

PLAN NACIONAL SOBRE FLORACIONES DE ALGAS NOCIVAS EN CHILE

1999

Editores:

Sergio Avaria P.
Mario Cáceres M.
Pablo Muñoz S.
Sergio Palma G.
Paulina Vera T.

Colaboradores:

Alejandro Clément D.
José Córdova R.
Leonardo Guzmán M.
Néstor Lagos W.
Georgina Lembeye V.
Luis Rodríguez V.
Miriam Seguel L.
Benjamín Suárez I.
Héctor Toledo M.
Oriales Villarroel G.

El Comité Oceanográfico Nacional, particularmente su Grupo de Trabajo sobre Floraciones de Algas Nocivas (FAN), agradece a la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) y al Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile (SHOA) por su colaboración y apoyo económico, que permitieron la materialización e impresión de este importante documento.

CONTENIDO

pág.

Resumen ejecutivo.....	5
1. Antecedentes.....	7
1.1 Descripción del problema	7
1.1.1 Veneno paralizante de mariscos.....	10
1.1.2 Veneno diarreico de mariscos.....	12
1.1.3 Toxinas no detectadas en aguas chilenas.....	13
1.1.4 Otras floraciones de algas nocivas	14
1.2 Floraciones de algas nocivas en Chile	14
1.2.1 Veneno paralizante de mariscos	17
1.2.2 Veneno diarreico de mariscos	19
1.2.3 Veneno amnésico de mariscos	20
1.2.4 Efectos de las floraciones de algas nocivas sobre la salmonicultura	20
1.3 Rol normativo y de referencia en toxinas marinas	20
2. Plan Nacional sobre Floraciones de Algas Nocivas	21
2.1 Origen y estructura del Plan Nacional FAN	21
2.2 Objetivo del Plan Nacional FAN	21
2.3 Aspectos científicos	22
2.3.1 Descripción	22
2.3.1.1 Ecología y oceanografía	22
2.3.1.2 Taxonomía y genética.....	22
2.3.1.3 Toxicología y química de toxinas	22
2.3.2 Objetivos generales	23
2.3.3 Objetivos específicos	23
2.3.4 Necesidades de investigación	23
2.3.4.1 Ecología y oceanografía	23
2.3.4.2 Taxonomía y genética	24
2.3.4.3 Toxicología y química de toxinas	24
2.4 Aspectos operacionales	25
2.4.1 Descripción	25
2.4.2 Objetivos generales	25
2.4.3 Objetivos específicos	25
2.5 Aspectos educacionales	26
2.5.1 Descripción	26
2.5.2 Objetivo general	26
2.5.3 Objetivos específicos	26

	pág.
Anexo 1 Métodos bioensayo en ratón Veneno Paralizante de Mariscos	29
Anexo 2 Registro de floraciones de algas nocivas e inocuas en Chile (1827-1996)	33
Anexo 3 Bibliografía	37
Anexo 4 Acrónimos	39

RESUMEN EJECUTIVO

Las Floraciones de Algas Nocivas (FAN) son fenómenos naturales, que se producen por la multiplicación explosiva de algas microscópicas del fitoplancton. A este fenómeno, comúnmente, se le ha conocido con el nombre de "marea roja", por su asociación al cambio de coloración del agua. Sin embargo, sólo algunas de las floraciones que producen cambio en la coloración del agua son nocivas. Por este motivo, en la actualidad se utiliza el término FAN para referirse a aquellas floraciones que provocan un efecto negativo, ya sea sobre la salud humana, la acuicultura, el turismo u otra actividad económica.

Las FAN constituyen un problema creciente para la salud humana, los recursos pesqueros nacionales, la acuicultura y el turismo. Desde el punto de vista de la salud pública se han registrado en Chile —a la fecha de edición del presente Plan— 23 personas fallecidas y cientos de ellas afectadas por el consumo de recursos marinos con toxinas de algas nocivas. En relación con la salmonicultura, estos fenómenos generaron en 1988 menores ingresos a los productores del orden de los 11 millones de dólares.

*En Chile se conoce la presencia de al menos dos tipos de venenos: el Veneno Paralizante de Mariscos (VPM) y el Veneno Diarreico de Mariscos (VDM), asociados a las floraciones de los dinoflagelados *Alexandrium catenella* y *Dinophysis acuta*, respectivamente. Además, se han observado floraciones de algas nocivas que afectan especies de salmones, constituyendo un importante problema económico. Un ejemplo de esto, fue la floración ocasionada por el fitoflagelado *Heterosigma akashiwo* en 1988 en las aguas interiores de la X región.*

En toda área afectada por floraciones de algas nocivas se debieran adoptar medidas tendientes a salvaguardar la salud pública, proteger los recursos y mitigar los efectos socioeconómicos. La falta de capacidad predictiva, la imposibilidad de controlar las floraciones en el ambiente y la carencia de antídotos, unida a la creciente actividad de la acuicultura y a la necesidad de mantener los mercados de exportación, hacen imperioso disponer de directrices claras a nivel nacional relativas a estos fenómenos, para que orienten las decisiones de las autoridades.

En consideración a lo anterior, el Grupo de Trabajo sobre Floraciones de Algas Nocivas del Comité Oceanográfico Nacional (CONA), estimó necesaria la formulación de un Plan Nacional sobre FAN, considerando que estos eventos son un problema cada vez más frecuente en el país, especialmente en la zona de fiordos y canales.

Para tal efecto, los miembros del Grupo de Trabajo, conformado por especialistas nacionales, se congregaron junto a otros invitados, en un Taller Nacional de Expertos en FAN, cuyo objetivo primordial fue proponer los términos de referencia de un Plan Nacional. El encuentro, realizado en octubre de 1994 en Puerto Montt, reunió a 30 participantes de distintas regiones geográficas, especialidades e instituciones del país.

Para la elaboración del documento final, los participantes hicieron breves presentaciones de sus respectivas áreas de trabajo e identificaron las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de la realidad nacional.

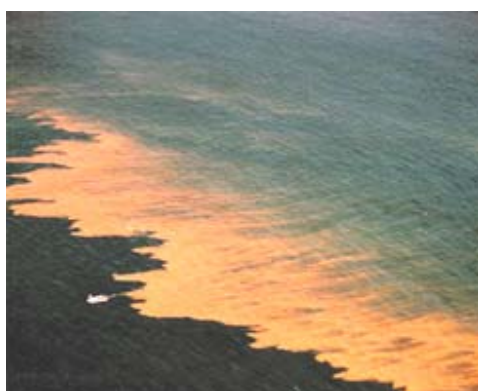
Posteriormente, se formaron tres comisiones: Aspectos científicos, Aspectos operacionales y Aspectos educacionales, siguiendo el esquema sugerido en recomendaciones propuestas por la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI), las cuales formularon las primeras proposiciones, que sirvieron de base para la elaboración de este Plan.

1. ANTECEDENTES

1.1 Descripción del problema

Las Floraciones de Algas Nocivas (FAN) son fenómenos naturales, que se presentan en los ecosistemas acuáticos, causados por organismos fitoplanctónicos que en condiciones ambientales favorables para su desarrollo, se multiplican explosivamente y se concentran en determinadas localidades, causando alteraciones a la vida marina y a la economía de las áreas afectadas. Dependiendo del grado de toxicidad del microorganismo fitoplanctónico causante, las FAN pueden tener severas repercusiones para la salud humana al ingerir mariscos transvectores, es decir, contaminados con la toxina.

En algunas ocasiones las FAN producen cambios de coloración en el agua, que varían desde un pardo amarillento a un rojo intenso, dependiendo de la concentración y pigmentación de la especie que prolifera, razón por la cual este fenómeno se ha denominado comúnmente con el nombre de “marea roja”. Sin embargo, sólo algunas de las floraciones que producen cambio en la coloración del agua son nocivas. Por este motivo, en la actualidad se utiliza el término FAN para referirse a aquellas floraciones que provocan un efecto negativo, ya sea sobre la salud humana, la acuicultura, el turismo u otra actividad económica, independientemente si causan o no, coloración del agua de mar.



Floración algal inocua ocurrida en California y causada por la especie *Noctiluca* sp.

Las FAN se definen conceptualmente como: “todos aquellos eventos nocivos y/o tóxicos de microalgas que causan efectos negativos a la salud pública, a las actividades pesqueras, a la acuicultura y al turismo, en el ambiente acuático” (Clément y Lembeye, 1994). Entre los principales organismos causantes de FAN, figuran cianobacterias, diatomeas, dinoflagelados y otros flagelados pequeños.

Las floraciones de algas o proliferaciones del fitoplancton o “blooms” son acontecimientos naturales de la dinámica de los ecosistemas marinos. Así, las floraciones nocivas del fitoplancton comprenden un porcentaje ínfimo de todas las floraciones que ocurren en el océano. De las aproximadamente 5.000 especies de microalgas que conforman el fitoplancton marino, alrededor de 300 son conocidas por haber provocado floraciones y cerca de 40 producen floraciones nocivas.

Si bien las floraciones del fito-plancton juegan un rol muy importante en la ecología del sistema marino, se piensa que la eutroficación costera debida a fuentes antropogénicas, el transporte de quistes de dinoflagelados en aguas de lastre de los buques, el traslado de los moluscos de un área a otra, así como también los cambios climáticos podrían haber provocado un incremento en la frecuencia, intensidad y permanencia de las FAN en áreas costeras, así como también un incremento en su cobertura geográfica y distribución mundial.

El inicio, desarrollo y desaparición de una FAN depende de la interacción de múltiples factores biológicos, físicos y químicos, cuyos mecanismos de acción pueden ser diferentes en espacio y tiempo. En algunas regiones su aparición es recurrente, mientras que en otras se presentan en forma aperiódica u ocasional y su permanencia puede variar desde algunos días a

varios meses, afectando áreas de menos de un kilómetro hasta varios cientos de kilómetros cuadrados.

Dependiendo del microorganismo causante, las FAN pueden ser tóxicas o no tóxicas. En estas últimas, su efecto nocivo puede producirse por otros mecanismos de acción. En este caso, hay floraciones que producen mortandades de peces en cultivos, asfixiándolos por obturación mecánica de sus branquias o por reducción drástica del oxígeno disuelto en el agua. En otros casos, producen enormes cantidades de espuma, que sin ser nociva por sí misma, afecta el valor recreacional de la región donde ocurren. Por su parte, las floraciones tóxicas pueden producir mortandades masivas de organismos acuáticos superiores, principalmente vertebrados, causando serias molestias al hombre, e incluso ocasionarle la muerte.

Hace más de dos décadas, casi todos los esfuerzos de investigación sobre floraciones de algas se centraban en el grupo de los dinoflagelados, pues se creía que eran los únicos organismos causantes de eventos nocivos. Pero con el progreso del conocimiento, la lista de especies involucradas en tales floraciones se ha incrementado notablemente. Actualmente, se conocen 20 géneros pertenecientes a distintos grupos de algas, entre los que destacan: Dinofíceas (*Alexandrium*, *Dinophysis*, *Gymnodinium*, *Gambierdiscus* y *Prorocentrum*), Rafidofíceas (*Chatonella* y *Heterosigma*), Crisofíceas (*Aureococcus*), Primnesiofíceas (*Chrysochromulina*, *Phaeocystis* y *Prymnesium*), Silicoflagelados (*Dictyocha*) y Bacillariofíceas (*Chaetoceros*, *Leptocylindrus*, *Pseudo-nitzschia* y *Rhizosolenia*).

Las especies del fitoplancton normalmente se reproducen por división celular, con tasas de crecimiento variables que dependen de su fisiología y de las condiciones ambientales. Algunos de estos organismos realizan migraciones verticales para situarse en la profundidad óptima para su crecimiento. La variedad de posibles interrelaciones entre factores ambientales y ecofisiológicos, explican la dificultad para determinar las causas de una floración algal, ya sea nociva o inocua.

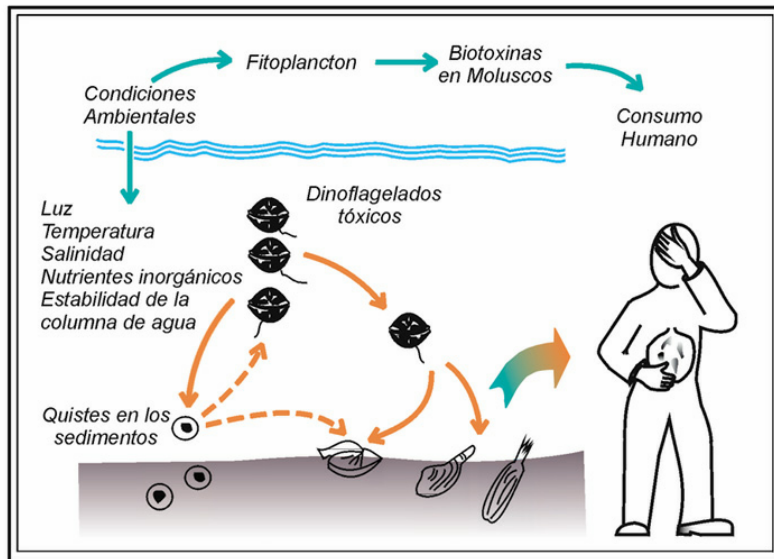
Bajo condiciones ambientales adversas para el crecimiento, las algas pueden formar quistes, que sobreviven por largos períodos de tiempo en los sedimentos, hasta que condiciones favorables les permitan reproducirse nuevamente. Por otra parte, algunos quistes son tanto o más tóxicos que sus respectivas células vegetativas.

El nivel de toxicidad de cada especie es muy variable en el tiempo y depende de sus condiciones ecológicas y fisiológicas. A modo de ejemplo, algunos dinoflagelados tóxicos del género *Dinophysis* tienen un alto contenido de toxina por célula, pudiendo causar intoxicaciones humanas, a través de la ingesta de moluscos contaminados, en circunstancias que en el fitoplancton marino la concentración de la especie tóxica es inferior a mil células por litro; en cambio otras especies deben superar el millón de células por litro para producir el mismo efecto.

Las microalgas nocivas son concentradas por otros organismos marinos, llamados transvectores que retienen las toxinas y que a su vez son consumidos por el hombre. Los organismos trans-vectores generalmente se alimentan filtrando grandes volúmenes de agua de mar que contiene microalgas, potenciando la toxicidad, al concentrar la toxina en sus cuerpos. Los mariscos que han acumulado toxina, no sufren ningún tipo de alteración en sus características organolépticas, de manera tal, que a simple vista no es posible detectar su toxicidad.

Los transvectores más comunes son los moluscos filtradores, tales como: cholguas, choritos, ostiones, almejas y ostras. Recientemente, se ha detectado toxicidad en picorocos y en moluscos gastrópodos como el loco y los caracoles palo-palo, trophon y piquihue. La mayor parte de estos mariscos acumulan la toxina en el hepatopáncreas (glándula digestiva) y siguen siendo tóxicos durante un período considerable, que puede variar de algunas semanas a varios meses, dependiendo de la concentración alcanzada y la eficiencia de los procesos de eliminación de cada especie.

La intoxicación en seres humanos puede ser de diferente grado, variando desde simples molestias gastrointestinales hasta causar la muerte en pocos minutos, dependiendo del tipo y concentración de las toxinas.



Esquema del desarrollo de una floración de algas, la subsecuente acumulación de la toxina en organismos transvectores y efectos en el ser humano que consume moluscos contaminados.

El impacto negativo de las FAN puede ser considerable, principalmente porque los transvectores más comunes son mariscos de importancia comercial, lo que determina la paralización temporal de la actividad pesquera, con las consiguientes consecuencias socioeconómicas. Además, la ocurrencia de una floración de algas nocivas genera una situación de alarma, que se traduce generalmente en una disminución brusca de los precios de los productos marinos, por abstención de compra por parte de la población y pérdida de imagen de la calidad de los productos nacionales en los mercados internacionales, con los consiguientes perjuicios para la industria y el comercio. A su vez, el sector público se ve afectado por el aumento significativo en los gastos de monitoreo, controles toxicológicos, atenciones médicas y otros.

1.1.1 Veneno Paralizante de Mariscos (VPM)

La primera toxina aislada de transvectores se denomina Veneno Paralizante de Mariscos (VPM), que es una neurotoxina del grupo de las saxitoxinas que actúan directamente sobre el sistema nervioso periférico y músculos esqueléticos pudiendo causar parálisis respiratoria en vertebrados superiores, incluido el hombre. El VPM es producido por varias especies de dinoflagelados de los géneros *Gymnodinium*, *Pyrodinium* y *Alexandrium*, este último también aparece en la literatura científica antigua como *Gonyaulax* y *Protogonyaulax*. Además, algunos eventos han sido asociados a la presencia de cianobacterias y bacterias. El VPM es la toxina con mayor distribución geográfica y cada vez son más frecuentes los registros de nuevas localidades afectadas. Los países que destacan por la frecuencia, intensidad y persistencia de estos fenómenos son: China, Corea, Japón, India, Indonesia, España, Francia, Estados Unidos, Canadá, Australia, Nueva Zelanda, Argentina y Chile.

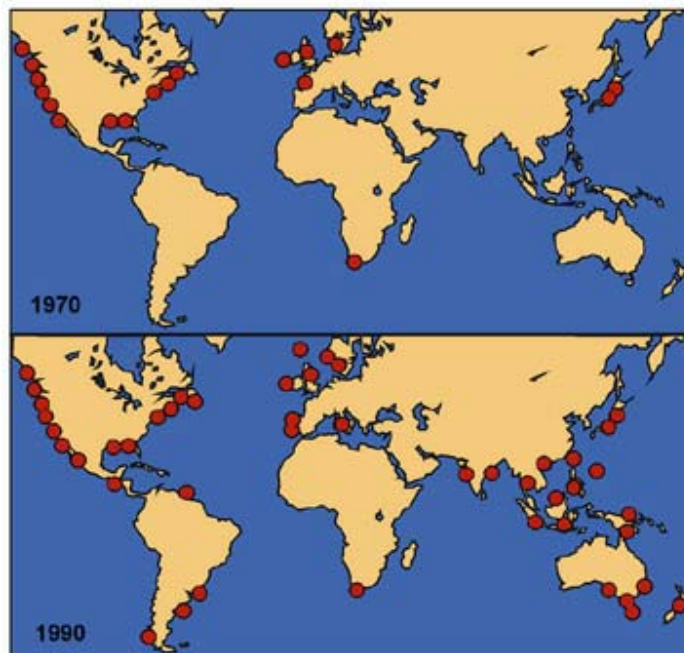


Bioensayo en ratón: inyección intraperitoneal del extracto de carne de marisco en un ratón de la cepa CF-1

En el hombre, los síntomas empiezan entre los 15 y 20 minutos después de la ingestión del marisco contaminado, con una sensación de adormecimiento de la boca, encías y lengua, irradiándose luego al cuello y hombros. En casos moderados y severos, los síntomas siguen con cefaleas, mareos y náuseas, insensibilidad de brazos, piernas y cuello, dificultad para hablar, rigidez y descoordinación de las extremidades, dificultad respiratoria y taquicardia. En los casos de mayor gravedad, puede llevar a la parálisis de los músculos de piernas y brazos y, finalmente, a la muerte por parálisis respiratoria. La muerte puede producirse a los pocos minutos después de la ingestión de los moluscos contaminados, dependiendo de la concentración de la toxina. En las intoxicaciones que no son fatales, las personas afectadas se recuperan en 24 horas sin secuelas.

No se dispone de antídotos específicos y como tratamiento debe practicarse el lavado gástrico, la ingestión de abundante agua y respiración artificial cuando corresponda. La toxina se elimina rápidamente por la orina y la recuperación es completa.

El método más usado para determinar el nivel de toxicidad del VPM en los mariscos es el bioensayo en ratón (Anexo 1). Este consiste en obtener un extracto de la carne de marisco, la que es inyectada intraperitonealmente a ratones de laboratorio de 19 a 21 g, controlando su tiempo de muerte. La concentración de la toxina se expresa en microgramos equivalentes de saxitoxina (STX) por 100 gramos de carne de marisco. Las normas internacionales y nacionales indican que dosis superiores a 80 mg Eq STX/100 g de carne se consideran no aptas para el consumo humano. La toxicidad también se expresa en Unidad Ratón (UR), definida como la cantidad de toxina que causa la muerte de un ratón de 20 g en 15 minutos cuando se le inyecta 1 ml del extracto (80 mg Eq STX/100 g equivale aproximadamente a 444 UR).



Comparación de la distribución del Veneno Paralizante de Mariscos (VPM) entre 1970 y 1990, según Hallegraeff (1995).

La sensibilidad del bioensayo en ratón varía entre 32 y 58 mg Eq STX/100 g, equivalente a 174 y 322 UR. La ingesta oral de VPM varía su acción de persona a persona y tiene un rango de

acción entre 144 y 1660 mg Eq STX/100 g. Sin embargo, los casos fatales han sido registrados cuando las concentraciones de toxina superan los 300 mg Eq STX/100 g.

1.1.2 Veneno Diarreico de Mariscos (VDM)

En 1982, un grupo de investigadores japoneses aislaron una nueva toxina encontrada en moluscos asociada al ácido okadaico y compuestos relacionados, que a diferencia del VPM, afecta al aparato digestivo provocando severos trastornos gastrointestinales en el hombre, pero sin síntomas neurológicos, denominada Veneno Diarreico de Mariscos (VDM).

Los organismos causantes de VDM son algunos dinoflagelados del género *Dinophysis*, de amplia distribución geográfica. Investigadores del Japón detectaron una fuerte correlación entre toxicidad de mariscos y presencia de *Dinophysis fortii*, en el plancton de varias localidades de la costa japonesa. La presencia de VDM ha sido confirmada en Noruega, Suecia, Dinamarca, Holanda, Finlandia, Francia, España, Nueva Zelanda y Chile.

Actualmente, se especula que muchos desórdenes gastrointestinales producidos en esos lugares por consumo de mariscos, que antes eran atribuidos a bacterias, virus o reacciones alérgicas, hayan sido producidos verdaderamente por VDM. La estructura química de estas toxinas está estrechamente relacionada con la de toxinas aisladas de otros dinoflagelados como *Prorocentrum lima*, por lo cual es probable que las especies de *Dinophysis* no sean las únicas causantes de VDM.

El gran problema con este tipo de veneno, es que el marisco puede adquirir la toxicidad, aun cuando la concentración del dinoflagelado en el agua sea muy baja (200 a 400 células por litro). Estos niveles de concentración son incapaces de provocar cambios en el color del agua de mar, dificultando su detección visual.



Distribución mundial del Veneno Diarreico de Mariscos (VDM), según Hallegraef (1995)

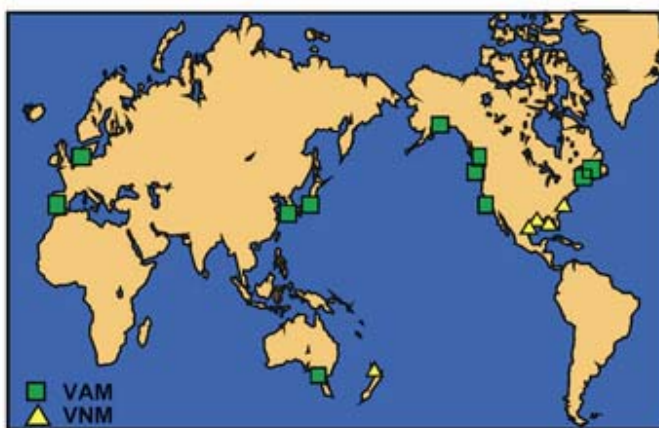
Los síntomas se presentan usualmente entre los 30 minutos y las 12 horas después de la ingestión de mariscos transvectores y se caracterizan por náuseas, vómitos, dolores abdominales y diarreas agudas incontrolables, provocando rápidamente una deshidratación. La enfermedad termina en un plazo de tres días, sin dejar secuelas, aunque existen antecedentes de que los compuestos del tipo okadaico son promotores tumorales. Cantidades ínfimas de VDM son suficientes para causar problemas, aunque la sensibilidad frente a las toxinas difiere notablemente de un individuo a otro.

La detección del VDM es complicada, pues no existe aún un método eficiente, ya que el bioensayo en ratón, de amplio uso en el control de VPM, en el caso del VDM es sólo cualitativo, ya

que 2 mg de ácido okadaico o 1,8 mg de dinophysistoxina por un gramo de hepatopáncreas es considerado no aceptable para consumo humano. A su vez, una Unidad Ratón equivale a casi 5 mg de ácido okadaico.

1.1.3 Toxinas no detectadas en aguas chilenas

El progreso de las investigaciones químicas sobre toxinas producidas por microalgas ha permitido diferenciar las neurotoxinas producidas por *Gymnodinium breve* (= *Ptychodiscus brevis*) en el Golfo de México y Florida, de las producidas por las especies del género *Alexandrium* en otros lugares del mundo, denominándose a las primeras como Veneno Neuro-tóxico de Mariscos (VNM). Esta toxina se conoce desde 1965 y produce síntomas neurotóxicos como sensación alternada de calor y frío, náuseas, vómitos y diarreas entre otros, aunque no se observa parálisis y nunca llegan a ser fatales. Las floraciones de este dinofla-gelado generalmente van acompañadas de mortandades de peces.



Distribución mundial del Veneno Amnésico de Mariscos (VAM) y del Veneno Neurotóxico (VNM), según Hallegraeff (1995).

En noviembre de 1987, en la Isla Prince Edward en Canadá, una nueva toxina produjo intoxicación masiva de personas, causada por la diatomea *Pseudo-nitzschia multiseries* productora del ácido domoico. La sintomatología se caracteriza por trastornos gastrointestinales y neurológicos, tales como calambres, diarreas, vómitos, desorientación y pérdida de memoria, denominándose Veneno Amnésico de Mariscos (VAM). Otros episodios de intoxicaciones con este mismo veneno permitieron agregar como organismos causantes a las diatomeas *Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima* y *P. australis*. El episodio de Canadá causó gran impacto en los círculos científicos de la comunidad internacional, puesto que por primera vez la toxicidad de los moluscos no estuvo asociada a dino-flagelados. Rápidamente se desarrolló un trabajo multidisciplinario que llevó a resultados en muy corto tiempo, tales como identificación del organismo causante, conocimiento de la estructura química de la toxina e implementación de monitoreos mediante HPLC (Cromatografía Líquida de Alta Resolución).

Cabe mencionar además la toxicidad adquirida por algunos peces en ciertas áreas tropicales, cuyo consumo también causa síntomas neurotóxicos conjuntamente con desórdenes gastrointestinales y cardiovasculares, sintomatología conocida con el nombre de "ciguatera". En este caso, la toxicidad de los peces se debe a la ciguatoxina, producida por el dinoflagelado bentónico *Gambierdiscus toxicus* que vive entre los corales y macroalgas de fondos someros, donde es consumido por peces herbívoros que transmiten el veneno a otros peces hasta llegar al hombre. También, se demostró que el dinoflagelado bentónico *Ostreopsis lenticularis* es un agente

de ciguatera en aguas del Caribe. Otra ictiotoxina, producida por el dinoflagelado *Pfiesteria piscicida*, fue reconocida en Carolina del Norte en 1991 y explicaría las misteriosas muertes de los peces asociados a las aguas de la costa sur de los Estados Unidos.

1.1.4 Otras Floraciones de Algas Nocivas

Finalmente, se deben consignar otros tipos de floraciones fitoplanctónicas que en los últimos años han afectado a la salmonicultura. Los organismos causantes son flagelados, tales como: *Heterosigma akashiwo* y *Chrysochromulina polylepis* que han estado asociados a severas mortandades de peces en Escandinavia, Japón, Canadá y Chile. Representantes de los géneros *Chatonella*, *Fibrocapsa*, *Aureococcus*, *Phaeocystis* y *Prymnesium* han producido floraciones masivas, en diferentes lugares del mundo, asociadas a mortandades de peces en estado natural y en cautiverio.

Para completar esta breve revisión sobre floraciones de microalgas nocivas, se debe mencionar a las diatomeas de los géneros *Chaetoceros* y *Leptocylindrus*, así como al silicoflagelado del género *Dictyocha* que al proliferar provoca hemorragias en las branquias de peces en cultivo o irritaciones con producción de mucus y reducción del intercambio gaseoso.

1.2 Floraciones de Algas Nocivas en Chile

En aguas costeras y oceánicas de Chile se han observado fenómenos de “marea roja” desde principios del siglo pasado. En efecto, los primeros registros datan de 1827 cuando el naturalista alemán Poeppig observó una intensa discoloración de agua frente a la costa de Valdivia; y en 1835, cuando el naturalista británico Charles Darwin observó otros dos fenómenos, frente a las costas de Concepción y Valparaíso. Desde entonces se han informado sobre un centenar de nuevos fenómenos frente a la costa chilena ocurridos desde 1957 a la fecha, en publicaciones y reuniones científicas (Anexo 2).



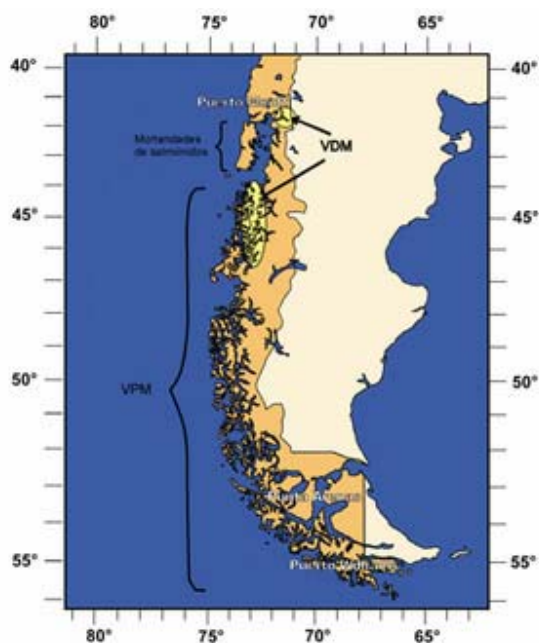
Vistas de una marea roja inocua en la bahía de Valparaíso durante abril de 1999.

A pesar de que existe un registro importante de fenómenos ocurridos en Chile, los antecedentes disponibles se limitan a la simple observación de los mismos. Sólo el estudio de algunos fenómenos, especialmente los registrados en Antofagasta, Valparaíso, Puerto Montt y Punta Arenas, han entregado información sobre aspectos biológicos y oceanográficos asociados al inicio, desarrollo y desaparición del fenómeno. Si a los eventos registrados a la fecha, se agrega un número no despreciable de episodios dados a conocer por la prensa y un número indeterminado, que es razonable suponer no ha sido informado, se puede concluir que la frecuencia de estos fenómenos es más alta que lo indicado en el registro.

Aunque la mayor parte de estos fenómenos han sido inocuos, existen zonas, en algunos casos muy extensas, del litoral de las regiones X, XI y XII, donde se presentan floraciones de algas

nocivas de alta toxicidad en forma recurrente, producidas por los dinofla-gelados *Dinophysis acuta* causante de VDM y *Alexandrium catenella*, de VPM.

Otros organismos que sin ser tóxicos han causado floraciones nocivas son las diatomeas *Chaetoceros convo-lutus* y *Leptocylindrus minimus* y el dinoflagelado *Prorocentrum micans*, responsables de mortandades moderadas de salmonidos en la zona sur. Además, el flagelado ictiotóxico *Heterosigma akashiwo* fue responsable de una intensa proliferación dañina, que produjo mortandades de salmones en jaulas y pérdidas económicas de alrededor de 11 millones de dólares en las aguas interiores de la X región, en septiembre de 1988.



Mapa de las zonas de Chile donde las concentraciones de VPM y VDM han superado las normas aptas para consumo humano.

Los organismos que han producido floraciones inocuas en Chile son el protozoo ciliado *Mesodinium rubrum* y los dinofla-gelados *Prorocentrum balticum*, *P. gracile*, *P. micans*, *Scrippsiella trochoidea*, *Gymno-dinium splendens*, *Heterocapsa triquetra*, *Ceratium tripos* y *C. furca*. Sin embargo, el conocimiento de ellos aún es insuficiente, debido a que su estudio se ha realizado principalmente en función de esfuerzos individuales de investigadores a lo largo del país, sin que hasta el momento se haya implementado un plan nacional que coordine las investigaciones y permita enfrentar el problema en forma interdisciplinaria.



Acumulación de espuma producida por el dinoflagelado *Prorocentrum balticum* en 1992 en las playas de Cucao, Chiloé.

1.2.1 Veneno Paralizante de Mariscos (VPM)

En Chile, históricamente la aparición del VPM estuvo circunscrita a la región de Magallanes (XII región), donde se registraron eventos tóxicos causados por el dinoflagelado *Alexandrium catenella* en 1972, 1981 y 1989. Pero desde 1991 hasta la fecha, se ha presentado una serie de floraciones asociadas a la existencia prácticamente permanente de mariscos con VPM.

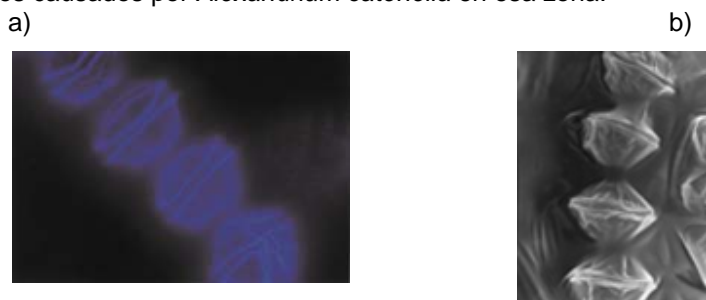


Alexandrium catenella, especie causante del Veneno Paralizante de Mariscos en la región sur-austral de Chile.

En 1992, se observa por primera vez la especie *A. catenella* en la XI región, zona que hasta entonces se había caracterizado sólo por brotes de VDM. Posteriormente, en marzo de 1994, se confirma la presencia de esta especie en la zona y simultáneamente, se registraron mariscos contaminados con la toxina, constatándose niveles máximos de 1.070 mg/100 g de carne, este hecho amplió la distribución geográfica septentrional de VPM hasta los 45° 15' S. No obstante, en estudios efectuados durante marzo-abril de 1998, se encontró por primera vez, la presencia de VPM en Quellón y Cochamó (X región), aunque con concentraciones subtóxicas de 32 mg/100 g y 36 mg/100 g, respectivamente, ampliándose nuevamente el área de distribución del VPM, con la diferencia que ahora el agente causante sería además el dinoflagelado *Alexandrium ostenfeldii*.

Hasta la fecha, se ha confirmado la calidad como transvectores de toxina VPM al: chorito, cholgua, choro zapato, culengue, almeja, picoroco y a los gastrópodos loco y palo-palo; este último acumularía toxina solamente en las vísceras.

Por otra parte, también se ha detectado la presencia de VPM en mariscos provenientes del norte del país, en niveles subtóxicos (4 mg Eq STX/100 g), aunque nunca se han registrado eventos causados por *Alexandrium catenella* en esa zona.



Alexandrium catenella. a) Coloración con calcofluor, especialmente para la identificación de la teca. b) Vista en microscopía electrónica de barrido.



Mariscos que comúnmente actúan como transvectores de VPM (Choro, cholgua, almeja y loco).

1.2.2 Veneno Diarreico de Mariscos (VDM)

En Chile, los registros de VDM datan desde 1970, con serias consecuencias para la salud humana, producto de intoxicaciones masivas de la población, aunque sin casos fatales. Las intoxicaciones han estado asociadas a la presencia de *Dinophysis acuta* en el plancton y se han presentado en las regiones X y XI, observándose los mayores problemas en la XI región, debido a brotes recurrentes a partir de la década del 90. Resta aún por precisar, si el extremo norte de la XII región se encuentra afectado por VDM, puesto que dentro de ciertos fiordos, *D. acuta* es un constituyente importante del fitoplancton marino. Hasta ahora, los transvectores identificados son los moluscos filtradores: cholgua, chorito, almeja, culengue y choro zapato.

Durante el año 1998, el VDM presentó una cobertura geográfica limitada a la XI región, abarcando desde Palena, por el norte, hasta el estero Quitrusco, por el sur. La toxicidad en esta zona, podría estar asociada también con *Protoceratium reticulum*, especie recientemente identificada como productora de toxina YTXs y que prolifera junto *D. acuta* en la XI región.



Dinophysis acuta, especie causante del Veneno Diarreico de Mariscos en la región sur-austral de Chile.

- a) Coloración con calcofluor especial para la identificación de la teca.
- b) Microscopía electrónica de barrido.

1.2.3 Veneno Amnésico de Mariscos (VAM)

La diatomea *Pseudo-nitzschia australis* causante de VAM en otros países, es muy común en el plancton marino de Chile y, aun cuando se han registrado floraciones de esta especie, nunca han estado asociadas a intoxicaciones humanas ni a mortandades masivas de organismos marinos. En tal sentido, debe considerarse como un organismo importante en los programas de vigilancia del plancton, ya que potencialmente podría afectar a la salud humana, la maricultura y los recursos pesqueros del país.

1.2.4 Efectos de las floraciones de algas nocivas sobre la salmonicultura

En la zona sur del país, se han detectado floraciones de algas nocivas que afectan a la industria salmonera, la cual genera divisas superiores a los 550 millones de dólares anuales y se localiza fundamentalmente en la región sur austral.

En 1983, una marea roja producida por *Prorocentrum micans* generó mortandades de salmónidos cultivados. Sin embargo, el evento con consecuencias económicas más dramáticas, ocurrió en septiembre de 1988 debido a una extensa y prolongada floración de *Heterosigma akashiwo*. Esta alga ha sido detectada nuevamente en muy bajas concentraciones en la primavera de 1993. Su eventual aparición masiva podría generar pérdidas cercanas a los 100 millones de dólares, ya que la industria de salmónidos hoy día es más desarrollada que en 1988.

Las diatomeas *Chaetoceros convolutus* y *Leptocylindrus minimus* también han causado mortandades moderadas en salmónidos, especialmente de truchas y de salmón del Atlántico. Los mecanismos involucrados en los efectos nocivos de *L. minimus* son desconocidos, pero se cree que causan daños mecánicos en los tejidos branquiales de los peces. Desde un punto de vista ecológico, esta diatomea prolifera recurrentemente en los mismos cuerpos de agua y épocas del año.

Actualmente, entidades privadas ligadas a la salmonicultura mantienen un programa de monitoreo de fitoplancton, de tal modo que los profesionales de la industria salmonera están mejor preparados para enfrentar fenómenos de esta naturaleza. Para lograr este objetivo se ha dispuesto una amplia red de estaciones de monitoreo con una adecuada cobertura geográfica en la X región, con una periodicidad de muestreo de alrededor de diez días. Las muestras son analizadas en Puerto Montt y los resultados se envían periódicamente a los productores y además, se difunden a través de dos radioemisoras en Puerto Montt y Castro.

1.3 Rol normativo y de referencia en toxinas marinas

El Instituto de Salud Pública (ISP) de acuerdo al Código Sanitario (DFL. N° 725 del 11 de diciembre de 1967), es el laboratorio nacional y de referencia del Sistema Nacional de Servicios de Salud del país y tiene por funciones normalizar y supervisar los laboratorios del Ambiente de los Servicios de Salud del país, conocer e informar las reclamaciones contra resultados de exámenes o análisis que practiquen los laboratorios, realizar actividades de apoyo a la vigilancia

epidemiológica y programas ministeriales de monitoreo de las toxinas marinas presentes en el país. Además, el ISP posee un centro productor de animales de laboratorio que suministra la totalidad de ratones cepa CF-1, necesarios para realizar investigaciones y bioensayos de toxinas en los servicios de salud, universidades y laboratorios privados.

2. PLAN NACIONAL SOBRE FLORACIONES DE ALGAS NOCIVAS

2.1 Origen y estructura del Plan Nacional FAN

Atendiendo la particular relevancia que las floraciones de algas nocivas han adquirido en nuestro país, y ante el creciente llamado de la comunidad científica marina nacional, el 30 de agosto de 1993 se creó el Grupo de Trabajo Floraciones sobre Algas Nocivas en el Comité Oceanográfico Nacional. En este grupo participan especialistas de diversas disciplinas e instituciones ligadas al estudio de estos fenómenos.

Entre las principales actividades del grupo, se estimó necesario formular un Plan Nacional sobre Floraciones de Algas Nocivas, documento guía para investigaciones y medidas de manejo en relación con estos fenómenos. En octubre de 1994, se programó la realización de un "Taller de Expertos en Floraciones de Algas Nocivas" en la ciudad de Puerto Montt, organizado por el Grupo de Trabajo del Comité Oceanográfico Nacional, con el propósito de preparar este documento. En esa reunión se congregó un grupo de destacados especialistas nacionales de distintas regiones geográficas e instituciones del país, que trabajan en diferentes disciplinas relacionadas con este problema.

Para la elaboración del documento final, los participantes hicieron breves presentaciones de sus respectivas áreas de trabajo e identificaron las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de la realidad nacional.

Posteriormente, se formaron tres comisiones: Aspectos científicos, Aspectos operacionales y Aspectos educacionales, siguiendo el esquema sugerido en recomendaciones propuestas por la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI).

Las conclusiones de estas comisiones fueron presentadas a los participantes en dos sesiones plenarios. El documento emanado de la reunión, fue sometido con posterioridad a revisión por los participantes, siendo luego modificado de acuerdo a las observaciones recibidas. Al mismo tiempo, en la elaboración de este Plan se tuvieron en cuenta los siguientes documentos de circulación internacional: "Programme on Harmful Algal Blooms" y "Global Ecology and Oceanography of Harmful Algal Blooms", ambos elaborados por grupos de trabajo conjuntos entre la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI) y Comité Científico de Investigaciones Oceánicas (SCOR).

2.2 Objetivo del Plan Nacional FAN

El objetivo de este Plan Nacional es proporcionar una guía que oriente las acciones institucionales, la investigación científica y la educación con el fin de prevenir y mitigar las consecuencias de las floraciones de algas nocivas. Se espera que diversos organismos estatales, utilicen este documento para identificar los temas ligados a sus responsabilidades particulares en su ámbito de acción, y que sea usado también para guiar las actividades de los científicos y de la industria privada.

Asimismo, se espera que esta iniciativa contribuya a mejorar el manejo y administración de las pesquerías, la acuicultura, la salud pública y el ecosistema, en relación a las FAN. Se estima, además, que en la materialización real de las recomendaciones contenidas en este Plan, intervendrán los esfuerzos conjuntos y coordinados de diversas instituciones nacionales públicas y privadas.

2.3 Aspectos Científicos

2.3.1 Descripción

2.3.1.1 Ecología y oceanografía

El país cuenta con grupos de investigación planctónica en Iquique, Antofagasta, Coquimbo, Valparaíso, Concepción, Puerto Montt y Punta Arenas, conformados por biólogos marinos y oceanógrafos. En el mediano plazo se podría estimar la importancia de las actividades humanas en la dispersión de ciertas especies de algas nocivas. En el largo plazo se podrán enfrentar investigaciones relacionadas con la formulación de modelos predictivos, determinación del rol de la toxicidad en la dinámica poblacional de las especies y sus consecuencias en la toxicidad de los recursos vivos, y determinar las capacidades ecofisiológicas de las especies causantes de FAN.

Por otra parte, aunque existe en el país escasa información acerca de la identificación y distribución de quistes, determinación de áreas de riesgo y zonas de posible introducción de especies exóticas. El estudio de estas problemáticas constituye una tarea importante que se debe iniciar en el corto plazo, implementando a la brevedad acciones para su desarrollo.

En la actualidad, se cuenta con series de tiempo de plancton y variables oceanográficas en algunas localidades del país como Valparaíso y Puerto Montt, pero es necesario fortalecer las acciones emprendidas con ocasión del brote de VPM iniciado en 1991, en las regiones de Aysén y Magallanes.

2.3.1.2 Taxonomía y genética

En relación con los aspectos taxonómicos y genéticos, se estima que en el corto plazo se puede desarrollar y mantener la capacidad de reconocer e identificar especies nocivas de diatomeas, dinoflagelados, silicoflagelados y otros fitoflagelados, así como también establecer un grupo, a nivel nacional, que pueda hacer recomendaciones taxonómicas y desarrollar estándares de identificación para la preparación de manuales, material de referencia y capacitación de personal. No obstante, existen capacidades para la identificación de especies planctónicas nocivas en las universidades e institutos de investigación públicos y privados.

En los aspectos relacionados con genética y otras disciplinas aplicables a la taxonomía de especies dañinas del fitoplancton, existen en el país especialistas que podrían cubrir estos aspectos, los cuales podrían incorporarse a investigaciones sobre FAN. Asimismo, existe en Chile tecnología que no ha sido aprovechada adecuadamente para promover, a mediano plazo, el desarrollo de técnicas de recuento e identificación rápida de las especies nocivas, tales como análisis de imagen, citometría de flujo y marcaje inmunológico.

2.3.1.3 Toxicología y química de toxinas

Hasta ahora, la determinación de las toxinas paralizantes (VPM) y diarreicas (VDM) en organismos marinos, se realiza por medio de bioensayos en ratones, que son internacionalmente válidos. En la determinación del VPM, el límite de detección de este método es de 30-40 mg Eq STX/100 g, siendo el nivel regulatorio 80 mg Eq STX/100 g. En el caso del VDM, los resultados del bioensayo en ratón son estrictamente cualitativos y la regulación indica que no debe ser detectable.

En la actualidad, un grupo de investigadores ha estado trabajando en el desarrollo de tecnologías para detección de VDM y VPM, y en el uso de la técnica analítica de HPLC y radioensayos, que permite obtener perfiles cuantitativos de las toxinas en forma rápida y precisa.

Estos métodos de alta sensibilidad permiten determinar cambios en los niveles de VPM inferiores al límite de detección del bioensayo en ratón y entregar resultados de gran relevancia, como información cuantitativa de las toxinas y una alerta temprana del incremento de la toxicidad.

En el mediano plazo, el principal desafío es crear "kits específicos" para las toxinas que se presentan en los ambientes acuáticos de nuestro país e implementar y transferir estas nuevas tecnologías a los puntos regionales de detección y control de toxinas.

2.3.2 *Objetivos generales*

Comprender la dinámica poblacional de las algas nocivas, la taxonomía y genética de los organismos causantes de FAN y determinar los mecanismos fisiológicos y bioquímicos responsables de la producción de toxinas, evaluando sus efectos en los organismos marinos vivos y en la salud humana, con el fin de desarrollar procedimientos de prevención y mitigación.

2.3.3 *Objetivos específicos*

2.3.3.1 Iniciar, continuar y mejorar programas de vigilancia en oceanografía y plancton.

2.3.3.2 Estandarizar métodos de recolección y análisis del fitoplancton.

2.3.3.3 Incentivar la participación y coordinación interdisciplinaria.

2.3.3.4 Fomentar la formación de investigadores jóvenes en áreas deficitarias (taxonomía, genética, bacteriología, virología, biología molecular, entre otras), a través de cursos nacionales e internacionales y estancias en laboratorios de investigación.

2.3.3.5 Mantener cultivos de algas en distintas instituciones del país y colaborar a la formación de colecciones de algas nocivas.

2.3.3.6 Establecer una red permanente de comunicación entre el CONA y los distintos grupos de investigación, para favorecer el intercambio de información.

2.3.3.7 Estimular la investigación bio-médica, epidemiológica y de salud pública, así como los estudios de seguimiento en poblaciones humanas de zonas afectadas por las FAN, para determinar los posibles efectos patológicos de la exposición de largo plazo a toxinas acuáticas.

2.3.3.8 Realizar estudios tendientes a comprender la dinámica, el rol de los nutrientes y el desarrollo de modelos numéricos de las FAN.

2.3.3.9 Recomendar que los programas de vigilancia consideren, a lo menos, muestreos de red y agua para análisis cualitativo y cuantitativo del plancton y determinaciones de temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, concentración de nutrientes y penetración de la luz.

2.3.4 Necesidades de Investigación

2.3.4.1 Ecología y oceanografía

- a) Desarrollar estudios sobre la dinámica de las FAN, que incluyan las diferentes fases del florecimiento y las sucesiones fitoplanctónicas.
- b) Determinar el rol de la concentración de los nutrientes en la dinámica de las FAN e investigar la importancia relativa entre fuentes naturales y actividades antropogénicas.
- c) Establecer estaciones de vigilancia de largo plazo, para observar los cambios en la composición de especies fitoplanctónicas asociadas a variables físicas y químicas.
- d) Desarrollar estudios de quistes y sus áreas de distribución en los sedimentos, para identificar zonas de alto riesgo en el desarrollo de las FAN, conocer la historia y predecir la proliferación de especies nocivas en regiones donde existen sospechas de su introducción.
- e) Realizar estudios biogeográficos de las especies causantes de FAN.
- f) Investigar la importancia de la actividad humana en la dispersión de especies nocivas, debido tanto al transporte y apozamiento de mariscos, como al vertimiento de aguas de lastre provenientes de embarcaciones de cabotaje y de tráfico internacional.
- g) Determinar el rol ecológico de la toxicidad en la dinámica de poblaciones de especies tóxicas y sus consecuencias para los recursos vivos y tramas tróficas.
- h) Diseñar estudios apropiados de campo y de laboratorio para comprender las condiciones ecológicas que regulan la dinámica de poblaciones de especies nocivas.
- i) Determinar las capacidades ecofisiológicas de las especies nocivas, tales como constante y tasa máxima de incorporación de nutrientes, sustancias alelopáticas, inhibición del pastoreo y estrategias reproductivas.
- j) Desarrollar modelos predictivos de las floraciones nocivas, basados en principios físicos, químicos y biológicos, proporcionados por programas de investigación regional.
- k) Establecer relaciones cuantitativas entre parámetros biológicos, físicos y químicos con respecto a las especies causantes de floraciones, las cuales pueden ser usadas en un contexto de manejo local a través de modelos predictivos y estrategias de manejo.

2.3.4.2 Taxonomía y genética

- a) Desarrollar y mantener la capacidad de reconocer, caracterizar e identificar las especies nocivas con criterios morfológicos o atributos esenciales visibles, incluyendo la variabilidad ultraestructural, fenotípica y quistes de resistencia.
- b) Desarrollar criterios de identificación taxonómica para la preparación de manuales y material de referencia.
- c) Mantener y formar nuevas colecciones de cepas para cultivos de especies nocivas.
- d) Determinar la heterogeneidad genética entre especies y cepas.

- e) Promover el desarrollo de nuevas técnicas de recuento, identificación y discriminación, como análisis de imágenes, citometría de flujo, sondas moleculares y marcadores inmunológicos, entre otros.
- f) Fomentar el desarrollo de una base computarizada de información taxonómica y de distribución de especies nocivas.

2.3.4.3 Toxicología y química de toxinas

- a) Establecer las vías biosintéticas de la producción de toxinas en algunas especies de microalgas.
- b) Determinar los mecanismos de acción fisiológica de las toxinas.
- c) Establecer los mecanismos fisiológicos que determinan la variabilidad de la toxicidad.
- d) Estudiar los mecanismos de acumulación, conversión química y depuración de mariscos contaminados con la toxina.
- e) Determinar los procesos de degradación de toxinas.
- f) Aislar, identificar y/o dilucidar la estructura química de las toxinas.
- g) Purificar y proveer estándares de toxinas y materiales de referencia.
- h) Desarrollar nuevos métodos de detección de toxinas como alternativa al bioensayo en ratón y kits para ensayos simples de campo.
- i) Definir los destinos y efectos de las ficotoxinas en las tramas tróficas marinas.
- j) Dilucidar los mecanismos de toxicidad en animales marinos.
- k) Determinar los organismos y mecanismos que producen sustancias tóxicas causantes de mortandades de peces y otros animales marinos.

2.4 Aspectos Operacionales

2.4.1 Descripción

En los últimos años, las biotoxinas de origen marino en las costas chilenas han mostrado un severo y creciente impacto negativo en la salud pública, siendo una de las principales amenazas para la industria pesquera. Solamente las floraciones del dinoflagelado tóxico *Alexandrium catenella* han causado 325 intoxicaciones y 23 fallecimientos desde 1972 en las zonas de Aysén y Magallanes. En el mismo período, se han documentado más de 500 casos de intoxicación por VDM, originado por el dinoflagelado tóxico *Dinophysis acuta* ocurridos en las regiones X y XI.

Desde 1972, Chile cuenta con experiencia en aplicación de medidas de contingencia y vigilancia frente a floraciones de algas, derivada de episodios que han afectado de manera creciente la macro-zona sur austral, que incluye las regiones X, XI y XII.

Estas medidas han contribuido a reducir las pérdidas de vidas humanas, daños a la salud y disminución de ingresos para el sector privado. No obstante, no se ha desarrollado en plenitud la capacidad organizativa que permita intercambiar experiencias y coordinar las acciones pertinentes.

2.4.2 Objetivos generales

2.4.2.1 Proponer e impulsar acciones interinstitucionales destinadas a prevenir y minimizar las consecuencias ambientales y socioeconómicas de las floraciones de algas nocivas, proteger la salud pública y asegurar la calidad de los alimentos de origen acuático destinados al mercado nacional e internacional.

2.4.2.2 Sugerir a la autoridad correspondiente medidas tales como planes de contingencia, programas de vigilancia y control sanitario, incluyendo normativas que definan estados de alerta, vedas geográficas parciales o totales, y criterios para el manejo de áreas afectadas por FAN.

2.4.2.3 Revisar y perfeccionar las normas destinadas a regular el manejo y control de las aguas de lastre de los buques.

2.4.3 *Objetivos específicos*

2.4.3.1 Diseñar, mejorar y evaluar los procedimientos que impidan el traslado de mariscos desde áreas afectadas por FAN hacia zonas libres de ellas y eviten la introducción de especies exóticas al territorio nacional.

2.4.3.2 Desarrollar estrategias y procedimientos para seleccionar y proteger sitios aptos para la acuicultura, como también el valor turístico y recreacional de las áreas costeras.

2.4.3.3 Transferir los resultados científicos y tecnológicos a la solución de problemas derivados de FAN, tales como administración de áreas y recursos, y la mitigación de sus efectos.

2.4.3.4 Identificar y seleccionar mariscos indicadores de FAN dentro de cada región administrativa, determinando los mejores sitios y estrategias de muestreo para estas especies.

2.4.3.5 Desarrollar protocolos de obtención, preservación, transporte y análisis de muestras de mariscos o productos elaborados de exportación.

2.4.3.6 Recomendar a los gobiernos regionales el desarrollo de políticas de prevención de riesgos y el establecimiento de redes de comunicación y la coordinación de programas multisectoriales e interdisciplinarios relativos a los riesgos de las FAN.

2.4.3.7 Promover ante los gobiernos regionales la coordinación de programas multisectoriales, para controlar la calidad de los alimentos de origen acuático.

2.4.3.8 Proponer un plan de contingencia, para enfrentar los eventos FAN, sustentado en recursos públicos y privados.

2.5 Aspectos Educativos y Comunicacionales

2.5.1 *Descripción*

La educación siempre ha sido un elemento gravitante para el apoyo de cualquier programa o plan que se quiera implementar. Esto implica necesariamente otorgarle la importancia que le corresponde, de tal forma que debería constituirse en una actividad permanente para hacer frente a los cambios ante un mundo en rápida evolución.

En consecuencia, es necesario elaborar un programa educacional referente a las FAN, coordinado con las siguientes instituciones: Ministerio de Educación, Servicio de Salud, Servicio Nacional de Pesca, Servicio Nacional del Consumidor, Comisión Nacional del Medio Ambiente, Instituto de Fomento Pesquero, Servicio Nacional de Turismo, Armada de Chile, Carabineros de

Chile, Corporación Municipal de Educación y Salud, universidades, institutos, organismos no gubernamentales y privados, medios de comunicación masiva y otros.

2.5.2 *Objetivo general*

Promover a nivel nacional el conocimiento de las FAN y sus efectos, por la comunidad en general, y en particular por el área pesquera, a través del desarrollo de una red de información y educación, para prevenir y proteger la salud pública, así como también disminuir y mitigar los impactos de estos fenómenos.

2.5.3 *Objetivos específicos*

2.5.3.1 Elaborar y publicar elementos de información escrita, que contribuyan a difundir el conocimiento y comprensión de las FAN, especialmente al Servicio Nacional de Pesca, Servicios de Salud, Carabineros, Armada de Chile y público en general.

2.5.3.2 Preparar programas de radio y televisión, con el fin de entregar información oportuna y precisa, respecto de las FAN y los logros alcanzados en favor de la salud, las actividades productivas y el medio ambiente acuático.

2.5.3.3 Utilizar los medios de comunicación global, como la red Internet, para informar a la comunidad nacional e internacional de la calidad y seguridad de los productos del mar de origen chileno.

2.5.3.4 Confeccionar y mantener un listado de expertos nacionales en FAN, para ser distribuido al sector pesquero y de salud, con el fin de solicitar y remitir información sobre estos fenómenos.

2.5.3.5 Implementar programas educacionales tendientes a desarrollar, en la comunidad pesquera, actitudes preventivas frente a las FAN, con énfasis en la formación de monitores en el área de la pesca artesanal, que actúen como instructores en caletas y áreas de extracción.

2.5.3.6 Solicitar al Ministerio de Educación la inserción curricular del fenómeno de las FAN, en los planes y programas de estudio de la enseñanza básica y media, considerándolo como un aspecto relevante de la educación ambiental.

2.5.3.7 Promover y apoyar el desarrollo a nivel nacional de programas de capacitación, realización de congresos, seminarios, talleres y otros sobre las FAN, para discutir, actualizar y evaluar los conocimientos de estos fenómenos.

2.5.3.8 Desarrollar acciones conjuntas del sector público y privado, que permitan incorporar hábitos y conductas adecuadas para minimizar los efectos de las FAN.

ANEXO 1

BIOENSAYO EN RATÓN VENENO PARALIZANTE DE MARISCOS (VPM)

1.- Alcance y campo de aplicación.

Mariscos filtradores.

2.- Principio.

Se basa en la extracción en medio ácido y en caliente de la toxina, posteriormente se centrifuga e inyecta el sobrenadante en ratones.

3.- Material y equipo.

Balanza de precisión 0,01 g.

Centrífuga, capacidad 3.000 rpm.

Jeringas de 1 ó 3 ml provistas de aguja hipodérmica N° 26 5/8.

pHmetro o papel pH 0,5-5.

Placa calefactora.

Termómetro digital o de semi-inmersión.

Vasos de precipitado de 600 ml.

Material usual de laboratorio.

4.- Reactivos.

Ratones de peso entre 19 y 21 g (no mayor de 23 g) de una colonia stock para análisis de rutina.

Solución estándar de toxina paralizante de molusco: 100 mg/ml.

Solución estándar de toxina paralizante de molusco: 1 mg/ml.

Ácido clorhídrico 0,18N.

Ácido clorhídrico 5N.

Hidróxido de sodio 0,1N.

5.- Estandarización de Bioensayo.

- Diluir alícuotas de 10 ml de 1 mg/ml de solución estándar con 10, 15, 20, 25 y 30 ml de agua respectivamente, hasta que una dosis de 1 ml inyectada intraperitonealmente en un grupo de 2 a 3 ratones, cause la muerte en un promedio de 5 a 7 minutos. El pH de las diluciones debe estar comprendido entre 2-4 y no debe ser superior a 4,5.
- Inyectar grupos de 10 ratones de preferencia con dos o tres de las diluciones que den una medida de muerte de 5-7 minutos. Aplicar una dosis de 1 ml a cada ratón intraperitonealmente y determinar el tiempo de muerte desde el momento que se aplicó toda la dosis hasta el último respiro del ratón.
- Repetir el ensayo uno o dos días después empleando las diluciones adecuadas. Además, aplicar nuevas diluciones que difieran de la anterior, en adiciones de ± 1 ml de agua.
- Calcular la media de muerte para cada grupo de 10 ratones.
- Si todos los grupos de 10 ratones inyectados con cualquiera de cada una de las diluciones causan la muerte en promedios inferiores a 5 o superiores a 7 minutos, eliminar los resultados de esta dilución en los cálculos subsiguientes.

- Por otro lado, si cualquier grupo de los 10 ratones inyectados con una dilución mueren en un promedio de 5 a 7 minutos, incluir todos los grupos de 10 ratones usados en esta dilución.
- A partir de la media de muerte de cada grupo de 10 ratones para cada dilución seleccionada, determinar con la Tabla de Sommer el “número de unidades ratón/ml”.
- Dividir los “mg de toxina calculadas/ml” por las “unidades ratón/ml de toxina equivalente a una unidad ratón”.
- Calcular el promedio de los valores individuales de factor de conversión y aplicar este valor como punto de referencia para controlar valoraciones de rutina.

6.- *Procedimiento.*

Preparación de muestra:

- Usar al menos 10 a 12 ejemplares por muestra.
- Limpiar las valvas con abundante agua fresca.
- Abrir las valvas cortando el músculo aductor.
- Enjuagar el interior con agua fresca para remover la arena u otro material extraño.
- Remover la carne de la concha por separación del músculo aductor y tejido conectado a la bisagra.
- Abrir cuidadosamente para minimizar el daño al cuerpo del molusco.
- Extraer 100-150 g de carne.
- Drenar sobre malla 10 durante 5 minutos y descartar los restos de concha y líquido.

Extracción:

- Pesar 100 g de muestra homogeneizada en un vaso.
- Agregar 100 ml de HCl 0,1N y mezclar.
- Ajustar el pH si es necesario entre 2 y 4, preferentemente pH 3, con NaOH 0,1N o HCl 5N agitando constantemente.
- Calentar a ebullición suave por 5 minutos bajo campana de extracción. Verificar la temperatura.
- Cubrir el vaso con un vidrio reloj o equivalente, para evitar la evaporación excesiva, enfriar a temperatura ambiente.
- Ajustar el pH entre 2 y 4.
- Transferir el extracto a una probeta y ajustar el volumen a 200 ml con HCl 0,003N.
- Devolver el extracto al vaso y dejar sedimentar. Si es necesario centrifugar una alícuota a 3.000 rpm durante 5 minutos o filtrar a través de papel, antes de inyectar.

Bioensayo

- Aclimatar los ratones por 24 horas en un área libre de tráfico
- Inyectar 1 ml del extracto ácido intraperitonealmente a 3 ratones individualizados.
- Si la prueba se realiza varias veces por semana, chequear el factor de conversión (CF) en 5 ratones, a lo menos, una vez por semana o cada vez que se realice si se hace en forma esporádica.
- Anotar el tiempo en que se inyecta la dosis al ratón.
- Anotar el tiempo de muerte, equivalente a la última inspiración del ratón.
- Si el tiempo de muerte es inferior a 5 minutos, diluir con HCl 0,003N para obtener tiempos de muerte entre 5 y 7 minutos.

7.- *Expresión de resultados.*

Determinar la media de muerte:

Convertir el tiempo de muerte a unidad ratón usando la Tabla de Sommer para cada ratón inyectado. Considerar el tiempo de muerte de los ratones sobrevivientes como mayor de 60 min, lo que equivale a 0,875 unidades ratón.

Corregir el peso de cada ratón según la Tabla y multiplicarlo por la unidad ratón para obtener la unidad ratón corregida.

Seleccionar la media de la unidad ratón corregida (URC).

La concentración de toxina se determina por la fórmula: $URC \times CF \times Dilución \times 200$.

Considerar peligroso cualquier valor mayor de 80 mg/100 g de carne.

8.- Bibliografía.

AOAC Official Methods of Analysis, 14th Edition, 1984.

Food and Drugs Administration, Shellfish Laboratory Evaluation Checklist, 1994.

ANEXO 2

REGISTRO DE FLORACIONES DE ALGAS NOCIVAS E INOCUAS EN CHILE, 1827-1996.

(Modificado de Muñoz y Avaria, 1997)

Se indican con **negritas** las floraciones de algas nocivas

Nº	Año	Mes	Localidad	Especie causante	Concentración en cél ml ⁻¹	Mortandad de organismos marinos	Intoxicación de seres humanos
1	1827	3	Valdivia	-	-	-	-
2	1835	3	Valparaíso	<i>Mesodinium rubrum</i>	-	-	-
3	1835	3	Concepción	<i>Mesodinium rubrum</i>	-	-	-
4	1955	12	Iquique	-	-	-	-
5	1956	4	Arica-Iquique	<i>Prorocentrum micans</i>	20	+	-
6	1957	-	Valparaíso	-	-	-	-
7	1958	-	Arica	-	-	-	-
8	1958	-	Mejillones	-	-	-	-
9	1964	12	Antofagasta	<i>Mesodinium rubrum</i>	-	-	-
10	1965	10	Antofagasta	<i>Mesodinium rubrum</i>	-	-	-
11	1966	3	Mejillones	<i>Prorocentrum micans</i>	-	-	-
12	1967	-	Antofagasta	<i>Mesodinium rubrum</i>	-	-	-
13	1968	3	Valparaíso	<i>Mesodinium rubrum</i>	-	-	-
14	1970	-	Puerto Montt	-	-	-	+
15	1970	4	Puerto Montt	<i>Dinophysis acuta</i>	-	-	+
16	1971	-	Puerto Montt	<i>Dinophysis sp.</i>	-	-	+
17	1972	10	Magallanes	<i>Alexandrium catenella</i>	600	+	+
18	1973	1	Magallanes	<i>Amphidoma sp.</i>	700	-	+
19	1975	3	Magallanes	<i>Mesodinium rubrum</i>	2,48	-	-
20	1975	3	Valparaíso	<i>Mesodinium rubrum</i>	800	-	-
21	1975	12	Chañaral	<i>Mesodinium rubrum</i>	-	-	-
22	1976	1	Mejillones	<i>Ceratium tripos</i>	-	-	-
23	1976	2	Antofagasta	<i>Prorocentrum micans</i>	1,3	-	-
24	1976	4	Mejillones	<i>Ceratium furca</i>	-	-	-
25	1976	4	Antofagasta	<i>Prorocentrum micans</i>	-	-	-
26	1976	5	Arica	<i>Gymnodinium sp.</i>	-	-	-
27	1976	10	Antofagasta	<i>Gymnodinium splendens</i>	100	-	-
28	1976	11	Antofagasta	<i>Prorocentrum micans</i>	50	-	-
29	1977	1	Antofagasta	<i>Mesodinium rubrum</i>	-	-	-
30	1977	1	Arica	<i>Glenodinium sp.</i>	-	-	-
31	1978	2	Aysén	<i>Mesodinium rubrum</i>	1,3	-	-
32	1978	3	Aysén	<i>Mesodinium rubrum</i>	-	-	-
33	1978	9	Antofagasta	<i>Prorocentrum micans</i>	120	-	-
34	1978	11	Antofagasta	<i>Ceratium tripos</i>	60	-	-
35	1979	-	Corral	<i>Scrippsiella trochoidea</i>	-	-	-
36	1979	2	Puerto Montt	<i>Dinophysis acuta</i>	-	-	+
37	1979	3	Antofagasta	<i>Prorocentrum micans</i>	180	-	-
38	1979	5	Valparaíso	<i>Prorocentrum micans</i>	32	-	-
39	1979	12	Antofagasta	<i>Alexandrium catenella</i>	5,005	-	-
				<i>Prorocentrum micans</i>	300	-	-
40	1980	-	Antofagasta	<i>Gymnodinium splendens</i>	450	-	-
41	1980	-	Antofagasta	<i>Mesodinium rubrum</i>	174	-	-
				<i>Prorocentrum micans</i>	90	-	-
42	1980	-	Antofagasta	<i>Ceratium fusus</i>	-	-	-
43	1980	11	Arica	<i>Mesodinium rubrum</i>	2,6	-	-
44	1980	11	Arica	<i>Mesodinium rubrum</i>	11,6	-	-
45	1980	11	Iquique	<i>Mesodinium rubrum</i>	12,1	-	-
46	1980	12	Antofagasta	<i>Mesodinium rubrum</i>	3,3	-	-
47	1980	12	Iquique	<i>Prorocentrum gracile</i>	20,5	-	-
48	1981	2	Magallanes	<i>Alexandrium catenella</i>	-	-	+
49	1981	4	Aysén	<i>Scrippsiella trochoidea</i>	500	-	-
50	1981	4	Valparaíso	<i>Scrippsiella trochoidea</i>	1,1	-	-
51	1982	9	Antofagasta	<i>Prorocentrum micans</i>	381	-	-
52	1983	3	Valparaíso	<i>Prorocentrum gracile</i>	2,15	-	-
				<i>Prorocentrum micans</i>	1,9	-	-
53	1983	4	Puerto Montt	<i>Prorocentrum micans</i>	38,6	+	-
54	1983	4	Antofagasta	<i>Gymnodinium splendens</i>	617	-	-

55	1984	1	Valparaíso	<i>Mesodinium rubrum</i>	2,58	-	-
56	1984	2	Aysén	<i>Dinophysis acuta</i>	-	-	+
57	1984	2	Aysén	<i>Prorocentrum micans</i>	-	-	-
58	1984	3	Aysén	<i>Scrippsiella trochoidea</i>	-	-	-
59	1984	9	Antofagasta	<i>Mesodinium rubrum</i>	-	-	-
				<i>Prorocentrum micans</i>	91	-	-
60	1984	12	Mejillones	<i>Mesodinium rubrum</i>	-	-	-
61	1984	12	Magallanes	<i>Scrippsiella trochoidea</i>	-	-	-
62	1984	12	Antofagasta	<i>Mesodinium rubrum</i>	-	-	-
				<i>Prorocentrum micans</i>	2,29	-	-
63	1985	3	Antofagasta	<i>Prorocentrum micans</i>	-	-	-
64	1985	3	Iquique	<i>Ceratium furca v. berghii</i>	-	-	-
65	1985	3	Valparaíso	<i>Prorocentrum gracile</i>	17,1	-	-
66	1985	3	Puerto Montt	<i>Scrippsiella trochoidea</i>	13,368	-	-
67	1985	4	Antofagasta	<i>Prorocentrum micans</i>	-	-	-
68	1985	10	Antofagasta	<i>Prorocentrum micans</i>	241	-	-
69	1986	-	Puerto Montt	<i>Dinophysis acuta</i>	-	-	+
70	1986	3	Antofagasta	<i>Prorocentrum micans</i>	34	-	-
71	1986	4	Antofagasta	<i>Prorocentrum micans</i>	204	-	-
72	1986	9	Antofagasta	<i>Prorocentrum micans</i>	276	-	-
73	1986	11	Antofagasta	<i>Gymnodinium splendens</i>	69	-	-
74	1986	12	Antofagasta	<i>Prorocentrum micans</i>	36	-	-
75	1987	1	Antofagasta	<i>Prorocentrum micans</i>	19	-	-
76	1987	2	Iquique	<i>Mesodinium rubrum</i>	-	-	-
77	1987	2	Mejillones	<i>Mesodinium rubrum</i>	-	-	-
78	1987	3	Valparaíso	<i>Prorocentrum gracile</i>	6,058	-	-
				<i>Prorocentrum micans</i>	8,461	-	-
79	1987	4	Antofagasta	<i>Prorocentrum micans</i>	30	-	-
80	1987	11	Iquique	<i>Mesodinium rubrum</i>	-	-	-
81	1987	11	Arica	<i>Mesodinium rubrum</i>	-	-	-
82	1987	12	Antofagasta	<i>Prorocentrum micans</i>	194	-	-
83	1987	12	Mejillones	<i>Prorocentrum micans</i>	1,676	-	-
84	1988	2	Punta Madrid I Región	<i>Mesodinium rubrum</i>	-	-	-
85	1988	5	Arica	<i>Mesodinium rubrum</i>	-	-	-
86	1988	5	Pisagua	<i>Gymnodinium splendens</i>	-	-	-
87	1988	9	Puerto Montt	<i>Heterosigma akashiwo</i>	154	+	-
88	1989	1	Valparaíso	<i>Mesodinium rubrum</i>	-	-	-
89	1989	3	Puerto Montt	<i>Gyrodinium sp.</i>	20	-	-
90	1989	4	Magallanes	<i>Alexandrium catenella</i>	-	-	+
91	1990	-	Punta Madrid I Región	<i>Mesodinium rubrum</i>	-	-	-
92	1990	-	Iquique	<i>Mesodinium rubrum</i>	-	-	-
93	1990	10	Mejillones	<i>Mesodinium rubrum</i>	-	-	-
94	1990	12	Antofagasta	<i>Prorocentrum micans</i>	-	-	-
95	1991	1	Antofagasta	<i>Prorocentrum micans</i>	600	-	-
96	1991	1	Aysén	<i>Dinophysis acuta</i>	7	-	+
97	1991	3	Magallanes	<i>Alexandrium catenella</i>	-	-	+
98	1991	11	Magallanes	<i>Alexandrium catenella</i>	-	-	+
99	1991	12	Magallanes	<i>Alexandrium catenella</i>	-	-	+
100	1992	1	Antofagasta	<i>Prorocentrum micans</i>	618	-	-
101	1992	1	Magallanes	<i>Alexandrium catenella</i>	-	-	+
103	1992	2	Magallanes	<i>Alexandrium catenella</i>	-	-	+
104	1992	3	Puerto Montt	<i>Prorocentrum balticum</i>	-	-	-
105	1992	3	Magallanes	<i>Alexandrium catenella</i>	-	-	+
106	1992	5	Magallanes	<i>Alexandrium catenella</i>	-	-	+
107	1992	5	Aysén	<i>Alexandrium catenella</i>	-	-	-
108	1992	5	Golfo Arauco	<i>Prorocentrum sp.</i>	4,233	-	-
110	1992	7	Magallanes	<i>Alexandrium catenella</i>	-	-	+
111	1992	11	Aysén	<i>Heterocapsa triquetra</i>	18,7	-	+
112	1992	12	Magallanes	<i>Alexandrium catenella</i>	-	-	+
113	1992	12	Puerto Montt	<i>Tetraselmis sp.</i>	-	-	-
114	1993	1	Puerto Montt	<i>Dinophysis sp.</i>	-	-	-
115	1993	2	Coquimbo	<i>Mesodinium rubrum</i>	-	-	-
116	1992	12	Puerto Montt	<i>Tetraselmis sp.</i>	-	-	-
117	1993	1	Puerto Montt	<i>Dinophysis sp.</i>	-	-	-
118	1993	2	Coquimbo	<i>Mesodinium rubrum</i>	-	-	-
119	1993	10	Chiloé	<i>Leptocylindrus minimus</i>	18	-	-
120	1993	12	Chiloé	<i>Leptocylindrus minimus</i>	-	+	-
121	1993	12	Mejillones	<i>Mesodinium rubrum</i>	540	-	-

122	1993	12	Antofagasta	<i>Protoperidinium sp.</i>	-	-	-
123	1994	1	Antofagasta	<i>Prorocentrum</i>	3	-	-
				<i>Ceratium tripos</i>	8	-	-
124	1994	1	Caldera	<i>Mesodinium rubrum</i>	7,433	-	-
125	1994	1	Aysén	<i>Mesodinium rubrum</i>	-	-	-
126	1994	1	Chiloé	<i>Leptocylindrus minimus</i>	-	+	-
127	1994	11	Chiloé	<i>Leptocylindrus minimus</i>	-	+	-
128	1995	3	Antofagasta	<i>Prorocentrum micans</i>	200	-	-
129	1995	3	Chiloé	<i>Dictyocha speculum</i>	-	+	-
130	1995	4	Puerto Montt	<i>Chaetoceros convolutus</i>	-	+	-
131	1996	1	San Antonio	<i>Mesodinium rubrum</i>	427	-	-
132	1996	1	Chiloé	<i>Leptocylindrus minimus</i>	-	+	-
133	1996	9	Aysén	<i>Heterocapsa sp.</i>	24,96	-	-

ANEXO 3

BIBLIOGRAFÍA

Clément, A. y G. Lembeye. 1994. Floraciones de Algas Nocivas en Chile: Manejo y perspectivas futuras. *En: IOC Workshop Rep.* 101: 20-29.

Correa, E. (ed.) 1992. Simposio de marea roja. *Revista de Sanidad de la Defensa Nacional (Chile)* 9: 87-157.

GEOHAB, 1998. Report from a joint IOC/SCOR Workshop. A Plan for Coordinated Scientific Research and Cooperation to Develop International Capabilities for Assessment, Prediction and Mitigation.

Graneli, E., B. Sundström and D.M. Anderson (eds.). 1990. *Toxic Marine Phytoplankton*. Elsevier Science Publishing, 554 pp.

Guzmán, L. y I. Campodónico. 1975. Marea roja en la región de Magallanes. *Publicaciones del Instituto de la Patagonia. Serie monografías*, Punta Arenas, Chile, 9, 44 pp.

Hallegraeff, G. M. 1993. A review of harmful algal blooms and their apparent global increase. *Phycologia*, 32: 79-99

Hallegraeff, G. M. 1995. Harmful algal blooms: A global overview. *En: Hallegraeff, G.M., D.M. Anderson, and A.D. Cembella (eds.). Manual on Harmful Marine Microalgae. IOC Manual and Guides* 33, UNESCO. 551 pp.

IOC Workshop Report 80. 1991. Programme on Harmful Algal Blooms. UNESCO.

Labbé A. y A. Alvial. 1994. Proliferaciones fitoplanctónicas nocivas. *Manual para el acuicultor*. Fundación Chile, 187 pp.

Lassus, P., G. Arzul, E. Erard-Le Den, P. Gentien, C. Marcaillou-Le Batut, P. Lassus and F. Partensky. 1991. *Le phytoplancton nuisible des côtes de France. De la biologie à la prevention*. S.D.P. IFREMER, Brest, France. 154 pp.

Lembeye G. 1998. Seguimiento de la toxicidad en recursos pesqueros de importancia comercial en la X y XI Región. Proyecto FIP 97-49.

Muñoz, P. y S. Avaria. 1997. Fenómenos de marea roja y otras floraciones algales en Chile. *Revista Ciencia y Tecnología del Mar*, CONA 20: 175-192.

ANEXO 4

ACRÓNIMOS

COI	:	Comisión Oceanográfica Intergubernamental.
CONA	:	Comité Oceanográfico Nacional.
CONAMA	:	Comisión Nacional del Medio Ambiente.
FAO	:	Food and Agriculture Organization of the United Nations (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura).
FAN	:	Floraciones de Algas Nocivas.
HPLC	:	High Performance Liquid Chromatography (Cromatografía Líquida de Alta Resolución).
IFOP	:	Instituto de Fomento Pesquero.
INTESAL	:	Instituto Tecnológico del Salmón S.A.
ISP	:	Instituto de Salud Pública.
SCOR	:	Scientific Committee on Oceanic Research (Comité Científico de Investigaciones Oceánicas).
SHOA	:	Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile.
SERNAC	:	Servicio Nacional del Consumidor.
SERNAPESCA	:	Servicio Nacional de Pesca.
VAM	:	Veneno Amnésico de Mariscos.
VDM	:	Veneno Diarreico de Mariscos.
VNM	:	Veneno Neurotóxico de Mariscos.
VPM	:	Veneno Paralizante de Mariscos.

GRUPO DE TRABAJO SOBRE FLORACIONES DE ALGAS NOCIVAS

El Grupo de Trabajo sobre Floraciones de Algas Nocivas (FAN) del Comité Oceanográfico Nacional (CONA), fue creado el 25 de mayo de 1993, con el objeto de apoyar y coordinar las distintas actividades científicas, que se realizan en Chile sobre el tema, tanto por organismos públicos como privados.

Este Grupo está integrado por 28 especialistas de diversas instituciones distribuidas a lo largo de todo el país, y sus principales labores son asesorar al CONA y a otras instituciones que lo requieran, en todo lo referente a floraciones de algas nocivas, mantener al día un registro de fenómenos ocurridos a nivel nacional, organizar y participar en eventos científicos nacionales e internacionales y organizar cursos y talleres destinados a la educación de la población.

Entre las actividades más relevantes efectuadas hasta la fecha, cabe destacar las siguientes:

- *Elaboración de un directorio de profesionales multidisciplinarios sobre las Floraciones de Algas Nocivas.*
- *Elaboración de un registro de Floraciones de Algas Nocivas e Inocuas.*
- *Organización del “Taller de Expertos en Floraciones Algales Nocivas”, realizado en Puerto Montt el 18 y 19 de octubre de 1994.*
- *Participación en el III y IV Panel Intergubernamental COI-FAO sobre Floraciones Algales Nocivas, realizados en París entre el 6 y 9 de junio de 1995 y en España entre el 30 de junio y el 2 de julio de 1997, respectivamente.*
- *Participación del II Taller Regional de Planificación Científica sobre Floraciones de Algas Nocivas en Sudamérica (COI-FANSA), realizado en el Mar del Plata, Argentina, entre el 30 de octubre y el 1 de noviembre de 1995.*
- *Organización del III Taller Regional de Planificación Científica sobre Floraciones de Algas Nocivas en Sudamérica (COI-FANSA), efectuado en Punta Arenas, Chile, entre el 28 y 30 de julio de 1997.*
- *Organización del Primer Taller de Floraciones de Algas Nocivas: “Estado actual y perspectivas de las Floraciones de Algas Nocivas”, realizado el 8 de septiembre de 1997 en Valparaíso.*
- *Organización del Segundo Taller de Floraciones de Algas Nocivas: “Ámbito de la Salud Humana, Pesquería y Economía”, efectuado en Valparaíso, entre el 7 y el 9 de septiembre de 1998.*
- *Coordinación de participación de científicos nacionales en cursos de entrenamiento, ofrecidos por la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI), en el extranjero (Brasil, Dinamarca, España, Suecia, entre otros), bajo el marco del Programa HAB sobre Floraciones de Algas Nocivas, de las Ciencias Oceánicas en relación a los Recursos Vivos (OSLR).*

No obstante, la elaboración e impresión del Plan Nacional sobre Floraciones de Algas Nocivas, ha sido una de las tareas más importantes, ya que involucra no sólo al quehacer científico, sino que a toda la comunidad. Se espera que este documento sirva de apoyo a las instituciones que tienen relación directa o indirecta con estos fenómenos, así como también entregar una visión global de las situación de las FAN en Chile.