

PRESENCIA DE DINOFLAGELADOS TOXICOS DEL GENERO *Dinophysis* EN EL SENO AYSÉN, CHILE. (*)

Trabajo presentado en las XII Jornadas de Ciencias del Mar, Santiago, mayo 1992.

PABLO MUÑOZ¹, SERGIO AVARIA¹, HELLMUTH SIEVERS¹ y ROBERTO PRADO¹

Pablo Muñoz¹, Sergio Avaria¹, Hellmuth Sievers¹ and Roberto Prado¹:
Presence of toxic dinoflagellates, genus *Dinophysis*, in Aysén fjord, Chile.

The serious health problems caused by toxic dinoflagellates during 1991 in the XI and XII Regions of Chile, with results of death in some cases, have resulted in a greater concern of government agencies about these problems and their future implications.

Species of the genus *Dinophysis* are held responsible for severe gastric problems to people of the XI Region who ate bivalve mollusks collected in affected areas.

Initial results of two scientific cruises designed to study the oceanographic characteristics of the Aysén fjord in September 1991 and January 1992 are presented.

The biological samples were collected with phytoplankton nets of various mesh sizes and studied under a photonic Leitz DIALUX 20 microscope and Siemens Autoscan Scanning Electron Microscope. The results are presented in relative abundance index. The presence of these organisms were associated to the distribution of temperature and salinity.

Dinophysis was scarce in September. Only one species, *D. acuta*, was detected and found associated to a large number of dinoflagellates and diatoms. A notable increase in *D. acuminata* and *D. acuta* was observed in January, coinciding with the presence of *Dinophysis rotundata*, high diversity of dinoflagellates and only moderate abundance of diatoms.

The serious consequences of red tide episodes which have occurred recently in Southern Chile emphasize the urgent need for further multidisciplinary studies to gain a better understanding of phytoplankton dynamics, and the dangers to human health.

Key words: phytoplankton, red tide, dinoflagellates, diarrhetic toxin, Aysén, Chile.

¹ Instituto de Oceanología, Universidad de Valparaíso, Casilla 13-D, Viña del Mar, Chile.
(*) Financiamiento: Proyecto FONDECYT 91-0410.

INTRODUCCION

El descubrimiento de una relación estrecha entre intoxicaciones humanas por consumo de bivalvos y la presencia en el agua de ciertas especies del fitoplancton,

ha dado un nuevo auge al estudio en profundidad de ciertos géneros de dinoflagelados. Fue el caso de *Alexandrium* desde 1946 y *Dinophysis* a partir de 1979. La relación entre taxa y poder tóxico ha tomado una importancia considerable en

los últimos años, especialmente para mejorar la eficacia de los sistemas de vigilancia sanitaria que controlan las especies tóxicas en el medio.

El impacto económico negativo de proliferaciones de *Dinophysis*, tanto en Chile como en otros países de América, Asia y Europa, acrecentó el interés por conocer los aspectos tóxicos, ecológicos y de comportamiento de las especies responsables. Hasta el momento se han descrito alrededor de 200 especies de *Dinophysis*, de las cuales una decena han estado asociadas al Veneno Diarreico de Moluscos (VDM). En 1980 se asoció solamente a *D. fortii* como causante de VDM (Yasumoto *et al.* 1980), identificada posteriormente como *Dinophysistoxin-1* por Murata y colaboradores (1982).

La toxina VDM (Veneno Diarreico de Mariscos) es liposoluble, al igual que el VPM (Veneno Paralítico de Mariscos), pero a diferencia de esta última, el VDM no puede ser detectado en forma eficiente por el método tradicional del bioensayo mediante ratones de laboratorio, inyectados con extracto de carne de bivalvos que han filtrado fitoplancton tóxico. Esto refuerza la importancia de la identificación correcta del o los organismos causantes, para manejar la situación ante proliferaciones provocadas por dinoflagelados tóxicos productores de VDM.

En el pasado los problemas gastrointestinales producidos por consumo de moluscos fueron atribuidos a bacterias o virus, pero cada día hay mayores evidencias que la verdadera causa de intoxicaciones masivas de consumidores de bivalvos en Escandinavia, Holanda,

España, Nueva Zelanda, Japón, Estados Unidos y Chile, se deben a proliferaciones de especies tóxicas del género *Dinophysis*. Este tema fue uno de los que suscitó mayor discusión en la Tercera Conferencia Internacional sobre dinoflagelados tóxicos, realizada en 1985 en Canadá (Anderson *et al.* 1985), siendo uno de los problemas que requiere de un mayor esfuerzo de investigación, dada la poca información y escaso conocimiento que se tiene sobre este problema.

Entre los taxa de *Dinophysis* causantes de desórdenes gastrointestinales en las personas, se encuentra *D. acuta*, citada para las aguas de Noruega, y *D. acuminata* en la costa de Holanda, siendo esta última la principal especie productora de VDM (Kat 1985). En relación a la correspondencia entre especie y toxina, Freudenthal & Jijina (1985) mencionan a *D. norvegica* como causante del VDM en el Departamento de Nassau County, EE.UU. Con respecto a intoxicaciones masivas, Dahl & Yndestad (1985) relatan que en el otoño de 1984 varios cientos de personas estuvieron afectadas a causa del VDM en Noruega, después de consumir moluscos provenientes de áreas donde especies de *Dinophysis* habían proliferado. En octubre de ese mismo año, en la costa oeste de Suecia se repite el problema, detectándose la presencia de tres especies de *Dinophysis* asociadas a VDM: *D. acuminata*, *D. acuta* y *D. norvegica* (Krogh *et al.* 1985).

Yasumoto (1985), ratifica que el VDM es también producido por *Dinophysis acuminata* y probablemente lo produzcan otras especies más de este género. En Japón se implementó un programa de monitoreo de VDM a partir de

1984, observándose una buena correlación de toxicidad en moluscos con proliferaciones de *Dinophysis*, constatando que existen especies como *D. fortii* que inducen intoxicación humana, en concentraciones tan bajas como 200 cél/l⁻¹ (Yasumoto *et al.* 1980).

En relación a los estudios taxonómicos del género *Dinophysis* realizados en los últimos años, es importante la revisión de 24 especies del océano Índico efectuada por Taylor (1976). A su vez, un trabajo específico sobre este género lo constituye el de Balech (1980), quien se refiere a las series tabulares de *Dinophysis* en base a muestras recolectadas en aguas marinas de Noruega entre 1962 y 1965. El mismo autor, después de estudiar siete taxa más de este género, destaca la urgente necesidad de describir las especies clásicas de dinoflagelados (Balech 1976).

Es interesante considerar también las observaciones sobre la familia Dinophysiaceae efectuadas por Sournia (1986), quien hace especial referencia al género discutiendo sus principales aspectos taxonómicos, proporcionando importantes antecedentes bibliográficos, entre los cuales incluye publicaciones de especialistas japoneses, que por estar escritas en su propio idioma, son poco conocidas por investigadores de origen latino o anglosajón (Fukuyo 1981, Fukuyo *et al.* 1981). También cabe mencionar el aporte al conocimiento taxonómico del género *Dinophysis* efectuado por Burns & Mitchell (1982), quienes incorporando técnicas de microscopía electrónica, describen ocho especies de este género presentes en el plancton costero de Nueva Zelanda.

Sournia en conjunto con otros autores (1991) efectuó una revisión sobre la distribución mundial de la toxina VDM. Estos autores citan la intoxicación de 3.000 personas en la costa sur de Bretaña y Normandía en 1983, asociándola a la presencia de varias especies de *Dinophysis*, pero sin que pudieran establecer la toxicidad a algunas de ellas en particular. En los Países Bajos se han observado desde 1961 desórdenes gastrointestinales en personas que han consumido moluscos, detectándose en el tracto digestivo de los bivalvos como así también en el agua de mar, a *Dinophysis acuminata* junto a otras especies de *Prorocentrum*. Las concentraciones de *D. acuminata* oscilaron entre 50 y 25.000 cél/l⁻¹.

Entre otros casos, el mismo autor señala 5.000 intoxicaciones registradas en España entre 1978 y 1981, asociadas con *Dinophysis rotundata*, *D. acuta*, *D. caudata* y *D. acuminata*. Mas adelante, en 1984 se reconoció en Suecia el primer caso de VDM asociado con dinoflagelados de este género, siendo de particular importancia las especies *D. acuta* (1.000 - 23.000 cél/l), *D. norvegica* (20.000 cél/l) y *D. acuminata* (1.000 - 9.000 cél/l). En los últimos años se han agregado otros países donde se ha detectado la presencia de VDM asociado con el género *Dinophysis*, tales con Tailandia (*D. caudata*), India (*D. caudata*), Portugal (*D. sacculus*, *D. acuta* y *D. acuminata*), Irlanda (*D. acuminata*, *D. acuta*) y Chile (*D. acuta*).

El conocimiento taxonómico del género *Dinophysis* en aguas marinas de Chile es bastante incipiente. Se ha citado un total de 18 especies por diversos autores que han realizado estudios del fito-

plancton marino entre Arica y Chañaral (Avaria & Muñoz 1983, 1985; Rodríguez *et al.* 1985), en Valparaíso (Avaria & Orellana 1975, Avaria & Muñoz 1982, Alvial & Avaria 1982), en Concepción (Hermosilla 1973a) en Puerto Montt (Lembeye & Campodonico 1984), en Chiloé (Hermosilla 1970), en Aysén (Avaria 1970a) y en Magallanes (Guzmán & Campodonico 1972, Lembeye 1981 a y b). De todas las especies citadas solamente cinco han sido descritas: *D. acuminata* y *D. rotundata* en la bahía de Concepción (Hermosilla 1973a); *D. argus*, *D. caudata* y *D. operculata* en el archipiélago de Juan Fernández (Hermosilla 1973b).

Es indudable que hasta el momento las zonas más afectadas en Chile por proliferaciones del fitoplancton nocivas para la salud humana, con la presencia de dinoflagelados del género *Dinophysis*, corresponden al sur del país, detectándose ya en 1970, 1971 y 1979 en la X Región la presencia de *Dinophysis* sp., probablemente *D. acuta*, en coincidencia con intoxicaciones masivas de personas que consumieron moluscos, quienes presentaron desórdenes gastrointestinales (Guzmán & Campodonico 1975, Lembeye & Campodonico 1984). Con respecto a *D. acuta*, esta especie fue registrada en febrero de 1965 en el canal Jacaf, XI Región, presentándose escasa en el área de estudios (Avaria 1970a). Posteriormente se observó en 1981 en el canal Abra, junto a *Prorocentrum micans* y cistos de *Alexandrium catenella*, asociadas a intoxicaciones leves en tres personas (Lembeye 1981a). Ese mismo año se detectó *D. acuta* junto a otras especies de *Dinophysis*, en el seno Unión y áreas adyacentes (Lembeye 1981b).

En enero de 1991 se presentaron en la XI Región, 120 casos de personas intoxicadas con VDM después de consumir moluscos, siendo responsable de la toxina el dinoflagelado *Dinophysis acuta*, presente en concentraciones de 7 cél./ml. La presencia del VDM estuvo localizada entre los 44° 44' y 46° 00' lat. S, área rica en moluscos, prolongándose esta situación hasta el mes de junio del mismo año (Lembeye 1991). La misma autora y otros colaboradores detectaron *D. acuta* en el contenido gastrointestinal de *Mytilus chilensis*, agregando que esta especie estuvo presente solamente en los fiordos y canales interiores, con bajas salinidades. Además, concluye que los moluscos de la zona intermareal fueron más tóxicos que los de aguas más profundas, confirmando la presencia de ácido okadaico y dinophysistoxina-1, esta última toxina más dominante, en muestras analizadas por Cromatografía Líquida de Alta Resolución (Lembeye *et al.* 1991). Estos resultados sugieren la aplicación de métodos analíticos desarrollados para estos efectos, con el fin de monitorear la toxicidad en moluscos provenientes de la región afectada (Zhao *et al.* 1991).

Estrechamente relacionado con el caso anterior el Instituto de Salud Pública de Chile, a través del análisis de muestras de moluscos proporcionados por el Programa de Sanitización de Moluscos Bivalvos y los Servicios de Salud Regionales del país, practica desde 1990 el bioensayo en ratones para determinación de VDM, correspondiéndole el análisis de 67 muestras de *Mytilus chilensis* provenientes de Aysén, XI Región, encontrando en 22 de ellas la toxina diarreica (Villarreal & Muñoz 1991). Estos investigadores concluyen que para la

salud humana es peligroso cualquier nivel detectable de VDM, manifestándose sus síntomas con diarreas, náuseas, vómitos, dolor abdominal y escalofríos.

Los objetivos de este trabajo consisten en conocer la distribución y densidad de tres especies de *Dinophysis* en el seno Aysén, XI Región, estableciendo relaciones entre la presencia de estos organismos y las condiciones de temperatura y salinidad del agua, en períodos de primavera y verano.

MATERIAL Y METODOS

En el presente trabajo se dan a conocer los antecedentes sobre la distribución y concentración del género *Dinophysis*, sobre la base de los resultados de dos cruces oceanográficos realizados en el seno Aysén, XI Región, en septiembre de 1991 y enero de 1992 con la LEP "Hallef", embarcación de la Armada de Chile acondicionada para estos propósitos. El área de estudio comprendió todo el seno Aysén, realizándose 28 estaciones bio-oceanográficas (Fig. 1).

Las muestras para análisis cualitativo fueron recolectadas con redes de fitoplancton cónicas y bicónicas, de 37, 62, 71 y 125 micrones de tamaño de malla, efectuando arrastres verticales y horizontales en cada una de las estaciones. El material se fijó con formalina al 5 % neutralizada con ácido bórico, incorporándolas a la Colección de Fitoplancton del Instituto de Oceanología de la Universidad de Valparaíso.

En la observación, dibujo y microfotografía de las especies, se utilizó un Microscopio Fotónico Leitz DIALUX 20 con contraste de fases, provisto de un ocular micrométrico Leitz Wetzlar y cámara clara para dibujo. En el análisis fino se utilizó el Microscopio Electrónico de Barrido Siemens Autoscan, de la Universidad de Chile, empleando para la preparación y montaje del material, las técnicas descritas en Hasle & Fryxell (1970). Los resultados del análisis cualitativo se expresan en índices de abundancia relativa (IAR), según procedimiento sugerido por Avaria (1965).

Las muestras para análisis cuantitativo del fitoplancton fueron recolectadas con botellas Niskin de 5 litros de capacidad, en superficie, 5, 10, 20, y 30 metros de profundidad, las cuales fueron fijadas con reactivo de Utermöhl para su recuento posterior. En este análisis se aplicó el método descrito por Utermöhl (1958), tomando en consideración las recomendaciones de UNESCO (1978). Los resultados se expresan en células por litro (cél/l⁻¹).

Las muestras de agua para determinación de salinidad se recolectaron con botellas Hydro-Bios TPN. El análisis de sus concentraciones se efectuó mediante un salinómetro de inducción AUTOLAB, modelo 601, del Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada, expresándose los resultados en Unidades de Salinidad Práctica (PSU). En cuanto a los datos de temperatura, éstos se registraron con termómetros de inversión protegidos.

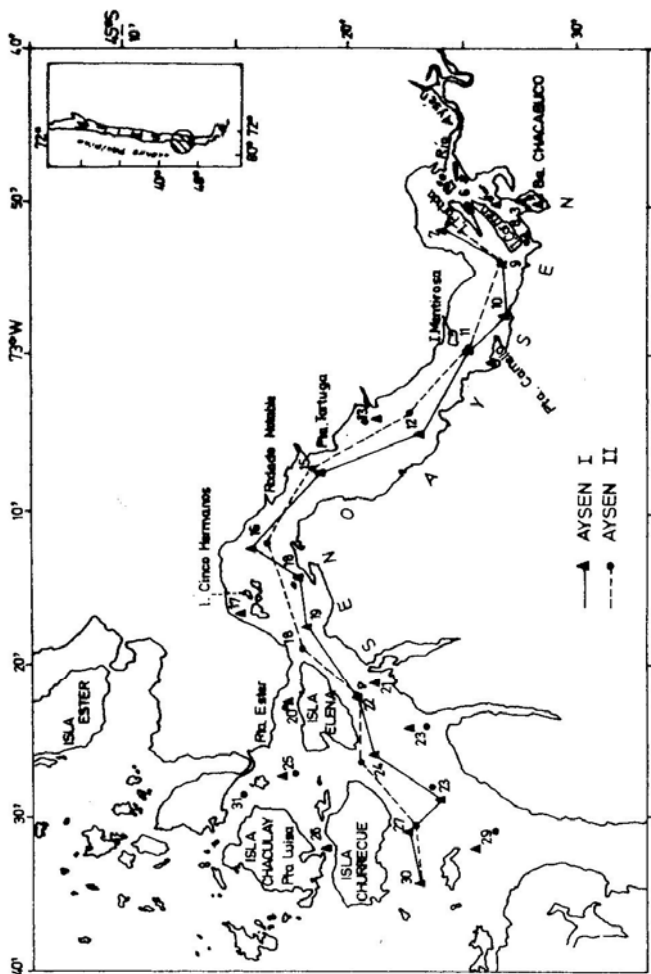


Fig. 1. Ubicación de las estaciones bioceanográficas de los cruces Aysén I y Aysén II.

RESULTADOS

En septiembre de 1991 el fitoplancton del seno Aysén, XI Región de Chile (Fig. 1), se caracterizó por un marcado predominio de las diatomeas sobre los demás grupos que lo conforman, apreciándose un incremento gradual de las especies de aguas continentales desde la boca hacia la cabeza del seno, lugar este último donde se observó una dominancia marcada de las especies dulceacuícolas sobre las marinas.

Los taxa que se distinguieron por su abundancia y frecuencia de aparición en las muestras de red, desde la boca del seno hasta isla Elena, fueron *Chaetoceros lorenzianus*, *Ditylum brightwelli*, *Skeletonema costatum*, *Coscinodiscus perforatus*, *Ceratium macroceros* var. *macroceros*, *C. pentagonum* var. *robustum*, *C. fusus* y *Protoperdinium obtusum*. Entre isla Elena y bahía Chacabuco destacaron *Skeletonema costatum*, *Asterionella formosa*, *Rhizosolenia eriensis* y especies ticopelágicas de los géneros *Navicula*, *Synedra* y *Licmophora*.

En el material recolectado en el área de estudio se pudo observar, si bien en escasa cantidad, al dinoflagelado *Dinophysis acuta*, principalmente en los niveles superficiales de las estaciones ubicadas entre las islas Cinco Hermanos e isla Elena. Sin embargo, un registro interesante de *D. acuta* tuvo lugar frente a punta Camello, presentándose escaso en las muestras de red (Fig. 2). Cabe destacar que *D. acuta* no se detectó en los niveles subsuperficiales, lo que hace suponer que su concentración no representó

peligro para la salud humana en esa época.

El seno Aysén se caracterizó en septiembre por una baja temperatura en la cabeza, inferior a 7 °C, la que fue aumentando hacia su boca, donde alcanzó valores mayores de 9 °C. Este aumento no fue gradual, distinguiéndose en el tercio superior del canal valores menores hacia el sector norte de éste (Fig. 3). En cuanto a la salinidad superficial, ésta aumentó de un agua prácticamente dulce en la cabeza del seno, menor que 2 PSU, a valores mayores de 27 PSU en las proximidades de su boca, gradiente resultante de la influencia del río Aysén, precipitaciones y escurrimiento costero (Fig. 4). A la altura de isla Elena se apreció un fuerte gradiente de temperatura y uno intenso de salinidad, mayor de 10 PSU, constituyendo un frente que marca la transición hacia aguas superficiales más oceánicas.

El cambio en la composición específica del fitoplancton estuvo asociado con la presencia de este frente, situado al sur de isla Elena, donde se observó *D. acuta*, coincidiendo también con una mayor abundancia y diversidad de otras especies de dinoflagelados. En el tercio superior del seno se apreció una marcada dominancia de diatomeas de aguas continentales, respecto a las marinas y al grupo de los dinoflagelados, con amplio predominio de *Skeletonema subsalsum* sobre otros taxa de diatomeas dulceacuícolas, tales como *Asterionella formosa*, *Melosira varians*, *M. granulata* y especies del género *Synedra*.

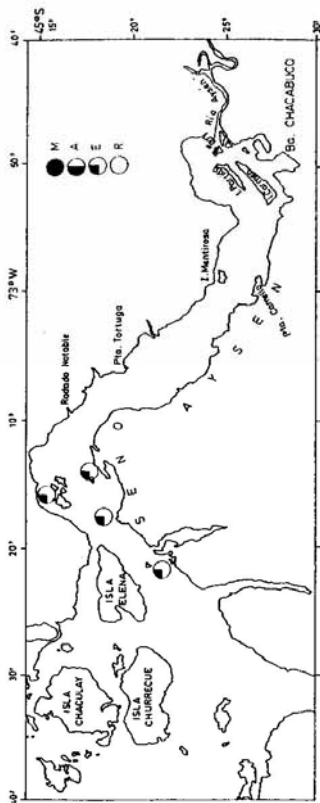


Fig. 2. Distribución superficial de *Dinophysis acuta* durante el cruceo Aysén I, septiembre de 1991 (IAR).

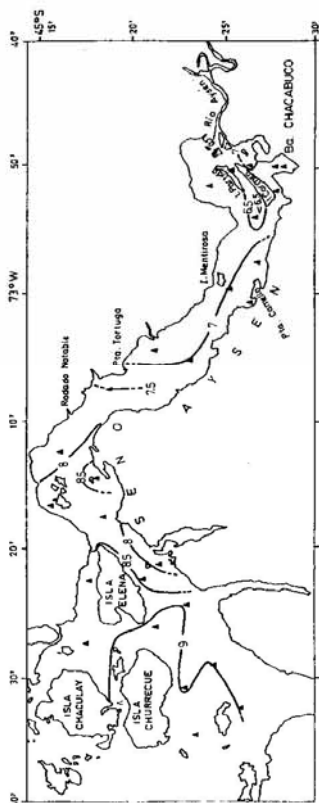


Fig. 3. Distribución superficial de la temperatura durante el cruceo Aysén I, septiembre de 1991 (°C).

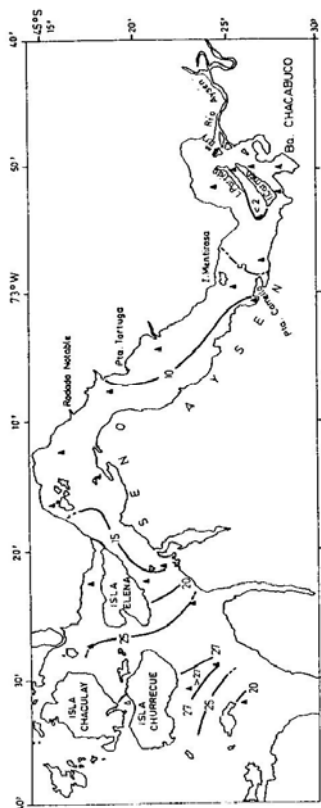


Fig. 4. Distribución superficial de la salinidad durante el crucero Aysén I, septiembre de 1991 (FSU).

La temperatura superficial en enero de 1992 con respecto a septiembre del año anterior, permitió apreciar la gran variabilidad estacional. Las mayores diferencias se presentaron en la mitad superior del seno, donde la temperatura superficial fue aproximadamente 9 °C más alta que en septiembre, alcanzando valores mayores de 16°C (Fig. 5). Esta diferencia fue disminuyendo hacia la boca, en las proximidades de la cual las temperaturas fueron inferiores a 12.5 °C. En esta época de verano se apreció un gradiente térmico en la zona de isla Elena, gradiente que también se observó en la distribución de la salinidad superficial, pero con menor intensidad que en septiembre. Durante el mes de enero el agua superficial en el fondo del saco siguió siendo prácticamente dulce, registrándose salinidades inferiores a 2 PSU, con un aumento gradual hacia el oeste (Fig. 6).

En enero de 1992 se observó un mayor avance de las especies marinas hacia el interior del fiordo. El fitoplankton se caracterizó por una notable variabilidad estacional en su composición específica predominando, en la boca del fiordo, las diatomeas marinas *Nitzschia seriata*, *Rhizosolenia setigera*, *Thalassionema nitzschoides* y *Thalassiosira mendiolana*. Desde isla Elena hacia el interior se observó un fuerte incremento de los dinoflagelados, superando como grupo a las diatomeas antes señaladas, distinguiéndose por su abundancia y frecuencia *Ceratium macroceros* var. *macroceros*, *C. pentagonum* var. *robustum*, *Prorocentrum oceanicum*, *Diplopsalis lenticula*, *Dinophysis acuta* y *D. acuminata*. Las dos últimas especies presentaron especial interés, ya que su concentración se vio

notablemente incrementada en las muestras de red, con respecto a lo observado en septiembre de 1991.

La situación de enero fue diferente a septiembre respecto a los dinoflagelados, ya que se encontraron prácticamente a lo largo de todo el fiordo taxa del género *Dinophysis*, identificándose las especies *Dinophysis acuta*, *D. acuminata* y *D. rotundata*. Estos dinoflagelados son responsables del VDM, y se caracterizaron en esta época por su distribución conjunta en el área de estudio (Lám. I).

De las tres especies de *Dinophysis*, la que más destacó por su abundancia en las muestras de red fue *D. acuta*, distribuyéndose en toda el área, vale decir, desde la boca hasta la cabeza del fiordo. Las zonas de mayor presencia se ubicaron entre las islas Cinco Hermanos e isla Churrecue, en la cabeza del fiordo y en las proximidades de la desembocadura del río Aysén, entre isla Partida e isla Carmen (Fig. 7).

Por su parte, *D. acuminata* se distribuyó en un área semejante a *D. acuta*, pero en menor concentración. Los mayores índices de abundancia relativa se ubicaron entre punta Tortuga e isla Elena, y la bahía de Chacabuco, siendo al igual que *D. acuta*, abundante en la desembocadura del río Aysén, entre las islas Partida y Carmen (Fig. 8). La distribución superficial de *D. rotundata* se restringió hacia las cercanías de las islas Cinco Hermanos, donde se detectó en forma abundante, registrándose también en la cabeza del fiordo, pero en muy escasa cantidad (Fig. 9).

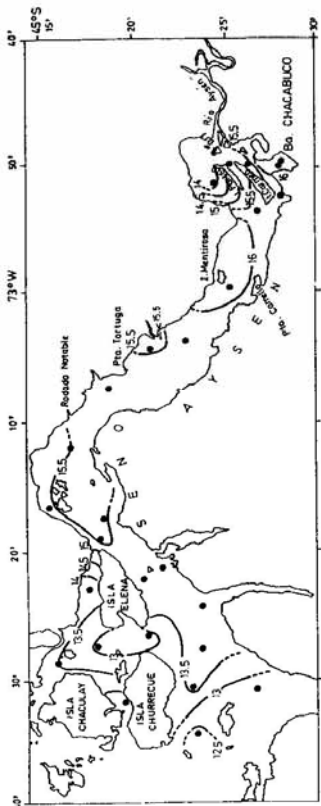


Fig. 5. Distribución superficial de la temperatura durante el crucero Aysén II, enero de 1992 (°C).

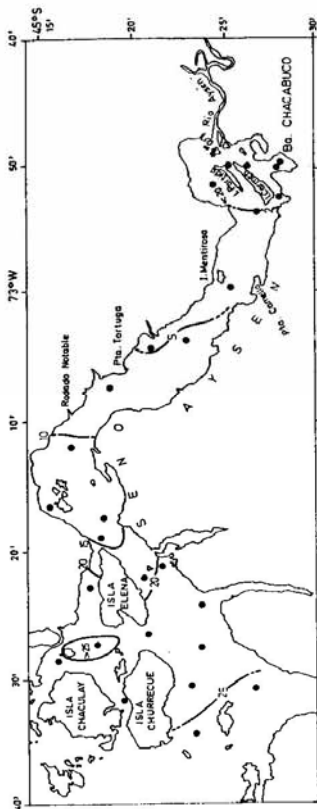


Fig. 6. Distribución superficial de la salinidad durante el crucero Aysén II, enero de 1992 (PSU).

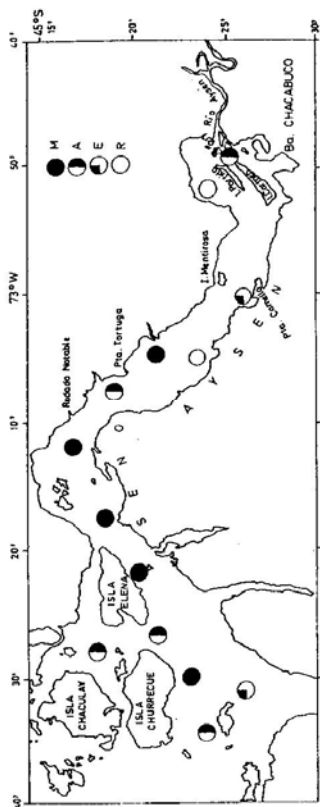


Fig. 7. Distribución superficial de *Dinophysis acuta* durante el crucero Aysén II, enero de 1992 (IAR).

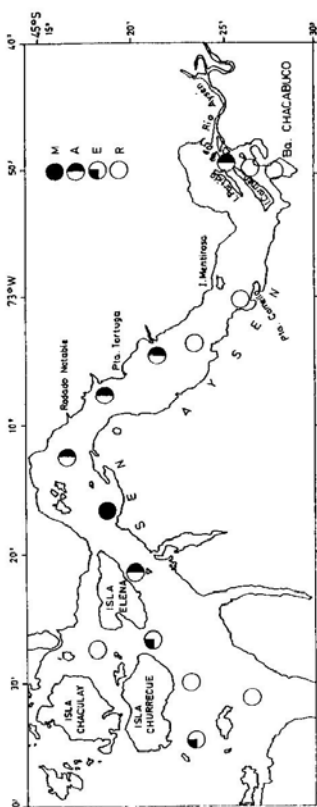


Fig. 8. Distribución superficial de *Dinophysis acuminata* durante el crucero Aysén II, enero de 1992 (IAR).

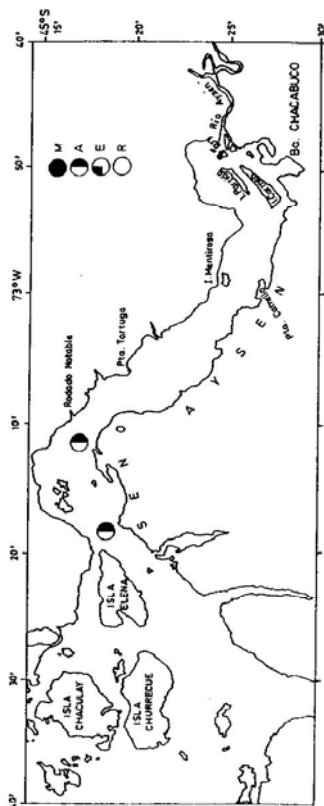


Fig. 9. Distribución superficial de *Dinophysis rotundata* durante el crucero Aysén II, enero de 1992 (IAR).

Los análisis cuantitativos de la distribución vertical de las especies de *Dinophysis* entre superficie y 30 metros de profundidad, evidenciaron solamente la presencia de *Dinophysis acuta* en septiembre de 1991, entre las islas Elena y Churrecue, con una densidad de 100 cél/l⁻¹ a 10 metros de profundidad. En enero de 1992 aumentó considerablemente la presencia de este género en los recuentos, distribuyéndose prácticamente a lo largo de todo el fiordo, en donde *D. acuminata* y *D. acuta* presentaron los valores más altos de células por litro.

En primer término, *D. acuminata* presentó un rango de distribución bastante amplio, desde la cabeza del fiordo hasta las proximidades de Rodado Notable, exclusivamente a 10 metros de profundidad, con densidades que oscilaron entre 200 y 1.000 cél/l⁻¹. Hacia la boca del seno (Fig. 10), esta especie se observó frente a isla Churrecue, entre superficie y 10 metros, con densidades que no superaron las 400 cél/l⁻¹; en el sector de canal Pilcomayo, desde punta Luisa hasta punta Ester, se detectaron concentraciones de 400 cél/l⁻¹, entre superficie y los 5 metros.

En cuanto a la especie *D. acuta*, ésta se extendió desde isla Elena hacia la boca del seno, con densidades que oscilaron entre 100 y 1.200 cél/l⁻¹. Hacia el interior del fiordo se observó esta especie aproximadamente entre Rodado Notable y punta Tortuga, en concentraciones de 100 y 1.100 cél/l⁻¹, a cinco y diez metros de profundidad respectivamente (Fig. 11). En cuanto a *Dinophysis rotundata*, se detectaron ejemplares solamente frente a isla Churrecue, en concentraciones de 300

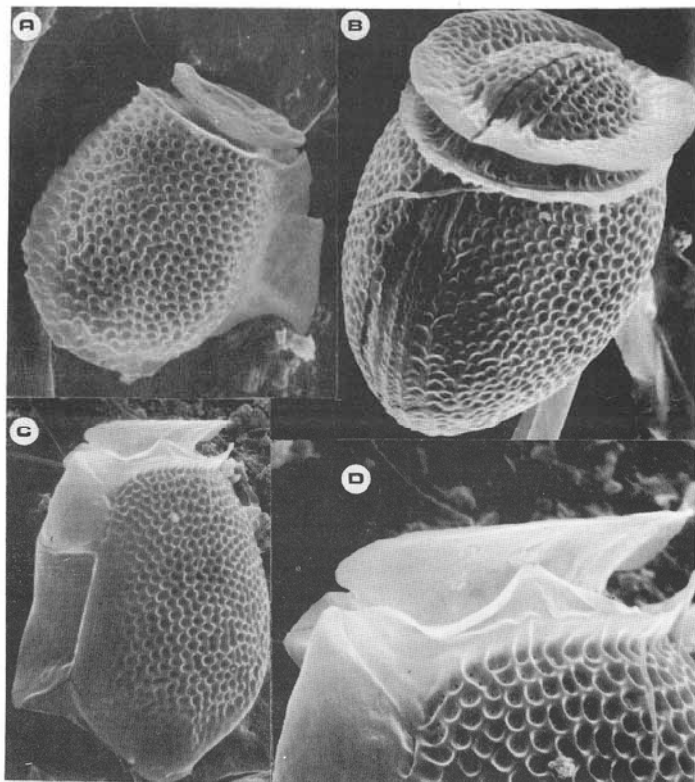
y 200 cél/l⁻¹, en superficie y 10 metros respectivamente.

Se considera de importancia agregar que, resultados del análisis de muestras de red de un crucero posterior, efectuado en mayo de 1992, señalaron la presencia de algunos ejemplares de *Alexandrium catenella* hacia la boca del fiordo Aysén, frente a la isla Churrecue. El hallazgo de esta especie, cuyas proliferaciones han producido repetidas intoxicaciones en seres humanos por consumo de moluscos bivalvos en Magallanes durante los últimos años, no había sido antes registrado en la XI Región.

DISCUSION

Los efectos de los fenómenos de marea roja registrados recientemente en el sur de Chile, plantean la urgente necesidad de apoyar estudios multidisciplinarios sobre esta problemática, con la finalidad de mejorar el conocimiento de la dinámica del fitoplancton, en especial lo relativo a aquellas especies nocivas para la salud humana. Los serios problemas ocasionados por dinoflagelados tóxicos en la XI y XII Región del país durante 1991 y 1992, con consecuencias fatales en algunos casos, ha motivado una mayor preocupación de las autoridades sobre estos acontecimientos y su implicancia futura. Especies del género *Dinophysis* fueron responsables de severos desórdenes gastrointestinales en personas de la XI Región, quienes consumieron moluscos bivalvos provenientes de áreas afectadas a comienzos de 1991 (Lembeye 1991).

Con respecto a las características del género *Dinophysis*, la distinción entre éste y *Phalacroma* no es reconocido por



Lám. I. Dinoflagelados del género *Dinophysis* observados en el microscopio electrónico de barrido.

A). *D. acuminata* (1400 x) B). *D. rotundata* (1.792 x). C) y D). *D. acuta* (896 x; 2240 x).

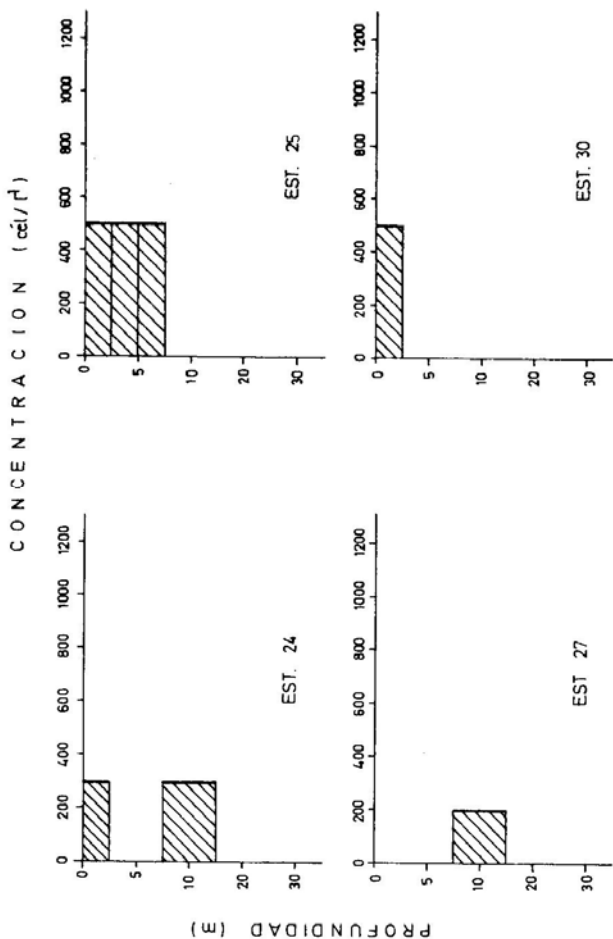


Fig. 10. Distribución vertical de *Dinophysis acuminata* durante el crucero Aysén II, enero de 1992 (cél/l⁻¹).

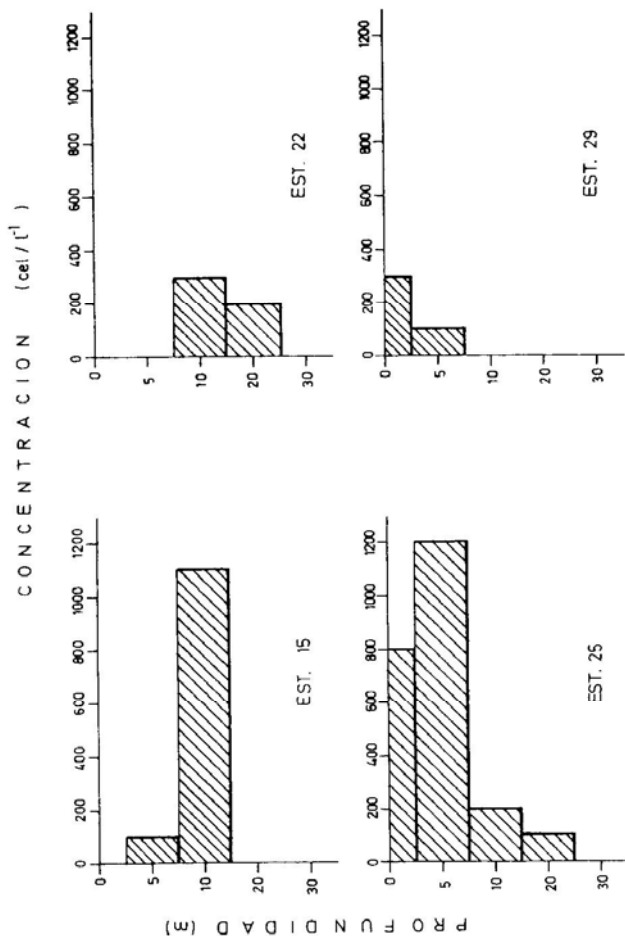


Fig. 11. Distribución vertical de *Dinophysis acuta* durante el crucero Aysén II, enero de 1992 (cél/l⁻¹).

Abé (1967) y Balech (1971, 1976), en cambio Hallegraeff & Lucas (1988) reconocen ambos géneros, otorgando un carácter nerítico y fotosintético al primero, oceánico y heterótrofo al segundo. Agregan que existen células en fase de crecimiento que contienen numerosos cloroplastos café-rojizos en contraste con las células senescentes, cuya pigmentación está reducida a plastidios agregados en una masa central anaranjada.

El género *Dinophysis* es de amplia distribución en todos los mares del mundo, particularmente en zonas neríticas. Las proliferaciones de especies tóxicas raramente están asociadas a cambios en la coloración del agua, debido a que sus concentraciones más altas no sobrepasan valores de 20.000 cél/l⁻¹.

Se ha podido observar además, que las proliferaciones de *Dinophysis fortii* se forman por efectos de división celular, sumado a la acumulación física por discontinuidad de dos corrientes, surgencias y corrientes de marea; el régimen de corrientes superficiales parece jugar un rol muy importante en esta acumulación de células de *Dinophysis*. En cuanto a la densidad, el máximo estacional de *D. acuminata* en Holanda se da en verano (10.000 cél/l⁻¹), con salinidades entre 30 y 33 PSU y vientos suaves. La densidad disminuye con vientos de mayor intensidad, debido a que las especies de *Dinophysis* son más sensibles que otros dinoflagelados a los efectos de la turbulencia. En cuanto a las concentraciones máximas de *Dinophysis*, la mayor registrada fue una proliferación de *D. acuminata*, que alcanzó a 1 millón de células por litro (Sournia *et al.* 1991).

Las variaciones en concentración de *Dinophysis* en bahías y estuarios pueden deberse a fenómenos físicos tales como estratificación, corrientes superficiales residuales, vientos dominantes; a un determinismo interno ligado a la biología de la especie, como germinación de quistes invernales y multiplicación de células vegetativas y al aporte de nutrientes o a factores de crecimiento (Lassus *et al.* 1988). Por otra parte se ha podido establecer que existe una relación entre la temperatura del agua y la toxicidad. Resultados obtenidos en Francia, Holanda y Escandinavia demuestran que concentraciones de 200 cél/l⁻¹ a 20°C son inocuas, en contraste a concentraciones de 30 cél/l⁻¹, que a 10°C provocan una fuerte toxicidad (Sournia *et al.* 1991).

Las condiciones meteorológicas favorables a la estabilidad del agua y la circulación marina, propicias a la acumulación pasiva de células, juegan un papel preponderante en el desarrollo de episodios tóxicos provocados por *Dinophysis*. No se ha encontrado una relación directa entre proliferaciones de *Dinophysis* y macronutrientes, sin embargo, podría considerarse la existencia de una relación desfasada en el tiempo que considere un flujo de nutrientes, más que su concentración instantánea. En lo concerniente a los micronutrientes, ningún resultado experimental ha permitido establecer una relación entre el desarrollo de *Dinophysis* y la presencia de hierro, cobre y vitamina B12, reconocidos por tener influencia en la multiplicación de otros dinoflagelados (Okaichi 1983).

La integración de especies de *Dinophysis* en la comunidad fitoplanctónica a través de las sucesiones estaciona-

les, es más importante a considerar que el conjunto de condiciones hidrológicas encontradas durante las proliferaciones. Las comunidades dominadas por *Prorocentrum* son a menudo citadas como acompañantes de *Dinophysis*, determinadas por análisis de correspondencia (Holligan *et al.* 1980); ello se debería a una cierta similitud entre los requerimientos fisiológicos de los dos géneros. Por otra parte, se ha utilizado como especie indicadora a la diatomea *Lauderia borealis* por proliferar antes de los brotes de *Prorocentrum*, acompañados por aumento de *Dinophysis*.

Las dificultades encontradas para el cultivo de *Dinophysis* son tales, que aún se mantiene en la nebulosa las exigencias tróficas de las especies tóxicas del género, como también su ciclo biológico y varios aspectos ecológicos. Esto conlleva a que en la actualidad las especies de este género sean más conocidas desde el punto de vista toxicológico, que por su ecología y comportamiento.

Informaciones convergentes de diferentes partes del mundo, permiten saber que *D. acuta* y *D. acuminata* efectúan migraciones verticales diurnas hacia la superficie, detectándose en ellas divisiones sincrónicas al amanecer. Se sabe que la estabilidad de la columna de agua, la estratificación térmica o halina, los efectos de las mareas, los procesos de surgencia y las corrientes oceánicas, tienen un rol importante en los procesos de transporte y acumulación de *Dinophysis* a lo largo de la costa. Se han identificado especies indicadoras que permiten predecir a corto plazo las apariciones de *Dinophysis*, como es el caso del dinoflagelado *Gonyaulax spinifera* en Japón, y de

las diatomeas de los géneros *Rhizosolenia*, *Lauderia* y *Nitzschia* en Europa.

Las graves consecuencias de la ocurrencia de fenómenos de marea roja en todo el mundo, ha motivado numerosas investigaciones que han revelado importantes detalles sobre toxinas de organismos del fitoplancton y otros metabolitos marinos bioactivos. En el mismo sentido, se han incrementado enormemente las investigaciones taxonómicas tendiente a la identificación correcta y segura de los dinoflagelados causantes de estos fenómenos, como también a aquellos concernientes a la distribución de los mismos e identificación de sus quistes.

Los mayores esfuerzos de investigación se han centrado en la sistemática de los géneros *Alexandrium*, *Ptychodiscus*, *Pyrodinium* y *Gymnodinium*, todos los cuales tienen especies productoras de VPM, neurotoxina que causa la muerte en seres humanos por consumo de moluscos transvectores de la toxina. El descubrimiento mas reciente de la relación entre la toxina causante de VDM y las proliferaciones del género *Dinophysis*, explican que este problema haya recibido menor atención a nivel mundial en lo referente a aspectos taxonómicos, ecológicos, bioquímicos, farmacológicos y de manejo relacionados con proliferaciones de *Dinophysis*.

En el aspecto sistemático, hay numerosas publicaciones extranjeras sobre dinoflagelados en general, pero muy pocas referidas al género *Dinophysis* en particular. Entre las últimas, la mayoría son antiguas y no incorporan técnicas de microscopía electrónica en la diferenciación

de los taxa. En lo que se refiere a distribución de especies, existe mayor información debido a que se han intensificado las investigaciones desde que se descubrió la presencia de VDM asociada a *Dinophysis*. Estas investigaciones se han efectuado particularmente en países europeos, cuyas exportaciones de moluscos se ven seriamente afectadas como consecuencia de fenómenos de marea roja causadas por otras especies tóxicas o proliferaciones de *Dinophysis*.

En Chile, en la mayoría de las investigaciones publicadas por diversos autores, se ha detectado la presencia de especies de dinoflagelados del género *Dinophysis*, limitándose sólo a identificarlos sin efectuar análisis taxonómico de ellos (Avaria & Orellana 1975, Alvial & Avaria 1982, Avaria & Muñoz 1982, 1983 y 1985, Avaria *et al.* 1982). Por otra parte, en fenómenos de marea roja causados por otros dinoflagelados y ciliados, se advierte la presencia de *Dinophysis* como especie asociada a estos eventos, sin que estos llegaran a proliferar (Avaria 1970b, 1976; Avaria & Muñoz 1987).

La toxicidad en moluscos causada por proliferación de especies del género *Dinophysis*, son recurrentes en la X y XI Región; se conoce que dichas especies tienen una amplia distribución mundial y que en Chile se las registra desde Arica a Punta Arenas, no pudiéndose descartar la ocurrencia de fenómenos similares a los de Puerto Montt y Aysén en cualquier punto del litoral chileno. Además, se ha comprobado que algunas especies de *Dinophysis* producen intoxicación humana cuando se presentan en baja concentración en el plancton, no estando siempre asociada su proliferación a cam-

bios del color del agua de mar, como ocurre en los fenómenos producidos por otras especies del fitoplancton.

CONCLUSIONES

Los antecedentes expuestos llevan a pensar en la necesidad de estimular la investigación taxonómica sobre los dinoflagelados, para determinar las especies presentes en el plancton de aguas chilenas y conocer su distribución espacial y temporal, con el objeto de identificar zonas de probable ocurrencia de mareas rojas tóxicas, a lo largo de nuestro litoral.

En nuestro país, los resultados de investigaciones de esta naturaleza repercutirán en la toma de decisiones ante la presencia de nuevos casos de marea roja, que involucren aspectos de manejo pesquero, prevención sanitaria y educación de la comunidad. Con la base de información obtenida se podrán constituir sistemas de vigilancia efectivos, que lleven a una rápida identificación de los organismos que tienen la particularidad de formar mareas rojas, con especial énfasis en aquellos tóxicos, entre los cuales se encuentran las especies del género *Dinophysis*. Igualmente, al confeccionar mapas de distribución de estos taxa, se podrán determinar sectores libres de toxicidad para desarrollar proyectos de maricultura, ya sea en el mediano o largo plazo.

Al ampliarse la cobertura de estudio de los dinoflagelados causantes de mareas rojas tóxicas, es indudable la necesidad de contar con la participación de otras disciplinas científicas, para resolver en forma integral estos problemas. Así se

podrá actuar en forma coordinada ante la aparición súbita de fenómenos de marea roja y, planificar estudios científicos que permitan establecer medidas adecuadas de manejo en áreas donde se conoce que el fenómeno es recurrente. Al respecto, es importante el apoyo de bioquímicos y farmacólogos, como así también los sectores del área productiva, salud, educación y de la Armada. Es necesario también mantener una vigilancia estricta en aquellos sectores donde se realizan cultivos marinos, a manera de una prevención eficaz.

Se sabe que no es posible por el momento controlar este tipo de fenómenos naturales en el ambiente, ni que tampoco existen antídotos contra las toxinas producidas por los dinoflagelados, pero la existencia de un buen plan de manejo de las áreas de pesca afectadas, un eficiente control toxicológico de las mismas y un programa adecuado de educación pública, debidamente coordinados, disminuirán notablemente los riesgos y efectos debido a la aparición de nuevos fenómenos de marea roja en nuestro país.

La determinación correcta de las especies de dinoflagelados es la base para el entendimiento y eventual predicción de los fenómenos de marea roja. Este hecho adquiere mayor importancia cuando es necesario diferenciar especies causantes de mareas rojas tóxicas pertenecientes a un mismo género, de aquellas responsables de mareas rojas inocuas.

El desarrollo de la investigación

científica sobre esta materia, además de contribuir a mejorar el conocimiento del fitoplancton marino en Chile, será de indudable valor para el manejo de áreas afectadas por mareas rojas, como también para establecer sistemas de vigilancia biológica o monitoreo en las zonas de más probable ocurrencia. Por otra parte, será posible entregar mejores antecedentes científicos a las autoridades encargadas de tomar decisiones, para proteger la economía costera y la salud humana en áreas afectadas por proliferaciones de dinoflagelados tóxicos. Se espera a futuro la formación de equipos de investigación interdisciplinarios, que cubran los aspectos biológicos, oceanográficos, bioquímicos, farmacológicos, médicos y de manejo involucrados en los fenómenos de marea roja.

En síntesis, es recomendable aumentar el conocimiento sobre los aspectos taxonómicos del fitoplancton, dinámica de las comunidades y sus interrelaciones, como así también los cultivos en laboratorio de las especies involucradas en estos eventos; incentivar los estudios de campo, para dimensionar la problemática en base a diseños de investigación apropiados; formular un programa nacional de estudios de fenómenos de marea roja y otras proliferaciones nocivas del fitoplancton, recurriendo a los medios e instituciones disponibles en el país, bajo una coordinación adecuada. En el intertanto, se debe educar a la comunidad por medio de programas preventivos de salud pública, de indudable beneficio para todos.

AGRADECIMIENTOS

Se reconoce y agradece muy sinceramente el amplio apoyo brindado por la Armada de Chile para la realización de este estudio, en especial a los oficiales y dotación de la L.E.P. "Hallef", por su colaboración en la recolección de datos y muestras. Se agradece también a la Gobernación Marítima de Puerto Aysén y a la Capitanía de Puerto de Puerto Chacabuco, por su valioso apoyo logístico. De igual forma, se extienden los agradecimientos al Vice-Almirante (R) Sr. Jorge Sepúlveda Ortiz, colonno de la zona, quien dispuso las instalaciones de tierra para la habilitación de los laboratorios. Finalmente nuestro reconocimiento a la empresa Pesca-Chile de Puerto Chacabuco, al disponer de las cámaras frigoríficas para el almacenamiento de las muestras.

LITERATURA CITADA

- Abé, T.H. 1967. The armoured dinoflagellata: II. Prorocentridae and Dinophysidae (B) *Dinophysis* and its allied genera. Publications of the Seto Marine Biological Laboratory, 15 (1): 37-78.
- Alvial, A. & S. Avaria. 1982. Proliferación de primavera del fitoplancton de la bahía de Valparaíso. II. Dinámica de las comunidades. Revista de Biología Marina, Valparaíso, 18 (1): 1-56.
- Anderson, D.M., White, A.W. & D.G. Baden. 1985. Toxic Dinoflagellates, 561 pp. Elsevier - New York.
- Avaria, S. 1965. Diatomeas y silicoflagelados de la bahía de Valparaíso. Revista de Biología Marina, Valparaíso, 12: 61-119.
- Avaria, S. 1970a. Fitoplancton de la Expedición del "Doña Berta" en la zona Puerto Montt-Aysén. Revista de Biología Marina, Valparaíso, 14(2): 1-17.
- Avaria, S. 1970b. Observación de un fenómeno de marea roja en la bahía de Valparaíso. Revista de Biología Marina, Valparaíso, 14 (1): 1-5.
- Avaria, S. 1976. Marea roja en la costa central de Chile. Revista de Biología Marina, Valparaíso, 16 (1): 95-111.
- Avaria, S. & P. Muñoz. 1982. Producción actual, biomasa y composición específica del fitoplancton de la bahía de Valparaíso en 1979. Revista de Biología Marina, Valparaíso, 18 (2): 129-157.
- 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: 109-140.
- Avaria, S. & P. Muñoz. 1985. Efectos del fenómeno de "El Niño" sobre el fitoplancton marino del norte de Chile en diciembre de 1982 (Operación Oceanográfica MARCHILE XIV-ERFEN V). Ciencia y Tecnología del Mar, CONA 9: 3-30.
- Avaria, S. & P. Muñoz. 1987. Effects of El Niño 1982-1983 on the marine phytoplankton off Northern Chile. Journal Geophysical Research, 92(C13): 14.369-14.382.
- Avaria, S & E. Orellana. 1975. Estudios de ecología fitoplanctónica en la bahía de Valparaíso. III. Fitoplancton 1972-73. Revista de Biología Marina, Valparaíso, 15 (3): 207-226.

- 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.
- Balech, E. 1971. Microplankton de la campaña oceanográfica Productividad III. Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia", Hidrobiología, 3 (1): 1-202, pl. 1-39.
- Balech, E. 1976. Some Norwegian *Dinophysis* species (Dinoflagellata). Sarsia 61: 75-94.
- Balech, E. 1980. On the thecal morphology of dinoflagellates with special emphasis on circular and sulcal plates. Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México, 7 (1): 1-196.
- Burns, D.A. & J.S. Mitchell. 1982. Dinoflagellates of the genus *Dinophysis* Ehrenberg from New Zealand coastal waters. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research, 16: 289-298.
- Dahl, E. & M. Yndestad. 1985. Diarrhetic Shellfish Poisoning (DSP) in Norway in the Autumn 1984 related to the occurrence of *Dinophysis* spp. In: Anderson, D.M., White, A.W. & D.G. Baden (eds.). Toxic Dinoflagellates, pp. 495-500. Elsevier - New York.
- Freudenthal, A. & J. Jijina. 1985. Shellfish poisoning episodes involving or coincidental with dinoflagellates. In: Anderson, D.M., White, A.W. & D.G. Baden (eds.), Toxic Dinoflagellates, pp. 461-466. Elsevier - New York.
- Fukuyo, Y. 1981. Dinoflagellates in Sanriku coast, northern part of Japan. I. *Prorocentrum*, *Dinophysis*, *Ceratium*. Akashiwo Kenkyukai guide book, Fishery Agency, Tokyo, 2, 60 pp.
- Fukuyo, Y., Toyoda, Y. & S. Miyazaki. 1981. Dinoflagellates found in Sanriku coast. I. Genus *Dinophysis*. Atsuchi Marine Research Center Report, 7: 13-23, incl. pl. 1-5
- Guzmán, L. & I. Campodonico. 1972. Fitoplancton de red en Puerto Edén, Chile (26 de marzo al 2 de abril de 1971). Anales del Instituto de la Patagonia, 3 (1-2): 209-219.
- Guzmán, L. & I. Campodonico. 1975. Marea roja en la región de Magallanes. Instituto Patagonia Serie monografía, N°9, 44 pp.
- Hallegraeff, G.M. & I.A.N. Lucas. 1988. The marine dinoflagellate genus *Dinophysis* (Dinophyceae) photosynthetic, neritic and nonphotosynthetic, oceanic species. Phycologia, 27 (1): 25-42.
- Hasle, G.R. & G.A. Fryxell. 1970. Diatoms: cleaning and mounting for light and electron microscopy. Transactions American Microscopical Society, 89 (4): 469-474.
- Hermosilla, J. 1970. Contribución al conocimiento sistemático de los dinoflagelados y tintinidos del estero de Castro, Chiloé, Chile. Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción, 42:81-87.
- Hermosilla, J. 1973a. Contribución al conocimiento sistemático de los dinoflagelados de la bahía de Concepción, Chile. Gayana Zoológica, 24: 1-149.
- Hermosilla, J. 1973b. Contribución al conocimiento sistemático de los dinoflagelados y tintinidos del archipiélago de Juan Fernández. Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción, 46: 11-36.

- Holligan, P.M., Maddock, L. & Dodge, J.D. 1980. The distribution of dinoflagellates around the British Isles in July 1977: a multivariate analysis. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 60 (4): 851-867.
- Kat, M. 1985. *Dinophysis acuminata* blooms, the distinct cause of dutch mussel poisoning. In: Anderson, D.M., White, A.W. & D.G. Baden (eds.). *Toxic Dinoflagellates*, pp. 73-77. Elsevier New York.
- Krogh, P., Edler, L., Graneli, E. & U. Nyman. 1985. Outbreak of Diarrhetic Shellfish Poisoning on the west coast of Sweden. In: Anderson, D.M., White, A.W. & D.G. Baden (eds.). *Toxic Dinoflagellates*, pp. 501-503. Elsevier - New York.
- Lassus, P., Bardouil, M., Berthomé, J.P., Maggi, P., Truquet, P. & LE Déan, L. 1988. Seasonal occurrence of *Dinophysis* sp. along the French coast between 1983 and 1987. *Aquatic Living Resources*, 1: 155-164.
- Lembeye, G. 1981a. Segunda aparición del veneno Paralítico de los Mariscos (VPM) asociado a *Gonyaulax catenella*, en Magallanes (Chile), 1981. *Anales del Instituto de la Patagonia*, 12: 273-276.
- Lembeye, G. 1981b. Estructura del fitoplancton asociado a la presencia del Veneno Paralítico de los Mariscos en seno Unión y áreas adyacentes (Magallanes, Chile), 1981. *Anales del Instituto de la Patagonia*, 12: 277-288.
- Lembeye, G. 1991. In: *Red Tide Newsletter*. M. Murphy (ed.), 4(2-3), p. 24.
- Lembeye, G. & I. Campodonico. 1984. First record bloom of the dinoflagellate *Prorocentrum micans* Ehr. in South-Central Chile. *Note. Botanica Marina*, Vol. XXVII, pp. 491-493.
- Lembeye, G., Yasumoto, T., Zhao, J. & R. Fernández. 1991. *Dinophysis acuta* in the Northern Chilean fiords. Abstract Fifth International Conference on Toxic Marine Phytoplankton. Newport, Rhode Island, USA, p. 74.
- Murata, M., Shimatani, M., Sugitani, H., Oshima, Y. & T. Yasumoto. 1982. Isolation and structural elucidation of the causative toxin of the Diarrhetic Shellfish Poisoning. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, 48 (4): 549-552.
- Okaichi, T. 1983. Marine environmental Studies on outbreaks of red tides in Neritic waters. *Journal of the Oceanographical Society of Japan*, 39: 267-278.
- Rodríguez, L., Zárate, O. & E. Oyarce. 1985. "Marea roja" en la bahía San Jorge, Antofagasta, durante septiembre y octubre de 1982. *Revista de Biología Marina, Valparaíso*, 21 (2): 273-294.
- Sournia, A. 1986. Atlas du phytoplancton marin. Volume 1. Cyanophycées, Dictyochophycées, Dinophycées, Raphidophycées. Editions du CNRS, 219 pp.
- Sournia, A., Belin, C., Berland, B., Erard-Le Denn, E., Gentien, P., Grzebyk, D., Marcaillou-Le Baut, C., Lassus, P. & F. Partensky. 1991. Le phytoplancton nuisible des côtes de France, de la Biologie à la Prévention. Centre National de la Recherche Scientifique, 154 pp.
- Taylor, F.J.R. 1976. Dinoflagellates from the International Indian Ocean Expedition. A report on material collected by the R.V. "Anton Bruun" 1963-1964. *Bibliotheca Botanica*, 132: 1-234.

- UNESCO. 1978. Phytoplankton. Monographs on Oceanographic Methodology, 6, 337 pp.
- Utermöhl, H. 1958. Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton Methodik. Mitteilungen der internationale Vereinigung für theoretische Limnologie, 9: 1-38.
- Villarroel, O. & P. Muñoz. 1991. Episodios de marea roja y monitoreo de las toxinas paráliticas y diarreicas en Chile. Alimentos, 5(16): 5-8.
- Yasumoto, T., Oshima, Y., Sugawara, W., Fukuyo, Y., Oguri, H., Igarashi, T. & N. Fujita. 1980. Identification of *Dinophysis fortii* as the causative organism of Diarrhetic Shellfish Poisoning. Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries, 46 (11): 1405-1411.
- Yasumoto, T. 1985. Recent progress in the chemistry of dinoflagellate toxins. In: Anderson, D.M., White, A.W. & D.G. Baden (eds.). Toxic Dinoflagellates, pp. 259-270. Elsevier - New York.
- Zhao, J., Lembeye, G., Cienci, G., Wall, B. & T. Yasumoto. 1991. Detection of okadaic acid and dinophysistoxin-1 in mussels from Chile, Italy and Ireland. Abstract Fifth International Conference on Toxic Marine Phytoplankton. Newport, Rhode Island, USA, p. 139.

Manuscrito recibido en septiembre de 1992 y aceptado en noviembre de 1992.