

**" MAREA ROJA"
EN EL CANAL BEAGLE**



CENTRO AUSTRAL DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS



CONTRIBUCION CIENTIFICA

EL-337



" MAREA ROJA" EN EL CANAL BEAGLE

Julio H. VINUESA

Centro Austral de Investigaciones Científicas
Av. Malvinas Argentinas s/n
9410 - Ushuaia
Tierra del Fuego
Argentina

Contribución Científica N° 16 , 1993





INTRODUCCION

La "Marea Roja" o hemotalasia, es un fenómeno de cambio de color o discoloración del agua, caracterizado por un aumento cuantitativo localizado muy importante de algunos organismos que la habitan.

Son comunes en muchas partes del mundo y reciben distintos nombres de acuerdo al país ó región donde se producen: son llamadas "eau rouges" en Francia; "l'acqua rossa" en Italia; "akashisho" en algunas partes del Japón; "red tides" o "red waters" en los países angloparlantes; "el turbio" en Venezuela; "purga do mar" en Galicia, España; "aguaje" en el Perú; "huirihue" o "virigüe" en Chile; "tingui" y "aguji" en Cuba, etc.

Estos fenómenos se inician, desarrollan y desaparecen debido a la interacción de factores biológicos intra e interespecíficos, oceanográficos y meteorológicos, procesos aún no totalmente conocidos en general. Esto es así pues dependen de la especie de organismos en cuestión, ya que los factores que pueden ser beneficiosos para una especie, no necesariamente lo son para otra.

El primer testimonio escrito sobre los cambios de color en una masa de agua se halla reflejado en la Biblia, al referirse al enrojecimiento de las aguas del Nilo. Según algunos autores, el nombre del Mar Rojo fue puesto por los griegos a las costas de Arabia, donde las hemotalasias son muy frecuentes.

Charles Darwin (1839) mencionaba en su diario de viaje, en 1835, dos ocasiones en las cuales tuvo la oportunidad de apreciar el fenómeno, la primera vez al norte de Concepción, Chile y más tarde al sur de Valparaíso. El agua, examinada al microscopio por el naturalista inglés "rebullía de pequeños organismos, que se movían en todas direcciones y a menudo estallaban..."; la minuciosa descripción dada por Darwin permitió muchos años más tarde, a Hart (1943) identificar a la especie del organismo causante, el protozoo ciliado *Mesodinium rubrum*.

Estos fenómenos de hemotalasia son generalmente provocados por organismos unicelulares que viven en la masa de agua y forman parte del plancton (del griego, plankton = errante), tanto en el agua dulce como en el mar. El plancton es usualmente la base de la red alimentaria del mar, ya que en el encontramos el fitoplancton, constituido por plantas microscópicas, generalmente unicelulares o coloniales, fotosintéticas y el zooplancton,

compuesto por organismos uni y pluricelulares, de diminuto tamaño, gran parte del cual se alimenta del fitoplancton.

En muchos casos se torna muy difícil decidir si el organismo en cuestión es animal o vegetal, tal es el caso de muchos dinoflagelados; algunos botánicos aseguran que al tener una envoltura celulósica y pigmentos fotosintéticos, son vegetales. Sin embargo, existen muchos dinoflagelados que carecen de clorofila y, en cambio, tienen varios caracteres típicamente animales: su gran movilidad, su alimentación con otros organismos (heterotrofismo) y la presencia en muchos casos de tricocistos, elementos de defensa y ocelos (ojos simples), orgánulos típicos de los animales (Balech y Ferrando, 1964).

Bajo ciertas condiciones ambientales, una ó más especies del plancton se pueden reproducir con gran rapidez, alcanzando cifras poblacionales muy elevadas y predominando sobre el resto de los organismos; a este fenómeno se lo conoce comunmente como " floración"; si este proceso ocurre muy cerca de la superficie puede causar una discoloración del agua, la que puede llegar a presentar tonalidades rojizas, amarillentas, verdosas, azules, marronáceas, etc. debidas a los distintos tipos de pigmentos que poseen .

Los organismos que producen estas discoloraciones pueden ser muy diferentes: protozoos ciliados, dinoflagelados, diatomeas, otras algas unicelulares o coloniales, larvas de varios tipos de invertebrados, etc. Un caso muy frecuente durante el verano en las costas bonaerenses, es la floración de la diatomea *Asterionella japonica*, que se observa como espuma marronácea en las rompientes, vulgarmente llamada " yodo" y utilizada como bronceador.

También son muy frecuentes las floraciones en cuerpos de agua continentales, principalmente en aquellos con circulación reducida ó nula, como lagos, lagunas, charcas permanentes, etc. Una observación común para el que sobrevuela la Provincia de Santa Cruz, son las lagunas de color rosado, tonalidad ocasionada por la floración del alga *Chlamydomonas sanguinea* (Kühnemann, 1966). Generalmente, en los ambientes continentales, los organismos que provocan estos cambios de color son las algas azules o cianofíceas, algas verdes o clorofíceas, algas flageladas , como las euglenas y también las diatomeas, que otorgan diferentes colores a las masas de agua. Por estas causas, se cree que la generalización del uso de "marea roja" no ha sido muy feliz para nombrar el fenómeno.

En la Tabla I se pueden apreciar algunos de los organismos mencionados como causantes de hemotalasias en distintas partes del mundo; en la misma figuran todas las especies registradas en el extremo sur de América. Como se desprende de la misma, la mayor parte de los registros de "mareas rojas" se deben a dinoflagelados.

TABLA I

ESPECIE CAUSANTE

LUGAR DE OCURRENCIA

PROTOZOOS CILIADOS

Mesodinium rubrum O.Pacífico Sur-Echo. de Magallanes
Cyclotrichium meunieri O.Pacífico Norte-Nva.Zelandia

ALGAS AZULES

Skujaella erythraeum Costas de India-O.Indico

DINOFLAGELADOS

Peridinium triquetrum Mar Báltico
Prorocentrum micans O.Pacífico Sur- O.Atlántico Norte
Prorocentrum gracile O.Pacífico Sud Oriental- Chile
Prorocentrum sp O.Atlántico Sud Occidental (Brasil)
Protoperidinium sp O.Pacífico Sud-Oriental- Chile
Ceratium tripos O.Pacífico Sud- Chile
Ceratium furca O.Pacífico Sud- Chile
Glenodinium sp O.Pacífico Sud Oriental
Glenodinium sp O.Atlántico Sud Oriental
Gymnodinium breve O.Atlántico Norte-Golfo de México
Gymnodinium sp. O.Atlántico Sud Oriental
Gymnodinium splendens O.Pacífico Sud Oriental (Chile)
Scropsiella trochoidea Bahía Valparaíso (Chile)
Amphidoma sp. Estrecho de Magallanes
Gyrodinium aureolum O. Atlántico Norte
Gyrodinium cf.aureolum O.Atlántico Sud (Brasil y Argentina)
Dinophysis acuta Estrecho de Magallanes
Gonyaulax polyedra O.Atlántico Norte- Mar Mediterráneo
Gonyaulax monilata Golfo de Mexico-Costas de Florida
Gonyaulax polygramma O.Atlántico Noroccidental (Florida)
Alexandrium excavata O.Atlántico Nororiental y Sudoccidental.
Alexandrium catenella O.Atlántico Noroccidental.
O.Pacífico Norte y Sud-E.de
Magallanes
Noctiluca scintillans Cosmopolita

(Cont. TABLA I)

DIATOMEAS Y OTRAS CRISOFITAS

<i>Asterionella japonica</i>	O. Atlántico Sudoccidental
<i>Prymnesium parvum</i>	O. Antártico (y O. Atlántico Norte)
<i>Phaeocystis pouchetii</i>	O. Antártico (también en Hem. Norte)

El fenómeno afecta principalmente las capas superficiales del agua y su espesor puede variar desde varios centímetros hasta unos 100 m (Campodónico et al., 1975); estudios de la dinámica de "manchas", han demostrado que en general ocupan los primeros metros de profundidad; con referencia a la superficie del área afectada, se ha visto que es muy variable, desde "manchas" inferiores a un kilómetro cuadrado hasta algunas estimadas en varios centenares de kilómetros cuadrados.

También se denominan genéricamente "mareas rojas" a fenómenos de discoloración producidos por otros factores: en la bibliografía se describen sucesos producidos por abundantes cantidades de finas partículas minerales, generalmente en áreas costeras, que producen discoloraciones similares a las mencionadas.

Son más frecuentes los fenómenos causados por distintos tipos de crustáceos; en la literatura se mencionan como productores de hemotalasias a ciertas especies de copépodos, pequeños crustáceos muy abundantes en el plancton de todos los mares (Hutton, 1960) y también a pequeños organismos similares a camarones, del grupo de los misidáceos y eufausiáceos (Erhardt, 1968; Balech, 1977). Al respecto, cabe mencionar que el legendario Capitán James Cook, avistó un "enjambre" superficial de "krill", confundiénolo con un banco de arena y Wedell visualizó varias hemotalasias, que se piensa pueden haber sido ocasionadas por estos crustáceos.

En el Mar Argentino, era frecuente observar al bogavante ó langostilla, *Munida gregaria*, que posee una etapa post-larval nadadora, en grandes enjambres que otorgaban tonalidades rojizas al mar; registros de estos han sido frecuentes en el siglo pasado, entre los balleneros británicos (ver Matthews, 1932). En el Canal Beagle se han observado también, produciendo incluso varamientos masivos en la Bahía Ushuaia, en repetidas ocasiones.

En el mes de Enero de 1985 se produjo una hemotalasia observada en Puerto Harberton por la naturalista Nathalie P. de Goodall; una muestra de agua observada al microscopio permitió ver que se trataba de organismos ciliados, con una apariencia general similar a la de *Mesodinium rubrum* (Lámina I).

Existen hemotalasias que pueden resultar tóxicas para el ser humano y algunos animales y otras que no tienen efecto aparente alguno. En 1937, un grupo de científicos estableció con claridad la relación entre el "veneno paralizante de mariscos" (VPM) y ciertos dinoflagelados del género *Gonyaulax* (Sommer et al., 1937). Diez años más tarde, aproximadamente, se pudo aislar la toxina, llamada saxitoxina y de la cual hoy día se conocen unas trece variedades.

Algunos animales son extremadamente resistentes a estas toxinas, como los moluscos bivalvos (mejillones, muchas almejas, cholgas, vieiras u ostiones, navajas, berberechos, etc.) cuya característica en común es ser filtradores de agua de mar, de la que obtienen su alimento (fitoplancton, bacterias, materia orgánica disuelta, etc.) y el oxígeno disuelto para la respiración. Esta capacidad les permite alimentarse de florecimientos de algas tóxicas, acumulando las toxinas en sus tejidos y tornándose así peligrosamente venenosos en las áreas donde esto ocurre. "En casos extremos, basta la ingestión de dos ó tres ejemplares para producir un intoxicación fatal" (Carreto, 1989).

El veneno paralizante de mariscos es un poderoso neurotóxico para los vertebrados, derivado de la tetrahidropurina, cuya principal acción es un bloqueo del sistema nervioso central y periférico. La saxitoxina se absorbe muy rápidamente en el tracto gastrointestinal del ser humano y puede llegar a producir una depresión respiratoria que finaliza causando la muerte por anoxia y un colapso cardiovascular por la depresión del miocardio.

Existen síntomas leves, moderados y graves en esta intoxicación y suelen ser progresivos:

- | | |
|---------------------|--|
| Síntomas leves: | parestias o adormecimiento del área peribucal, labios y lengua. Hormigueos en las extremidades, dedos de las manos y pies. |
| Síntomas moderados: | Náuseas y vómitos.
Adormecimiento de brazos y piernas.
Debilidad muscular general; sensación de "flotar en el aire". |
| Síntomas graves: | Entumecimiento, dificultad respiratoria. |

En las intoxicaciones agudas, la muerte sobreviene entre 0,5-12 horas después de la ingestión de los mariscos. Se debe aclarar, sin embargo, que no todos los síntomas mencionados se presentan siempre. Un estudio realizado en Chile, ha permitido ver que en trece casos de intoxicación, el síntoma común fue la insensibilidad de la región oral y peribucal y una hipertensión, pero astenias y adinamias se presentaron en 9 casos, parestesias de extremidades en 8 casos, mareos y vómitos en 5 casos.

El tratamiento indicado es el lavado gástrico precoz y enérgico, con el fin de eliminar la toxina que aún no se haya absorbido desde el estómago y la hospitalización en una Unidad de Terapia Intensiva, lo que permite una vigilancia estricta de la función respiratoria principalmente, como así también la renal y cardiovascular (Fuentealba y col., 1981).

A pesar de ser ahora bien conocidas las composiciones de las saxitoxinas, no se ha logrado hasta el momento un remedio eficaz; se logró neutralizar su efecto en animales de laboratorio, usando como oxidante el hipoclorito de sodio (lavandina) en una concentración de 3 ppm/mg toxina (ppm= partes por millón). También se utilizaron otras sustancias, pero todas requieren concentraciones que resultarían muy tóxicas para el hombre (ver Ritchie y col., 1974).

También se debe destacar que la toxina no es una sustancia antigénica y a pesar de comprobarse que se uniría a proteínas formando grupos haptenos, los anticuerpos serían insuficientes para originar resistencia al tóxico (Evans, 1975).

Complicando el panorama, se ha visto que no todas las especies de los géneros *Gonyaulax* y *Alexandrium* producen florecimientos tóxicos y las mismas especies que producen toxinas, en algunas épocas ó en zonas diferentes no lo hacen; es decir, existen diferentes cepas dentro de la misma especie que pueden ó no ser tóxicas. Esto ha hecho pensar que posiblemente se hallen involucradas bacterias intracelulares en la formación de las toxinas, aunque Prakash (1967) demostró que es producto de su metabolismo.

Existen también otros tipos de intoxicación menos graves, como el denominado "veneno diarreico de moluscos" (VDM), producido por algunos dinoflagelados del género *Dinophysis*. La especie *Dinophysis acuta* ha sido la responsable de varios casos de intoxicación en Chile: en Puerto Montt (1970, 1971 y 1979) y en Punta Arenas (1979).



CRONOLOGIA DE LOS ENVENENAMIENTOS CAUSADOS POR *Alexandrium catenella* EN EL EXTREMO SUR DE AMERICA.

El primer registro de una hemotalasia tóxica en el extremo sur de América fue en la primavera de 1970, donde se mencionan dos decesos humanos como resultado del veneno paralizante de mariscos, aunque no se identificó la especie causante (Ray, 1972); este hecho tuvo lugar entre los 41-42 grados de Latitud sur, en las costas de Chile.

En el Estrecho de Magallanes, el 22 de Octubre de 1972 la Gobernación Marítima informaba la muerte de tres pescadores que se dedicaban a la extracción de cholgas (*Aulacomya ater*) en la localidad de Bahía Bell, Isla Clarence. En esta oportunidad se pudo determinar al organismo causante como *Gonyaulax catenella* (= *Alexandrium catenella*) y se comprobó un elevado grado de toxicidad en cholgas y picorocos (*Megabalanus psittacus*), como así también en ostiones o vieiras (*Chlamys patagonicus*). Estudios de distribución y toxicidad del VPM en moluscos revelaron una máxima de 96.000 U.R. (Unidades ratón), en Noviembre de ese mismo año.

En Antofagasta, Chile, en Diciembre de 1979, se produjo otra hemotalasia causada por esta especie, no causando esta vez intoxicaciones en seres humanos (L. Rodríguez, fide Avaria, 1982).

Lambeye (1981) menciona un segundo florecimiento en la región de Magallanes, en Seno Unión y Caleta Cráter, causando en esta oportunidad dos muertes humanas por ingestión de cholgas.

Estudios realizados por el Instituto de la Patagonia a partir de este último registro en distintas localidades del Estrecho de Magallanes, demostraron la existencia de la especie en el plancton de la región, pero sin constituir floraciones importantes en las áreas relevadas (Uribe et al., 1987; Uribe y Guzmán, 1988).

A fines de 1991, una gran floración de esta especie produjo nuevamente varios casos fatales en la región de Magallanes; el fenómeno se extendió durante los primeros meses de 1992, coincidiendo así parcialmente con la primera marea roja tóxica producida por la especie en el Canal Beagle.

CAUSAS DE LAS MAREAS ROJAS.

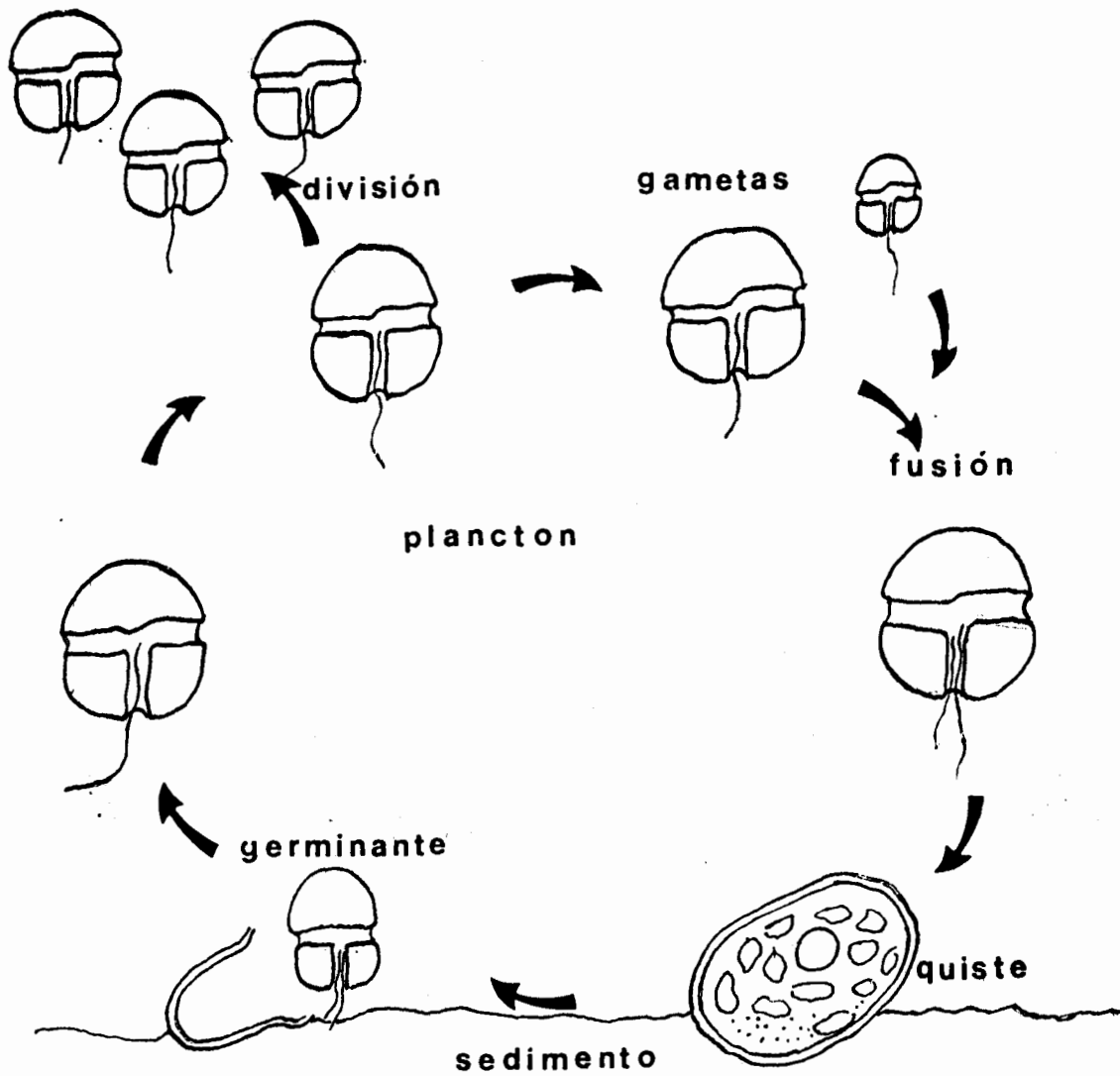
Ha sido motivo de repetida discusión las causas posibles de la producción de estos florecimientos extraordinarios de dinoflagelados. Las más mencionadas en la literatura son:

- Temperaturas del agua elevadas.
- Disminución de la salinidad.
- Alto contenido en nutrientes.
- Elevada iluminación (poca ó nula nubosidad).
- Baja turbulencia (vientos reducidos o calma).

Sin embargo, ninguna de estas posibles causas, aunque se hallen combinadas, pueden explicar todas las mareas rojas. Balech (1962) asegura que lo que parece ser causante en una región, no aparenta serlo en otra y lo ejemplifica con las hemotalasias que se producen en el sur de California, que se dan indefectiblemente con elevadas salinidades en las masas de agua. También hay que tener en cuenta que las mareas rojas son producidas por distintas especies de dinoflagelados, con requerimientos básicos similares, pero diferentes dinámicas poblacionales.

Razones muy importantes deben buscarse en los ciclos de vida de estos organismos, que pueden marcar un estilo propio en la dinámica de un florecimiento. Carreto (1989) destaca cuatro etapas en las mareas rojas: Iniciación, crecimiento, decadencia y acumulación. En el caso de la especie *Alexandrium excavatum*, productora de mareas rojas en las costas atlánticas argentinas, se ha podido apreciar que el organismo presenta una fase de crecimiento numérico acelerado por simples divisiones de las células que puede dar lugar a un florecimiento extraordinario o hemotalasia (Figura 2); también presentan una fase de reproducción sexual, que creará una reserva de estos quistes en reposo y que pueden proveer en el futuro (primavera o verano) de los organismos que pueden iniciar una nueva proliferación. En la Figura 2 se describe en forma simplificada el ciclo descrito para la especie Atlántica, *Alexandrium excavatum*, según Carreto (1989). De acuerdo con esto, el organismo presenta un período de reposo invernal, consistente en células enquistadas y un período de actividad y reproducción, que se extendería principalmente en la primavera y verano. Por estas causas, es un hecho que en los lugares donde aparece, invariablemente ha vuelto a repetirse, tornándose un problema crónico; tal es así que en Canadá existen zonas de veda permanente para extracción y consumo de moluscos (Prakash, 1971).

FIGURA 2



Se debe tener en cuenta también, las ventajas relativas de los dinoflagelados frente a sus competidores por la luz solar, como lo son las diatomeas; la movilidad otorgada por el batir del flagelo les permite aventajar a las mismas y poder ocupar la capa superficial del agua. Otra ventaja aparente de los dinoflagelados del grupo formador de mareas rojas, es que poseen un mecanismo de protección de los rayos ultravioleta, constituido por sustancias químicas, iminomicosporinas, que actúan como filtros o pantallas

solares (Carreto, 1989); la presencia de estas sustancias le confieren a estos una importante ventaja, ya que pueden ocupar la superficie sin ser dañados por las peligrosas radiaciones ultravioletas, que inhiben la fotosíntesis y la división de las células.

La contaminación orgánica o con elevados contenidos de nutrientes, como sucede en muchos lugares costeros, representa también uno de los factores más importantes para la producción y mantenimiento de estas floraciones; una gran "mancha" de la marea roja ocurrida en el verano de 1991-1992 en el Canal Beagle, se mantuvo visible frente a la ciudad de Ushuaia durante más de una semana, a pesar de días nublados y ventosos (entre el 17 y 26 de Febrero, aproximadamente); áreas cercanas menos contaminadas, al Este de la desembocadura del río Olivia, no presentaban discoloración alguna. Resulta evidente que el aporte de nutrientes y materia orgánica sencilla, en un lugar con una circulación de agua reducida, como es la Ba. Ushuaia y frente a la ciudad, ha contribuido para el desarrollo y mantenimiento de la misma.

Un buzo de la zona explicaba lo visto en una inmersión efectuada a principios de marzo de 1992, en aguas del puerto local, a 6-7 m de profundidad: "sólo se veía el fondo en algunos sectores y se apreciaba una gran nube rojiza cubriendo el área".

Más fácil de explicar es la desaparición del fenómeno, aunque aquí también las causas pueden ser numerosas; entre ellas se puede mencionar:

- Agotamiento de los nutrientes.
- Disminución de la luminosidad (nubosidad).
- Acción de los vientos, rompiendo la estratificación y aumentando la turbulencia.
- Consumo por el zooplancton y otros organismos fitoplanctófagos.
- Formación de quistes de resistencia.
- Autoinhibición específica.

BIOLUMINISCENCIA

En muchas ocasiones una hemotalasia puede ser reconocida por la luminiscencia nocturna que presentan muchas especies de dinoflagelados; sin embargo, se debe tener en cuenta que hay otros organismos marinos que producen el fenómeno, tal el caso de algunas medusas, ascidias, peces y aún algunos crustáceos, como el "krill". Sin embargo, la mayor parte de la luminiscencia en las capas superficiales del mar, son debidas a los dinoflagelados (Balech y Ferrando, 1964).

Las bioluminiscencias son comunes en muchas partes del mundo y el organismo más conocido como productor de este fenómeno es *Noctiluca*; la especie *Noctiluca scintillans*, activo predador del fitoplancton, ha sido señalada en aguas argentinas repetidas veces, caracterizada por otorgar un aspecto lechoso al agua y una intensa luminiscencia nocturna, frente a las costas bonaerenses.

Los estudios realizados permitieron ver que el fenómeno de luminiscencia es la consecuencia de una reacción química entre una sustancia lipídica fosforada y una enzima especial; este fenómeno fue estudiado en un dinoflagelado, *Gonyaulax polyedra* (Sweeney y col., 1962) comprobándose que se trata de una actividad cíclica endógena con un ritmo diario, ocurriendo la luminiscencia solo de noche.

Este fenómeno ha sido observado también en la especie causante de la hemotalasia en el Canal Beagle; el comentario de un habitante sirve para aclarar el fenómeno: "observando desde el muelle en Puerto Harberton, se apreciaba claramente el desplazamiento de los peces en superficie, pues dejaban una estela luminiscente" (T. Goodall, com. personal)

MORTALIDADES EN LA FAUNA MARINA ASOCIADAS A LAS HEMOTALASIAS.

Se han observado en muchas ocasiones mortalidades de diversos animales asociados a floraciones de organismos planctónicos. Algunos autores han atribuido la misma a la putrefacción resultante de la muerte de los organismos y a la falta de oxígeno causada por este hecho, pero se ha comprobado en muchas de las especies fuertes venenos, producidos tanto por dinoflagelados, como por otros tipos de organismos, como las cianofíceas o "algas azules" y las llamadas "algas doradas".

Existen varios organismos flagelados que poseen sustancias tóxicas para peces e invertebrados; tal el caso de algunas especies de *Glenodinium*

(Ballantine y Abbot, 1957) y *Prymnesium parvum* (Sieburth, 1960). La especie *Gyrodinium aureolum* se ha mencionado como causante de muertes de gusanos anélidos (Helm, 1974) y de varias especies de peces, como bacalao, trucha arco iris, anguilas, estrellas de mar, mejillones y otros invertebrados (Tangen, 1977).

En la Tabla II se detallan distintos tipos de toxinas extraídas de algunos dinoflagelados que han acarreado intoxicaciones en humanos y animales:

TABLA II

ORGANISMO CAUSANTE	TIPO DE TOXINA
<i>Alexandrium catenella</i>	saxitoxinas (VPM)
<i>Alexandrium excavata</i>	"
<i>Gonyaulax polyedra</i>	"
<i>Gonyaulax acatenella</i>	"
<i>Gyrodinium aureolum</i>	ictiotoxina
<i>Gymnodinium breve</i>	brevetoxina-B (neurotoxina)
<i>Gonyaulax monilata</i>	ictiotoxina
<i>Prymnesium parvum</i>	"
<i>Prorocentrum minimum</i>	venerupina
<i>Dynophysis acuminata</i>	toxina diarreica (VDM)

En general, se ha visto que la capacidad para sintetizar estas toxinas difiere en las distintas especies y aún se presentan variaciones dentro de la misma especie.

Como el interés de este trabajo es conocer los efectos que producen especies similares a la que ha ocasionado la hemotalasia en el Canal Beagle y Estrecho de Magallanes, se describen a continuación algunos de los reportes de mortalidades masivas causados por dinoflagelados del tipo *Gonyaulax* o *Alexandrium*:

En Mayo de 1942, en el Estado de Washington (USA), se registraron grandes mortalidades de aves, que aparecieron en las playas y flotando en el mar hasta 10 y 20 millas fuera de las costas; también en el Estrecho Hecate, en la Columbia Británica (Canadá), más al norte del Estado mencionado, se pudieron apreciar números inusuales de aves muertas, aproximadamente a 30 millas de la costa. Estos hechos coincidieron con un envenenamiento masivo de animales con el veneno paralizante de mariscos ; tres personas murieron en esa oportunidad y también grandes cantidades de gatos y gallinas a todo lo largo de las playas del Estado, debido principalmente al consumo de



almejas. McKernan y Scheffer (1942) concluyen que esta mortalidad se debió a dinoflagelados tóxicos; según estos autores, pequeños peces y crustáceos en el área cercana a la marea roja tóxica, ingirieron dietas muy ricas en organismos del tipo *Gonyaulax* y luego las aves, que se alimentan de peces y otros mariscos, fueron víctimas de un envenenamiento secundario.

Connel y Cross (1950) describen una gran mortalidad en una laguna litoral de Texas, entre las que se observaron camarones, ostras, peces y cangrejos, coincidiendo con una marea roja causada por una especie de *Gonyaulax*. Estudios posteriores permitieron determinar la especie causante de ese fenómeno como *Gonyaulax monilata* (Howell, 1953). También Kincaid (1951), menciona elevadas mortalidades en los bancos de ostras, *Crassostrea gigas*, en la Bahía Wilapa, Estado de Washington, en el Océano Pacífico, causadas por dinoflagelados del género *Gonyaulax*. Williams e Ingle (1972) observaron también grandes mortalidades en más de veinte especies de peces, varias especies de cangrejos, langostas y almejas, asociadas a una floración de *Gonyaulax monilata*.

Son muy numerosos en la bibliografía los trabajos que mencionan mortalidades masivas de diversos organismos, entre los cuales se incluyen peces, pingüinos, lobos de mar e incluso ballenas, en la literatura de fines del siglo pasado; muchas de estas se describen coincidentes con hemotalasias, en las cuales lamentablemente no se describen las especies causantes, sino solamente los efectos en la fauna marina.

Todas estas descripciones de mortalidades "catastróficas" se evidencian en organismos vagantes, nadadores ó, eventualmente en organismos bentónicos no fijados al sustrato; esto significa que en general, en estos fenómenos, se aprecian mortalidades de una parte de la fauna, ya que el mar devuelve cuerpos y caparazones a las playas. Sin embargo, existe una fauna sésil, con gran número de especies, que permanece adherida en forma continua y al no emerger y no ser arrastrada por las corrientes, no es observable por el hombre y nada se conoce sobre los efectos de las floraciones en ellos.

EFFECTOS DE LA FLORACION DE *Alexandrium catenella* EN LA FAUNA MARINA DEL CANAL BEAGLE.

Coincidentemente con la excepcional floración del dinoflagelado en el Canal Beagle, se tuvo la oportunidad de apreciar mortalidades muy significativas en varias poblaciones de organismos de la zona.

El primer síntoma y el que causó inmediata alarma entre los navegantes fue la gran cantidad de aves muertas flotando a la deriva en las aguas, principalmente el pingüino magallánico (*Spheniscus magellanicus*), el cormorán de cuello blanco o cormorán imperial (*Phalacrocorax albiventer*) y el pato-vapor (*Tachyeres pteneres*).

También entre algunos invertebrados se pudieron apreciar mortalidades inusuales: en la Ba. Almirante Brown hubo arribazones de miles de almejas blancas (*Eurhomalea exalbida*) e incluso mejillones (*Mytilus chilensis*), aunque en menor cantidad; esto es un hecho lógico dado que los fondos someros de la Bahía están constituidos principalmente por arena y fango, habitat típico de almejas. También se observaron ejemplares de otras almejas, como la denominada almeja rayada (*Ameghinomya antiqua*), la almeja marrón (*Mulinia edulis*) y la almejita (*Tawera gayi*). De esta misma especie se observó un masivo arribazón en la costa sudoeste de la Península Ushuaia.

Entre la fauna sésil, se pudo observar importantes mortalidades en esponjas; un experto buzo de la zona comentó con preocupación la muerte inusual de grandes esponjas, en localidades utilizadas por el mismo para la toma de fotografías (Monsalve, com. personal).

CONTROL TOXICOLOGICO EN MARISCOS

En Tierra del Fuego y a partir de 1985, la Dirección de Recursos Naturales comenzó con la tarea de obtención de distintas especies de mariscos potencialmente tóxicas para el hombre, principalmente moluscos.

El plan de actividades incluye la toma de muestras y su procesado hasta la obtención del extracto ácido, los que son luego enviados a los laboratorios del Servicio de Sanidad Animal (SENASA) de la ciudad de Mar del Plata. Estas acciones se realizaron incansablemente y a menudo en deficientes condiciones técnicas y humanas; esta labor continua ha permitido, sin duda, en Enero de 1992, salvar la vida de muchas personas, con el rápido alerta a la población de Ushuaia y a los turistas que ingresaban en la región. La única muerte acaecida fue un turista de nacionalidad francesa que, habiendo sido advertido del peligro y desoyendo las recomendaciones efectuadas, ingirió aparentemente 6 ó 7 mejillones.

Las especies controladas son aquellas filtradoras, que obtienen su alimento creando corrientes de agua hasta su boca, lo que los convierte en

Las especies controladas son aquellas filtradoras, que obtienen su alimento creando corrientes de agua hasta su boca, lo que los convierte en concentradores naturales de toxinas, en caso de una hemotalasia tóxica. Los organismos marinos filtradores son muchos, pero los costeros que pueden ser ingeridos por el ser humano son relativamente pocos; entre ellos se pueden mencionar: los moluscos bivalvos, como mejillones, cholgas, vieiras u ostiones, almejas y navajas, todos comunes en la zona y deben ser controlados con especial preocupación. Sin embargo, vieiras, almejas y navajas tienen escasa ó nula participación en las capturas, por lo cual se ha centrado el esfuerzo en mejillones y cholgas, uno costero y otro formador de bancos en ciertos tipos de fondos del Canal Beagle.

Existen otras especies potencialmente peligrosas también, aunque las mismas no sean necesariamente filtradoras, pues pueden alcanzar niveles de toxicidad peligrosos para el ser humano (Prakash, 1971). En nuestra región, se ha comprobado toxicidad en el denominado "picoroco" (*Megabalanus psittacus*), un crustáceo del grupo de los percebes o dientes de perro, que vive en colonias adherido a las rocas, filtrador; también se determinó toxicidad en algunos otros moluscos, como caracoles, lapas, en el "loco" (*Concholepas concholepas*) y en un equinodermo, el erizo de mar comestible (*Loxechinus albus*).

La Dirección de Recursos Naturales contempla, dentro de la Provincia, distintas zonas donde se realizan los controles, tanto en las costas sobre el O. Atlántico, como en el Canal Beagle. Si bien no se encuentran pesquerías aquí, es sabido que las costas son objeto de marisqueo por los habitantes de Río Grande y las estancias, por lo cual también se efectúan los controles de toxicidad en estas costas.

Las localidades muestreadas son (Figura 3):

- Cabo Domingo
- Punta María
- Paso de las cholgas
- Pto. Harberton
- Ba. Almirante Brown (Pto. Almanza)
- Islas Bridges
- Ba. Golondrina
- Ensenada
- Ba. Lapataia

Este no es un plan de muestreos al azar, sino que en él se han tenido en cuenta las zonas comunes en las cuales trabajan los pescadores artesanales y la frecuencia es mensual en cada localidad, quincenal al comenzar la primavera y semanal, en caso de haberse registrado toxicidad, aunque esta sea menor de la establecida como crítica.

Para convertir la unidad ratón (UR) a cantidad de toxina en 100 gramos de carne se utiliza la siguiente relación:

$$\text{Microgr.toxina/100g carne} = (\text{microgr./ml} \times \text{factor dilución}) \times 200$$

El valor máximo aceptable de UR en nuestro país es 400 y equivale aproximadamente a 80 microgramos de toxina en 100 gr.de carne.

Los controles toxicológicos comenzaron en 1985 y entre ese año y 1991 se detectaron algunos niveles muy reducidos en cinco ocasiones (Tabla III).

TABLA III

FECHA	LOCALIDAD MUESTREO	UR	ESPECIE
Nov/85	Ba.Almirante Brown	195	mejillón
Feb/87	Cabo Domingo	189	mejillón
Feb/91	Puerto Harberton	180	mejillón
Mar/91	Ba.Almirante Brown	192	cholga
Dic/91	Ba. Golondrina	194	cholga

Este último muestreo registrado en Ba.Golondrina marca el comienzo del fenómeno, que culmina con una muestra de cholgas recolectada también en la misma área el 5 de Febrero de 1992, cuando la toxicidad alcanzó a 636.000 UR, aproximadamente 126 miligramos de toxina en 100 gramos de tejido, lo que configura el valor más alto obtenido en todo el mundo, de acuerdo con la bibliografía consultada. En el año 1990 se presentó en gran parte del Mar Argentino una hemotalasia provocada por *Alexandrium excavatum* muy intensa, hallándose valores de hasta 131.000 U.R. y provocando por primera vez toxicidad en poblaciones del mesolitoral o intermareal en mejillones y almeja amarilla (El Busto y col.,1992).

En las tablas IV (a, b, c y d) se detalla la marcha de los controles toxicológicos efectuados en el mejillón en las localidades de mayor muestreo del Canal Beagle, entre Diciembre de 1991 y Diciembre de 1992.

El fenómeno se extendió en dirección oeste-este; el primer dato que señaló toxicidad, se presentó en Ba.Golondrina, el 15 de Diciembre. Una muestra de cholgas recolectada el 14 de Diciembre en la Ba.Almirante Brown, dió como resultado N.D., lo mismo que el resto de las muestras de mejillón,

de mejillón, como la recolectada en este último lugar, el 21 de Diciembre. Estos resultados son lógicos si se tiene en cuenta en el Canal Beagle existe una corriente residual de aproximadamente 9 cm/seg., con dirección Oeste Este. (Ballestrini y col., 1990).

TABLA IV a

Bahía Almirante Brown- Pto.Almanza

Fecha	U.R.
14/12/91	N.D.
21/12/91	N.D.
10/01/92	N.D.
14/01/92	260
20/01/92	623
28/01/92	45.150
02/02/92	28.872
18/02/92	116.423
24/04/92	42.848
17/05/92	2.654
21/07/92	303
09/08/92	2.308
06/11/92	275
11/11/92	1.378
06/12/92	2.300

TABLA IV b
Puerto Harberton

Fecha	U.R.
02/12/91	N.D.
19/01/92	397
26/01/92	6.465
29/01/92	28.871
02/02/92	21.369
17/02/92	62.995
18/02/92	119.195
02/03/92	49.859
22/03/92	33.314
20/04/92	3.848
24/05/92	2.239
07/07/92	442
16/08/92	441
15/09/92	236
19/10/92	488
11/11/92 *	1.334

TABLA IV c

Bahía Lapataia

Fecha	U.R.
21/01/92	6.235
28/01/92	6.671
03/02/92	20.857
07/02/92	201.780
14/02/92	120.264
24/02/92	204.880
24/03/92	67.216
07/04/92	43.672
22/04/92	5.870
20/05/92	18.266
18/06/92	10.221
11/08/92	2.254
23/09/92	1.075
09/11/92	1.161
01/12/92	3.806

TABLA IV d

Ensenada - Isla Redonda

Fecha	U.R.
21/01/92	10.303
28/01/92	43.520
03/02/92	70.978
07/02/92	453.690
14/02/92	383.003
24/02/92	256.790
28/02/92	149.377
24/03/92	65.802
07/04/92	43.672
22/04/92	5.870
06/05/92	55.013
20/05/92	27.645
13/08/92	10.618
18/08/92	10.315
30/09/92	2.310
11/11/92	925
18/11/92	5.720

La zona de Ba. Golondrina es un área con circulación muy restringida y con aportes de nutrientes dado por la desembocadura del río Pipo, los desagües cloacales de la urbanización de la zona y del escurrimiento de tierras fertilizadas para cultivos; estos factores han provocado en el área una concentración importante de esta hemotalasia, que ha permitido alcanzar esos valores extraordinarios de toxicidad en los organismos.

DATOS CLIMATOLÓGICOS Y OCEANOGRÁFICOS DURANTE EL FENÓMENO .

Con el fin de analizar las posibles causas del fenómeno, se ha efectuado un análisis general de la marcha térmica del agua superficial de mar, del aire, de la heliofanía efectiva y de la intensidad y permanencia de los vientos, datos obtenidos de registros del CADIC y del Servicio Meteorológico Nacional.

Temperatura superficial del agua de mar.

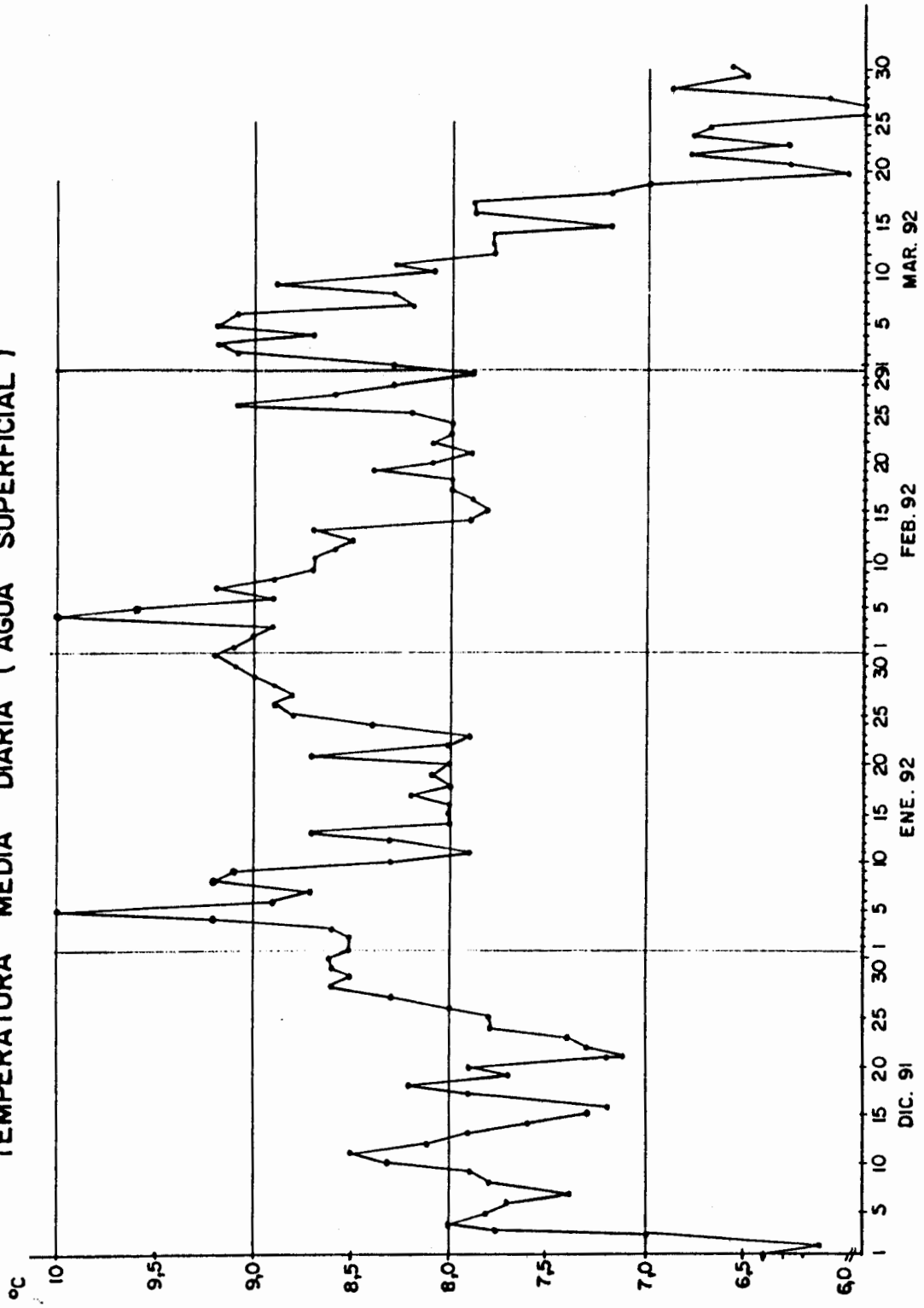
Se ha registrado la temperatura media superficial del agua de mar en la Bahía Ushuaia, entre Diciembre de 1991 y Marzo de 1992, mediante un registrador continuo mensual, instalado en el muelle de combustible de Planta Orión. Durante el invierno de 1991 y primavera, las temperaturas del mar han sido bajas comparando con algunos años anteriores (Figura 4).

Los valores de Diciembre también son relativamente bajos comparados con algunos años anteriores, pero con valores superiores a 8° entre el 10 y 12 del mes y luego del 26 en adelante llegando al 5 de Enero con una media de $9,8^{\circ}$ y manteniéndose la media cercana y superior a los 8° hasta casi mediados de marzo, con otro máximo de 10° el 3 de Febrero.

Con respecto a Enero, el valor medio mensual fue de $8,6^{\circ}$, siendo inferior a la media de los últimos siete años (1985-1991), cuyo valor ha sido de $9,2^{\circ}$. En Febrero, la temperatura media fue de $8,7^{\circ}$, también inferior a la serie de registros de los últimos siete años, cuya temperatura media ha sido de $9,0^{\circ}$ (C.Schroeder, comunicación personal).

Los datos indican que no ha sido un verano con aguas superficiales de temperatura elevada, ya que los valores han sido en general inferiores a las medias de los últimos años.

TEMPERATURA MEDIA DIARIA (AGUA SUPERFICIAL)





Temperatura del aire.

Tomando en cuenta una serie de mediciones de temperatura tomada por la Dirección de Hidráulica del Gobierno Provincial y datos del Servicio Meteorológico Nacional, se analizaron las temperaturas del aire entre Diciembre de 1991 y Abril de 1992. Se registraron valores máximos diarios entre 7,2 ° y 28,6° entre Diciembre y Febrero, reduciéndose en Marzo y Abril, donde oscilaron entre 3,4° y 21°. Se produjeron durante el período analizado cuatro "picos" de varios días con temperaturas máximas superiores a 15°: entre fines de Diciembre y el 10 de Enero, entre el 19 de Enero y el 2 de Febrero, entre el 1 y el 4 de Marzo y entre el 28 de Marzo y el 2 de Abril .

Del análisis de los datos es resaltable el hecho de la existencia de temperaturas máximas muy elevadas; efectuando una correspondencia con valores medios mensuales de series históricas, se ha visto que entre 1901-1990 la temperatura media en Ushuaia ha sido de 9,1° en el mes de Enero, registrándose en 1992 una media de 12,8° (el incremento con respecto a la última década fue de un 25%). También en el mes de Febrero la temperatura ha sido más elevada que la serie histórica, ya que la media en 1992 fue de 9,7° y la serie 1901-1990 ha sido de 8,9°. Estos datos pueden ser significativos, si tenemos en cuenta que los organismos ocupan la capa superficial del agua, cuyas temperaturas están influenciadas, sin duda, por la del aire.

Heliofanía Efectiva

Se entiende por heliofanía efectiva la cantidad de horas de luz solar recibida diariamente ; este dato nos da una idea aproximada también de la cantidad de luz recibida y utilizada para el proceso de fotosíntesis, aunque los organismos no necesitan luz directa necesariamente para el proceso.

Se observó durante los primeros 11 días de Enero siempre más de 5 hs. de sol (con excepción del día 4), al igual que los días 17, 18, 19, 24, 26 y 29, registrándose un máximo de 12,6 hs. el 3 de Enero y 11 hs. el 29 de ese mismo mes. Durante el mes de Febrero la nubosidad aumentó, registrándose 11 días con más de 5 hs. de sol y el 18 de Febrero se registró la máxima, con 11,5 hs.; en Marzo sólo 8 días con más de 5 hs. y en Abril, 4 días. Los datos no contribuyen mayormente aclarando el fenómeno, pero es evidente que principios de Enero tuvo una insolación elevada, poco frecuente en la zona.

Vientos

La zona se halla caracterizada por vientos continuos, principalmente durante la primavera y principios del verano; los meses de Marzo y Abril son generalmente menos ventosos, al igual que el invierno. Los vientos que ocasionan mayor turbulencia al mar son los provenientes del Este, Oeste y Sudoeste, siendo estos dos últimos los de mayor incidencia en la región.

No hubo días sin vientos en los meses de Enero y Febrero, pero sí en Marzo (3 días) y Abril (9 días); el mes de Enero de 1992 se caracterizó por lo ventoso, ya que hubo unos 16 días con vientos superiores a 20 Km/h durante gran parte de las horas de luz. Los días 2,3 y 4 de Enero, como así también 23,24 y 25 fueron días con calmas parciales y vientos leves. El mes de Febrero se caracterizó por la amplia variabilidad diaria de los vientos, pues casi invariablemente hubo horas de calma, vientos leves y fuertes (mayores de 20 km/h). Marzo y Abril tuvieron días de calma y menor cantidad de días con vientos fuertes.

Las observaciones sobre las calmas que preceden los fenómenos de hemotalasias observados por muchos autores, no concuerda mucho con los datos obtenidos para esta zona, donde las calmas son muy poco frecuentes. Como dato complementario, durante los días que se observó una "mancha" frente a la ciudad de Ushuaia, ya mencionada en este trabajo, hubo algunos con vientos fuertes, como los días 22, 23 y 24 de Febrero.

Precipitaciones

Las precipitaciones podrían también llegar a ser un factor importante, principalmente la ausencia de las mismas, por lo cual se realizó un análisis de las mismas durante el período. Los días de lluvia por mes oscilaron entre 12 y 19, presentando la mayor incidencia en el mes de marzo, donde cayeron 81,5 mm entre los días 15 y 26, acompañados por vientos moderados y fuertes, con excepción del día 19, que fue calmo.

Hubo durante los meses analizados varios días consecutivos sin precipitación ó muy reducidas (menores de 0,5 mm): entre el 30 de Diciembre y el 3 de Enero, entre el 5 de Enero y el 9, entre el 16 y el 22 de Febrero, entre el 27 de Marzo y el 4 de Abril, entre el 9 y 14 y entre el 18 y 23 de ese mismo mes.

Efectuando un resumido análisis de la conjunción de fenómenos meteorológicos que podrían haber contribuido a la floración extraordinaria de *A.catenella* en el Canal Beagle, se destacan condiciones bastante propicias a fines de Diciembre y principios de Enero de 1992, fines de Enero y principios

de Febrero, mediados de Febrero y fines de Marzo, aunque en este caso ya existía un pronunciado enfriamiento del agua superficial.

Todos los datos recogidos indican que el fenómeno tuvo su máxima intensidad entre mediados de Enero y fines de Febrero, período durante el cual numerosas "manchas" se desplazaron por el Canal Beagle, hasta el O. Atlántico.

EFFECTOS DE LA HEMOTALASIA EN LA PESQUERIA DE MOLUSCOS DEL CANAL BEAGLE.

La pesca regional costera se basa en la explotación de mariscos, dos especies de crustáceos: la centolla (*Lithodes santolla*) y el centollón o falsa centolla (*Paralomis granulosa*); también tres especies de moluscos: cholga (*Aulacomya ater*), mejillón (*Mytilus chilensis*) y almejas (principalmente *Eurhomalea exalbida* y *Mulinia edulis*). Con menor incidencia, se capturan también lapas (principalmente *Patinigera magellanica* y *Patinigera deaurata*) y erizos de mar (*Loxechinus albus*). A partir de la primavera y hasta principios de otoño también se capturan algunos peces, principalmente róbalo (*Eleginops maclovinus*).

A pesar de las pequeñas cifras de capturas, la pesquería de mariscos tiene un efecto muy importante, ya que la totalidad se consume en Ushuaia y Río Grande, especialmente en la primera, ya que algunas de estas especies son platos típicos del turista que recorre la región.

En la Tabla V se pueden apreciar las capturas totales de bivalvos en los últimos 5 años (en kilogramos).

TABLA V

Especie	1989	1990	1991	1992
mejillón	7.790	16.280	26.670	1.500
cholga	8.280	15.170	22.730	200
almejas	189	95	350	--
TOTAL	16.250	31.545	49.750	1.700

Si bien las capturas son reducidas en general, hubo años de mucha actividad (en 1969 se registraron casi 220 toneladas de mejillon y en 1984 casi 88 toneladas de cholga), cuando se hallaba instalada una planta conservera en Ushuaia (Vinuesa,1990); luego las capturas descendieron y se hallaban en franco aumento a partir de 1988, alcanzando casi 50 toneladas en 1991, debido al incremento de la actividad pesquera artesanal para satisfacer la demanda local en la temporada de turismo.

Las capturas registradas en 1992, comprenden las efectuadas a principios de Enero, antes de la veda; a partir de aquí, la extracción y consumo de bivalvos y otros moluscos se ha prohibido, permaneciendo la veda hasta la redacción de esta contribución (Marzo 1993).

Es extremadamente difícil evaluar las pérdidas económicas resultantes de la paralización total de la actividad pesquera, pues a la disminución de ingresos por no captura, se debe considerar el efecto en restaurantes, como resultado lógico de una reticencia de los consumidores hacia los productos del mar.

PREVENCIONES Y RECOMENDACIONES

Esta primer hemotalasia tóxica en el área es un paso más en la gran expansión de este tipo de fenómenos en todo el mundo y, dado lo ocurrido en 1992, con un elevado tenor de toxicidad durante todo el año, preocupa el pensar que el fenómeno puede hacerse crónico, como ha sucedido en la Ba. de Fundy (Canadá) ó, por lo menos, común y recurrente en el área.

Por estos motivos, es importante aprovechar la experiencia de otros países, como Canadá, Estados Unidos y Chile, para establecer un Programa de control y manejo apropiados. Guzmán y Campodónico (1975), resumen cuatro aspectos fundamentales que se deben tratar en aquellas regiones afectadas por hemotalasias frecuentes o crónicas:

a - El control toxicológico de aquellas especies de mariscos susceptibles de afectar al hombre.

b - Manejo de las áreas de extracción, de acuerdo con la información de los controles toxicológicos.

c - Educación pública, en los distintos niveles.

d - Investigaciones tendientes a una comprensión integral del problema.

Control toxicológico

Como se ha visto, el control de los mariscos se viene realizando continua y efectivamente, desde 1985 en las principales especies de moluscos de la Provincia y en distintas localidades; también se han efectuado análisis en otras especies de moluscos, como algunos caracoles y lapas, siempre con resultados negativos.

En el caso de reducirse los niveles de toxicidad y comenzar la extracción y comercialización nuevamente, se debe tener especial cuidado con las almejas, pues se ha observado que pueden retener grandes cantidades de toxina en los sifones y durante largo período de tiempo (Schantz y Magnusson, 1964), mientras que en los otros bivalvos muestran toxicidades transitorias, acumulando la toxina en el hepatopáncreas.

Otro aspecto a tener en cuenta son aquellos casos de bivalvos de "bancos" y en aquellos lugares de corrientes reducidas, donde los quistes o esporas del dinoflagelado pueden permanecer durante períodos muy prolongados en los sedimentos superficiales y continuar siendo ingeridos por los organismos filtradores; en estos casos es recomendable el control de estos bancos previo a permitir su extracción.

Manejo de las áreas de extracción

Por las distintas modalidades de distribución de los dinoflagelados en el mar, es recomendable que una vez aparecido el fenómeno en cualquier localidad, se vede toda la zona. Si bien no existen datos toxicológicos de muchas partes de la Isla, principalmente en las costas de la Península Mitre y hasta que no se cuenten con datos resultantes de algunos años de control, se cree posible, de acuerdo con las condiciones hidrográficas, dividir la Provincia en dos zonas:

1) Costa sur: Canales Beagle y Moat hasta Cabo San Diego, en el Estrecho de Le Maire.

2) Costa Este: Desde Cabo San Diego a Cabo Espíritu Santo.

El desconocimiento de las localidades de Pla.Mitre y costa atlántica hasta Punta María, no permiten efectuar por el momento otro plan, siendo recomendable la prohibición si se carecen de los datos de toxicidad.

Educación pública

La aparición del fenómeno en el Canal Beagle puso en evidencia el gran desconocimiento que existía en toda la comunidad sobre las hemotalasias. De esta manera, es sencillo comprender la gran importancia de la educación en este tema, pues facilitaría el control realizado por las autoridades, reduciendo los riesgos de intoxicación y otros efectos secundarios derivados del fenómeno.

El tema debería tratarse y formar parte de las materias correspondientes en los niveles primario y secundario en forma obligatoria, en toda la Provincia. En esta labor educativa se debe tener en cuenta la importancia de los medios de comunicación masiva, entregándoles información oportuna y fidedigna, para una correcta orientación de la comunidad. No se debe descartar los demás medios de llegar al público, como las conferencias, audiovisuales o filmaciones que permitan una mejor información, principalmente al sector docente de todos los niveles y al público en general.

Investigaciones Necesarias

Es obvio que enfrentar un tema tan complicado para un estudio como la hemotalasia, requiere un enfoque multidisciplinario y programas de investigación a corto, mediano y largo plazo. Cualquier plan a encarar involucra la existencia de infraestructura adecuada y personal idóneo en los temas a desarrollar, como así también la existencia de fondos para su desarrollo.

Guzmán y Campodónico (1975) puntualizan una serie de estudios y observaciones que deben ser consideradas en un Programa de investigación y lo han dividido en cuatro aspectos fundamentales: estudios hidrográficos, meteorológicos, del plancton y estudios experimentales de la ó las especies causantes de hemotalasias. No se detallarán aquí todos los estudios posibles de realizar, pues no es el motivo de esta contribución, pero se cree muy importante destacar que los mismos deben ser resultado del enfoque multidisciplinario y de trabajo conjunto de oceanógrafos, climatólogos y biólogos.

Se debe tener como meta la implementación de algún sistema de predicción, aparte del control; sin embargo, hasta el momento, la predicción de los fenómenos sigue presentando grandes problemas, ya que cada especie tiene un comportamiento distinto y este también se presenta variable en distintas áreas, aún en la misma especie.

La posibilidad del control de la hemotalasia tiene varios antecedentes: en Japón, con la finalidad de proteger aquellas áreas con maricultura intensiva, se adicionaba a las aguas sulfato de cobre, por el efecto tóxico de este sobre los dinoflagelados, pero el efecto se extendía también a diatomeas y animales, lo que lo tornaba inadecuado. En Florida, con el fin de impedir las floraciones de *Gymnodinium breve*, se recomendaba la construcción de represas, con el fin que no accedan al área costera, aguas cargadas de nutrientes y que disminuyan la salinidad, hechos considerados causantes de floraciones.

Con el fin de solucionar, aunque sea en parte, las pérdidas resultantes de los períodos de veda, se ha postulado como posibilidad una detoxificación a nivel industrial, hecho que permitiría paliar el problema económico de los pescadores artesanales.

AGRADECIMIENTOS

Cumplo en agradecer la colaboración de quienes ofrecieron su ayuda en esta tarea: a las empresas Aventura Austral y Rumbo Sur, por permitir el embarco y los reconocimientos de aguas y costas del Canal Beagle, tomando muestras y datos, al igual que a la Prefectura Naval de Ushuaia, principalmente al Subprefecto Stefani, cuya disposición a colaborar fue permanente. A los Srs. Héctor Monsalve y Luis Tévez, por las muestras de aves recogidas para su estudio y al primero de ellos por todos sus comentarios durante el fenómeno. A la bióloga Lidia Prado y al Sr. José Vargas, de la Dirección de Recursos Naturales de la Provincia, por los datos de toxicidad históricos (y por ser los que han llevado adelante casi toda la tarea del control toxicológico). Al Lic. Carlos Schroeder, por su inestimable colaboración en el análisis de las condiciones climatológicas de la zona y al Servicio Meteorológico Nacional, por los completos datos meteorológicos cedidos. También quiero agradecer a los técnicos del CADIC, Srs. V. García, A. Ferlito y A. Villarreal, por su colaboración con este trabajo.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- ABBOT, B.C. y D. BALLANTINE, 1957. The toxin from *Gymnodinium veneficum* Ballantine. J.mar.Biol.Ass.U.K., 36: 169-189.
- ANDERSON, M y D.WALL, 1978. Potential importance of benthic cyst of *Gonyaulax tamarensis* and *Gonyaulax excavata* in initiating toxic dinoflagellate blooms. J.Phycology, 14: 224-234.
- AVARIA, S., 1970. Observación de un fenómeno de marea roja en la Bahía de Valparaíso. Rev. Biol. Mar., 14 (1): 1-5.
- AVARIA, S., 1982. Fenómenos de Marea Roja en el mar chileno. Cienc. y Tec. Mar, CONA., 6: 117-127.
- BALECH, E., 1977. Introducción al Fitoplancton Marino. Ed.Univ.Bs.As.: 211 pp.
- BALECH, E y H.J.FERRANDO, 1964. Fitoplancton marino. EUDEBA: 175 pp.
- BALLANTINE, D. y B.C.ABBOT, 1957. Toxic marine flagellates: their occurrence and physiological effects on animals. J.Gen.Microbiol., 16: 274-281.
- BALLESTRINI, C., J.H.VINUESA, G.A.LOVRICH, C.MATTENET, C.CANTU y P.MEDINA, 1990. Estudio de las corrientes marinas en los alrededores de la Península Ushuaia. Contr. Cient. CADIC, Ushuaia, 10: 32 pp.
- BENAVIDES, H.R., R.M.NEGRI y J.I.CARRETO, 1983. Investigaciones sobre el ciclo de vida del dinoflagelado tóxico *Gonyaulax excavata* (Braarud) Balech, (Dinophyceae). Physis, sec. A, 41(101): 135-142.
- BRONGERSMA-SANDERS, M., 1957. Mass mortality in the sea. Mem. Geol. Soc. America, 67: 941-1010.
- CAMPDONICO, I. y L.GUZMAN. 1974. Marea roja producida por *Amphidoma* sp. en el Estrecho de Magallanes. Ans. Inst. Patagonia, Pta.Arenas, (5), 1-2: 209-214.
- CAMPDONICO, I., L.GUZMAN y G.LAMBEYE, 1975. Una discoloración causada por el ciliado *Mesodinium rubrum* (Lohmann) en Ensenada Wilson, Magallanes. Ans.Inst.Patagonia, Pta. Arenas, 6(1-2): 225-239.
- CARRETO, J.I., H.R.BENAVIDES, R.M.NEGRI y P.D.GLORIOSO, 1986. Toxic red tide in the Argentine Sea. Phytoplankton distribution and survival of the toxic dinoflagellate *Gonyaulax excavata* in a frontal area. J.Plankton Res., 8(1): 15-28.
- CARRETO, J.I., M.O.CARIGNAN, G.DALEO y S.G.DE MARCO, 1990. Occurrence of mycosporine-like amino acid in the red tide dinoflagellate *Alexandrium excavatum*: UV-photoprotective compounds? J.Plankton Res., 12(5): 909-921.
- CARRETO, J.I., C.ELBUSTO, H.SANCHO, M.CARIGNAN, D.CUCCHI COLLEONI, S.DE MARCO y A.FERNANDEZ., 1991. An exploratory analysis of the Mar del Plata shellfish toxicity area.
- CARRETO, J.I.; M.L.LASTA; R.NEGRI y H.BENAVIDES, 1981. Los fenómenos de marea roja y toxicidad de moluscos bivalvos en el mar Argentino. Contr. INIDEP, 399: 21 pp., 47 figs.

CARRETO, J.I.J R.M.NEGRI, H.R.BENAVIDES y R.AKSELMAN, 1985. Toxic dinoflagellate blooms in the Argentine Sea: 147-152. En: "Toxic Dinoflagellates" (Anderson y col., Eds.), Elsevier Publ.Co.

CONNELL, C.H. y J.B.CROSS, 1950. Mass mortality of fish associated with the protozoan *Gonyaulax* in the Gulf of Mexico. *Science*, 12(2909): 359-363.

DARWIN, Ch., 1860. Journal of researches into the natural history and geology of the countries visited during the voyage of H.S.M.Beagle round the world. Appleton & Co., London: 615 pp.

EL BUSTO, C., J.I.CARRETO, H.R.BENAVIDES, H.SANCHO, D.CUCCHI COLLEONI, M.O.CARIGNAN y A.FERNANDEZ, 1992?. Paralytic shellfish toxicity in the Argentine Sea. 1990: An extraordinary year.

EVANS, M.H., 1965. Cause of death in experimental paralytic shellfish poison (PSP). *Brit. J. Exp. Pathol*, 46: 245-253.

EVANS, M.T., 1975. Saxitoxin and related compounds: their actions on man and other mammals: 337-345. En: Proc. Intern. Conf. Toxic Dinoflag. Blooms, November 1974. Mass. Sci. Tech. Found.

FUENTEALBA, R., J.LOZIC y A.ZEGPI, 1981. Observaciones clínicas de una intoxicación masiva con veneno paralítico de los mariscos (Puerto Natales, Magallanes, Chile). *Ans. Inst. Patag., Pta Arenas*, 12: 289-293.

GRALL, J.R, 1977. Sur une " eau colorée" á *Gyrodinium aureolum* Hulbert observée en Manche. *Trav. Station Mar.Roscoff*, 23: 19-22.

GUZMAN, L., 1976. Estudio sobre un florecimiento tóxico causado por *Gonyaulax catenella* en Magallanes.V.-El probable cisto ecdísico de *G.catenella*. *Ans.Inst.Patagonia*, 7: 201-206.

HART, J.T., 1943. Darwin and the "water bloom" .*Nature*,152 (3866): 661-662.

HSU C.P.,A.MARCHAND, Y.SHIMIZU y G.G.SIMS, 1979. Paralytic shell fish toxins in the sea scallop *Placopecten megellanicus*, in the Bay of Fundy. *J.Fish.Res.Bd.Canada*, 36: 32-36.

HUTTON, R.F., 1960. Notes on the causes of discolored water along the southwestern coast of Florida. *Quart.J.Fla.Acad.Sci.*, 23(2):163-164.

JACQUES,G. y A.SOURNIA, 1979. Les " eaux rouges" dues au phytoplancton en Méditerranée. *Vie Milieu*,(28-29),Fasc.2-AB: 1-175.

LEMBEYE, G., L.GUZMAN e I.CAMPODONICO, 1975. Estudios sobre un florecimiento tóxico causado por *Gonyaulax catenella* en Magallanes. III.- Fitoplancton asociado. *Ans. Inst. Patagonia*, 6(1-2): 197-208.

LOEBLICH,L.A. y A.R.LOEBLICH, 1975. The organisms causing New England red tides: *Gonyaulax excavata*: 207-224. En: Toxic dinoflagellate blooms (Ed.V.L.Lo Cicero).

MATTHEWS, L.H., 1932. Lobster krill: Anomuran crustacea that are the food of whales. *Disc. Rep.*, 5: 469-483.

McKERNAN, D.L. y V.B.SCHEFFER, 1942. Unusual numbers of dead birds on the Washington coast. *The Condor*, 44: 264-266.

- MARGALEFF, R., 1956. Estructura y dinámica de la "purga de mar" en la ría de Vigo. *Inv. Pesquera*, 5: 113-134.
- NEGRI, R.M., J.I. CARRETO, H.R. BENAVIDES, R. AKSELMAN y V.A. LUTZ, 1991. An unusual bloom of *Gyrodinium cf. aureolum* in the Argentine Sea: community structure and conditioning factors. *J. Plankton Res.*, 24(2): 7 pp.
- POPOVICI, Z. y V. ANGELESCU, 1954. La Economía del Mar. Publ. Inst. Nac. Invest. Cien. Nat., Bs.As. No. 8, Tomo I: 659 pp.
- PRAKASH, A., 1963. Source of paralytic shellfish toxin in the Bay of Fundy. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 20(4): 983-996.
- PRAKASH, A. J. MEDCOF y A. TENNANT, 1971. Paralytic shellfish poisoning in eastern Canada. *Bull. Fish. Res. Bd. Canada*, 177: 87 pp.
- RAY, S., 1972. Paralytic shellfish poisoning: a status report. En: "Current topics in comparative pathobiology". T.C. CHEN, (ed.). Academic Press, N.Y. vol. I: 171-179.
- RITCHIE, J y G. STRICHARTZ, 1974. The binding of saxitoxin to nerve tissue and its antagonism by various agents (Resumen). En: "First International Conference on Toxic Dinoflagellate Blooms". Mass. Sci. Technol. Foundation.
- RODRIGUEZ, L. 1966. Primera cita de las especies componentes del "huirihue" o Marea Roja. *Est. Oceanol.*, 2: 91-93.
- RODRIGUEZ, L., 1985. Revisión del fenómeno de marea roja en Chile. *Rev. Biol. Mar.*, 21(1): 173-197.
- RODRIGUEZ, L. y O. ZARATE, 1985. Nuevas observaciones sobre "Mareas Rojas" en la Bahía San Jorge, Antofagasta-Chile. *Estud. Oceanol.*, 4: 81-85.
- RODRIGUEZ, L. O. ZARATE y E. OYARCE, 1985. "Marea Roja" en la Bahía San Jorge, Antofagasta, durante Septiembre y Octubre de 1982. *Rev. Biol. Mar.* 21(2): 273-294.
- SCHANTZ, E. y H. MAGNUSSON, 1964. Observations on the origin of the Paralytic Poison in Alaska butter clams. *J. Protozool.*, 11(2): 239-242.
- SIEBURTH, J. McN., 1960. Acrylic acid: an antibiotic principle in *Phaeocystis* blooms in Antarctic waters. *Science*, 132: 676-677.
- SOMMER, H. y K. MEYER, 1937. Paralytic shellfish poisoning. *Arch. Pathol.*, 24: 560-598.
- STEIDINGER, K.A. y E.A. JOYCE, 1973. Florida red tides. *Fla. Dept. Nat. Res., Mar. Lab.*, 17: 26pp.
- TANGEN, K., 1977. Blooms of *Gyrodinium aureolum* (Dinophyceae) in north european waters, accompanied by mortality in marine organisms. *Sarsia*, 63: 123-133.
- TORPEY, J. y R.M. INGLE, 1966. The Red Tide. *Fla. Bd. Conserv. Mar. Lab., Educat. ser. No. 1*: 27 pp.
- URIBE, J. y L. GUZMAN, 1988. Investigación marea roja en las provincias de Magallanes y Última Esperanza. *Inf. Inst. Patagonia (Inf. Final)*: 53pp.

URIBE, J., L.GUZMAN y A.CLEMENT, 1987. Investigación marea roja en las provincias de Magallanes y Ultima Esperanza, XII Región. Inf.final. Inf. Inst. Patag., Pta.Arenas, 40: 66pp.

VINUESA, J.H., 1990. Los recursos marinos renovables de la Tierra del Fuego. Contrib. Cient. CADIC, Ushuaia, 11: 14 pp.

WIDDOWS, J., M.N.MOORE, A.M.LOWE y P.N.SALKELD, 1979. Some effects of a dinoflagellate bloom (*Gyrodinium aureolum*) on the mussel *Mytilus edulis*. J.mar.biol.Ass.U.K., 59: 522-525.

LAMINA I

(Las ilustraciones se hallan aumentadas 2000-3000 veces su tamaño natural.)

a.- *Cyclotrichium meunieri*

b.- *Prorocentrum micans*

c.- *Glenodinium sp.*

d.- *Ceratium tripos*

e.- *Dynophysis acuta*

f.- *Gonyaulax polyedra*

g.- *Gyrodinium sp.*

h.- *Gymnodinium breve*

i.- *Alexandrium sp.*

LAMINA I

