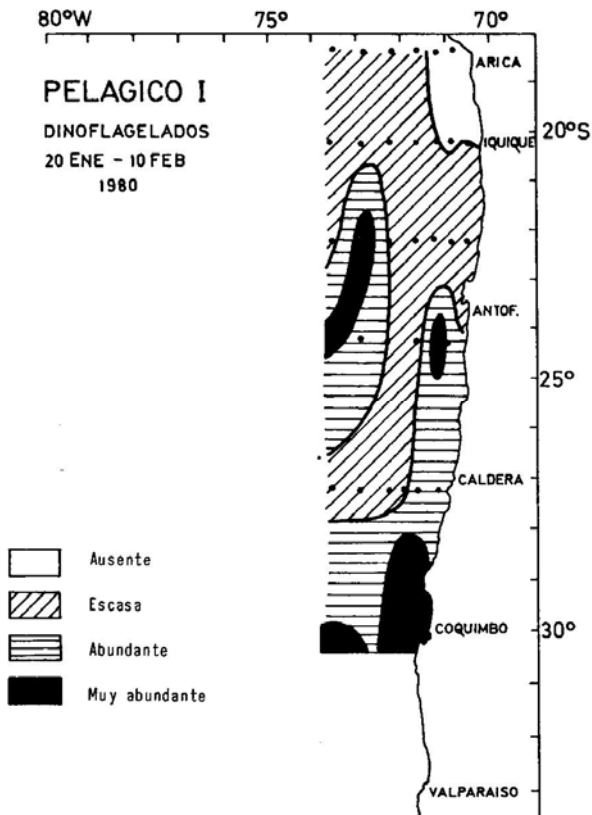


Fig. 5. Distribución de la densidad relativa de dinoflagelados.

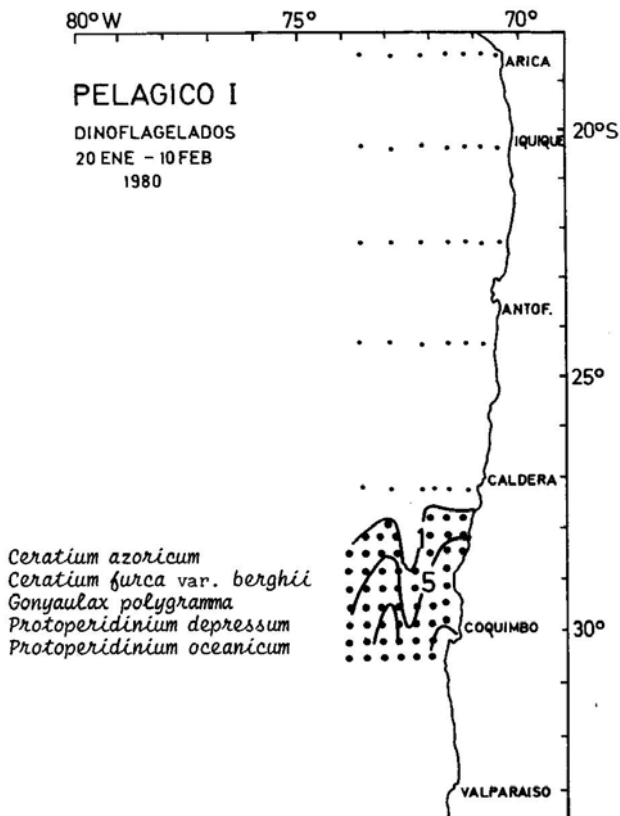


Fig. 6. Distribución de la primera estructura (R Modal).

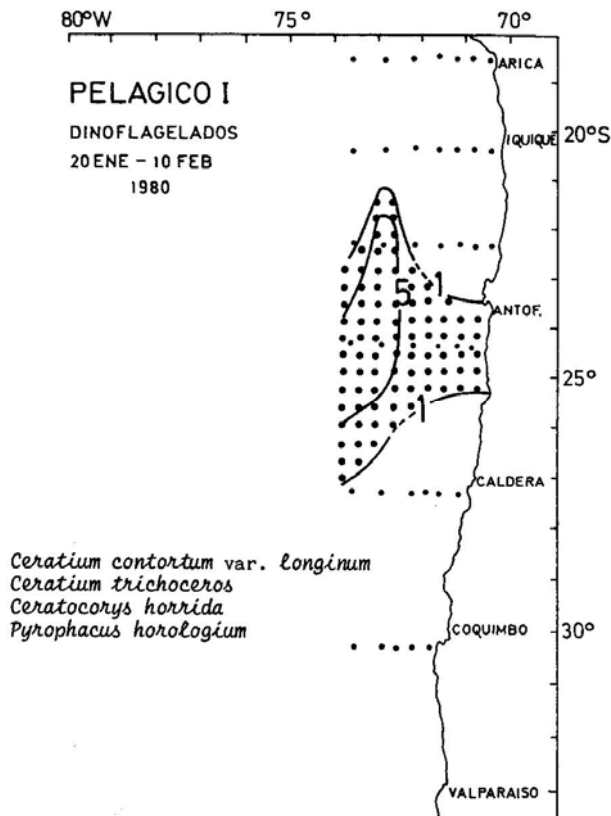


Fig. 7. Distribución de la segunda estructura (R Modal).

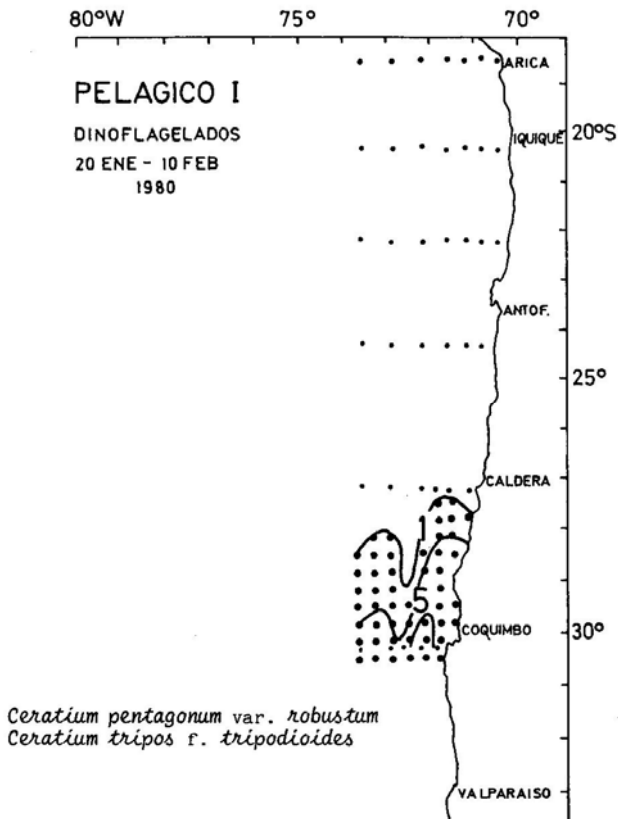


Fig. 8. Distribución de la tercera estructura (R Modal).

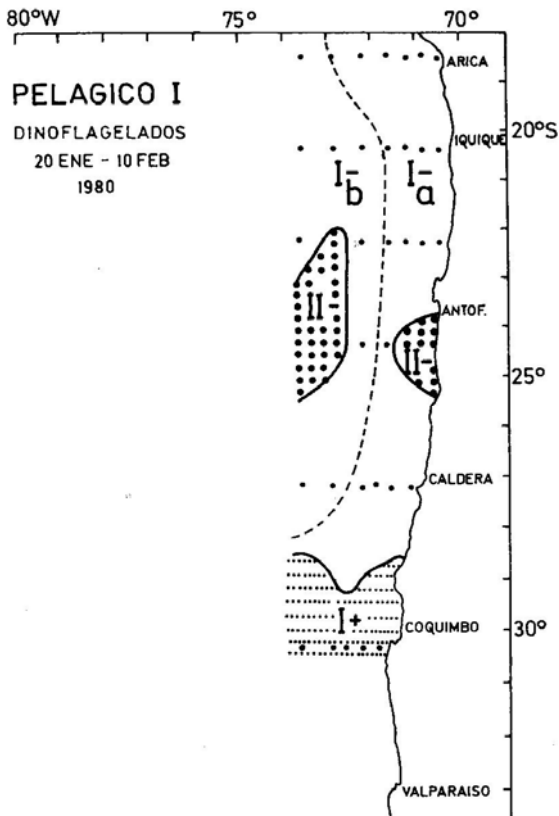


Fig. 9. Regionalización (Q Modal).