

USO DE INFORMACION SATELITE EN EL ESTUDIO DE UN NUEVO FENOMENO DE MAREA ROJA EN LA BAHIA DE VALPARAISO, CHILE.

Trabajo presentado en las XI Jornadas de Ciencias del Mar, Viña del Mar, mayo 1991.

PABLO MUÑOZ, SERGIO AVARIA ¹ y MARTIN FARIAS ²

Pablo Muñoz, Sergio Avaria ¹ and Martín Farías ² : The use of satellite information in the study of a new red tide event in Valparaíso Bay, Chile.

A new red tide phenomenon was studied in Valparaíso Bay (33° 01' S, 71° 38' W) during March-April 1987, caused by the dinoflagellates *Prorocentrum micans* Ehrenberg and *Prorocentrum gracile* Schütt. The maximum density observed in both species altogether was 13.000 cel/ml, and the chlorophyll "a" concentration went up to 11.0 mg/m³.

Measurements of *in situ* temperatures and NOAA satellite image information, showed a direct relation between the presence of the red tide event and the associated high sea surface temperature. The end of the event coincided with the presence of cold waters in the area.

Key words: phytoplankton, red tide, dinoflagellates, diatoms, satellite image, Valparaíso, Chile.

1 Instituto de Oceanología, Universidad de Valparaíso, Casilla 13-D, Viña del Mar, Chile.

2 Centro de Estudios Espaciales, Universidad de Chile, Casilla 5027, Santiago, Chile.

INTRODUCCION

Los estudios sobre el fitoplancton marino de la bahía de Valparaíso realizados en los últimos 25 años, incluyen la identificación de organismos causantes de marea roja y algunos aspectos ecológicos relacionados con la dinámica de éstos. Los fenómenos más importantes fueron causados por el protozoo ciliado *Mesodinium rubrum* (Lohmann) Hamburger et Buddenbrock, más los dinoflagelados tecados *Scrippsiella trochoidea* (Stein) Loeblich III,

Prorocentrum micans Ehrenberg y *Prorocentrum gracile* Schütt. Todos han sido inocuos, aperiódicos y estrechamente relacionados con anomalías térmicas positivas en aguas estratificadas, intensa radiación solar y baja actividad eólica.

Desde 1985 se ha dispuesto de información satélite que ha permitido mejorar el seguimiento de la variable temperatura del agua en relación al inicio, desarrollo y desaparición de

fenómenos de marea roja, constituyendo en si una herramienta de gran utilidad para investigaciones de esta naturaleza. En el presente trabajo se dan a conocer los resultados del estudio de un nuevo caso en la bahía de Valparaíso, utilizando mediciones de la temperatura superficial del mar registradas *in situ* y a través de sensores remotos, estableciendo relaciones entre esta variable y el desarrollo del evento.

MATERIAL Y METODOS

Durante marzo y abril de 1987 se recolectaron 61 muestras de agua para

análisis cuantitativos del fitoplancton y determinación de pigmentos fitoplanctónicos, más 16 muestras horizontales y verticales de red, para análisis taxonómicos. Las muestras fueron obtenidas en la bahía de Valparaíso ($33^{\circ}01' S$, $71^{\circ}38' W$), en una estación seleccionada, ubicada a dos millas de la costa frente a Montemar (Fig. 1). Tanto en la obtención de las muestras biológicas como en su posterior tratamiento, se siguió la metodología descrita en Avaria (1975), tomando en consideración las recomendaciones de UNESCO (1978).

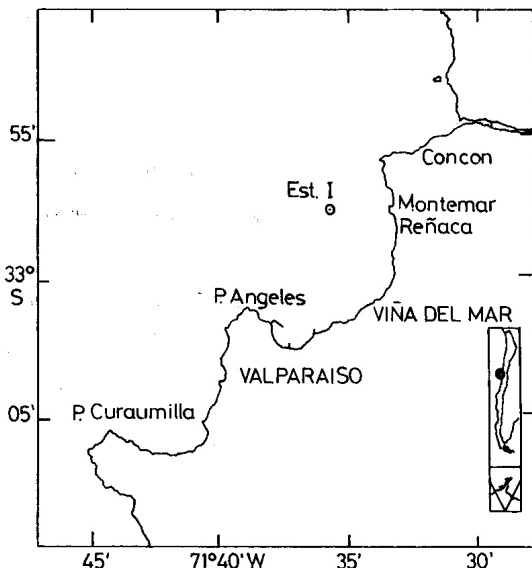


Fig.1. Bahía de Valparaíso, se indica el lugar (estación I) donde se recolectaron las muestras de fitoplancton para el estudio del fenómeno de marea roja durante marzo - abril de 1987.

Simultáneamente a los muestreos de fitoplancton se efectuaron mediciones de temperatura superficial del mar *in situ* y a través del satélite NOAA-F, cuyas imágenes correspondientes al área y período de estudio del evento de marea roja, fueron proporcionadas por el Centro de Estudios Espaciales de la Universidad de Chile. Los aspectos técnicos del satélite NOAA se dan a conocer en los trabajos de Vergara & Farías (1987) y Farías & Barbieri (1988). Las determinaciones de oxígeno se efectuaron siguiendo el método de Winkler, modificado por Carrit & Carpenter (1966).

La información sobre la velocidad y dirección del viento, temperatura, del aire e insolación que complementan este trabajo, fue obtenida de la Estación Meteorológica del Instituto de Oceanología de la Universidad de Valparaíso, ubicada en Montemar.

RESULTADOS Y DISCUSION

El 25 de marzo de 1987, durante una de las salidas de rutina al mar del Programa de Vigilancia Biológica de "El Niño" que mantiene el Instituto de Oceanología de la Universidad de Valparaíso, se detectaron anomalías en el plancton reflejadas en un incremento inusual de especies de dinoflagelados, que al día siguiente provocaron un cambio notorio en la coloración del agua.

Los primeros análisis de las muestras permitieron reconocer un nuevo evento de marea roja causado por dos taxa de dinoflagelados tecdados no tóxicos, *Prorocentrum micans* Ehrenberg y *Prorocentrum gracile* Schütt, los cuales se habían presentado con anterioridad en la

bahía de Valparaíso en los años 1979, 1983 y 1985 (Avaria & Muñoz 1982, 1987; Muñoz & Avaria 1986, Muñoz *et al.* 1990). A diferencia de los fenómenos precedentes que fueron de corta duración, este último se mantuvo mas de 25 días, siendo el de más larga duración registrado hasta la fecha en la bahía de Valparaíso.

Considerando que junto al organismo causante se detectaron concentraciones mínimas de especies tóxicas del género *Dinophysis*, productoras de VDM (Veneno diarreico de moluscos), se decidió iniciar un sistema de vigilancia diario del plancton, en la eventualidad de que cambios en las condiciones ambientales o en las relaciones interespecíficas, provocaran un incremento de las especies tóxicas en detrimento de las inocuas.

El análisis de la información reunida señala que el inicio del fenómeno coincidió con una acentuada estratificación térmica de la columna de agua registrada el 25 de marzo, como consecuencia de las condiciones climáticas imperantes en los días previos a la aparición del fenómeno. Cabe destacar que desde el 1° al 25 de marzo se registró un 72 % de días de calma y un 60 % de días despejados, cuando los promedios de varios años señalan un 7 % de calmas y pocos días despejados para este mes (Avaria 1976, Reyes & Romero 1977).

Datos de distribución de temperatura durante marzo - abril de 1987 (Fig. 2), señalan diferencias de 3°C entre superficie y 20 metros de profundidad a partir del 11 de marzo, y un progresivo

calentamiento de la capa de agua superficial en días sucesivos. Este calentamiento alcanzó su máxima expresión el 25 de marzo, fecha de aparición de la marea roja, registrándose temperaturas próximas a los 17°C en superficie y 15°C a la profundidad de 15 metros. Con posterioridad al 25 de marzo se mantuvo la estratificación térmica, pero se inició un ligero enfriamiento progresivo de la capa superficial de agua, con el consecuente debilitamiento de dicha estratificación.

La distribución vertical del oxígeno durante marzo-abril registró valores sobre 6 ml/l en los 5 primeros metros (Fig. 3), los que relacionados con los altos valores de concentración de clorofila "a", sobre 11.0 mg/m³, evidencian el carácter autótrofo del dinoflagelado causante del fenómeno (Fig. 4).

La variación temporal de *Prorocentrum* señala que el fenómeno se inició a comienzos de marzo, registrándose una concentración total de 2.000 cél/ml el día 25. Al día siguiente se registraron valores de 11.000 cél/ml, manteniéndose una proporción similar entre ambas taxa, para posteriormente el 30 de marzo producirse la máxima concentración con 13.000 cél/ml, cambiando la relación porcentual de éstos debido a un incremento de *P. micans* hasta un 62 %.

Desde el 30 de marzo hasta el 15 de abril se produce un enfriamiento paulatino de la capa superficial de agua, debido a la suma de procesos de mezcla y al enfriamiento normal del aire para la época del año. Esto provocó una notable caída en la concentración del

fitoplancton, sustentada principalmente por *P. micans*, ya que la menor temperatura del agua contribuyó a que prácticamente desapareciera del plancton la especie *P. gracile* (Fig. 5).

La población de *P. micans* se mantuvo fluctuante hasta el 22 de abril sin sobrepasar las 2.000 cél/ml. Días despejados y ausencia de vientos facilitaron las migraciones verticales nictimerales de los dinoflagelados hacia la superficie, a mediodía y primeras horas de la tarde, dando gran espectacularidad al fenómeno, aunque éste fue bastante menos intenso que el del año 1979 donde la concentración de *P. micans* alcanzó 32.000 cél/ml (Avaria & Muñoz 1982).

El prolongado período de permanencia del fenómeno se debió al hecho de que una vez producida la multiplicación de los organismos causantes, éstos pudieron subsistir períodos cortos de tiempo en un medio turbulento. Los vientos fuertes del tercer cuadrante que soplaron hacia fines de marzo y la primera quincena de abril no interrumpieron el evento, contribuyendo mas bien al aporte de nutrientes a la zona eufótica, lo que fue aprovechado exitosamente por los organismos responsables de la marea roja, especialmente por *P. micans*.

El 22 de abril se inicia una disminución sostenida de *P. micans*, sin observarse en los días sucesivos discoloraciones del agua de mar en la bahía. Junto al dinoflagelado se registraron altas concentraciones de diatomeas, dominadas por las especies *Skeletonema costatum* y *Nitzschia seriata*.

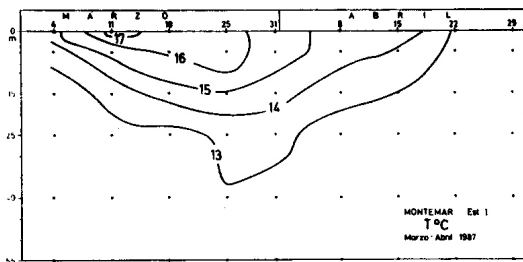


Fig.2. Temperatura superficial del mar (°C) registrada en la bahía de Valparaíso durante marzo - abril de 1987.

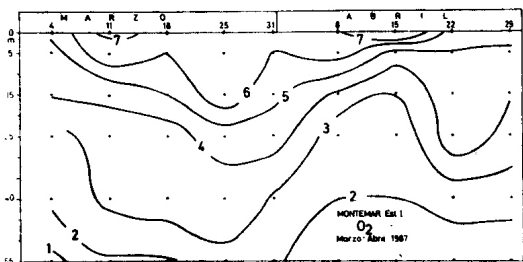


Fig.3. Contenido de oxígeno disuelto (ml/l) registrado en la bahía de Valparaíso durante marzo - abril de 1987.

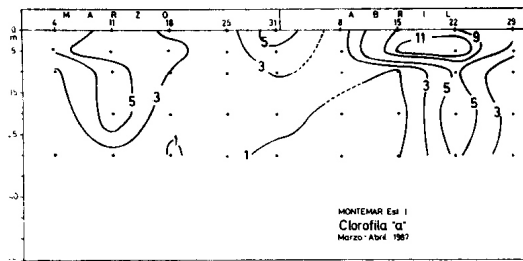


Fig.4. Contenido de clorofila "a" (mg/m³) registrado en la bahía de Valparaíso durante marzo - abril de 1987.

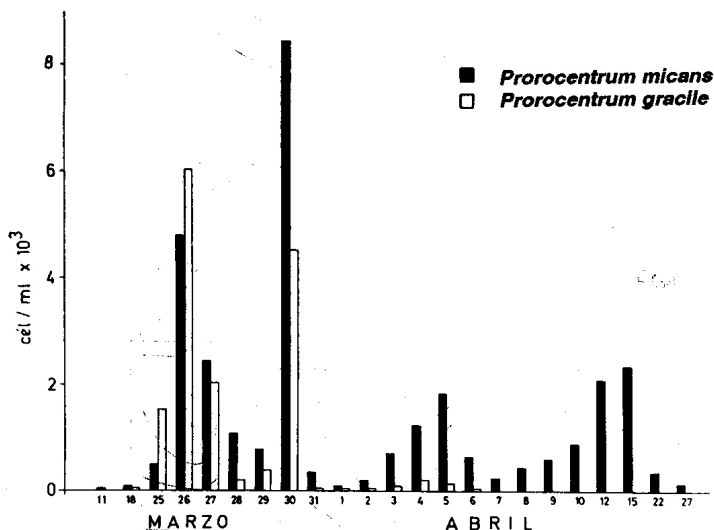


Fig.5. Comparación entre las densidades de *Prorocentrum micans* (barras negras) y *Prorocentrum gracile* (barras blancas) durante marzo - abril de 1987.

El cambio en la composición de especies del fitoplancton estuvo asociado con una notoria caída de los valores de temperatura entre superficie y 30 metros de profundidad.

Paralelamente a la caída de la concentración de *P. micans* se inicia la recuperación de las poblaciones de diatomeas. El 29 de abril se observó un fitoplancton prácticamente normal para la época del año, dominado por *Thalassiosira aestivalis* y *Detonula pumila*; la concentración de *P. micans* en superficie superó levemente los valores

de 200 cél/ml. A 10 metros de profundidad se registraron valores muy bajos, inferiores a 5 cél/ml, señalando una tendencia notoria a la pronta normalización de la composición específica del fitoplancton. Las especies identificadas en los análisis cualitativos y cuantitativos se dan a conocer en la Tabla 1.

Cabe hacer notar que durante la evolución del fenómeno la presencia de *Prorocentrum micans* y *P. gracile* estuvo asociada a otras especies de dinoflagelados neríticos y de diatomeas

proliferantes, destacando entre éstas *Protoperdinium steinii*, *P. pellucidum*, *Dinophysis forthii*, *Detonula pumila*, *Chaetoceros constrictus* y *Nitschia seriata*. Esto indicaría que la oferta de alimento hacia los niveles tróficos superiores no estuvo restringida exclusivamente a *Prorocentrum*, como ha sido habitual durante otros fenómenos de marea roja investigados en Valparaíso.

De particular interés han resultado las imágenes satelitarias obtenidas durante el desarrollo del evento, correspondientes al satélite NOAA-F, lo cual otorgó una visión más global de las condiciones de temperatura superficial del mar, que en gran medida influyó la evolución del fenómeno de marea roja. Durante los días 24 y 28 de marzo se pudo observar en la costa de Chile central la presencia de aguas cálidas, cuyos valores oscilaron entre los 16°C y 19°C (Figs. 6 y 7). Esto coincidió con la fase inicial del evento, que estuvo marcado por una acentuada estratificación térmica de la columna de agua y altas concentraciones de las especies de *Prorocentrum*. Hacia fines de marzo se pudo constatar un considerable descenso de la temperatura superficial del mar, con valores cercanos a los 15.5°C, relacionado esto con una disminución de la densidad de *Prorocentrum* el día 31, y las más altas concentraciones del período de estudio el día 30 (Figs. 8 y 9).

A comienzos de abril nuevamente se observaron altas temperaturas del agua en la bahía de Valparaíso, próximas a los 17°C, quedando desplazadas hacia el sur las aguas de menor temperatura (Fig. 10), registrándose bajísimas concentraciones

de *P. gracile* y *P. micans* las cuales tienden a aumentar el día 5 de ese mes. El 7 de abril se pudo constatar un descenso marcado de la temperatura a lo largo de la costa, con valores cercanos a los 15°C en la bahía de Valparaíso (Fig. 11).

Posteriormente, el 8 de abril se torna aún más fría el área de estudio, comenzando a evidenciarse pequeños focos del orden de los 13.5°C en sectores cercanos a la bahía de Valparaíso, lo que sugiere el inicio de un evento de surgencia (Fig. 12). Esta situación se hace más evidente el 16 de abril, donde definitivamente se produce un enfriamiento generalizado del área costera (Fig. 13). La baja térmica favoreció la presencia de *Prorocentrum micans*, cuya concentración se elevó durante los días 12 y 15 de abril, para posteriormente ir disminuyendo paulatinamente, hasta desaparecer del plancton.

La aplicación de la teledetección para explicar el comportamiento de las comunidades fitoplanctónicas, en particular los eventos de marea roja, ha sido de importante ayuda por la amplia cobertura espacial en que se obtiene la información. Por otra parte, el apoyo de la teledetección facilita la identificación de zonas de alta producción primaria y, que a través del seguimiento en el tiempo, permitirá conocer el rol de estas zonas en los ciclos del carbono y del nitrógeno, de gran utilidad en los estudios de oceanografía y pesca (Petit & Wadsworth 1990).

Dado que en la actualidad no existen sensores para la determinación de pigmentos fotosintéticos en la

superficie del mar, como lo fue en su momento el experimento CZCS (Coastal Zone Color Scanner) montado a bordo del satélite Nimbus-7, se hace cada vez más necesario disponer de estos datos para entender los procesos oceanográficos de gran escala, como lo es por ejemplo el fenómeno "El Niño", de tal forma disponer de amplia información que permita analizar la abundancia y distribución del fitoplancton antes, durante y después de estos eventos. En síntesis, ayudaría al monitoreo constante de estas comunidades de organismos, con el consiguiente beneficio en la actividad predictiva. Otro aporte interesante de los satélites en materia de temperatura superficial del mar, son las relaciones que se pueden obtener con aquellos casos recurrentes y de significativa frecuencia en los últimos años, como son las mareas rojas y otras proliferaciones fitoplanctónicas, de gran repercusión en aspectos de salud humana y economía costera.

Por otra parte, a través de la información satélite se podrá profundizar en aspectos tales como el transporte del carbono hacia el océano profundo, producto de las proliferaciones fitoplanctónicas, como así también los efectos antrópicos del ingreso del gas carbónico al océano (Minster 1989). Antecedentes más acabados sobre la aplicación de sensores remotos en los estudios del fitoplancton son proporcionados por Reid y colaboradores (1990), quienes comentan sobre la concentración de los pigmentos fotosintéticos en la superficie del mar registrados a través del CZCS, asociado con los grupos taxonómicos del fitoplancton.

Al igual que en los eventos anteriores, este último no estuvo asociado a toxicidad. La dinámica de los fenómenos de marea roja no tóxicos es similar a los producidos por especies tóxicas, por tanto su estudio es un aporte valioso para los esfuerzos de investigación orientados a la predicción de estos eventos. La oportunidad de seguir día a día la evolución del fenómeno tiene mas valor si se tiene en cuenta que éstos son aperiódicos y de corta duración, hecho que a veces dificulta el avance de las investigaciones sobre mareas rojas, en relación al de otros aspectos ecológicos del fitoplancton marino.

La presencia de especies tóxicas del género *Dinophysis* asociadas a los organismos causantes del último evento en Valparaíso, señalan que no se puede descartar la eventualidad de que en cualquier momento esta zona se vea afectada por un fenómeno de marea roja tóxica, con el consiguiente impacto para la salud humana y la economía costera de la región.

Los principales aspectos que deben ser considerados en áreas afectadas por mareas rojas son: vigilancia de la variación temporal del fitoplancton y de las principales características físico-químicas del agua que lo influyen; control toxicológico de aquellas especies de mariscos susceptibles de afectar al hombre; manejo de las áreas de pesca de acuerdo a la información entregada por el control toxicológico y la vigilancia del fitoplancton; educación pública que ayude a la población a mejorar el conocimiento sobre estos fenómenos; investigaciones básicas tendientes a la comprensión integral del problema.

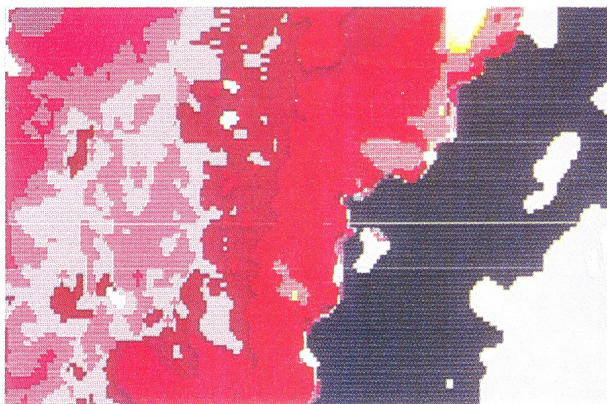


Fig.6. Temperatura superficial del mar registrada por el satélite NOAA-F en la zona de Valparaíso. 24 marzo 1987 (17:07 hora local).

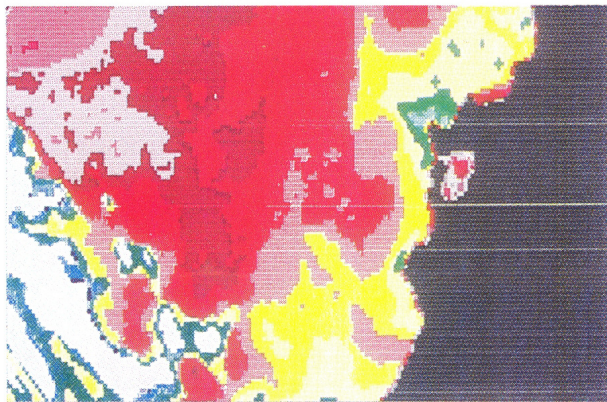


Fig.7. Temperatura superficial del mar registrada por el satélite NOAA-F en la zona de Valparaíso. 28 marzo 1987 (16:23 hora local).

Tabla de equivalencias:



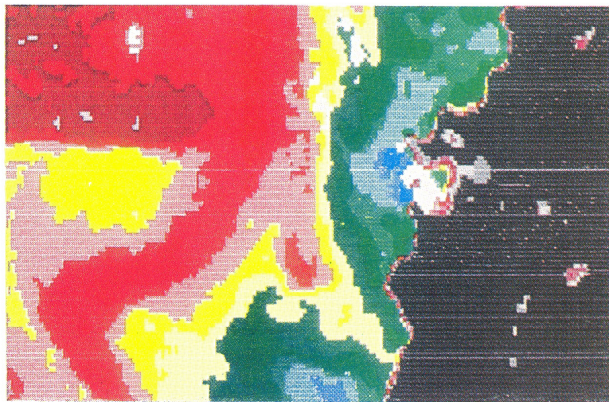


Fig.8. Temperatura superficial del mar registrada por el satélite NOAA-F en la zona de Valparaíso. 30 marzo 1987 (16:02 hora local).

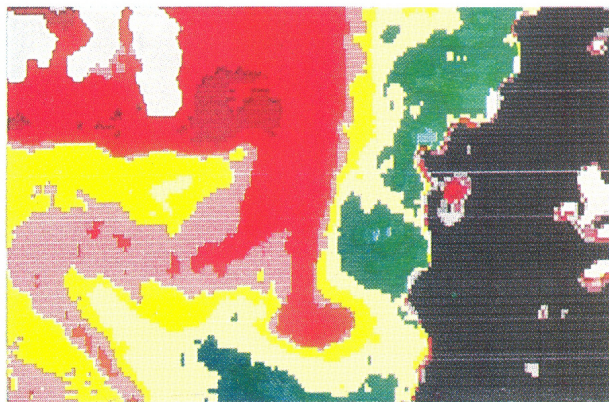


Fig.9. Temperatura superficial del mar registrada por el satélite NOAA-F en la zona de Valparaíso. 31 marzo 1987 (15:51 hora local).

Tabla de equivalencias:



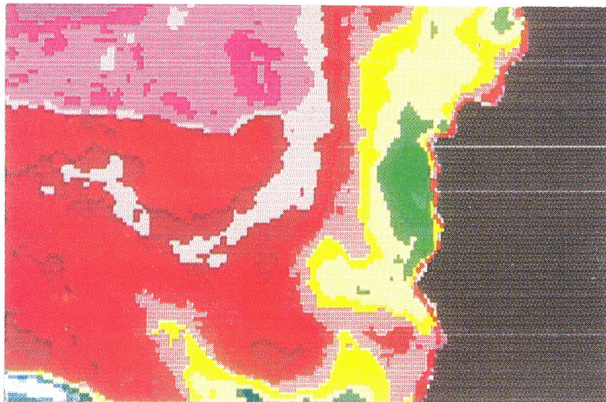


Fig.10. Temperatura superficial del mar registrada por el satélite NOAA-F en la zona de Valparaíso. 1 abril 1987 (15:40 hora local).

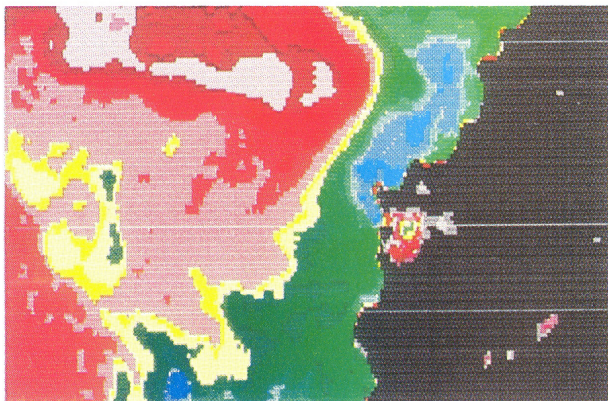
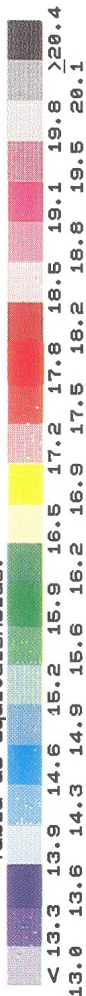


Fig.11. Temperatura superficial del mar registrada por el satélite NOAA-F en la zona de Valparaíso. 7 abril 1987 (16:16 hora local).

Tabla de equivalencias:



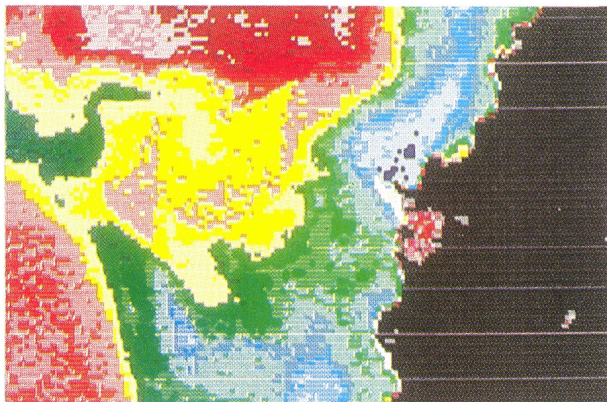


Fig.12. Temperatura superficial del mar registrada por el satélite NOAA-F en la zona de Valparaíso. 8 abril 1987 (16:06 hora local).

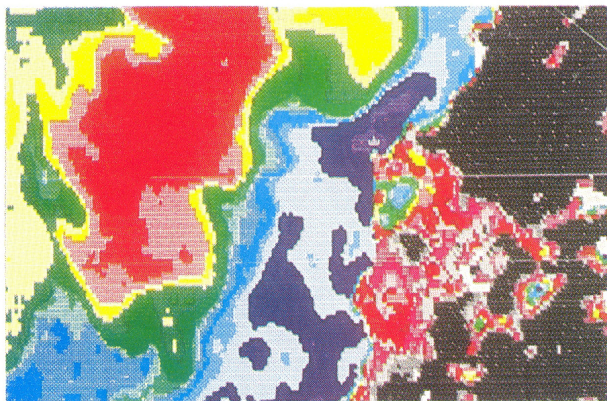


Fig.13. Temperatura superficial del mar registrada por el satélite NOAA-F en la zona de Valparaíso. 16 abril 1987 (16:20 hora local).

Tabla de equivalencias:



El conocimiento logrado por las investigaciones sobre esta materia realizadas en Chile, indica que debería existir una mayor interacción entre las instituciones gubernamentales del sector pesquero, las universidades, el Servicio de Salud, la Armada, los pescadores industriales y artesanales entre otros, para actuar en forma coordinada ante la aparición súbita de eventos de esta naturaleza y así planificar los estudios científicos necesarios, que permitan establecer medidas adecuadas de manejo en áreas donde se conoce que el fenómeno es recurrente.

Se sabe que no es posible por el momento controlar este tipo de eventos naturales en el ambiente, ni que tampoco existen antídotos contra las toxinas producidas por los dinoflagelados, pero la prevención sustentada por 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, disminuirían notablemente los riesgos y efectos derivados de la aparición de nuevos fenómenos en nuestro país.

Tanto el actual como los anteriores eventos de marea roja observados en la bahía de Valparaíso, han conformado una adecuada base de estudio para conocer su dinámica, la que podría ser extrapolable a otros puntos del litoral chileno. Finalmente, es conveniente insistir en que se deben aunar esfuerzos de investigación de diversas instituciones científicas nacionales, contribuyendo a formar equipos interdisciplinarios con la participación de biólogos marinos, oceanógrafos, farmacólogos, médicos y

otros especialistas, como la mejor alternativa para llegar a predecir y controlar las mareas rojas, y así minimizar su impacto sobre el ecosistema marino y la salud humana.

RESUMEN Y CONCLUSIONES

Desde 1979 se han observado en la bahía de Valparaíso, Chile, fenómenos recurrentes de marea roja causados por dinoflagelados del género *Prorocentrum*, particularmente por las especies *P. micans* y *P. gracile*, cuya presencia ha estado asociada con altas temperaturas en la superficie del mar. En este último evento registrado durante marzo - abril de 1987, ambas especies alcanzaron una concentración de 13.000 cél/ml, mientras que el valor máximo de clorofila "a" fue de 11.0 mg/m³.

Durante el mes de marzo se observó un calentamiento progresivo de la capa de agua entre superficie y 30 metros de profundidad, detectándose temperaturas de hasta 17°C en los niveles superiores, lo que favoreció el desarrollo del evento.

Hacia fines de abril comenzó la declinación del fenómeno, registrándose importantes concentraciones de diatomeas, sustentadas por las especies *Skeletonema costatum* y *Nitzschia seriata*. El cambio en la composición del fitoplancton asociado con el enfriamiento de la columna de agua, coincidió con la desaparición de las especies de *Prorocentrum* en el plancton del área.

Los registros de temperatura superficial del mar proporcionados por el

Discusión

satélite NOAA-F, a gran escala explican la influencia de las aguas cálidas en el desarrollo de los fenómenos de marea roja, como así también su desaparición asociada a la presencia de aguas frías en el área de estudio.

Se discuten las ventajas de la

aplicación de la teledetección al estudio de los fenómenos de marea roja, y se comentan algunas acciones de coordinación interdisciplinaria e interinstitucional tendientes a mejorar el conocimiento de tales eventos en el país, e implementar medidas para su manejo y control.

AGRADECIMIENTOS.

Nuestro reconocimiento a la Dirección del Instituto de Oceanología y Dirección Científica y Tecnológica de la Universidad de Valparaíso, por el apoyo brindado en la impresión de las imágenes de satélite. A los señores René Astudillo y Víctor Villanueva, por su contribución en la confección de dibujos y recolección de muestras, respectivamente.

Tabla 1. Especies identificadas en muestras de fitoplancton recolectadas durante el fenómeno de marea roja en la bahía de Valparaíso, marzo/abril 1987.

ESPECIES

RED AGUA

Diatomeas

<i>Cerataulina pelagica</i> (Cleve) Hendey	+	.
<i>Chaetoceros affinis</i> Lauder	+	.
<i>Chaetoceros cinctus</i> Gran	+	+
<i>Chaetoceros convolutus</i> Castracane	+	+
<i>Chaetoceros compressus</i> Lauder	+	+
<i>Chaetoceros danicus</i> Cleve	.	+
<i>Chaetoceros debilis</i> Cleve	+	+
<i>Chaetoceros diadema</i> (Enrenberg) Gran	+	+
<i>Chaetoceros didymus</i> Ehrenberg	+	.
<i>Chaetoceros lorenzianus</i> Grunow	+	+
<i>Chaetoceros radicans</i> Schütt	+	.
<i>Chaetoceros socialis</i> Lauder	+	.
<i>Chaetoceros teres</i> Cleve	.	+
<i>Climacodium biconcavum</i> Cleve	+	.
<i>Coscinodiscus perforatus</i> Ehrenberg	+	.
<i>Detonula pumila</i> (Castracane) Schütt	+	+
<i>Eucampia cornuta</i> (Cleve) Grunow	+	+
<i>Guinardia flaccida</i> (Castracane) Peragallo	+	.

Tabla 1 (Continuación)

ESPECIES	RED	AGUA
<i>Hemiaulus sinensis</i> Greville	+	+
<i>Lauderia annulata</i> Cleve emend. Hasle	+	+
<i>Leptocylindrus danicus</i> Cleve	+	+
<i>Leptocylindrus mediterraneus</i> (Peragallo) Hasle	+	+
<i>Nitzschia longissima</i> (Brébisson) Grunow	.	+
<i>Nitzschia seriata</i> Cleve	+	+
<i>Pseudoeunotia doliolus</i> (Wallich) Grunow	+	+
<i>Rhizosolenia alata</i> Brightwell	+	.
<i>Rhizosolenia alata</i> f. <i>indica</i> (Peragallo) Hustedt	+	.
<i>Rhizosolenia bergonii</i> Peragallo	+	+
<i>Rhizosolenia delicatula</i> Cleve	+	+
<i>Rhizosolenia fragilissima</i> Bergon	.	+
<i>Rhizosolenia imbricata</i> var. <i>minuta</i> Rivera	+	.
<i>Rhizosolenia imbricata</i> var. <i>shrubslei</i> (Cleve) Schröder	+	.
<i>Rhizosolenia setigera</i> Brightwell	+	+
<i>Rhizosolenia stolterfothii</i> Peragallo	+	+
<i>Skeletonema costatum</i> (Greville) Cleve	+	+
<i>Stephanopyxis turris</i> (Greville & Arnott) Ralfs	+	.
<i>Thalassiosira aestivalis</i> Gran & Angst	+	+
<i>Thalassiosira subtilis</i> (Ostenfeld) Gran emend. Hasle	.	+
<i>Thalassiothrix delicatula</i> Cupp	+	.
<i>Thalassiothrix frauenfeldii</i> (Grunow) Grunow	+	.
Dinoflagelados		
<i>Ceratium azoricum</i> Cleve	+	.
<i>Ceratium furca</i> var. <i>berghii</i> Lemmermann	+	+
<i>Ceratium furca</i> var. <i>eugranum</i> (Ehrenberg) Schiller	+	.
<i>Ceratium fusus</i> var. <i>seta</i> (Ehrenberg) Schiller	+	+
<i>Ceratium pentagonum</i> var. <i>robustum</i> (Cleve) Jörgensen	+	.
<i>Ceratium pentagonum</i> var. <i>tenerum</i> Jörgensen	+	.
<i>Ceratium pulchellum</i> f. <i>dalmaticum</i> (Böhm) Schiller	+	.
<i>Ceratium tripos</i> var. <i>ponticum</i> Jörgensen	+	+
<i>Ceratium tripos</i> f. <i>tripodioides</i> (Jörgensen) Paulsen	+	.
<i>Dinophysis acuminata</i> Clarparède & Lachmann	+	.
<i>Dinophysis caudata</i> Saville-Kent	+	+
<i>Dinophysis forthii</i> Pavillard	+	+
<i>Dinophysis rapa</i> (Stein) Abé	+	.
<i>Dinophysis tripos</i> Gourret	+	+
<i>Dinophysis rotundatum</i> Clarparède & Lachmann	+	.

Tabla 1 (Continuación)

ESPECIES

RED AGUA

<i>Diplopsalis lenticula</i> Bergh	+	.
<i>Diplopsalis minor</i> (Paulsen) Silva	+	+
<i>Dissodinium lunula</i> (Schütt) Pasche	+	.
<i>Gonyaulax digitale</i> Kofoid	+	.
<i>Gonyaulax monacantha</i> Pavillard	+	+
<i>Gonyaulax monilata</i> Howell	+	.
<i>Gonyaulax polygramma</i> Stein	+	.
<i>Gyrodinium spirale</i> (Bergh) Kofoid & Swezy	+	.
<i>Heteraulacus polyedricus</i> (Pouchet) Drugg & Loeblich	+	.
<i>Podolampas bipes</i> Stein	+	.
<i>Podolampas palmipes</i> Stein	+	.
<i>Podolampas spinifer</i> Okamura	+	.
<i>Polykrikos kofoidii</i> Chatton	+	+
<i>Prorocentrum gracile</i> Schütt	+	+
<i>Prorocentrum micans</i> Ehrenberg	+	+
<i>Protoperidinium brochii</i> (Kofoid & Swezy) Balech	+	.
<i>Protoperidinium conicoides</i> (Gran) Balech	+	+
<i>Protoperidinium conicum</i> (Gran) Balech	+	+
<i>Protoperidinium claudicans</i> (Paulsen) Balech	+	.
<i>Protoperidinium crassipes</i> (Kofoid) Balech	+	.
<i>Protoperidinium depressum</i> (Bailey) Balech	+	.
<i>Protoperidinium diabolus</i> (Cleve) Balech	+	.
<i>Protoperidinium divergens</i> (Ehrenberg) Balech	+	.
<i>Protoperidinium excentricum</i> (Paulsen) Balech	+	.
<i>Protoperidinium globulus</i> (Stein) Balech	+	.
<i>Protoperidinium leonis</i> (Pavillard) Balech	+	+
<i>Protoperidinium obtusum</i> (Karsten) Parke & Dodge	+	.
<i>Protoperidinium oceanicum</i> (Vanhöffen) Balech	+	.
<i>Protoperidinium pellucidum</i> (Schütt) Balech	+	.
<i>Protoperidinium punctulatum</i> (Paulsen) Balech	+	.
<i>Protoperidinium steinii</i> (Jørgensen) Balech	+	+
<i>Scripsiella trochoidea</i> (Stein) Loeblich III	+	+

Silicoflagelados

<i>Dictyocha fibula</i> Ehrenberg	+	.
<i>Dictyocha speculum</i> Ehrenberg	+	.

LITERATURA CITADA

- Avaria, S. 1975. Estudios de ecología fitoplanctónica en la bahía de Valparaíso. II. Fitoplancton 1970-71. Revista de Biología Marina, Valparaíso, 15(2): 131-148.