

REVISION DEL FENOMENO DE MAREA ROJA EN CHILE

Luis Rodríguez*

ABSTRACT. Review of red tide phenomena in Chile.

This review includes a detailed analysis of some of the factors that produced this still not well understood phenomena in Chilean waters.

Fifteen dinoflagellate species and the ciliate protozoan *Mesodinium rubrum* have caused a great number of red tide phenomena observed off Chile.

The red tides are mainly present in northern and central areas of the Chilean coast. Those observed in southern waters are less frequent and mainly caused by a toxic dinoflagellate, *Gonyaulax catenella*.

A historical review is given since the beginning of the XIX century up-to-date.

In order to better understand this red tide phenomena three steps were recognized: before its beginning, during its development and after its disappearance. The different factors participating in each step are analyzed. This analysis is based upon reports of toxic and nontoxic red tide phenomena.

Recommendations are suggested for future investigations upon red tide phenomenon in Chile.

INTRODUCCION

El fenómeno de marea roja es de ocurrencia mundial y tiene el carácter de local, accidental y, algunas veces, estacionario; observándose en determinadas regiones del mundo, en aguas marinas, neríticas u oceánicas, salobres y continentales (Lindholm 1978, Avaria 1982).

Este fenómeno es causado por la proliferación masiva o

* Instituto de Investigaciones Oceanológicas, Universidad de Antofagasta, Casilla 1240, Antofagasta, Chile.

abundancia de organismos unicelulares. En orden decreciente por dinoflagelados, cianofíceas, bacterias, diatomeas, además de organismos del zooplancton como copépodos (Hutton 1960), misidáceos y eufáusidos (Ehrhardt 1968, Balech 1977). En algunas ocasiones se debe a abundante cantidad de finísimas partículas de minerales suspendidas en el agua, especialmente en zonas costeras (Satô et al. 1963).

La mayoría de estos fenómenos son producidos por organismos del plancton que, en determinadas oportunidades, y en condiciones ambientales favorables, se concentran y multiplican en corto lapso de tiempo, otorgando cambios a la coloración de la superficie del mar.

Estos cambios tienen diversas tonalidades de color y matices, debido a la presencia en los microorganismos de diferentes pigmentos clorofílicos.

Dada la variación de color, la denominación bajo el término común de marea roja o hemotalasia no es apropiada, debido a que hoy se sabe que algunos de estos fenómenos no presentan el color rojo, razón por la cual Balech (1977) propuso acertadamente la denominación de discoloración o alocoloración.

Este fenómeno es bastante regular en áreas en que ha sido observado con anterioridad, ya que donde se presenta por primera vez vuelve a repetirse (Carreto et al. 1981).

El fenómeno ha dado lugar a nombres vernáculos como "purga de mar" en Galicia, España; "L'acqua rosa" en el Golfo de Spezia, Italia; "El Turbio" en Venezuela; "Akashisho" y "Yakomizo" o "Yakumizu" en la costa oriental del distrito noroeste del Japón; "La Ola o Marea Roja" en el Golfo de México; hemotalasia en Argentina, Uruguay y Brasil; también se llama "Tabaco" en Recife, "Aguji" y "Tingui" en otras partes de Brasil y Cuba; "Red Water" o "Red Tide" en los países anglosajones; "Aguaje" en Perú y "Huirihue", "Virigue" y "Ardentía" por su bioluminiscencia, desde Arica a Mejillones del Sur, Chile (Sato et al. 1963, Reyes 1960, 1981, Rodríguez 1966).

Esta aparición masiva de una especie componente del plancton marca una verdadera selección biológica, en que la población está compuesta normalmente por una especie, aún cuando algunas veces, existen dos especies principales, o bien, se observa un rápido reemplazo de una de ellas (Rodríguez 1980, 1982).

El fenómeno de marea roja se presenta en nuestro país,

generalmente de un color rojo oscuro, pardo rojizo, rosado o café amarillento. La discoloración depende de la concentración del organismo y de la profundidad en que se distribuye, pudiendo incluso no ser visible, como el caso de algunos fenómenos ocurridos en Magallanes (Lembeye 1982).

Las capas superficiales del mar son las más afectadas por este fenómeno y su espesor puede ser de varios centímetros hasta 100 metros de profundidad (Campodónico et al. 1975). El área afectada es variable y puede ser de una extensión inferior a un kilómetro cuadrado hasta varios cientos de kilómetros cuadrados (Ehrhardt 1968, Guzmán & Campodónico 1978). Su tiempo de duración puede variar entre algunos días y varios meses (Rodríguez 1966).

En Chile aparece mayoritariamente en el norte y zona central y es causado por 15 especies de dinoflagelados y un protozoo ciliado.

Desde 1827 hasta la actualidad se han producido, en diferentes lugares del país, alrededor de 50 mareas rojas, la mayoría de las cuales se encuentran registradas en diferentes publicaciones (Fig. 1).

En la actualidad no se comprende del todo el papel de la marea roja en el ecosistema marino. Algunos de estos fenómenos han sido relacionados con la pesca, en otras partes del mundo, en tanto que en nuestro país no se ha establecido relación alguna, salvo con aquellas que han resultado tóxicas o con algún grado de trastorno para el hombre y algunos organismos marinos.

La marea roja debe llegar a pronosticarse, para evitar el desastre económico y ecológico que causa en el ecosistema marino. Para comprender su papel deben efectuarse investigaciones sistemáticas y establecer, en definitiva, el rol de regulador del ecosistema que se ha estado asignando a este fenómeno.

ANTECEDENTES HISTORICOS

El documento escrito más antiguo sobre este fenómeno, se encuentra en la Biblia (Exodo, Cap. VII, versículo 20-21) al referirse a las plagas de Egipto, dice: "y se convirtieron las

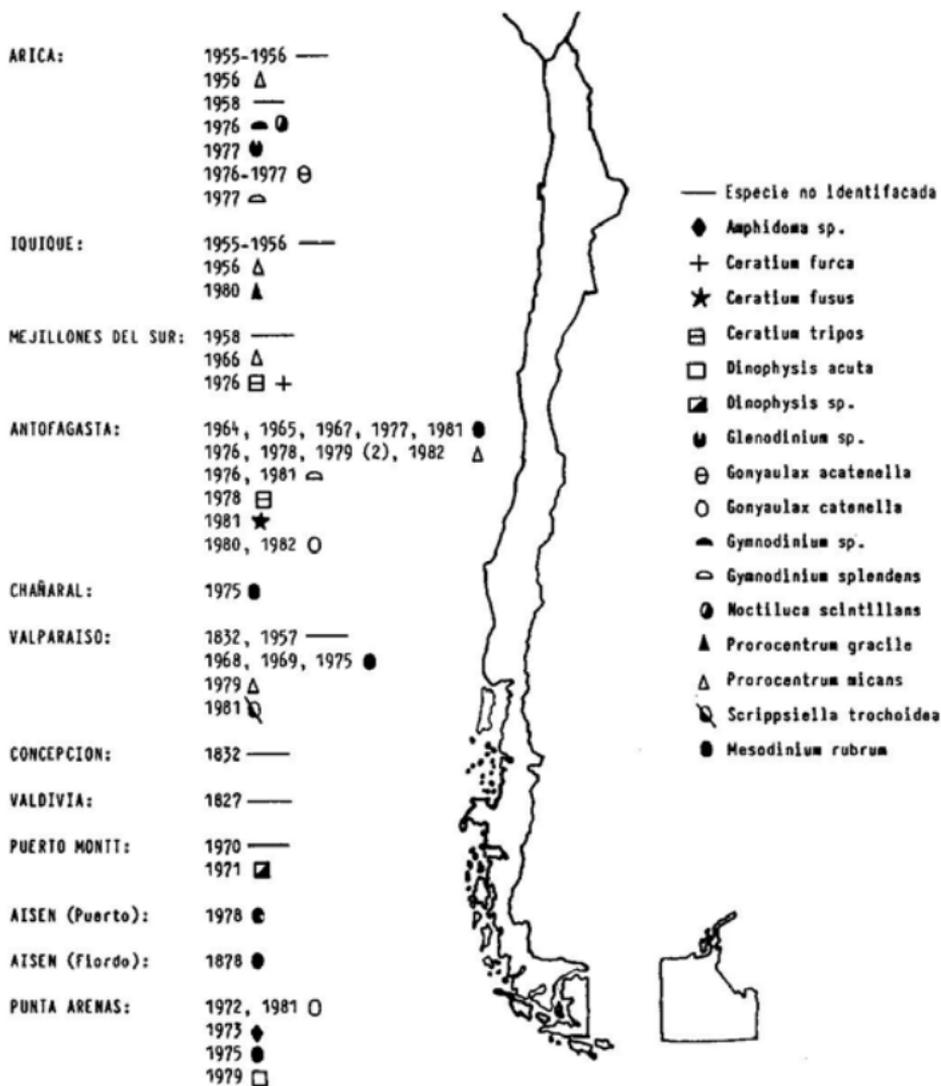


Fig. 1. Fenómenos de marea roja registrados en Chile.

aguas del río en sangre, los peces que había en el río murieron y quedó apestado el río y todo el país".

Los chinos, japoneses y romanos, al igual que las civilizaciones aborígenes de América del norte, conocían de su existencia, según los relatos de Alvar Nuñez Cabeza De Vaca, ya que en el México precolombino se conocía lo peligroso que era ingerir mariscos extraídos los primeros meses del año, época en que aparecían las mareas rojas, prohibiéndose su consumo (Carreto et al. 1981).

El fenómeno de marea roja en las aguas chilenas ha sido informado desde comienzos del siglo XIX. El primer registro corresponde al naturalista alemán Poepping en 1827, quien observó una intensa discoloración frente a Valdivia, sin indicar la especie causante (Avaria 1982).

Una segunda mención pertenece al naturalista inglés Darwin, quien observó discoloraciones en marzo de 1835, algunas leguas al norte de Concepción y un grado al sur de Valparaíso, a 50 millas de la costa; describiendo características muy generales y movimiento de los organismos. Más tarde todo ello sirvió de base a Hart (1943) para identificar al organismo causante como *Mesodinium rubrum*, a cuya opinión se unen después Bary & Stuckey (1950) y Taylor et al. (1971). Sin embargo, Galtsoff (1948) señala que podría tratarse de un dinoflagelado desnudo (Campodónico et al. 1975).

Transcurrió más de un siglo, para que una discoloración fuese mencionada nuevamente. Reyes (1960) advirtió "aguas rojas" en altamar al norte de Iquique durante el verano de 1955-1956, coincidiendo con alta temperatura (26°C) y tiempo calmo. El mismo autor observó el fenómeno en el puerto de Arica y en la bahía de Mejillones del Sur (23°05'S). Además, señala que observó "aguas rojas" en la bahía de Valparaíso (verano de 1957), coincidiendo con las condiciones de tiempo ya indicadas, pero sin entregar mayores detalles.

Manning (1957) observó este tipo de fenómeno en 1956 conjuntamente con Sylva (1962) entre Arica (18°29'S) e Iquique (20°12'S) en la zona de pesca de *Xiphias gladius*, en la corriente costera de Humboldt, durante "The University of Miami-Lou Marron Pacific Billfish Expedition" en el norte de Chile.

El organismo causante fue identificado como *Prorocentrum micans* Ehr.; observándose además globigerinas y ciliados no

identificados, debiendo suponerse con algún grado de toxicidad, ya que se observó algunos cormoranes enfermos y un pez no identificado muriendo en la superficie. Además, fueron vistas muchos cormoranes, picotijeras y otras aves próximas a la playa y aún mar afuera, hasta 45-50 millas; notándose que los pájaros que antes se alimentaban de los cardúmenes, tenían pocas ganas de alimentarse a pesar de la presencia de anchovetas en el área de marea roja.

Rodríguez (1966) observó una marea roja de tres meses de duración en la bahía de Mejillones del Sur, causada por *Prorocentrum micans*, sin signos de toxicidad.

Avaria (1970) menciona una marea roja, durante marzo de 1968, en la bahía de Valparaíso, causada por *Mesodinium rubrum*, la cual fue semejante a aquella producida durante el verano de 1969 (Campodónico et al. 1975).

La primera mención de una marea roja tóxica pertenece a Ray (1972), quien menciona dos casos fatales, en un grupo de individuos intoxicados con "Veneno Paralizante de Moluscos", "Veneno Paralizante de los Mariscos" o "Veneno Paralítico de los Mariscos" (V.P.M.); ocurridos en la primavera de 1970 entre los 41°-42° de latitud sur, sin identificar la especie causante. En tanto que en la región de Puerto Montt, entre 1970 y 1971, se registraron mareas rojas producidas por *Dinophysis* sp., las que estuvieron asociadas con trastornos gastrointestinales entre los pobladores (Guzmán & Campodónico 1975).

Guzmán & Campodónico (1974) reportan una marea roja producida por *Amphidoma* sp., en la zona del estrecho de Magallanes, en enero de 1973. Los mismos autores (Guzmán & Campodónico 1975) comunican una discoloración causada por *Gonyaulax catenella* Whedon & Kofoid, en bahía Bell y localidades adyacentes, durante octubre de 1972 y enero de 1973. Esta marea roja no presentó color, al igual que la antes mencionada, y es la primera en que se identifica a un dinoflagelado tóxico para nuestro país, que causó tres casos fatales.

A principios de marzo de 1975, Guzmán et al. (1975) informan de una marea roja, en un sector de Ensenada Wilson, isla Clarence, Magallanes, causada por *M. rubrum*.

En la costa central de Chile, entre 31°53'S y 34°23'S, Avaria (1976) reporta un nuevo fenómeno de discoloración producido por *M. rubrum*, que se hizo presente en marzo y abril de 1975.

Rodríguez (1976) identificó los organismos causantes de cuatro fenómenos de marea roja. La primera cercana a Chañaral en diciembre de 1975 y constituida por *M. rubrum*; la segunda en la bahía de Mejillones del Sur en enero de 1976 y causada por *Ceratium tripos* (O.F. Muller) Nitzsch; la tercera en la bahía San Jorge, Antofagasta, en febrero de 1976, cuyo organismo causante fue *Prorocentrum micans*, y la última en la bahía de Mejillones del Sur en abril de 1976, causada por *Ceratium furca* (Ehrenberg) Claparede & Lachmann.

Dos mareas rojas han sido registradas para la bahía de Arica por Pinto & González (1976-1977), la primera causada por *Gymnodinium* sp. y *Noctiluca scintillans*, en mayo de 1976, y la segunda durante enero de 1977, producida por *Glenodinium* sp.

Guzmán & Campodónico (1978) reportan mareas rojas causadas por *Gonyaulax catenella* y *Gymnodinium splendens* (según comunicación personal M. Pinto) identificación que es tentativa para ambas especies, presentes en la bahía de Arica.

Avaria (1979) hace mención por primera vez de un fenómeno de marea roja, para la zona de Puerto Aysén, en febrero de 1978, causada por *M. rubrum*.

Rodríguez (1978) reporta tres mareas rojas en la bahía San Jorge, Antofagasta, durante octubre y noviembre de 1976, causadas por dos especies de dinoflagelados: *G. splendens* y *P. micans*, respectivamente. Otro fenómeno de discoloración ocurrió en enero de 1977, causado por el protozoo ciliado *Mesodinium rubrum*.

Nuevamente Rodríguez et al. (1980) registra tres fenómenos de discoloración causados por *P. micans*, durante septiembre de 1978, marzo de 1979 y diciembre de 1979, en la bahía San Jorge, Antofagasta. Durante esta última, se observó un rápido reemplazo de la especie antes mencionada por *Gonyaulax catenella*, siendo la primera mención de una discoloración producida por un dinoflagelado tóxico en la zona norte del país. Además, otra marea roja fue estudiada en la bahía, en noviembre de 1978, la cual fue causada por *Ceratium tripos*.

Jara et al. (1981) reportan para el Fiordo de Aysén una marea roja causada por *M. rubrum*. En otro registro Lembeye (1981) comunica para el estero de Reloncaví (X Región) una marea roja producida por *Dinophysis acuta*, durante febrero de 1979, fenómeno que se presentó con alta densidad desde

marzo hasta julio, causando trastornos gastroentéricos en los consumidores de mariscos.

Lembeye (1981) registró una segunda aparición de un fenómeno de marea roja tóxica, para la región de Magallanes, en Caleta Cráter, Seno Unión, causada por *G. catenella* y que esta vez causó dos casos fatales.

En un estudio de sucesión de fitoplancton en la bahía San Jorge, Antofagasta, Rodríguez (1981) logra registrar nuevos fenómenos de marea roja durante las épocas de otoño, primavera y verano, desde diciembre de 1979 a marzo de 1981. Las especies causantes fueron *Ceratium furca*, *Ceratium fusus*, *Gonyaulax catenella*, *Gymnodinium splendens*, *Mesodinium rubrum* y *Prorocentrum micans* (Tabla 1).

Avaria et al. (1983) confirman una vez más la sucesiva y numerosa ocurrencia de este tipo de fenómeno en la zona norte, al reportar cinco nuevos fenómenos causados por *M. rubrum* entre Arica y Antofagasta, durante el desarrollo de la Expedición Oceanográfica MARCHILE XI-ERFEN II, en diciembre de 1980.

Otro fenómeno de discoloración es reportado por Muñoz & Avaria (1983), en la bahía de Valparaíso, durante abril de ese año, causado por *Scrippsiella trochoidea* (Stein) Loeblich III. Los mismos autores, Avaria & Muñoz (1982), señalan una nueva marea roja en la bahía de Valparaíso, causada por *P. micans*, durante mayo de 1979 y éste sería el primer fenómeno provocado por esta especie en la zona central del país. Además, se hace mención a un fenómeno similar ocurrido en Iquique, durante diciembre de 1980, provocado por una nueva especie del género *Prorocentrum*, *P. gracile*, nueva especie para la localidad y el país.

El último fenómeno de marea roja ha sido observado por Rodríguez (1982) en la bahía San Jorge, Antofagasta, en septiembre y octubre de 1982. Durante el primer mes, estuvo compuesto por *P. micans*, que fue reemplazado posteriormente por el dinoflagelado tóxico *G. catenella*, al igual que en diciembre de 1979. Este fenómeno de discoloración es el segundo que ocurre, en un período superior a dos años.

ANALISIS Y DISCUSION DE LOS FENOMENOS DE MAREA ROJA REGISTRADOS EN CHILE

El análisis del fenómeno de marea roja se ha dividido en tres etapas: a) anterior a su aparición, b) aparición y desarrollo propiamente tal y c) posterior a su desaparición.

En aguas chilenas se hacen presente fenómenos de marea roja tóxicas y no tóxicas. Estas últimas son más numerosas y se presentan principalmente en la zona norte y central del país.

La información relacionada con la etapa anterior a la formación del fenómeno de marea roja no tóxica es escasa. Sin embargo, Avaria (1970) en relación a la radiación solar, hace mención a 10 días precedentes de intensa radiación a un fenómeno de marea roja, causado por *M. rubrum*, en la bahía de Valparaíso, señalando que existió sol continuado, a excepción de pocos días con escasa nubosidad matinal y un régimen de vientos muy débil, con fuerza 0-3 y oscilaciones de la temperatura superficial del agua alrededor de 15.5°C.

El mismo autor (Avaria 1976) analiza nuevamente la radiación solar previa a la aparición de un nuevo fenómeno de discoloración, en la bahía de Valparaíso, causado por *M. rubrum* y señala que estuvo precedido por una fuerte insolación, con valores diarios de 11 horas de sol y un promedio de radiación diaria de 440 Langley/día. La segunda aparición del fenómeno días más tarde, estuvo precedida, sin embargo, por días nublados, en número de cinco y con valores de insolación de 7.2 y 10 horas de sol diarios y con un promedio de radiación de 371 Langley/día.

Por último, en relación a radiación solar, Jara et al. (1981) reportan un fenómeno de marea roja, causada por *M. rubrum* y que éste estuvo precedido por un período de alta insolación, lo que es coincidente con las observaciones de Avaria (1970, 1976).

La composición del fitoplancton en la etapa previa a la aparición del fenómeno de discoloración ha sido reportada por Muñoz & Avaria (1983), quienes suponen un acondicionamiento biológico favorable al período inmediatamente anterior a una discoloración causada por *Scrippsiella trochoidea*, en la bahía de Valparaíso. El fitoplancton estuvo constituido por diatomeas, con amplia dominancia de *Rhizosolenia delicatula* Cleve, en concentraciones de 1.300 cél./ml.

Rodríguez (1981) informa sobre la composición del fitoplancton en la bahía San Jorge, Antofagasta, entre el 21 de diciembre y 21 de marzo de 1981, en un intento de establecer la sucesión de especies, en relación con la temperatura superficial. Los dinoflagelados *C. fusus*, *G. catenella*, *G. splendens*, *P. micans* y el protozoo ciliado *M. rubrum* respectivamente fueron dominantes durante verano, otoño y primavera, generando fenómenos de marea roja durante estas estaciones. En invierno, la diversidad fue escasa para especies de diatomeas, al igual que su densidad, que mayoritariamente estuvo representada por *Leptocylindrus danicus* Cleve. Además, durante esta estación fueron identificadas dos especies de dinoflagelados *P. micans* y *C. furca*, que serían endémicos en el área (Tabla 2).

Por último, Avaria & Muñoz (1982) señalan que un análisis de un período anual de fitoplancton de la bahía de Valparaíso, mostró que durante la proliferación mono-específica de *P. micans*, causante de un intenso fenómeno de marea roja, no ocurrió un ascenso simultáneo de las isolíneas de 12°C de temperatura, 34‰ de salinidad, 4 mls O₂/l y 1.5 µg-at PO₄-P/l, índices de estabilidad en la columna de agua.

Para mareas rojas tóxicas la información es aún más escasa. Guzmán & Lembeje (1975) reportan información a la etapa previa a este tipo de fenómeno, en relación con factores físicos que no mostraron anomalías, como el viento, en cuanto a dirección e intensidad, insolación e índice pluviométrico.

Además, Lembeje et al. (1975) reportan un fitoplancton pobre, de baja diversidad y constituido por dos especies de diatomeas *Thalassiosira aestivalis* Gran & Angst y *Skeletonema costatum* (Greville) Cleve. *Thalassiosira aestivalis* fue la especie que caracterizó al fitoplancton previo al fenómeno de discoloración, lo que junto a cambios hidrográficos, habrían favorecido, entre otros factores, la proliferación de *G. catenella* que, compitiendo ventajosamente con *T. aestivalis*, habría conducido a la virtual exclusión de esta última especie.

Estas mareas rojas tóxicas o con cierto grado de toxicidad, han sido detectadas en la zona sur de nuestro país y son causadas principalmente por *G. catenella*, *Dinophysis acuta*, *Dinophysis* sp. y *Prorocentrum micans*, cuya toxicidad debe ser revisada (Lembeje 1981).

La etapa correspondiente a la aparición y desarrollo del

fenómeno de discoloración, ha recibido mayor atención en los distintos lugares en que se presenta en nuestro país. El mayor número de fenómenos de marea roja se ha observado en aguas neríticas o próximas a la costa, alcanzando en algunos casos hasta 60 millas mar afuera (Sylva 1962), mientras que su duración puede ser de varios días a tres meses (Rodríguez 1966).

El fenómeno de discoloración se presenta en manchones, manchas, bandas o franjas paralelas a la costa. Avaria (1976) reporta para un fenómeno de marea roja, manchas de 3 millas de longitud y media milla de ancho, otras investigaciones revelan que puede cubrir toda el área (Sylva 1962) o puede ser de menos de un kilómetro cuadrado a varios cientos de kilómetros cuadrados.

La revisión efectuada ha permitido establecer que la concentración de los organismos causantes en aguas chilenas ha oscilado entre 14 cél/ml y 32.000 cél/ml.

En general no existe un conjunto único de condiciones meteorológicas, hidrográficas y biológicas asociadas al fenómeno. Entre los factores que se han tomado en cuenta se encuentran, la radiación solar, el viento, la estabilidad de la columna de agua, pluviosidad, marejada, lavado costero, surgencias, corrientes de marea, temperatura, salinidad, oxígeno y nutrientes inorgánicos y orgánicos.

En relación a radiación solar, Sylva (1962) reporta para una marea roja causada por *P. micans*, días nublados, que habrían excluido, cualquier calentamiento superficial extenso y, por lo tanto, la participación de ese factor durante el fenómeno no habría sido significativa.

Sin embargo, Guzmán & Campodónico (1975) al estudiar una discoloración causada por *G. catenella*, dinoflagelado tóxico, establecen que sería la radiación solar, la que calienta el estrato superficial en el área de Magallanes, dando origen a una picnoclina que estabilizaría la columna de agua.

Por otra parte, Avaria (1976) reporta un fenómeno de marea roja en la bahía de Valparaíso, causado por *M. rubrum* y confirma, en alguna medida, que durante la mayor intensidad del fenómeno, éste estaba coincidiendo con un calentamiento de la capa de agua superficial, hasta 30 metros de profundidad.

Avaria & Muñoz (1982) reportan finalmente durante una marea roja producida por *P. micans*, en la bahía de Valparaíso que

la radiación solar incidente aumentó, de un promedio mensual de 171 Langley/día hasta 182 Langley/día e incluso mayores valores fueron registrados durante la primera quincena en que estaba presente el fenómeno.

Otro factor considerado ha sido el viento. Avaria (1976) resalta la importancia que tienen los vientos del S-SW y N-NW, en la bahía de Valparaíso, sobre las condiciones hidrológicas, especialmente en el comportamiento del fitoplancton, destacando que durante marzo, la frecuencia e intensidad de los vientos del cuarto cuadrante, fue en aumento y los del tercer cuadrante disminuyeron, comparados con años anteriores. Esto, que no es característico para este mes, habría creado las condiciones propicias, al estabilizar la columna de agua, para el desarrollo de *M. rubrum*, organismo causante de discoloración. Además, períodos de calmas y vientos suaves preceden a los días en que se detectaron las más altas concentraciones del ciliado en el plancton de la bahía.

Por último, Avaria & Muñoz (1982) señalan una alteración del régimen de vientos en la bahía de Valparaíso durante una marea roja causada por *P. micans*, durante la cual los vientos del S-SW aumentaron su frecuencia (51%) y los del N-NW disminuyeron en un 12%, con velocidades medias inferiores a 10 nudos en ambos sectores, registrándose además una mayor frecuencia de vientos del S-SW, en la segunda quincena del mes.

La influencia del viento sobre este fenómeno no está bien definida, pero la estabilidad vertical de la columna de agua, es un factor importante en el desarrollo del fenómeno de marea roja (Pizarro 1976) dado que para la bahía de Valparaíso y sobre la cual se tiene mayor información, se demostraría que la acción de los vientos fuertes del tercer cuadrante, provocan la ruptura de la estabilidad de la columna de agua, debiendo existir una correlación negativa entre los vientos del S-SW y las proliferaciones de dinoflagelados. Esto confirma que en el hemisferio sur ocurre exactamente igual que en el hemisferio norte, en que el aumento de la estabilidad vertical de la columna de agua es un prerrequisito importante en el desarrollo de una marea roja (Lembeye 1981).

Más aún, Avaria & Muñoz (1982) al reportar una marea roja causada por *P. micans* en la bahía de Valparaíso, establecen la estabilidad de la columna de agua, en base a comparaciones de las temperaturas de 50 y 30 metros de profundidad con respecto al valor presente en superficie, las que al mostrar

notable diferencia, habría favorecido el crecimiento del dinoflagelado.

Los mismos autores (Avaria & Muñoz *op. cit.*) hacen mención a la pluviosidad registrada en la zona durante la marea roja, la cual estuvo acompañada de fuertes marejadas y que como consecuencia del lavado costero, podrían haberse introducido algunos oligoelementos favorables a la discoloración.

Por otra parte, Lembeye (1981) señala para una marea roja causada por *G. catenella*, en caleta Cráter, Magallanes, altos índices pluviométricos y aporte de agua por escurrimiento que habrían favorecido el crecimiento del dinoflagelado tóxico debido al descenso de la salinidad registrada en los lugares de muestreo. Además, las corrientes de marea habrían participado, produciendo su efecto en la distribución del fitoplancton y con velocidades de hasta 20 kilómetros por hora.

Avaria & Muñoz (1982) al registrar cinco mareas rojas entre Arica y Antofagasta, causadas por *M. rubrum*, confirman la amplia distribución geográfica del ciliado y asocian su presencia en áreas de surgencia, agregando que sus máximas concentraciones se encuentran en el límite entre las aguas surgentes y aguas más oligotróficas que las rodean.

La temperatura es también un factor importante durante el desarrollo de una marea roja. Sylva (1962) registra valores de temperatura superficial del orden de 20.2°C y 14.2°C (máximo y mínimo), durante una semana de observaciones continuas de este factor en presencia de un fenómeno de marea roja, causado por *P. micans*, entre Arica e Iquique, y asume que el origen del fenómeno, se debe a la unión de lenguas de aguas tibias provenientes del norte restringidas a capas superficiales, con aguas del sur. La resultante de esta unión es la marea roja producida por la concentración de los organismos.

Rodríguez (1966) solamente reporta valores de temperatura superficial para una marea roja causada por *P. micans*, durante febrero, marzo, abril y mayo, cuyo valor promedio fue de 16.6°C. Sin embargo, en el último mes la temperatura fue del orden de 15.0°C y la marea roja desapareció, difiriendo con los valores entregados por Sylva (1962).

Avaria (1970) señala exclusivamente valores de temperatura superficial para una marea roja causada por *M. rubrum*, en la bahía de Valparaíso, cuyo promedio fue de 17.4°C, agregando

que las condiciones meteorológicas al sexto día cambiaron y la temperatura bajó en dos días a valores de 12 y 13°C, sin poder asegurar si la desaparición del fenómeno se debería a cambios de temperatura o de concentración de nutrientes, ya que estos últimos no se controlaron.

Reyes (1960) registra para mareas rojas de Arica, Iquique y Mejillones (1955-1956) y verano de 1957 en Valparaíso, un solo valor de 26°C de temperatura.

Campodónico & Guzmán (1974) reportan una marea roja causada por *Amphidoma* sp. en la zona de Magallanes y, entre las condiciones hidrográficas analizadas, destacan el aumento significativo de la temperatura superficial, sin entregar valores.

Por otra parte, Campodónico et al. (1975) reportan una discoloración para Magallanes producida por *M. rubrum*, en que la temperatura entre la superficie y la profundidad muestreada fue prácticamente igual y las estaciones mostraron valores de temperatura superficial, que varió entre 7.7°C y 8.2°C.

Pinto et al. (1976-1977) reportan valores de 15°C y 16°C, para una marea roja en la bahía de Arica, causada por *Gymnodinium* sp., los cuales son bajos para el área. Además, Rodríguez (1976) señala para cuatro fenómenos de marea roja entre Chañaral y la bahía de Mejillones del Sur, valores de temperatura superficial del orden de 15.2°C, 19.4°C, 18.3°C y 21.0°C respectivamente, difiriendo la especie causante en los distintos fenómenos.

Avaria (1976) registra una marea roja en la bahía de Valparaíso, causada por *M. rubrum*, en que las máximas concentraciones del protozoo ciliado coinciden con temperaturas sobre 14.0°C.

Rodríguez (1976) aporta mayor información en relación al factor temperatura para un fenómeno de marea roja, causado por *Gymnodinium splendens*, entregando valores de oscilación de la temperatura diaria de la mañana y la tarde, observando que cuando la diferencia fue mayor, el fenómeno tiende a desaparecer y que para una segunda discoloración causada por *M. rubrum*, la situación es completamente inversa.

Por otra parte, Rodríguez & Zárate (1980) registran solamente valores de temperatura superficial del orden de 17.7°C, 19.4°C y 22.7°C para fenómenos de marea roja en la bahía San Jorge, Antofagasta, causados por *P. micans*, *C. tripos* y

G. catenella, este último, es el primer fenómeno tóxico reportado para el norte del país.

Avaria & Muñoz (1982) al registrar un fenómeno de marea roja, en la bahía de Valparaíso, producido por *P. micans*, confirman el calentamiento de la superficie del mar, que presentó valores del orden de 14.9°C, 16.5°C y hasta 17.4°C en relación a un promedio histórico de 13.0°C.

Lembeye (1981) también reporta datos de temperatura para una discoloración en caleta Cráter, Seno Unión, Magallanes, causada por *G. catenella*, en su segunda aparición y supone que debido a las temperaturas relativamente altas, registradas en los niveles intermedios de la columna de agua, habría existido un período previo de insolación, que habría provocado el calentamiento y aparición del fenómeno.

Por último, Avaria & Muñoz (1982) señalan temperaturas del orden de 17.5°C para cinco fenómenos de marea roja ocurridos entre Arica y Antofagasta, cuyo valor coincide con los entregados por Rodríguez (1976, 1978 y 1980).

Al comparar los valores de temperatura, entregados para distintos fenómenos de discoloración, se puede establecer que ellos ocurren por sobre los 15.0°C, en la zona norte y central del país, en tanto que en la zona sur, fenómenos de marea roja tóxica aparecen con temperaturas inferiores.

Otro factor considerado en esta etapa, ha sido la salinidad, así Campodónico & Guzmán (1974) al reportar una marea roja en Magallanes causada por *Amphidoma* sp., destacan que se presentó con salinidades del 30%. En tanto que, nuevamente Campodónico et al. (1975), reportando una marea roja para Magallanes, causada por *M. rubrum*, señalan que la salinidad en superficie fue semejante a la marea roja de 1974, pero destacan que existió un mayor gradiente en profundidad, entre los 5 y 10 metros. Este fenómeno se presentó con valores de salinidad de 29.00% y 29.56%.

Guzmán & Lembeye (1975) destacan que hacia fin de año (noviembre de 1972) grandes diferencias térmicas y salinas fueron observadas, en las estaciones ubicadas en el sector terminal de bahía Bell, Magallanes, las que determinaron una notable estratificación termohalina de la columna de agua y una alta estabilidad que coincidió con un florecimiento causante de discoloración producido por *G. catenella*. Los valores de salinidad fueron semejantes en todas las estaciones y éstos aumentaron con la profundidad.

Por último, Lembeye (1981) registra valores extremos de salinidad en un fenómeno de marea roja en caleta Cráter, Seno Unión, Magallanes, causado por *G. catenella*. En dos lugares del área afectada los valores fueron 8.14‰ y 3.15‰ respectivamente, el primero fue en bahía Oración en la superficie y en caleta Sonia a 50 metros de profundidad. Estos valores, comparados con datos no publicados y obtenidos en la bahía, en los meses de primavera y verano en que excepcionalmente alcanzan valores inferiores a 20‰, en presencia de la especie causante de discoloración, dificultan bastante concluir el verdadero papel de la salinidad durante un fenómeno de marea roja.

Valores de oxígeno han sido obtenidos por algunos investigadores durante esta etapa. Rodríguez (1966), reporta valores para una marea roja, en la bahía de Mejillones del Sur, causada por *P. micans*, del orden de 3.0 y 5.0 ml O₂/l entre superficie y 10 metros de profundidad.

Avaria (1976) señala para una marea roja en la bahía de Valparaíso, causada por *M. rubrum*, un valor de 6.5 ml O₂/l y Pinto et al. (1976-1977) registran para la bahía de Arica, en presencia de una marea roja producida por *Gymnodinium* sp., valores de 8.8 ml O₂/l, en tanto que, el área adyacente tenía 2.5 ml O₂/l. Esto último, demostraría que el fenómeno de discoloración se presenta con valores diferentes y que el área cercana al fenómeno es pobre en oxígeno.

Los mismos autores (Pinto et al., op. cit.) reportan además valores para fosfato del orden de 3.78 µg at PO₄-P/l y 1.35 µg at NO₃-N/l. Mientras que, Avaria (1976) entrega valores de fosfato para una marea roja, en la bahía de Valparaíso, causada por *M. rubrum*, del orden de 0.84 µg at PO₄-P/l.

Rodríguez & Zárata (1980) reportan para una marea roja, causada por *G. catenella*, en la bahía San Jorge, Antofagasta, valores de oxígeno de 6.90 ml O₂/l y 2.45 ml O₂/l. Además, los valores de fosfato fueron de 0.47 µg at PO₄-P/l mínimo y máximo 1.67 µg at PO₄-P/l, y los de nitrato de 0.22 µg at NO₃-N/l mínimo y un valor máximo de 0.55 µg at NO₃-N/l. Entre los valores de nitrito, el más bajo fue del orden de 0.05 µg at NO₂-N/l y el mayor de 0.45 µg at NO₂-N/l.

Los valores de nitrato decrecen desde caleta Coloso, por el sur hacia el norte, junto a un aumento en el número de organismos, por lo que su mayor densidad coincide con ausencia de nitratos, lo que haría aparecer a los nitratos como un

factor limitante del fenómeno de discoloración en el área. Sin embargo, los bajos valores de fosfato, nitrato y nitrito coinciden con concentraciones que son propias de la estación de primavera y comienzos del verano.

Los nutrientes orgánicos han merecido escasa atención y han sido mencionados en forma general por Jara et al. (1981) en relación a una marea roja causada por *M. rubrum*, en el fiordo de Aysén, cuyo río al descargarse en condiciones de calma atmosférica habría proporcionado las condiciones básicas para el inicio del fenómeno.

Entre los factores biológicos, los aspectos cuantitativos y cualitativos de composición del fitoplancton han sido asociados directamente al fenómeno, como es el caso de una marea roja producida por *G. catenella* (Lembeye & Guzmán 1975).

Por último, Pinto et al. (1976-1977) reportan una marea roja, en que la especie causante (*Gymnodinium* sp.) estaba como especie clímax y ocupando el 90% de la biomasa del plancton; mientras que un segundo fenómeno de marea roja, causada por *Glenodinium* sp., en la bahía de Arica, ocupaba el 98% de la biomasa planctónica. Esto confirma, la característica del fenómeno, en que sólo una especie es generalmente la dominante.

La etapa posterior al fenómeno se caracteriza por escasa información. Avaria (1976) señala como causa de desaparición de un fenómeno de marea roja, causado por *M. rubrum*, en la bahía de Valparaíso, el drástico cambio de la temperatura superficial del agua, desde valores de 17.0°C a 12.0°C. Esto fue observado en otra oportunidad por Avaria & Muñoz (1982) para una marea roja causada por *P. micans*, en la bahía de Valparaíso, en que su declinación se debió a una brusca caída de la temperatura desde 16.5°C a 13.2°C.

En relación a concentración fitoplanctónica, durante esta etapa, Campodónico & Guzmán (1975) reportan que la desaparición de un fenómeno de marea roja, causada por *M. rubrum*, habría desaparecido al registrarse valores de 3 cél/l. Rodríguez (1982), durante una marea roja causada por *G. catenella* en la bahía San Jorge, Antofagasta, obtuvo valores de concentración celulares iniciales de 339 cél/ml y en su etapa terminal de sólo 1 cél/ml y ausencia de ejemplares en las estaciones muestreadas cuatro días después de la desaparición del fenómeno.

CONCLUSIONES

El análisis efectuado sobre el fenómeno de marea roja en Chile, en relación a sus características generales, desarrollo histórico y las tres etapas en que ha sido dividido, permite señalar lo siguiente:

El fenómeno en Chile es causado por 15 especies de dinoflagelados y un protozoo ciliado *Mesodinium rubrum*. En aguas chilenas han ocurrido y se encuentran registrados en la bibliografía alrededor de 50 fenómenos de discoloración del agua de mar.

En nuestro país aparecen mayoritariamente en las zonas norte y central, siendo causados generalmente por dinoflagelados no tóxicos. En la zona sur, las discoloraciones en general son causadas por dinoflagelados tóxicos o causantes de trastornos gastrointestinales, entre ellos, *Gonyaulax catenella*, *Dinophysis acuta*, *Dinophysis* sp., *Amphidoma* sp. y *Prorocentrum micans*, cuya eventual toxicidad debe ser investigada.

El estudio del fenómeno de marea roja ha sido dividido en tres etapas: anterior a su aparición, aparición y desarrollo propiamente tal, y posterior desaparición.

La información relacionada con los distintos factores que intervienen, en la primera etapa es escasa e incompleta ya sea que se relacione con mareas rojas tóxicas o no tóxicas.

Sobre esta etapa se tiene principalmente información sobre radiación solar y composición fitoplanctónica, además de algunos valores de temperatura, salinidad, oxígeno, fosfato e índice pluviométrico.

La etapa de aparición y desarrollo del fenómeno de marea roja propiamente tal, ha recibido más atención, en los distintos lugares en que se presenta en nuestro país. El mayor número ha sido estudiado en aguas neríticas o próximas a la costa. Estos fenómenos presentan en general una concentración del orden de 14 cél/ml a 32.000 cél/ml.

Diversos factores han sido analizados en esta etapa como: radiación solar, vientos, estabilidad de la columna de agua, pluviosidad, marejadas, lavado costero, surgencias, corrientes de marea, temperatura, salinidad, oxígeno y nutrientes inorgánicos y orgánicos.

En relación a radiación solar se establece que es la responsable del calentamiento del estrato superficial, cuyo efecto está dado en la estabilidad de la columna de agua durante el fenómeno de discoloración.

El viento es también importante en la mantención de la estabilidad de la columna de agua, vientos fuertes de un determinado cuadrante, tienden a romper la estabilidad de la columna y los vientos débiles o calmas a su mantención.

La temperatura es uno de los factores más estudiados y se establece que un número bastante alto de fenómenos de marea roja ocurre con temperaturas superficiales superiores o de alrededor de 15°C, en las zonas norte y central; en tanto que en la zona sur, éste aparece con temperaturas inferiores. Por otra parte, las bajas temperaturas participan en la desaparición del fenómeno. El papel de participación de la salinidad no ha sido clarificado, como igualmente el del resto de los factores involucrados.

La etapa posterior al fenómeno de marea roja se presenta con precaria información debido a la escasa atención que ha recibido en las investigaciones efectuadas. Sin embargo, como causante de su desaparición ha sido señalado, el viento o bien cambios bruscos de la temperatura superficial del agua, lo que conlleva a un significativo descenso de la densidad fitoplanctónica de la especie involucrada.

Tanto esta etapa como las anteriores, requieren de un mayor estudio de los factores involucrados para comprender en definitiva el papel de los fenómenos de marea roja en el ecosistema marino.

RECOMENDACIONES

Para desarrollar estudios tendientes a clarificar la problemática que plantea el fenómeno de marea roja en aguas chilenas, se sugiere considerar los siguientes aspectos:

a) Un programa sistemático de toma de muestras que debe ser llevado a cabo, relacionado con registros de factores meteorológicos, hidrológicos y biológicos, donde se presenta el fenómeno de marea roja y áreas adyacentes.

b) Entre los factores meteorológicos serán de interés la radiación solar, vientos, presión y lluvias. Entre los factores hidrológicos: temperatura de la columna de agua, estabilidad, salinidad, oxígeno, nutrientes inorgánicos y orgánicos. Entre estos últimos se deben considerar con especial interés los promovedores e inhibidores del crecimiento de los organismos.

c) Entre los factores biológicos serán importantes: la estructura de la población, sucesión, dominancia de las especies en general, como también: biología de la especie dominante, ciclo reproductivo, "status" de la población, "semillas" y factores exógenos y endógenos que estimulan la emergencia del "descanso", por lo que sería importante, al menos, comprender el ciclo de vida de las distintas especies.

d) Por otra parte, también será importante determinar las zonas de iniciación del fenómeno, además de desarrollar estudios, que permitan su control, especialmente desde un punto de vista biológico, mediante dinoflagelados parásitos (Nishitani & Chew 1982).

e) Nuevos métodos deben ser investigados para determinar el "Veneno Paralizante de Moluscos" (V.P.M.) como alternativas al clásico ensayo de la rata, que es de común aplicación.

f) Por último, se requiere contar con personal idóneo e instrumentos adecuados para obtener mediciones precisas que permitan mejorar el escaso conocimiento que se tiene del fenómeno en nuestro país.

LITERATURA CITADA

- Avaria, S. 1970. 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. 1979. Red tides off the coast of Chile. In: *Toxic Dinoflagellate Blooms* (D.L. Taylor and H.H. Selinger, eds.). Elsevier North-Holland, Inc. New York, pp. 161-164.
- Avaria, S. & P. Muñoz. 1982. Primer registro de marea roja producida por dinoflagelados tecados en la bahía de Valparaíso, Chile. *Revista de Biología Marina*, Valparaíso, 18 (2): 101-115.

- Avaria, S. 1982. Fenómenos de marea roja frente a las costas de Chile. Informativo Comité Ciencias Mar-Chile, 6: 13-15.
- Avaria, S. 1982. Fenómenos de marea roja en el Mar Chileno. Ciencia y Tecnología del Mar, CONA 6: 117-127.
- 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.
- Campodónico, I. & L. Guzmán. 1974. Marea roja producida por *Amphidoma* sp. en el estrecho de Magallanes. Anales del Instituto de la Patagonia, Punta Arenas (Chile), 6 (1-2): 209-213.
- Campodónico, I., Guzmán, L. & G. Lembeye. 1975. Una discoloración causada por el ciliado *Mesodinium rubrum* (Lohmann) en Ensenada Wilson, Magallanes. Anales del Instituto de la Patagonia, Punta Arenas (Chile), 6 (1-2): 225-239.
- Carreto, J., Lasta, M., Negri, R. & H. Benavides. 1981. Los fenómenos de marea roja y toxicidad de moluscos bivalvos en el mar argentino. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero INIDEP. Contribución 399: 1-21.
- Ehrhardt, J.P. 1968. Les phénomènes d'eau rouge. Revue des corps de santé, 9,3: 333-350.
- Guzmán, L. & I. Campodónico. 1975. Marea roja en la región de Magallanes. Instituto de la Patagonia Serie Monografía Nº 9, 44 pp.
- Guzmán, L., Campodónico, I. & J. Hermosilla. 1975. Estudios sobre un florecimiento tóxico causado por *Gonyaulax catenella* en Magallanes. I. Distribución espacial y temporal de *G. catenella*. Anales del Instituto de la Patagonia, Punta Arenas (Chile), 6 (1-2): 173-183.
- Guzmán, L. & I. Campodónico. 1978. Mareas rojas en Chile. Interciencia, 3 (3): 144-151.
- Guzmán, L. & G. Lembeye. 1975. Estudios de un florecimiento tóxico causado por *Gonyaulax catenella* en Magallanes. II. Algunas condiciones hidrográficas asociadas. Anales del Instituto de la Patagonia, Punta Arenas (Chile), 6 (1-2): 187-195.
- Guzmán, L., Campodónico, I. & M. Antunovic. 1975. Estudios sobre un florecimiento tóxico causado por *Gonyaulax catenella* en Magallanes. IV. Distribución y niveles de toxicidad del veneno paralítico de los mariscos (noviembre de 1972 - noviembre de 1973). Anales del Instituto de la Patagonia, Punta Arenas (Chile), 6 (1-2): 209-223.

- Jara, C., Román, C. & E. Jaramillo. 1981. Observación sobre un caso de marea roja causado por *Mesodinium rubrum* (Lohmann) en el fiordo Aisén. Resúmenes Jornadas Ciencias del Mar-Chile, 1981, p. 35.
- Lembeye, G., Guzmán, L. & I. Campodónico. 1975. Estudios sobre un florecimiento tóxico causado por *Gonyaulax catenella* en Magallanes. III. Fitoplancton asociado. Anales del Instituto de la Patagonia, Punta Arenas (Chile), 6 (1-2): 197-208.
- Lembeye, G., Campodónico, I., Guzmán, I. & C. Kiguel. 1981. Intoxicaciones por consumo de mariscos del estero de Reloncaví (X Región), Chile (1970-1980). Resúmenes Jornadas Ciencias del Mar-Chile, 1981, p. 42.
- Lembeye, G. 1981. Segunda aparición del veneno paralítico de los mariscos (VPM) asociado a *Gonyaulax catenella*, en Magallanes (Chile), 1981. Anales del Instituto de la Patagonia, Punta Arenas (Chile), 12: 273-276.
- Lembeye, G. 1981. 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, Punta Arenas (Chile), 12: 277-288, 10 tablas, 2 figuras.
- Lembeye, G. & L. Guzmán. 1982. ¿Qué son las mareas rojas? Instituto de la Patagonia, Punta Arenas (Chile).
- Lindholm, I. 1978. Autumnal mass development of the "Red Water" ciliate *Mesodinium rubrum* in the Aland archipelago. Soc. Fauna Flora Fennica, 54: 1-5.
- Muñoz, P. & S. Avaria. 1983. *Scrippsiella trochoidea* (Stein) Loeblich III, organismo causante de marea roja en la bahía de Valparaíso, Chile. Revista de Biología Marina, Valparaíso, 19 (1): 63-78.
- Nishitani, L. & C. Kenneth. 1982. Recent Developments in Paralytic shellfish Poisoning Research. Recent Innovations in Cultivation of Pacific Molluscs. Abstract from the International Symposium. Dec. 1-3, 20 pp.
- Pinto, M. & W. González. 1977. Observaciones sobre un fenómeno de marea roja en la bahía de Arica. Revista de la Universidad de Chile, Sede Arica, 4-5: 3-6.
- Pizarro, M. 1976. Estudios de ecología fitoplanctónica en la bahía de Valparaíso. IV. Condiciones físicas y químicas del ambiente. Revista de Biología Marina, Valparaíso, 16 (1): 35-59.
- Reyes, E. 1960. Observaciones climatológicas en Montemar 1958-59. Revista de Biología Marina, Valparaíso, 10: 155-179.
- Rodríguez, L. 1966. Primera cita de las especies componentes del "Huirihue o marea roja". Estudios Oceanológicos, Chile, 2: 91-93.

- Rodríguez, L. 1976. "Marea roja" en el norte de Chile. Noticiario Mensual Museo Nacional de Historia Natural, 243-244: 6-8.
- Rodríguez, L. 1978. "Marea roja" en la bahía San Jorge-Antofagasta, Chile. Noticiario Mensual Museo Nacional de Historia Natural, 266: 6-8.
- Rodríguez, L. 1980. Fitoplancton de la bahía de Mejillones del Sur (1966-1967). In literis.
- Rodríguez, L. & O. Zárate. 1980. Nuevas observaciones sobre "Marea roja" en la bahía San Jorge-Antofagasta, Chile. In literis.
- Rodríguez, L. 1981. Observaciones sobre dinoflagelados, diatomeas y mareas rojas en la bahía San Jorge-Antofagasta, Chile. In literis.
- Rodríguez, L., Zárate, O. & E. Oyarce. 1983. "Marea roja" durante septiembre-octubre de 1982, en la bahía San Jorge-Antofagasta, Chile. En preparación.
- Satô, S., Nogueira, M. & E. Eskinazi. 1966. On the mechanism of red tide of *Trichodesmium* in Recife northeastern Brazil, with some considerations of the relation to the human disease "Tamararé fever". *Trabalhos Instituto Oceanográfico, Universidad de Recife*, 5/6: 7-49. 1963/64.
- Sylva, de P.D. 1962. Red water blooms of Northern Chile. April-May 1956. With reference to the ecology of the Swordfish and the striped Marlin. *Pacific Science*, 16 (3): 271-279.

TABLA 1. Fenómenos de marea roja ocurridos en la bahía de San Jorge, Antofagasta - Chile.

AÑO		ESPECIE (S) (Cóls/ml)	
1964	Diciembre	<i>Mesodinium rubrum</i>	
1965	Octubre	<i>Mesodinium rubrum</i>	
1967	Primavera	<i>Mesodinium rubrum</i>	
1976	Febrero-Marzo	<i>Prorocentrum micans</i>	1.300
1976	Octubre-Noviembre	<i>Gymnodinium splendens</i>	20-100
1976	Noviembre-Diciembre	<i>Prorocentrum micans</i>	50
1977	Enero	<i>Mesodinium rubrum</i>	
1978	Septiembre	<i>Prorocentrum micans</i>	120
1978	Noviembre	<i>Ceratium tripos</i>	60
1979	Marzo	<i>Prorocentrum micans</i>	180
1979-1980	Diciembre-Enero	<i>Prorocentrum micans</i>	100-300
		<i>Gonyaulax catenella</i>	20-5.005
1980	Otoño	<i>Gymnodinium splendens</i>	180-450
1980	Primavera	<i>Mesodinium rubrum</i>	174
		<i>Prorocentrum micans</i>	60-90
1980	Verano	<i>Ceratium fusus</i>	
1982	Septiembre-Octubre	<i>Prorocentrum micans</i>	9-381
		<i>Gonyaulax catenella</i>	22-339

