



UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE ANDALUCÍA  
SEDE IBEROAMERICANA SANTA MARÍA DE LA RÁBIDA  
2007

## TÍTULO

**INSTRUMENTOS DE GESTIÓN DE RECURSOS  
BENTÓNICOS DEL LITORAL ATLÁNTICO URUGUAYO  
CON RESPECTO AL IMPACTO DE LAS FLORACIONES  
ALGALES NOCIVAS**

## AUTORA

**Silvia M. Méndez Calicchio**

Director Tesis	Montes, Carlos
Tutora Tesis	Odebrecht, Clarisse
Maestría	IV Maestría en Conservación y Gestión del Medio Natural
Módulo presencial	1999
<b>ISBN</b>	978-84-7993-137-7
ISBN 10	84-7993-137-X
©	Silvia M. Méndez Calicchio
©	Para esta edición, la Universidad Internacional de Andalucía



**La consulta de esta tesis queda condicionada a la aceptación de las siguientes limitaciones de uso:**

- a) La difusión de esta tesis por medio del servidor de la UNIA ha sido autorizada por los titulares de los derechos de propiedad intelectual únicamente para usos privados enmarcados en actividades de investigación y docencia.
- b) No se autoriza su reproducción con finalidades de lucro ni su difusión y puesta a disposición desde un sitio ajeno al servidor de la UNIA.
- c) Esta reserva de derechos afecta tanto al resumen de presentación de la tesis como a sus contenidos.
- d) En la utilización o cita de partes de la tesis es obligado indicar el nombre de la persona autora.

## AGRADECIMIENTOS

A mi tutota y amiga Clarisse Odebrecht por su calidad humana y profesional, a mi director de tesis y admirable profesor Carlos Montes y al director de la maestría Dr. Francisco Borja por su apoyo y confianza, al entrañable coordinador y amigo Maño, así como al excelente personal de la Universidad Internacional de Andalucía.

A Yoao Sarkis Yunes de la Fundação Universidade de Rio Grande y a Marisa Fernández del Centro Comunitario de Referencia de Vigo, por los análisis de muestras piloto de toxicidad y toxinas. A Dave Kulis de Woods Hole Oceanographic Institution por su gran apoyo en el cuidado de los cultivos y análisis químicos de las toxinas. A mis compañeras de trabajo Dinorah Medina y Graciela Ferrari.

Al personal de INAPE, en especial a Rafael Josa de la Sección Flota y Capturas y a Juan Andrés Rodríguez de la Sección Informática, por su excelente disposición en el suministro y búsqueda de información estadística. A Ana Iris y Mabel Acosta por poner a disposición información sobre las embarcaciones, empresas y tripulación. A Arianna Masello y a Gustavo Riestra por la información facilitada en forma de publicaciones o informes. A Pablo Meneses por su desinteresado apoyo, a María Ester Barietti por su permanente y sacrificada labor en la toma de muestras del monitoreo de plancton y moluscos. A las autoridades del INAPE y queridos compañeros que cooperaron y me brindaron su confianza para lograr esta meta.

A Guillermo quien siempre me apoyó en mi actividad profesional, a mis hijos y mi madre a quienes resté tiempo de atención para dedicarme a mi trabajo. A mi abuela, a Tata, a mis hermanos y mis amigos que me allanaron el camino. A la memoria de mi padre quien siempre me estimuló a seguir adelante.

**INSTRUMENTOS DE GESTIÓN DE RECURSOS BENTÓNICOS  
DEL LITORAL ATLÁNTICO URUGUAYO CON RESPECTO AL  
IMPACTO DE LAS FLORACIONES ALGALES NOCIVAS**

<b>CONTENIDO:</b>		<b>Página</b>
I.	RESUMEN	1
II.	INTRODUCCIÓN	2
III.	JUSTIFICACIÓN	3
IV.	OBJETIVOS	6
	4.1    Objetivos generales	6
	4.2    Objetivos específicos	6
V.	ZONA DE ESTUDIO	8
	5.1    Aspectos hidrológicos	8
	5.2    Aspectos oceanográficos	10
	5.3    Aspectos meteorológicos y climáticos	12
	5.4    Aspectos geológicos	13
	5.5    Sedimentos	14
VI.	MATERIALES Y MÉTODOS	17
	6.1    Explotación de los recursos bentónicos	17
	6.2    Floraciones algales nocivas	18
	6.2.1    Toxicidad y toxinas en moluscos	19
	6.2.1.1    Determinación de toxicidad en moluscos por bioensayo	20
	6.2.1.2    Extractos y análisis de toxinas en moluscos por HPLC	21
	6.2.2    Toxinas producidas por las microalgas	21
	6.2.2.1    Cultivos de <i>Alexandrium tamarense</i>	22
	6.2.2.2    Cultivos de <i>Gymnodinium catenatum</i>	22
	6.2.2.3    Extractos y análisis de toxinas en los cultivos	23
	6.2.3    Abundancia de quistes en sedimentos	24
	6.2.4    Parámetros ambientales	25
	6.3    Impacto socio-económico de las FAN	25
	6.4    Instrumentos de gestión de recursos bentónicos	26

VII.	EXPLOTACIÓN DE RECURSOS BENTÓNICOS	27
7.1	Pesquerías artesanales e industriales de recursos bentónicos	27
7.1.1	<i>Mytilus edulis platensis</i>	28
7.1.2	<i>Donax hanleyanus</i>	30
7.1.3	<i>Erodona mactroides</i>	31
7.1.4	<i>Mesodesma mactroides</i>	33
7.1.5	<i>Adenomelon brasiliana</i>	34
7.1.6	<i>Zidona dufresnei</i>	35
7.2	Recursos bentónicos afectados por FAN	39
VIII.	FLORACIONES ALGALES NOCIVAS	42
8.1	Antecedentes de las floraciones algales nocivas	42
8.2	Principales especies de algas nocivas y sus efectos	44
8.2.1	<i>Alexandrium tamarense</i>	44
8.2.2	<i>Gymnodinium catenatum</i>	50
8.2.3	<i>Dinophysis acuminata</i>	55
8.2.4	<i>Microcystis aeruginosa</i>	58
8.3	Floraciones tóxicas y toxinas producidas por las microalgas en Uruguay	59
8.3.1	Floraciones tóxicas	59
8.3.2	Toxinas producidas por microalgas: Paralizantes, Diarreicas y microcystinas.	61
8.4	Quistes de microalgas en sedimentos costeros	68
IX.	EVALUACIÓN DEL IMPACTO SOCIO-ECONÓMICO DE LAS FAN	74
9.1	Impacto de las FAN en la sociedad	74
9.1.1	Costo del Programa de Monitoreo de FAN	74
9.1.2	Pérdidas ocasionadas por las FAN	75
9.1.3	Impacto de las FAN en la salud pública	78
9.1.4	Impacto de las FAN en el turismo	79
9.2	Impacto de las FAN en el ecosistema	80
9.2.1	Efectos en el medio ambiente	80
9.2.1.1	Discoloraciones del agua	
9.2.2	Efectos en la biota	83
9.2.1.1	Mortandades masivas	83
X.	GESTIÓN DE RECURSOS ANTE FAN	84
10.1	Competencias institucionales ante a FAN	84
10.2	Programa Nacional de Monitoreo de FAN y Toxicidad en Moluscos	84
10.3	Cooperación regional e internacional sobre FAN	88

10.4	Instrumentos de gestión de recursos bentónicos ante FAN	90
10.4.1	Aspectos socio-económicos	90
10.4.2	Control de explotación: aspectos biológicos y administrativos	91
10.4.3	Control de calidad	93
10.4.4	Normativas	94
10.4.4.1	Reglamento actual para la conservación y explotación de los recursos bentónicos	94
10.4.4.1A	Caracol fino ( <i>Zidona dufresnei</i> )	94
10.4.4.1B	Almeja amarilla ( <i>Mesodesma mactroides</i> )	95
10.4.4.1C	Mejillón azul ( <i>Mytilus edulis</i> )	97
10.4.4.2	Normas Internacionales sobre límites de toxinas admitidos en productos pesqueros PSP, DSP, ASP, NSP	99
10.4.5	Investigación	101
10.5	Discusión general	101
XI.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	105
XII.	ANEXOS	124
1.	Análisis por HPLC de extractos ácidos de cultivos de dinoflagelados.	124
2.	Análisis por HPLC de extractos hidrolizados de cultivos de dinoflagelados	126
3.	Análisis por HPLC de extractos originales de moluscos tóxicos	128
4.	Análisis por HPLC de extractos rehidrolizados de moluscos	130
5.	Carta y formulario enviado a las empresas para evaluar la baja en las ventas de productos durante las vedas por “Marea Roja”.	131

**LISTA DE FIGURAS**

1.	Zona de estudio y estaciones de muestreo del Programa de Monitoreo de Floraciones Algaes Nocivas y Toxicidad en Moluscos de Uruguay.	9
2.	Síntesis morfodinámica del Río de la Plata (de Nagy et al.,1987).	11
3.	Evolución del sistema del Río de la Plata (de López Laborde 1998, Basado en Urien y Ottman, 1971; Urien et al., 1980).	14
4.	Distribución de sedimentos superficiales del Río de la Plata (de López Laborde, 1987).	15
5.	Tipos de sedimentos entre Punta del Este y el límite brasileño (Modificado de Arena <i>et al.</i> , 1993).	16
6.	Mapa de estaciones de muestreo de sedimentos para cuantificación de quistes de dinoflagelados.	24
7.	Captura anual de mejillón ( <i>Mytilus edulis</i> ) desde 1983 hasta 1998.	28
8.	Captura anual de berberecho entre 1980 y 1998.	33
9.	Captura anual de almeja amarilla ( <i>Mesodesma mactroides</i> ) durante los años de su explotación (1987-1993).	34
10.	Captura anual de caracol negro <i>Adelomelon brasiliana</i> entre 1991 y 1997.	35
11.	Captura anual de caracol fino ( <i>Zidona dufresnei</i> ) entre 1995 y 1998.	37
12.	<i>Alexandrium tamarense</i> , especie productora de Veneno Paralizante de Moluscos en Uruguay.	45
13.	Diagrama del ciclo de vida de un dinoflagelado usando como modelo <i>A. tamarense</i> (de Anderson <i>et al.</i> , 1995).	45
14.	Floraciones estacionales de <i>A. tamarense</i> en la costa uruguaya (entre julio y octubre) en el período 1991-1998, en las localidades de Piriápolis, Punta del Este, La Paloma y Punta del Diablo.	46
15.	PSP en mejillones durante floraciones de <i>Alexandrium tamarense</i> en Uruguay, registradas entre julio y octubre en el período 1991-1998 en cuatro localidades de la costa: Piriápolis, Punta del Este, La Paloma y Punta del Diablo.	47

16. Volumen de descarga del Río de la Plata, salinidad y abundancia de *A. tamarense* entre 1991 y 1994. 48
17. Posición e intensidad del frente de convergencia entre 1988 y 1994 (de Méndez *et. al.*, 1996). 49
18. Cadena de 18 células de *Gymnodinium catenatum*, especie productora de VPM en Uruguay. 50
19. Abundancia de *G. catenatum* entre 1992 y 1998 en las estaciones costeras de Piriápolis, Punta del Este, La Paloma y Punta del Diablo. 51
20. Valores máximos mensuales de VPM en moluscos en verano y otoño (febrero-mayo) entre 1991 y 1998 en Piriápolis, Punta del Este, La Paloma y Punta del Diablo. 52
21. Dispersión de densidad de células de *G. catenatum* en función de la temperatura del agua en cuatro localidades de la costa uruguaya (datos 1992 - 1998). 54
22. *Dinophysis acuminata*, especie asociada a episodios de veneno diarreico en moluscos de Uruguay. 55
23. Fluctuación anual de la densidad de células de *Dinophysis acuminata*, conjuntamente con la salinidad y la temperatura del agua en tres localidades: Piriápolis, Punta del Este y La Paloma entre 1991 y 1996 (de Ferrari *et al.*, 2000). 57
24. *Microcystis aeruginosa*. 58
25. Comparación de la composición de toxinas en extractos de moluscos y dinoflagelados de Uruguay: A: extractos en ácido acético de cultivos de *A. tamarense* (ATUR01, ATUR01B y ATUR02) y los extractos originales de moluscos muestreados durante floraciones de *A. tamarense*. B: extractos en ácido acético de cultivos de *G. catenatum* (GCURD5 y GCURF11) y los extractos originales de moluscos muestreados durante floraciones de *G. catenatum*. 63
26. Comparación de la composición de toxinas en extractos de moluscos y dinoflagelados de Uruguay. A: extractos hidrolizados HCl de cultivos de *A. tamarense* (ATUR01, ATUR01B y ATUR02) y de extractos rehidrolizados de moluscos muestreados durante floraciones de *A. tamarense*. B: extractos hidrolizados HCl de cultivos de *G. catenatum* (GCURD5 y GCURF11) y los extractos rehidrolizados de moluscos muestreados durante floraciones de *G. catenatum*. 65
27. Ciclo de vida de *G. catenatum* (de Blackburn *et al.*, 1989). 69



28.	Quieste de <i>Gymnodinium catenatum</i> .	70
29.	Diámetro de quistes cf. <i>G.catenatum</i> encontrados en los sedimentos costeros de Uruguay.	73
30.	Esquema del funcionamiento del programa de Monitoreo de FAN y Toxicidad en Moluscos en Uruguay.	87
31.	Diseño de un sistema experto sobre los instrumentos de gestión de recursos bentónicos.	92

**LISTA DE TABLAS**

1.	Datos de la pesquería de mejillón correspondientes al año 1998: puerto de desembarque, número de barcos, número de tripulantes, captura anual y precio.	29
2.	Pesquería de berberechos ( <i>Donax hanleyanus</i> ), número total de pescadores autorizados en 1998 en cada área de pesca.	31
3.	Pesquería de berberechos ( <i>Erodona mactroides</i> ), número total de pescadores autorizados en 1998 en cada área de pesca.	31
4.	Detalle de las localidades de pesca autorizadas a cada pescador (1998).	32
5.	Pesquería de caracol ( <i>Zidona dufresnei</i> ) durante 1998. Número de barcos, tripulantes, captura y meses de actividad. En los puertos de: La Paloma (Departamento de Rocha), Punta del Este (Dpto. de Maldonado), Mantaras (Dpto. de Montevideo).	38
6.	Períodos de veda por Veneno Paralizante de Moluscos, localidad, máximo de toxicidad registrada y recursos afectados (1980-1998).	40
7.	Períodos de veda por Veneno Diarreico de Moluscos, localidad y recursos afectados (1980-1998).	41
8.	Floraciones tóxicas de <i>Alexandrium tamarense</i> en el período 1980-1999.	59
9.	Floraciones tóxicas de <i>Gymnodinium catenatum</i> en el período 1980-1999.	60
10.	Floraciones tóxicas de <i>Dinophysis acuminata</i> en el período 1980-1999.	60
11.	Registro de floraciones de <i>Microcystis aeruginosa</i> con toxicidad.	61
12.	Datos correspondientes a los muestreos de sedimentos y quistes que generaron los cultivos de <i>A. tamarense</i> y <i>G. catenatum</i> .	62
13.	Fitoplancton, toxicidad y datos asociados de la columna de agua y moluscos muestreados para el análisis de toxinas.	66
14.	Datos del muestreo de sedimentos en Punta del Este, temperatura del agua, conductividad, salinidad, tipo de fondo, quistes de <i>Gymnodinium catenatum</i> y abundancia de otros quistes de dinoflagelados.	71
15.	Datos del muestreo de sedimentos en La Paloma, temperatura del agua, conductividad, salinidad, tipo de fondo, quistes de <i>Gymnodinium catenatum</i> y abundancia de otros quistes de dinoflagelados.	72
16.	Estimación preliminar de costos del Programa Nacional de Monitoreo de Floraciones Algas Nocivas y de Toxicidad de Moluscos en Uruguay.	75

17. Estimación primaria de las pérdidas económicas producidas por la imposibilidad de comercializar los productos durante las vedas establecidas desde 1991 hasta 1997 en el Departamento de Maldonado-Uruguay. 76
18. Estimación preliminar del costo económico debido al decaimiento de la venta de pescado durante las primeras vedas establecidas en Uruguay. 77
19. Discoloraciones del agua, causados por floraciones de plancton en las aguas costeras de Uruguay, entre 1991 y 1997. 81

## **I RESUMEN:**

El litoral Atlántico uruguayo es una zona de importancia económica y ecológica en continua transformación, debido a la gran dinámica y funcionamiento natural del medio y la provocada por la explotación de sus recursos naturales. Los recursos bentónicos del área han sido gestionados por el Instituto Nacional de Pesca en lo que se refiere a la evaluación biológica, explotación comercial y calidad.

Si bien estos recursos han sido afectados por la explotación controlada durante las dos últimas décadas, se han producido episodios de mortandades masivas de algunas especies o accidentes ambientales de origen antrópico que afectaron drásticamente algunos recursos, los cuales se encuentran aún en vías de recuperación. Por otra parte, fenómenos naturales como las floraciones algales nocivas han afectado la explotación de los recursos, su calidad para el consumo, la salud del consumidor y la economía de los pescadores que viven de estos.

La gestión adecuada de estos recursos (mejillón berberecho, almeja, caracol etc.) pretende asegurar la conservación de los mismos mediante una explotación controlada, en beneficio de la comunidad de pescadores y consumidores, y garantizar la calidad de los mismos de acuerdo a normas internacionales.

Se consideran instrumentos de gestión de los recursos bentónicos y se analizarán en el presente trabajo, aquellos elementos claves para la toma de decisiones, para proteger al recurso, a los que viven de su explotación y fundamentalmente al consumidor. Entre estos elementos se destacan las reglamentaciones existentes sobre la explotación de los recursos, la información procedente de trabajos de investigación sobre la dinámica de la población de los recursos y del plancton nocivo en esa área y las normas y programas para el control de calidad de los recursos a nivel nacional e internacional, para considerarlos aptos para consumo.

## II INTRODUCCIÓN:

La zona litoral alberga sistemas complejos, diversos y ecológicamente productivos. Esa zona de encuentro entre la tierra y el agua dulce de los ríos y el mar, de alto valor paisajístico y recreativo, constituye un área de importancia por la productividad biológica y económica.

La carga del sistema costero es cada vez mayor, producto del crecimiento poblacional, la migración y la urbanización. Las múltiples actividades compiten por los limitados recursos, provocando degradación del medio y conflictos socio-económicos. Cerca del 60% de la población mundial habita las zonas costeras, lo cual implica una utilización cada vez mayor de los recursos naturales y la necesidad de establecer medidas de conservación y gestión adecuadas.

En el contexto internacional, el capítulo 17 de la Agenda 21 de la Conferencia de Naciones Unidas para el Medio Ambiente y Desarrollo, llevada a cabo en Río de Janeiro en 1992, deja claro que la protección y el desarrollo sostenible del medio marino, costero y sus recursos, requiere nuevos enfoques para la gestión y el desarrollo nacional, regional y global.

El fondo en el cual se ubica la fauna bentónica, en la parte litoral, se halla en continuo cambio debido a la acción erosiva de las olas, resacas, mareas, y corrientes, que determinan el transporte o la sedimentación de las materiales y el levantamiento o hundimiento de las líneas costeras. Los organismos bentónicos considerados como aquellos que viven en íntima relación con el fondo y en mayor medida aquellos que habitan el litoral, están sujetos a la influencia de múltiples factores contaminantes y modificaciones del medio natural como consecuencia de las actividades humanas. Estos son vulnerables ante accidentes de contaminación localizada debido a su limitada capacidad de desplazamiento y sin embargo muchos de ellos presentan un nivel de resistencia a ciertas sustancias tóxicas que los sitúa en una situación ventajosa frente a otros organismos del ecosistema.

La escasa movilidad hace propicias las especies y comunidades bentónicas litorales para monitoreo y control de efectos antrópicos. De este modo los programas internacionales como el “Mussel Watch” de la NOAA (Administración Nacional del Océano y la Atmósfera) se basan

en el monitoreo periódico de contaminantes pesados en *Mytilus edulis* (mejillón), que por su condición de filtrador tiene la capacidad de concentrar las sustancias presentes en el agua.

Los moluscos filtradores están habituados a vivir en el meso e infralitoral donde se exponen y concentran sustancias contaminantes, carga bacteriana y lo que es más peligroso venenos de origen natural. Estos venenos de tipo paralizante, diarreico, neurotóxico y amnésico entre otros, producidos por microalgas alcanzan dentro del cuerpo del molusco, niveles letales para el hombre y es por esta razón que se convierten en un riesgo para el consumidor.

La “marea roja” es un nombre poco adecuado que ha causado mucha confusión pues el fenómeno de referencia se relaciona a conceptos que nada tienen que ver con la marea y poco con el color del agua, como los son las intoxicaciones humanas por consumo de moluscos, la toxicidad en moluscos y las floraciones algales nocivas.

La literatura muestra signos de un aparente incremento en la frecuencia, la magnitud y la extensión geográfica de las floraciones algales nocivas en las últimas décadas (Anderson, 1989; Smayda, 1990; Hallegraeff, 1993), aunque existieron desde hace mucho tiempo. Ya en la Biblia, existe un pasaje que se refiere a esto diciendo “ todas las aguas del río se convirtieron en sangre. Asimismo los peces que había en el río murieron; y el río se corrompió que los Egipcios no podían beber de él.....” (La Biblia, Éxodo 7:20-21 ). En los últimos 20 años se ha desarrollado cada vez más la investigación sobre las floraciones algales nocivas y se ha creado en el marco de la UNESCO un Programa sobre Floraciones Algales Nocivas y un Panel Intergubernamental sobre este tema. A través de estos ámbitos se pretende impulsar la investigación, la capacitación y la creación de foros de discusión así como la divulgación de información sobre este fenómeno natural, a fin de mitigar los efectos que estas producen en todo el mundo.

### **III JUSTIFICACIÓN:**

El manejo inadecuado de los recursos naturales conduce a la pérdida del patrimonio natural, la productividad e incrementa los conflictos socio-económicos y culturales. La gestión de los recursos bentónicos del litoral atlántico, implica la regulación de su explotación y seguimiento de

la dinámica poblacional, así como el control de la calidad de los mismos. La gestión efectiva de estos recursos debe basarse en información científica sólida, atento a las limitaciones del sistema natural, mientras se balancean y se integran las demandas del sector pesquero cuya supervivencia depende de la conservación de los mismos.

La explotación de recursos bentónicos constituye una fuente laboral para numerosas familias que habitan la costa atlántica uruguaya. En especial en la temporada estival es cuando mayormente se consumen estos productos debido al incremento de la población de veraneantes en esta zona costera. De los recursos bentónicos este trabajo dedicará la atención a los moluscos, por ser los que principalmente concentran los venenos producidos por las microalgas nocivas y representan un riesgo de intoxicación para el consumidor, a pesar de no constituir un renglón fundamental en la economía pesquera.

Desde los años 80 el Instituto Nacional de Pesca está realizando investigaciones sobre las poblaciones de moluscos costeros de importancia comercial, siendo el organismo competente en lo que respecta a la investigación de los recursos pesqueros y al control de calidad y explotación comercial de los mismos. No obstante, la información sobre los diversos recursos bentónicos es fragmentada y se encuentra diseminada en forma de informes internos de proyectos, limitado número de publicaciones científicas o archivos de datos sin publicar.

La zona costera atlántica, desde el área cercana a la desembocadura del Río de la Plata (Piriápolis), hasta el límite territorial con Brasil (Chuy), zona de explotación de moluscos de bancos naturales para consumo humano, ha sido afectada por floraciones algales nocivas desde 1980 (Méndez *et al.*, 1993, Méndez *et al.*, 1997, Brazeiro *et al.*, 1997).

Esto ha traído consecuencias negativas del punto de vista sanitario en recursos pesqueros, la salud pública, la economía de las comunidades que viven de la pesca artesanal y de actividades relacionadas al turismo y la gastronomía en la zona costera, por lo cual Uruguay ha desarrollado desde entonces un sistema de control de toxicidad en moluscos y estudios de plancton nocivo.

La frecuencia con que se producen estos fenómenos en la costa uruguaya, se ha incrementado notablemente desde 1991, lo cual preocupa tanto a los científicos y pescadores, como a la población en general.

Mediante los programas de monitoreo se han detectado sucesivas floraciones de dinoflagelados tóxicos y se han establecido los correspondientes períodos de veda, en los que se prohibió la extracción y comercialización de moluscos, salvaguardando la salud del consumidor (Méndez y Ferrari, 1994).

Las floraciones de la especie tóxica *Alexandrium tamarense*, que en repetidas ocasiones desde 1980 afectó la costa uruguaya (Méndez *et al.* 1996 y 1997) y Argentina (Carreto *et al.*, 1998), ha llegado en la primavera de 1996 a afectar la costa de Brasil (Proença *et al.*, 1999). Existen evidencias sobre la expansión geográfica de esta especie a lo largo del litoral argentino (Carreto *et al.*, 1998). Por otra parte *Gymnodinium catenatum* ha producido florecimientos tóxicos en varios períodos estivales en las costas de Uruguay, siendo también reportada la existencia de la especie tanto en estado vegetativo como quístico.

Estudios preliminares han demostrado la existencia de quistes de estas especies tóxicas en los sedimentos costeros, en Uruguay (Méndez, 1995), Argentina (Orozco y Carreto, 1989, Carreto *et al.*, 1986) y Brasil (Persich, en prep., com. pers.). En el caso de Uruguay muestreos piloto en los que se ha registrado alta densidad de quistes, corresponden a lugares de baja profundidad y cercanos a los bancos más importantes de extracción comercial de *Mytilus edulis* (Méndez, 1995). La presencia de quistes en el área de extracción comercial de moluscos, significa un riesgo potencial para el inicio de una nueva floración. Estudios sobre la distribución de los quistes de especies tóxicas en el área, podrían ser de utilidad en la toma de decisiones sobre áreas para instalar en el futuro plantas de cultivos de moluscos y asimismo conocer las zonas de riesgo para la extracción de moluscos de bancos naturales.

Si bien existe un programa de monitoreo periódico de las floraciones algales nocivas en el litoral atlántico uruguayo, la gestión de los recursos bentónicos del Instituto Nacional de Pesca en la misma área, debería realizar la evaluación de los recursos, las medidas de explotación y



conservación considerando los resultados del mismo, como de cualquier otro factor que afecte la calidad de estos.

Se carece de un sistema experto que permita la toma de decisiones, considerando la multiplicidad de los que depende la explotación de estos recursos, de factores en forma integrada.

#### **IV OBJETIVOS:**

##### **4.1 Objetivos generales:**

- 4.1.1 Realizar un diagnóstico sobre la explotación comercial de recursos bentónicos del litoral atlántico uruguayo.
- 4.1.2 Evaluar el fenómeno natural de las floraciones algales nocivas considerando toda la información científica disponible.
- 4.1.3 Valorar el impacto socio-económico de las floraciones algales nocivas en las pesquerías artesanales de moluscos bivalvos.
- 4.1.4 Definir los elementos claves en un sistema informático de gestión de los recursos bentónicos en el diseño de un sistema experto a través del cual se produzca la retroalimentación de información científica y de explotación de los mismos para la toma de decisiones.

##### **4.2 Objetivos específicos:**

- 4.2.1 Estudiar el nivel de explotación y la importancia socio-económica de las pesquerías artesanales de los recursos bentónicos con énfasis en los mejillones, caracoles, berberechos y almejas del litoral atlántico uruguayo.
- 4.2.2 Describir las medidas de conservación y gestión aplicadas sobre los mismos.
- 4.2.3 Analizar la incidencia del fenómeno de floraciones algales nocivas en las aguas costeras uruguayas y la repercusión en la calidad y la comercialización de los moluscos bivalvos.

- 4.2.4 Identificar la población o servicios afectados directa o indirectamente por el establecimiento de las medidas preventivas durante los episodios de floraciones algales nocivas (FAN).
- 4.2.5 Realizar una estimación del impacto económico de las FAN en Uruguay.
- 4.2.6 Diseñar un sistema informático para la gestión de los recursos bentónicos que permita la retroalimentación permanente de información sobre la explotación de estos y las bases de científica sobre la disponibilidad y la dinámica poblacional de estos recursos, medidas de conservación existentes y la ocurrencia de floraciones de plancton nocivo.

## **V ZONA DE ESTUDIO:**

La zona de estudio abarca las localidades de extracción comercial de recursos bentónicos costeros en una franja de playas arenosas de 260 Km. de longitud y las correspondientes aguas costeras y sedimentos entre Piriápolis y la Barra del Chuy.

Aunque la mayor parte de los recursos bentónicos se explotan a menos de 3 millas de la costa, se incluye también información sobre la explotación de *Zidona dufresnei* que se lleva a cabo a 15 millas náuticas de la costa, por ser un recurso de creciente importancia comercial.

Específicamente las localidades de extracción de mejillones son Piriápolis y Punta del Este, de berberechos *Arachania* (al este de La Paloma) y Barra del Chuy, de caracoles La Paloma y de almejas la Barra del Chuy. Las estaciones de monitoreo de floraciones algales nocivas y toxicidad en moluscos, que sustentarán parte de la información evaluada durante este trabajo, corresponden a los sitios de explotación comercial de estos moluscos (Fig. 1).

La costa de mayor influencia oceánica, es la mas afectada por microalgas productoras de Veneno Paralizante de Moluscos (VPM) y Veneno Diarreico de Moluscos (VDM), mientras la costa del Río de la Plata está fundamentalmente afectada por floraciones de cianofíceas, productoras de toxinas microcystinas. Hasta el momento se desconoce si los moluscos tienen la capacidad de concentrar estas toxinas.

### **V.1 Aspectos hidrológicos**

La zona del litoral Atlántico uruguayo es fuertemente influenciada por la interacción entre el Río de la Plata y el Océano Atlántico Sudoccidental, lo que determina la variabilidad de las condiciones bióticas y abióticas.

El área de estudio se ubica en la costa Atlántica, hacia el Norte de la desembocadura del Río de la Plata, dominada por la influencia de aguas oceánicas y estuarinas.



Fig. 1. Zona de estudio y estaciones de muestreo del Programa de Monitoreo de Floraciones Algales Nocivas y Toxicidad en Moluscos de Uruguay.

El Río de la Plata cubre un área de  $38.800 \text{ km}^2$  y drena la segunda cuenca hidrográfica del continente con  $3.170.000 \text{ km}^2$  que se extiende por cinco países (López Laborde, 1998). Es considerado un río mareal de planicie costera con una plataforma semi-cerrada en la boca. El caudal anual medio de entrada es  $25000 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , con un máximo en junio y mínimo en enero. Más de un 97% del total de la entrada de agua al Río de la Plata es aportada por los Ríos Paraná y Uruguay que drenan dos cuencas diferentes. Aunque los dos ríos poseen un patrón estacional del agua, la variación porcentual es moderada y sus ciclos se oponen y compensan mutuamente. Por lo cual respecto a las entradas de agua al Sistema del Río de la Plata, las variabilidades medias intra e interanuales son pequeñas y no hay un ciclo estacional del agua (Nagy *et al.*, 1998). La descarga de aguas fluviales afecta notablemente la zona de estudio dado que la posición de los bancos y canales así como la fuerza de Coriolis canalizan las crecidas fluviales, por el profundo Canal Oriental de la Costa Norte (Fig. 2). La oscilación astronómica mareal varía a escala horaria e influye en la salinidad, la profundidad de la haloclina y la mezcla vertical. Los vientos axiales influyen en las variaciones de la salinidad y de la altura del agua a escala diaria, mientras el caudal fluvial provoca fluctuaciones a escalas mensual e interanual. Las concentraciones y

distribución de los nutrientes y el oxígeno disueltos dependen del aporte fluvial, la dilución, la asimilación biológica y los procesos de óxido reducción.

La profundidad media de las regiones salobres, intermedia y exterior es de 10 m. La marea es semi-diurna, con desigualdades diurnas y asimétrica, con una amplitud cercana a los 40 cm en la costa Uruguaya. El nivel del mar está menos influenciado por las mareas que por la fuerza del viento y las ondas de plataforma. La salinidad y la temperatura varían drásticamente durante el año con un rango de salinidad entre 5 y 32 y un ciclo de temperatura entre 8 y 25 °C (Méndez *et al.*, 1996, Guerrero *et al.*, 1997).

## **5.2 Aspectos oceanográficos:**

En el área de estudio la salinidad varía de acuerdo a la mayor o menor influencia de agua del Río de la Plata o del Océano Atlántico, siendo este un ambiente fluvio-marino de escasa profundidad. La temperatura del agua presenta las fluctuaciones propias de una zona templada, con máximos en verano y mínimos en invierno (Nagy *et al.*, 1998).

Es importante considerar que la costa atlántica uruguaya se encuentra en la zona de influencia de un sistema frontal llamado “Convergencia subtropical”, en la que confluyen la Corriente del Brasil cálida y salina procedente del Norte y la Corriente de las Malvinas de agua más fría y menos salina procedente del Sur (Boltovskoy, 1981; CARP-INIDEP-INAPE, 1990).

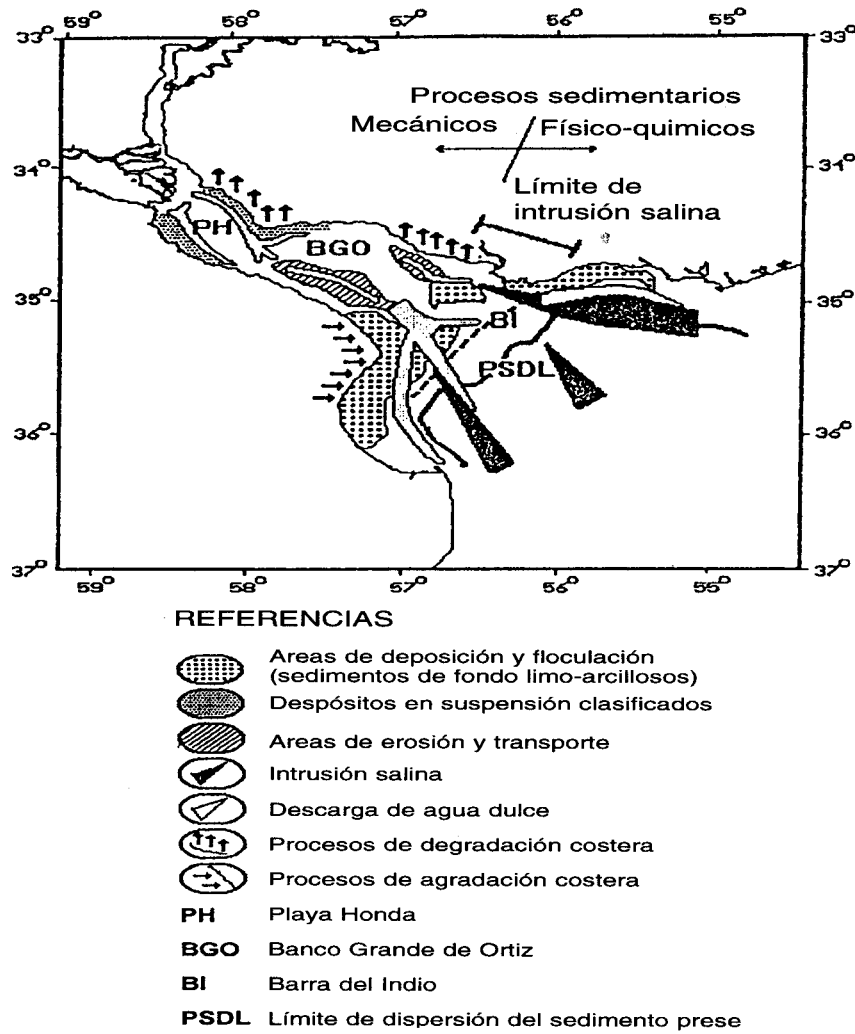


Fig. 2. Síntesis morfodinámica del Río de la Plata (de Nagy *et al.*, 1998).

La posición del frente de convergencia fluctúa estacionalmente, moviéndose hacia el norte durante el invierno y hacia el sur durante el verano, lo cual se ha visto claramente en estudios oceanográficos complementarios al seguimiento de la dinámica de floraciones algales nocivas (Méndez *et al.*, 1996) (Ver punto 8.2.1).

Las zonas de frentes, han sido identificadas como propicias para la proliferación de microalgas dada la confluencia de especies de diferentes orígenes. Según Carreto y colaboradores (Carreto *et al.*, 1986), el frente oceánico del Río de la Plata, es un área biológicamente productiva, que puede ser debido al gran aporte fluvial de nutrientes y otros factores limitantes para el crecimiento del fitoplancton como metales y vitaminas además de otros parámetros como la temperatura y la estabilidad de la columna de agua.

La convergencia entre aguas Tropicales de la Corriente del Brasil y aguas Subantárticas de la Corriente de Malvinas así como el aporte de agua fluvial del Río de la Plata y de la Laguna de los Patos, hace que la región del Atlántico Sudoccidental sea un área de gran diversidad en la comunidad fitoplanctónica (Odebrecht y García, 1997). La Convergencia Subtropical ejerce influencia sobre 700 km de costa Atlántica Sud-occidental, comprendida en un área aproximada de 100000 km<sup>2</sup> de aguas costeras, plataforma y talud entre Cabo de Santa Marta Grande, Brasil (28° 40'S) y Uruguay (34° 40'S). La variabilidad del límite occidental de circulación de la corriente, la posición de la Convergencia Subtropical y el volumen de aguas continentales son los factores determinantes en esta área (Seeliger y Odebrecht, 1997).

### **5.3 Aspectos meteorológicos y climáticos:**

La región del Atlántico Sud-occidental está bajo la influencia del centro de alta presión del Anticiclón del Atlántico Sur que controla el clima y determina la circulación oceánica a gran escala (Seeliger y Odebrecht, 1997).

El Río de la Plata consecuentemente se encuentra bajo la influencia de este anticiclón y los patrones anuales climáticos dependen principalmente de la posición de esta característica de circulación principal. Los vientos del norte y nordeste prevalecen a lo largo del año, aunque el desplazamiento de la banda de alta presión subtropical hacia el norte en invierno, provoca un incremento en la frecuencia de los vientos del oeste, mientras que en verano predominan vientos del este y sudeste. La velocidad anual del viento en la costa es muy uniforme en esta región y alcanza 5 ms<sup>-1</sup>, sin embargo se observan grandes variaciones diarias. La mínima velocidad se

registra la velocidad mínima y en algunas épocas como en enero a tempranas horas de la mañana se produce una brisa terrestre. La nubosidad anual promedio es de 50-60%, aunque la máxima se produce en invierno cuando la circulación occidental está mas claramente definida (Nagy *et al.*, 1998).

#### **5.4 Aspectos geológicos**

La actual zona costera es producto de cambios producidos en el nivel del mar a lo largo de las plataformas continentales del sur de Brasil, Uruguay y Argentina, durante el Cuaternario Superior. Entre 6000 y 4000 años atrás, el mar invadió las tierras bajas y Bahías poco profundas y salobres (las actuales lagunas costeras) entre cordones y líneas de playa. Hace 4000 años el nivel del mar se estabilizó, creando una microfase regresiva (Fig. 3). La costa se transforma en una costa de acreción, desarrollando barras, cordones de playa y campos de dunas bajo condiciones dinámicas similares a las actuales. En el Río de la Plata las facies fluviales comenzaron a avanzar, traslapándose con las antiguas facies transgresivas (López Laborde, 1998).



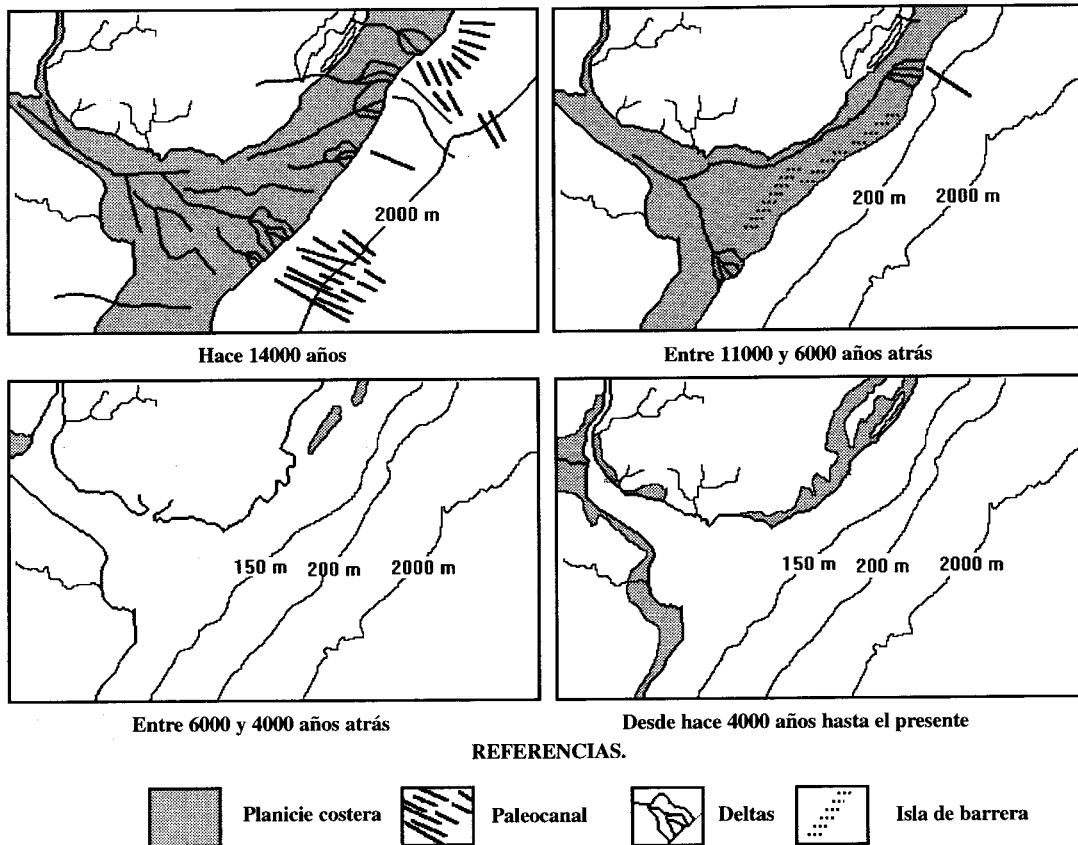


Fig. 3. Evolución del sistema del Río de la Plata (de López Laborde 1998, Basado en Urien y Ottman, 1971; Urien *et al.*, 1980).

### 5.5 Sedimentos:

Los sedimentos finos se encuentran en el Río de la Plata superior e intermedio, mientras que las arenas cubren la mayor parte del río de la Plata exterior y la Plataforma Continental adyacente, formando dos cuerpos arenosos separados por facies de mezcla asociados a la presencia de un paleovalle fluvial que se extiende desde las proximidades de Punta del Este hasta la plataforma continental brasilera. (López Laborde, 1998).

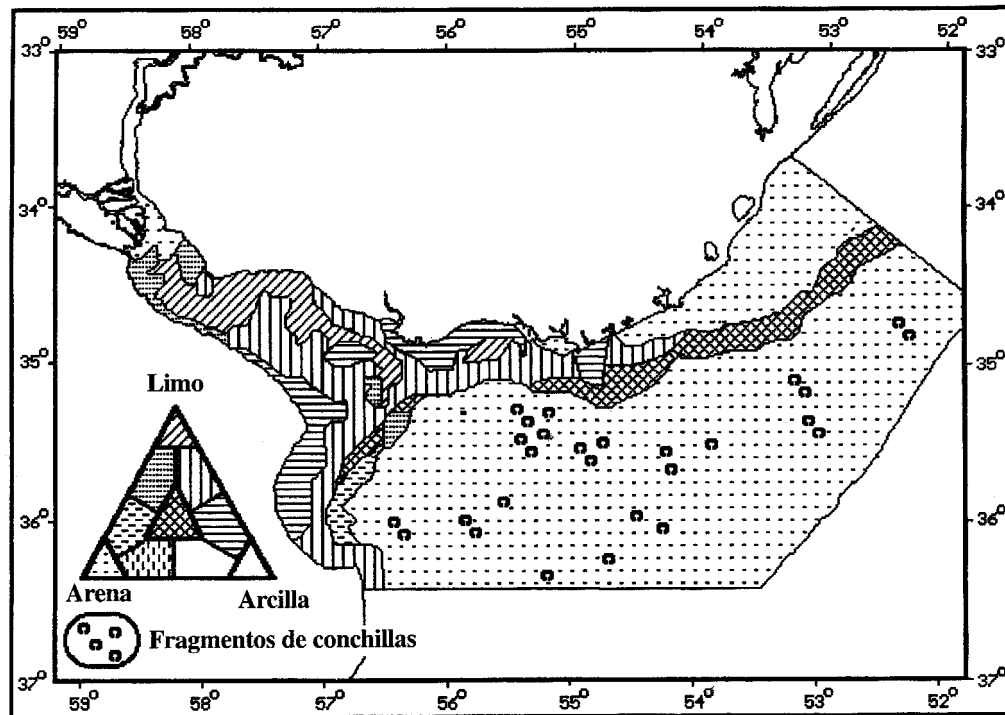


Fig. 4. Distribución de sedimentos superficiales del Río de la Plata (de López Laborde, 1998).

La distribución de sedimentos responde a una sedimentación selectiva y gradual de largo plazo, en un régimen típicamente fluvial en la parte superior del río, que cambia a uno mixto por acción fluvial y mareal en el río intermedio y termina en un pro-delta en un típico ambiente marino (Parker *et al.*, 1985) (Fig.4).

El Río de la Plata transporta partículas en suspensión a un promedio de  $50-300 \text{ mg l}^{-1}$ , la mayoría de las cuales son sedimentos acarreados por el Río Paraná. La sedimentación de partículas de arcilla (diámetro  $<2 \text{ mm}$ ) es producto de la disminución de la velocidad del agua al penetrar en la parte más ancha del Río y la floculación que ocurre cuando las arcillas se ponen en contacto con el agua marina (Aston y Chester, 1976). Dado que la interfase agua salada-agua dulce ocurre en la región occidental de Montevideo, la mayoría de sedimentos floculantes y cohesivos son depositados allí o mantenidos en suspensión por los efectos de la circulación estuarina.

Algunas de esas partículas finas son depositadas en sectores costeros de la zona externa del Río de la Plata (Fig. 5). En la zona costera uruguaya, los fangos que están constituidos principalmente por arcilla y limo están por lo general separados de la costa por una franja litoral arenosa. Depósitos de fango se encuentran en los bancos de Piedras y Arquímedes, en la confluencia del Río, en la plataforma y en la zona sub-mareal, a lo largo de la costa uruguaya hacia el límite de la plataforma continental (Masello y Menafrá, 1998).

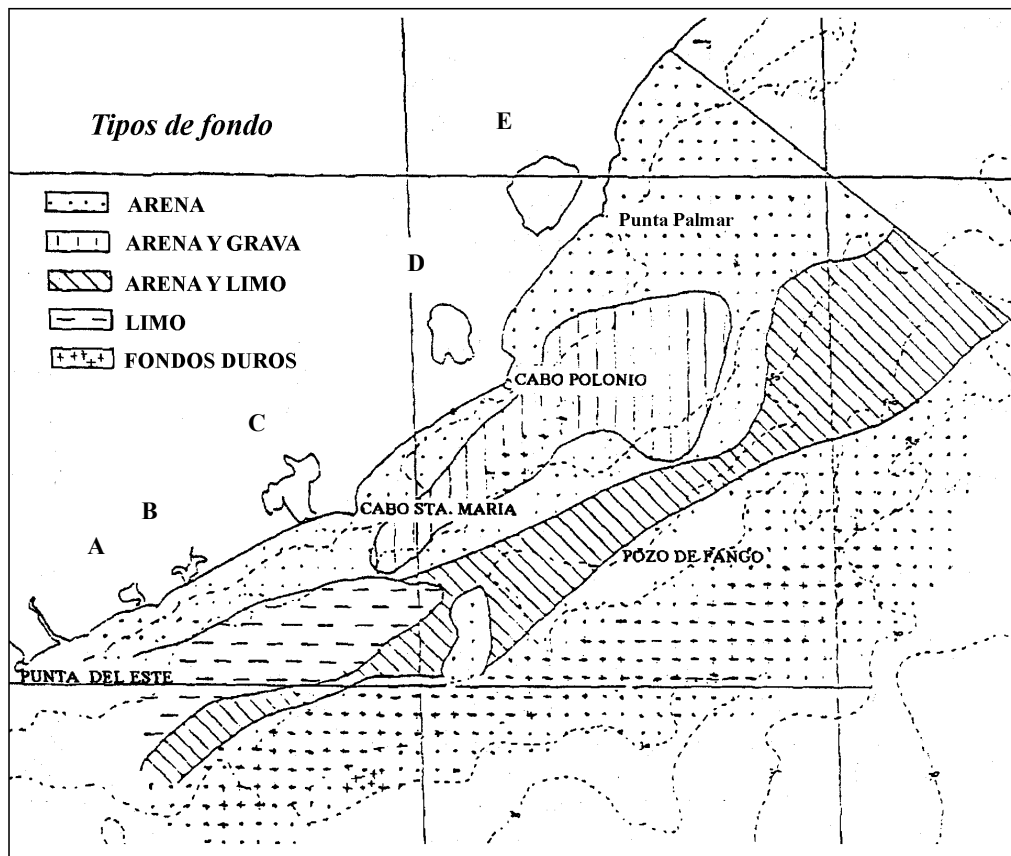


Fig. 5. Tipos de sedimentos entre Punta del Este y el límite brasileño (Modificado de Arena *et al.*, 1993). Se indican con letras A-E las lagunas costeras: A- Lag. José Ignacio, B- Lag. Garzón, C- Lag. De Rocha, D- Lag. Castillos y E- Lag. Negra.

Una franja arenosa de entre 5 y 10 millas de ancho se extiende entre Punta del Este y Cabo Polonio (Fig. 5). Desde allí se ensancha hasta cerca de 35 millas sobre la plataforma de Brasil. Existe un área de fondo fangoso, llamada “el Pozo de Fango” de 50 m de profundidad entre Punta del Este y La Paloma y un área de arena y grava desde La Paloma hasta Punta del Palmar, ubicada dentro de la faja arenosa. Hacia el océano una franja continua de arena y fango se ensancha en dirección al Brasil. A continuación una pequeña área de arena es seguida de una gran extensión de fondos duros y arenosos (Arena *et al.* 1993, Masello y Menafrá, 1998).

La zona intermareal está dominada por arcos arenosos entre puntas rocosas. La mayor parte de estas bahías son de pendiente suave y arenas finas aunque se alternan algunas playas con pendientes abruptas y arenas gruesas lo que produce una alternancia de paisajes, macroinfaunas y sistemas disipativos y reflectivos (Defeo *et al.*, 1992; Short, 1979, 1983 y Short y Wright, 1983).

Se observan a lo largo de la costa Atlántica (Fig. 5) una serie de lagunas costeras (A-E) que excepto la Laguna Negra, todas conectan periódicamente con el mar.

## **VI MATERIAL Y METODOS:**

Se describe a continuación la metodología utilizada para la obtención de la información que se utilizará en el presente trabajo. Se incluyen análisis de muestras realizados en el marco del Programa Nacional de Monitoreo de Floraciones Algales Nocivas y Toxicidad en Moluscos del Instituto Nacional de Pesca durante los últimos 10 años y metodologías utilizadas para estudios especiales realizados con la colaboración de otras instituciones.

### **6.1 Explotación de recursos:**

El diagnóstico sobre el nivel de explotación, las medidas de conservación y gestión actual de los moluscos bentónicos del litoral atlántico uruguayo, se realizó tomando como ejemplo la situación

del año 1998, con información existente en la División Biología Pesquera, Estadísticas e Informática del Instituto Nacional de Pesca.

Los datos de capturas mensuales de los recursos, los pescadores habilitados, el número de barcos, tripulantes y los puertos de desembarque se recopilaron del banco de datos estadísticos del INAPE.

Se realizaron entrevistas a los pescadores y vendedores de recursos bentónicos en varias pescaderías de la zona de estudio en junio de 1999, donde se recopiló información sobre la explotación de moluscos.

## **6.2 Floraciones de algas nocivas (FAN):**

La incidencia de las floraciones algales nocivas, se estudió a partir de muestras semanales de fitoplancton procesadas en el marco del Programa Nacional de Monitoreo de FAN en el Laboratorio de Fitoplancton de INAPE. Se analizaron los datos correspondientes al período 1991-1998. Las estaciones de muestreo se ubicaron cercanas a los puntos de extracción comercial de moluscos con fines comerciales (Fig. 1).

Los datos cuantitativos de fitoplancton proceden de muestras de agua tomadas subsuperficialmente desde puntas rocosas o muelles, en envases plásticos y fijadas inmediatamente con Solución Lugol. Para los estudios cualitativos de la comunidad las muestras se tomaron mediante arrastre vertical desde aproximadamente 2 metros de profundidad, con red de plancton de malla de 25  $\mu\text{m}$  y se fijaron con formol neutro. Intervino en el muestreo personal de la División Industrias de INAPE, y eventualmente de la bases de INAPE en Rocha y Maldonado.

Una vez llegadas al laboratorio, las muestras se examinaron bajo microscopio invertido Leitz Labovert SFC, utilizando un volumen decantado de 10 o 25 ml dependiendo de la concentración de células presente, de acuerdo al Método Utermöhl (1958). El conteo se realizó utilizando un ocular de 10x y un objetivo de 20x.

Para identificación taxonómica se utilizó un microscopio óptico Diaplan con contraste de fases y objetivos de 40 y 100x. Las microfotografías del plancton se tomaron con una cámara Leitz Orthomat E.

Ocasionalmente se tomaron muestras de fitoplancton en cruceros del B/I Aldebarán (INAPE), que arrojaron información útil en la generación de las hipótesis que aquí se presentan sobre la dinámica de las especies de algas nocivas.

### 6.2.1 Toxicidad y toxinas en moluscos:

Las diversas especies de microalgas tóxicas producen diferentes tipos de compuestos tóxicos agrupados por la sintomatología que producen en las personas intoxicadas, bajo el nombre de veneno paralizante de moluscos, veneno diarreico de moluscos, veneno amnésico de moluscos, veneno neurotóxico de moluscos, hepatotoxinas y ciguatera.

En el presente trabajo se prestará especial atención a las toxinas que ya se han detectado en el área de estudio. El veneno paralizante de moluscos (VPM o PSP paralytic shellfish poisoning) esta compuesto por mas de 20 análogos de la Saxitoxina (STX), neoSaxitoxina (neoSTX), gonyautoxinas (GTX1-6), decarbamoyltoxinas (dcGTX), deoxycarbamoyltoxinas (doGTX) y N-sulfocarbamoyl-11-hydroxysulfato toxinas (C1-C4). La presencia de VPM se determina mediante el método tradicional de bioensayo en ratones (AOAC, 1984), sin embargo para la detección de las toxinas paralizantes, se han desarrollado métodos alternativos de cromatografía líquida de alta eficacia (CLAE o HPLC) de derivatización de estas a compuestos fluorescentes, por oxidación bajo condiciones alcalinas, que permiten mayor especificidad y precisión (Oshima, 1995).

El veneno diarreico de moluscos (DSP diarrhetic shellfish poison), esta formado por tres compuestos tóxicos: ácido okadaico (AO), dinophysistoxina-1 (DTX-1) (Murata et al., 1982) y dinophysistoxina-2 (DTX-2) (Hu et al., 1992). Las toxinas DSP son largas cadenas de

compuestos liposolubles, conteniendo anillos de polyetheres cíclicos espiralados o transfusionados (Write y Quilliam, 1995).

Los péptidos hepatotóxicos, llamados microcystinas y nodularinas pueden ser producidas por *Anabaena*, *Microcystis*, *Nodularia*, *Nostoc* y *Oscillatoria*. *Cylindrospermopsis* y *Umekazia* pueden producir una potente hepatotoxina alcaloide llamada cylindrospermopsina. (Carmichael, 1995).

#### **6.2.1.1 Determinación de toxicidad en moluscos por bioensayo:**

La toxicidad de moluscos debida a floraciones de algas nocivas entre 1991 y 1998, fue analizada en el laboratorio de Control de Calidad de INAPE. Los datos forman parte de los registros históricos del Programa de Monitoreo de Floraciones Algales Nocivas y Toxicidad de Moluscos. Para dicho análisis los moluscos fueron colectados desde la costa en puntas rocosas en el caso de mejillones y en playas arenosas los berberechos y almejas. Se obtuvieron muestras complementarias de mejillones procedentes de bancos naturales cercanos a la costa, directamente desde los puestos de venta. Estos fueron transportados vivos al laboratorio donde se procedió a la extracción de la pulpa.

Para determinación de la cantidad de Veneno Paralizante de Moluscos (VPM) presente en la muestra se utilizó toda la pulpa del molusco y se realizó la metodología de Bioensayo en Ratones descrita en el AOAC (1984).

Para la determinación de Veneno Diarreico de Moluscos (VDM), se extrajo del animal solo la glándula digestiva y se realizó el bioensayo de acuerdo al Método de Yasumoto modificado (1984). Se consideraron muestras tóxicas aquellas que producen la muerte del ratón en menos de 24 horas.

### **6.2.1.2 Extractos y análisis de toxinas en moluscos por Cromatografía Líquida de Alta Eficacia (CLAE):**

Mejillones colectados el 4 de setiembre de 1991 y el 26 de agosto de 1993 en Punta del Este, berberechos de *Arachania* el 2 de marzo de 1994 y mejillones de Piriápolis del 24 de marzo de 1993, fueron procesados en el laboratorio de control de calidad de INAPE según la metodología de AOAC (1984) y los extractos conteniendo VPM se enviaron al Laboratorio de WHOI para el análisis por CLAE.

Dado que la hidrólisis de los extractos fue incompleta de acuerdo a los resultados iniciales de CLAE, se tomó una submuestra y se mezcló con 1:1 con HCl 0.2 N, se calentó en un baño de agua hirviendo por 5 minutos. 1000 µL de los extractos fueron pasados separadamente por cartuchos Sep-Pak C18 de Millipore, preacondicionados. Se descartaron los primeros 700 µL y se colectaron los últimos 300 µL para análisis por HPLC.

## **6.2.2 Toxinas producidas por las microalgas**

Las toxinas producidas por las microalgas tóxicas presentes en el plancton del área de estudio, fueron analizados mediante el uso de CLAE en los cultivos de microalgas establecidos en trabajo conjunto con el laboratorio especializado de Woods Hole Oceanographic Institution (WHOI) en Massachusetts, USA. Se escogieron las dos especies asociadas a eventos de toxicidad en moluscos por veneno paralizante (VPM), en Uruguay.

### **6.2.2.1 Cultivos de *Alexandrium tamarense*:**

Se inició un cultivo a partir de la germinación de quistes obtenidos en sedimentos un mes después de una floración tóxica de *Alexandrium tamarense* en el área de la Bahía de Maldonado (Punta del Este), en setiembre de 1993.



Las muestras de los 3 cm superficiales de sedimentos fueron tomadas mediante buceo autónomo, transferidas a un tubo de vidrio recubierto. Se les adicionó un pequeño volumen de agua de mar filtrada y se mantuvieron refrigeradas a 4°C en el laboratorio de fitoplancton del Instituto Nacional de Pesca hasta ser transportadas al laboratorio de Woods Hole Oceanographic Institution.

Submuestras de sedimentos fueron mezcladas con agua de mar filtrada y sonificadas con una sonda ultrasónica Branson durante 45 segundos a 4.5 amperes. El sedimento sonificado fue filtrado a través de mallas de 80 y 20  $\mu\text{m}$  y los quistes de *A. tamarense* fueron aislados de la fracción de 20 $\mu\text{m}$  y traspasados a una placa de cultivo de tejidos de 96 celdas, con medio de cultivo modificado f/2- Si (Guillard y Ryther, 1962), con adición de  $\text{H}_2\text{SeO}_3$  y  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  obteniendo una concentración final de  $10^{-8}$  M cada uno.

Para inducir la germinación, los quistes fueron incubados a 20°C en un incubador de temperatura constante y un ciclo de 14:10 h. luz (ca.  $250 \mu\text{E m}^{-2} \text{s}^{-1}$  de radiación fue provista por tubos de fluorescencia blanca fría). Se establecieron tres cultivos clonales a partir del aislamiento de células independientes: ATUR01A y ATUR01B fueron aisladas de la germinación del mismo quiste y ATUR02 procede de la germinación de otro quiste.

#### **6.2.2.2 Cultivos de *Gymnodinium catenatum*:**

Los cultivos de *G. catenatum* al igual que los de *A. tamarense* fueron iniciados a través de la germinación de quistes obtenidos de sedimentos superficiales de la Bahía de Maldonado, 5 meses después de ocurrida una floración de esta especie, en agosto de 1994. Las muestras fueron tomadas, transportadas y procesadas de la misma manera que se describió anteriormente, excepto que los quistes fueron incubados a 26 °C.

Dos cultivos clonales de *G. catenatum*, GCURD5 y GCURF11, fueron establecidos a partir de la germinación de quistes independientes y mantenidos a 20 °C.

### 6.2.2.3 Extractos y análisis de toxinas en los cultivos:

El crecimiento de los cultivos fue monitoreado con un Fluorímetro Turner modelo 10 AU y un volumen de 1.5 ml fue preservado con Solución Lugol (Utermöhl, 1958) y contado en cámaras de conteo Sedgwick Rafter. Una vez alcanzado el crecimiento exponencial del cultivo, se tomaron muestras por duplicado para análisis de toxinas y por triplicado para determinar la densidad de células. Se transfirió a un tubo de centrifuga de polipropileno y se centrifugo (5000 xg, 5 minutos, 23 °C), se aspiró el sobrenadante y se agregó 500 µL de ácido Clorhídrico (HCl) 0.1 M al residuo.

Se sonificó la suspensión de células en un baño helado con una sonda Branson disruptora de células por 20 segundos a 6 A. El extracto de HCl se hidrolizó para convertir la toxinas N-sulfocarbamoyl a sus derivados carbamatos, poniendo los tubos de 15 mL de centrifuga en un baño de agua hirviendo por 5 minutos. Los extractos se preservaron congelados a -20 °C, hasta el análisis por HPLC, cuando se descongelaron mezclaron y centrifugaron. Una alícuota de 100 µL del sobrenadante de extracto algal se traspasó a viales separados y se analizó por CLAE para Saxitoxinas utilizando el método de Oshima *et al.*, (1989), con las modificaciones de Anderson *et al.*, (1990). Soluciones estándar externas fueron provistas por Y. Oshima (Universidad de Tohoko, Sendai, Japón), y se corrieron previo al análisis y cada 4 muestras. El promedio del perfil de composición de toxinas se determinó entre el análisis de dos muestras separadas.

Abreviaturas utilizadas: STX= saxitoxina; NEO= neosaxitoxina; GTX1,4= gonyautoxinas 1 and 4; GTX 2,3= gonyautoxinas 2 and 3, GTX5= gonyautoxinas 5 (or B1); GTX6= gonyautoxina 6 (or B2); C1,2 = toxinas C1 and C2; C3, C4 = toxinas C3 and C4; dc= decarbamoyl.

### 6.2.3 Abundancia de quistes en sedimentos

Los datos de abundancia quistes de especies tóxicas en sedimentos costeros proceden de muestras tomadas en marzo de 1998, desde una embarcación tipo zodiaco, en dos localidades de la costa uruguaya: Punta del Este (Lat. 34 30'S, Long. 55 00'W) y La Paloma (Lat. 34 30'S, Long 54 00'W). En Punta del Este se colectaron 16 muestras y en La Paloma 12. Las estaciones de

muestreo cubrieron en varias transectas La Bahía de Maldonado y la zona enmarcada entre el Puerto de la Paloma y el balneario de Arachania (Fig. 6).

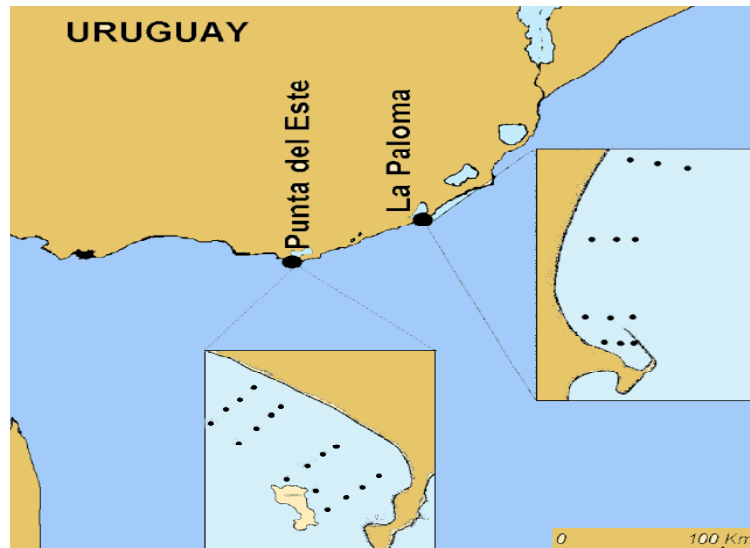


Fig. 6. Mapa de estaciones de muestreo de sedimentos para cuantificación de quistes de dinoflagelados.

Todas las muestras fueron tomadas con un corer con pistón (Matsuoka *et al.*, 1989) mediante buceo autónomo. De cada muestra se fragmentó utilizándose para este estudio los 2 centímetros superficiales de sedimento que se envasó en recipiente plástico y preservó con formol neutro al 10%.

En el laboratorio, se submuestreó un volumen conocido de sedimento y se sonificó en baño ultrasónico (Mettler Electronics Corp, USA) para desagregar el sedimento adherido a los quistes antes de tamizar por una batería de redes de diferentes tamaños de malla (200, 100, 60 y 20 $\mu$ m). Se utilizó agua de mar filtrada para concentrar la fracción entre 20 y 60  $\mu$ m, y se centrifugó en tubos plásticos. Una vez extraído el sobrenadante, los quistes se transfirieron con pipeta Pasteur hacia una cámara de conteo y se cuantificaron bajo un microscopio Leitz Labovert FS.

#### **6.2.4 Parámetros ambientales**

Se registraron datos complementarios de temperatura y salinidad procedentes de muestreos periódicos semanales o quincenales desde 1991 hasta 1998. La temperatura se determinó *in situ* con un termómetro analítico de 0.1°C de precisión y la salinidad se registró en el laboratorio con un conductímetro Beckman o con un analizador de agua (OI. Analytical, Texas).

Se analizó información oceanográfica de perfiles de temperatura y salinidad, registrados durante cruceros del B/I Aldebarán con CTD (Seabird SBE 19), complementarias a las muestras de fitoplancton, lo cual facilitó el conocimiento de la distribución espacial de la floración y la descripción de las condiciones oceanográficas en las que se desarrolló.

### **6.3 Impacto socio-económico de las FAN**

El impacto socio-económico de las floraciones se analizó a partir de datos económicos de la explotación de moluscos bentónicos durante el año 1998, y la información de capturas por especie entre 1993 y 1998 y consumo de pescado en el mercado interno, se obtuvo del Informe Sectorial Pesquero del INAPE (INAPE-MGAP, 1997 y 1998).

La información sobre número de tripulantes de los barcos que extraen estos recursos, de los pescadores habilitados para la pesca y los meses de actividad de cada embarcación dedicada a los recursos bentónicos, fue suministrada por la División Estadísticas y Administración del INAPE.

Se enviaron cuestionarios (ver Anexo 5) y cartas oficiales a las empresas pesqueras más importantes para recabar información sobre los efectos económicos de los períodos de veda por floraciones algales nocivas pero no se obtuvo respuesta.

Los indicadores de la actividad económica así como la información sobre turismo, por nacionalidad, estadia y destinos principales dentro del área de estudio, fue considerada tomando como referencia al año 1997, del Anuario Estadístico de Uruguay, de la Dirección Nacional de Estadística (I.N.E., 1998).

#### 6.4 **Instrumentos de gestión de recursos bentónicos**

Se realizó un trabajo de recopilación sobre competencias institucionales y medidas de regulación existentes en Uruguay para la explotación de moluscos.

Se describió el funcionamiento del programa de monitoreo existente para Floraciones algales nocivas y toxicidad en moluscos, así como de los programas de cooperación regional e internacional sobre el tema.

Se esquematizó el sistema experto para la gestión de los recursos bentónicos frente a la problemática de las floraciones algales nocivas teniendo en cuenta la interdependencia entre los elementos del sistema natural, el sistema económico y social.

## VII EXPLOTACIÓN DE RECURSOS BENTÓNICOS

### 7.1 Pesquerías artesanales e industriales de recursos bentónicos en Uruguay:

Entre las especies de interés comercial en el Uruguay (MGAP-INAPE, 1998) se encuentran varias bentónicas como peces: los lenguados (*Paralichthys isosceles*, *P. orbignyanus*, *P. patagonicus*), las rayas (*Atlantoraja cyclophora*, *Dipturus chilensis*, *Sympterygia acuta*) la guitarra (*Rhinobatos horkelii*), el chucho (*Myliobatis goodei*), varios crustáceos: la centolla (*Lithodes antarcticus*) el cangrejo rojo (*Chaceon notialis*), el camarón (*Artemesia longinaris*) y *Penaeus paulensis*, y el langostino (*Pleoticus mulleri*) y varios moluscos: el mejillón (*Mytilus edulis platensis*), la almeja amarilla (*Mesodesma mactroides*), el berberecho (*Donax hanleyanus*), la vieira (*Zygochlamys patagonica*), el caracol negro (*Adelomelon brasiliana*) y el caracol fino (*Zidona dufresnei*).

Solamente se tomarán en cuenta en este trabajo los moluscos costeros de interés comercial, por su comprobada capacidad de acumular toxinas procedentes de microalgas tóxicas presentes en el plancton. Aunque hay algunos registros de toxinas encontradas fundamentalmente en vísceras de crustáceos y peces en otras partes del mundo, en Uruguay se carece de información sobre el nivel de toxinas que pudieran alcanzar crustáceos o peces expuestos a una floración tóxica y la resistencia de estos a condiciones de grandes biomásas de fitoplancton y consiguientes bajas de oxígeno.

Se presentan a continuación datos de las pesquerías de moluscos que operaron en el año 1998 como ejemplo para dimensionar las mismas en cuanto al valor y volumen de sus capturas y el número de pescadores dedicados a esta actividad. Esta información da una idea del costo económico y social durante las vedas de “mareas rojas”.

### 7.1.1 *Mytilus edulis platensis*:

El mejillón azul, *Mytilus edulis platensis*, es el principal recurso bentónico de las pesquerías artesanales uruguayas (Arena *et al.*, 1988). Es un molusco bivalvo, filtrador, sésil, habita sustratos rocosos. El mismo se distribuye desde el sur de Brasil, la costa atlántica uruguaya y la costa atlántica argentina hasta el Estrecho de Magallanes, siendo una de las pocas especies eurihalinas y euritermas que aparecen tanto al norte como al sur del Río de la Plata.

Es una pesquería tradicional que se lleva a cabo desde hace más de 45 años en el país y cuyos principales puertos de desembarque son Punta del Este (>90 % de los desembarques) y Piriápolis (< 10 % de los desembarques). La extracción se realiza en forma manual mediante buceo autónomo en los bancos infralitorales rocosos en profundidades de entre 3 y 6 m y cuyas principales áreas de operación son las Islas de Lobos y Gorriti. (Niggemeyer y Masello, 1992). Las mayores cosechas se dieron en los años 1989 y 1990 (Fig. 7); a partir de esa fecha las capturas declinaron y en 1990 se establecieron medidas de regulación para mejorar la administración de la pesquería.

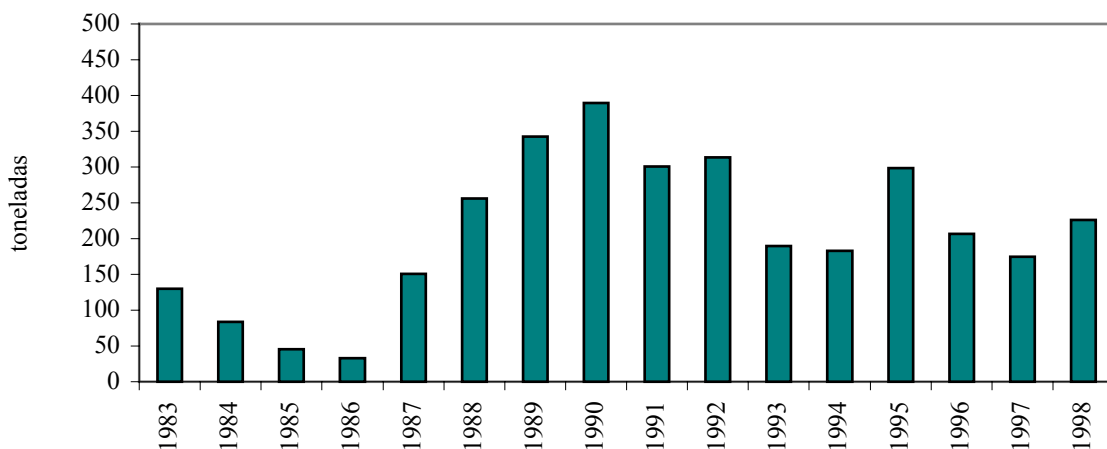


Fig. 7. Captura anual de mejillón (*Mytilus edulis*) desde 1983 hasta 1998.

De acuerdo a la información oficial (INAPE, 1998), durante 1998, se registraron 10 barcos artesanales dedicados a la pesquería del mejillón *Mytilus edulis platensis*, en las localidades de Piriápolis y Punta del Este (Tabla 1).

Tabla 1. Datos de la pesquería de mejillón correspondientes al año 1998: puerto de desembarque, número de barcos, captura anual y precio.

<b>Puerto</b>	<b>Nº de barcos</b>	<b>Captura anual (ton mejillón entero)</b>	<b>Precio total (US\$)</b>
Piriápolis	1	4,2	13.440
Punta del Este	9	222,0	710.464
<b>Total:</b>	<b>10</b>	<b>226,2</b>	<b>723.904</b>

En Piriápolis operó solamente una embarcación durante dos meses de verano mientras en Punta del Este la pesquería se mantuvo durante todo el año, aunque la actividad de las diferentes embarcaciones oscila entre 2 y 11 meses. Cabe resaltar que dos tercios de la captura total fue obtenida por una sola embarcación.

La encuesta realizada a los pescadores y pescaderías de la costa con fecha junio de 1999, arrojó los siguientes resultados:

Pescadores artesanales del puerto de Piriápolis informaron que durante el invierno en Piriápolis no se extrae mejillón sino que se comercializa lo procedente de la explotación de Punta del Este. Por lo cual las barcas artesanales de Piriápolis salen a pescar mejillón desde la primavera hasta el otoño.

Personal de los puestos de venta en Punta del Este informaron que respetando las medidas de regulación existentes, desde el 1º de mayo hasta el 30 de noviembre se extrae mejillón de los bajos del Este pues se encuentra vedada la zona de la Isla Gorriti (ver Decreto 242/990, punto 10.4.4.1 C).



En cuanto al abastecimiento de los principales balnearios del Este, tomando como ejemplo a La Paloma, una sola pescadería abastece todos los puestos de venta, supermercados, y restaurantes del balneario. En verano se abastece del mejillón que se extrae en Punta del Este pero en invierno tienen mejillón importado de España y berberechos de Holanda. Allí se venden durante enero y febrero aproximadamente 95 kg/día de mejillón con cáscara y 5 kg/día de pulpa. El resto del año 5kg entero/mes. Por lo cual una estimación del mercado interno en La Paloma durante enero y febrero asciende a un total de 22.090 US\$ (18.240 US\$ entero + 3.850 US\$ pulpa). Los precios de mejillón a la fecha de la encuesta fueron 3200 US\$ con cáscara y 7700 US\$ la tonelada de pulpa.

### 7.1.2 ***Donax hanleyanus***:

El berberecho *Donax hanleyanus*, es un molusco bivalvo cavador de fondos arenosos y fangosos, de hábito alimenticio filtrador, fácilmente extraíble por los pobladores de la zona costera en la zona de barrido de la costa de Rocha. Habita desde Río de Janeiro (Brasil) hasta Punta Mogotes (Argentina). Las poblaciones se encuentran en la zona de barrido de las olas. Según Pollovero (1984) esta especie habita playas reflexivas con pendientes abruptas y tamaño de grano de sedimento grueso, donde es un miembro dominante de la macroinfauna, siendo subdominante en las playas disipativas (Defeo *et al.*, 1992).

En el período 1983-1987, la población de berberechos en la playa de la Coronilla cercana al Chuy, aumentó en el número de individuos de las tallas superiores a 10mm. En el año 1987 se registró una densidad máxima de 549 individuos/m<sup>2</sup> (Méndez, 1992). No existen estudios recientes sobre la población de esta especie.

La pesquería artesanal de *D. hanleyanus* se desarrolla en la costa del Departamento de Rocha fundamentalmente en la zona de la Paloma a la Pedrera y en las playas de la Coronilla y Barra del Chuy. No se cuenta en el presente de información oficial sobre el volumen de recurso que se explota. Durante 1998, 10 pescadores fueron autorizados a la pesca de este recurso en las localidades detalladas en la Tabla 2.

Tabla 2. Pesquería de berberechos (*Donax hanleyanus*), número de pescadores autorizados en 1998 y localidades de pesca.

Localidad de pesca	Pescadores
Chuy a Coronilla	3
La Paloma a	1
La Pedrera	
Chuy	2
La Paloma al Chuy	3
La Paloma	1
<b>Total</b>	<b>10</b>

### 7.1.3 *Erodona mactroides*

Según los registros oficiales de INAPE, 41 pescadores tuvieron permiso de pesca para explotar el recurso berberecho en las lagunas costeras (de Rocha, Castillos, José Ignacio y Garzón) y Arroyo Valizas durante 1998. La pesquería de berberechos de lagunas, se refiere a la especie *Erodona mactroides*. En la Tabla 3 se presenta la información sobre el número de pescadores habilitados en cada laguna y en la Tabla 4 la localidad de pesca autorizada a cada pescador en 1998. No obstante se carece de información sobre el nivel de explotación de este recurso, la magnitud de las capturas y los precios.

Tabla 3. Pesquería de berberechos (*Erodona mactroides*), número total de pescadores autorizados en 1998 en cada área de pesca.

Área de pesca	Pescadores
Laguna Garzón	2
Maldonado	1
Lagunas Rocha, Castillo, José Ignacio y Garzón	35
Solo Laguna de Rocha	3
<b>Total</b>	<b>41</b>

Tabla 4. Detalle de las localidades de pesca autorizadas a cada pescador (1998).

<b>Pesc. N°</b>	<b>Localidad de pesca</b>	<b>Pesc. N°</b>	<b>Localidad de pesca</b>
1	Laguna de Rocha	22	Lagunas de Rocha
2	A. Valizas, Lag Rocha, Castillo, J. Ignacio y Garzón	23	Lagunas de Rocha
3	A. Valizas, Lag Rocha, Castillo, J. Ignacio y Garzón	24	Lagunas de Rocha
4	Lag. Garzón	25	Lagunas de Rocha
5	Lag. Garzón	26	Rocha y Castillos
6	A. Valizas, Lag Rocha, Castillo, y Garzón	27	Lagunas de Rocha
7	Garzón. Castillos	28	Lagunas de Rocha
8	Garzón. Castillos	29	Rocha, Castillos, J. Ignacio, Garzón
9	Lagunas de Rocha	30	Lagunas de Rocha
10	Lagunas de Rocha	31	Lagunas de Rocha
11	Lagunas de Rocha	32	Lagunas de Rocha
12	Lagunas de Rocha	33	Lagunas de Rocha
13	Lagunas de Rocha	34	Rocha y Castillos
14	Lagunas de Rocha	35	Lagunas de Rocha
15	Lagunas de Rocha	36	Laguna de Rocha
16	Lagunas de Rocha	36	Dpto Maldonado, Laguna de Rocha
17	Lagunas de Rocha	38	Rocha, Castillos, J. Ignacio y Garzón
18	Dpto. Maldonado	39	Lag. Castillos y A. Valizas
19	Laguna de Rocha	40	Lags. Rocha, Garzón y Castillos
20	Lagunas de Rocha	41	Rocha, Castillos, J. Ignacio y Garzón
21	Castillos y A. Valizas		

La captura de berberecho declarada por los pescadores en los partes de pesca ante el Instituto Nacional de Pesca, no discrimina entre *Donax hanleyanus* y *Erodona mactroides*, por lo cual se

presenta en la figura 8 la captura total de berberechos en base a la información oficial disponibles hasta la fecha.

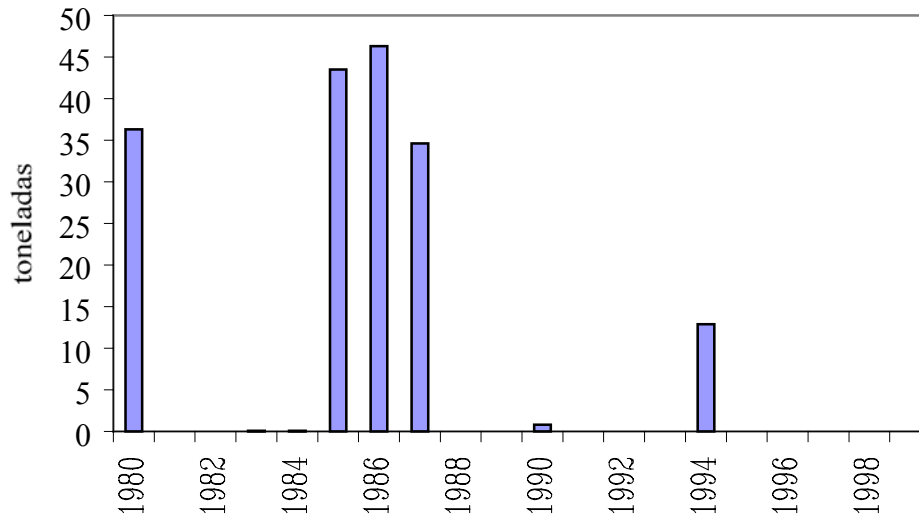


Figura 8. Captura anual de berberecho entre 1980 y 1998.

#### 7.1.4 Mesodesma mactroides

La almeja amarilla, es un molusco bivalvo, cavador que se hunde en sustrato arenoso y se la encuentra fundamentalmente en las playas de Rocha, donde los pobladores la extraen para utilizarla en su mayor parte para carnada.

La pesquería de *Mesodesma mactroides* fue interrumpida desde 1993 (ver reglamentación en punto 10.4.4.1.B) en procura de la recuperación del stock. Actualmente la población de almeja se esta recuperando luego de haber sido seriamente afectadas por mortandades masivas debidas a fenómenos naturales durante los últimos años (Méndez, 1995). En la figura 9 se presentan los datos de captura anual de almeja amarilla durante el período de su explotación entre 1978-1994.

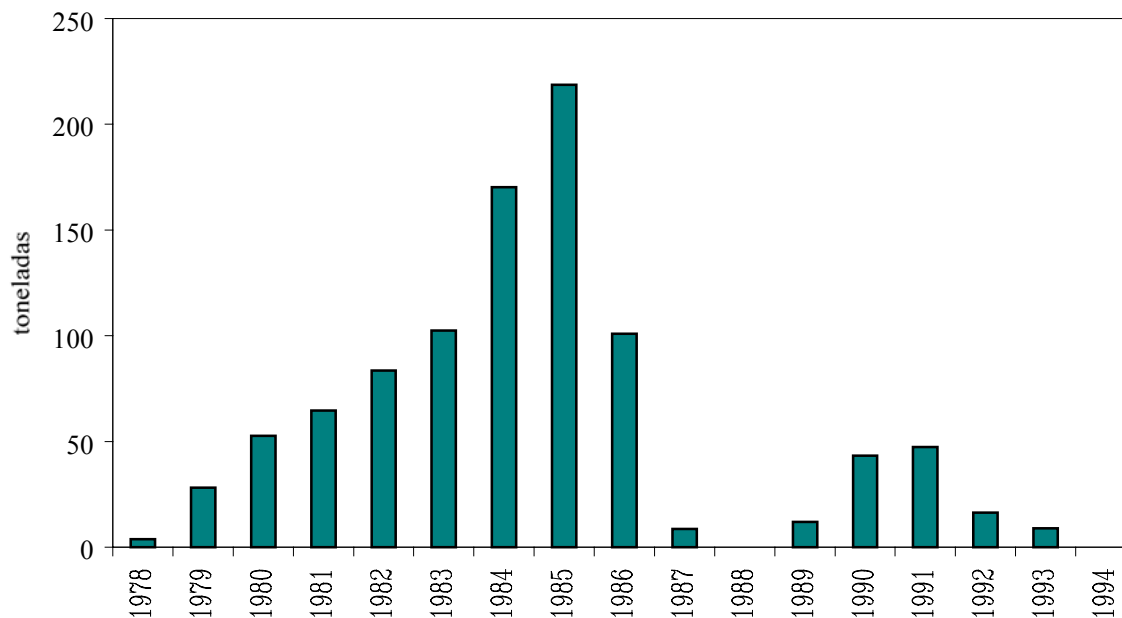


Fig. 9. Captura anual de almeja amarilla (*Mesodesma mactroides*) entre 1978 y 1994.

#### 7.1.5 *Adelomelon brasiliana*:

El caracol negro *Adelomelon brasiliana* es un molusco gasterópodo de la familia Volutidae. Se distribuye geográficamente desde Río de Janeiro Brasil hasta Río Negro Argentina (Domaneschi y Penna-Neme, 1985).

Esta especie depredadora habita fondos arenosos y su extracción comercial comenzó en 1991, por parte de la Flota artesanal de La Paloma, cuando disminuyeron los volúmenes del loco chileno (*Concholepas concholepas*), y fue abarcando los mercados internacionales en forma creciente. El caracol es una de las especies capturadas por las pesquerías multiespecíficas, aunque no es la especie objetivo.

La explotación fue aumentando hasta alcanzar el máximo en 1997 de 556857 kg (Fig 10). Su precio por tonelada comenzó siendo 360 US\$ y descendió hasta 300 en 1994 y en algunos casos 250 US\$ por presentar organismos incrustantes lo que variaba sustancialmente el peso del caracol.

El peso promedio del caracol negro es aproximadamente 265g y la longitud media 14.71 cm y 8.78 cm de ancho según estudios recientes (Riestra *et al.*, 2000).

La pesca artesanal se va sustituyendo por la pesca industrial y el caracol fino (*Zidona dufresnei*) por su mayor valor de comercialización, sustituye a la pesquería del caracol negro (Masello, 1998).

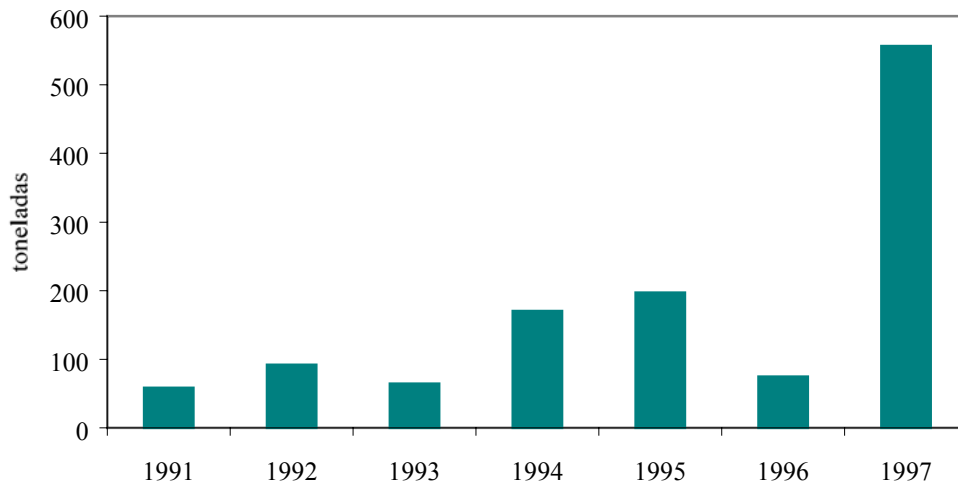


Fig. 10. Captura anual de caracol negro (*Adelomelon brasiliana*) entre 1991 y 1997.

#### 7.1.6 *Zidona dufresnei*:

El caracol fino taxonómicamente es un molusco gasterópodo de la familia Volutidae. La pesca se realiza en torno a 34°30'S y 53°30'W a una profundidad entre los 30 y los 50 m.

El comienzo de la pesca de *Zidona dufresnei* con buques industriales, hace que el Puerto de Montevideo cobre mayor importancia como puerto base y en menor medida Puna del Este. La extracción del caracol se efectúa por la flota arrastrera, equipada en la mayoría por doble tangón y algunos casos con redes de arrastre con portones.

Capturan caracol fino conjuntamente con lenguado blanco (*Paralichthys patagonicus*) angelito (*Squatina* spp) y gatuzo (*Mustellus* spp) entre otros. El rendimiento medio en parte del período considerado (1996-1998) calculado a partir de 112 cruceros de pesca comercial fue de 55,8 kg hora de arrastre (desvío 42,99), oscilando entre mínimo de 2,3 y máximo de 315,16 en los diferentes buques. En 1997 la pesca comercial capturó aproximadamente 1000 t. (Fabiano *et al.*, 1998).

Según Fabiano *et.al.*, 1998 la pesca de *Z. dufresnei* comenzó como descarga ocasional en los buques arrastreros de la pesquería de lenguado y otros recursos bentónicos en 1994 y 1995. En 1996 la pesquería de *Z. dufresnei* sustituye casi totalmente a la pesquería de caracol negro (*Adelomelon brasiliiana*). Los mismos autores mencionan varios factores que podrían determinar la sustitución de una pesquería por la otra:

- 1- Mayor estabilidad de la flota industrial en el abastecimiento de materia prima por: mayor independencia de los factores meteorológicos que las barcas artesanales, mayor concentración geográfica del recurso y mejor acceso a puertos de flota comercial, mayor volumen de desembarque en relación a la capacidad de carga de la flota.
- 2- Mayor volumen de recurso.
- 3- Calidad superior de materia prima y rendimiento del pie con respecto al peso total (18% en el caracol negro y 48 % en el caracol fino)
- 4- Mayor facilidad de procesamiento debido al mejor color y consistencia del pie.

En 1997 los registros de desembarque de INAPE indican que se alcanzó una captura de 1000 ton de caracol fino entero. En la tabla 2 se presenta la información sobre el número de barcos, la captura, y los meses de actividad tomando como ejemplo el año 1998. Durante este año, según datos oficiales, un total 125 tripulantes trabajaron en 20 embarcaciones destinadas a la explotación del caracol fino (*Zidona dufresnei*).

En 1998 operaban en la pesquería de caracol fino 16 buques categoría C, de los cuales de 12 tienen como puerto base La Paloma, 3 Mantaras y 1 Punta del Este. En Punta del Este se

suman alternativamente 5 barcas artesanales de gran porte (próximas a 10 TRB) (Fabiano *et al.*, 1998). La procedencia de los buques y parte de la tripulación es brasileña, operando en aguas uruguayas con permisos de pesca otorgados por el Instituto Nacional de Pesca (INAPE).

En 1996 las tallas dominantes en los desembarques correspondían a individuos de longitud total comprendida entre los 17.5 y los 18 cm, y las tallas entre 14.5 y 21 cm de longitud total sumaban 91% de los ejemplares desembarcados. Al fin de la intensa actividad pesquera de 1997, la longitud total media disminuyó aproximadamente 1 cm. (Fabiano *et al.*, 1998). En 1998 las tallas dominantes se situaban entre 16.5 y 17 cm y las tallas entre 14.5 y 21 cm de longitud total alcanzaron el 88.4 % de los ejemplares desembarcados.

Los pesos más representados en la pesquería entre los años 1994 y 1998 estuvieron comprendidos entre 270 y 475 g de peso total y la clase modal dominante en la pesquería fue de 350 g, siendo el peso medio 317.6 g. El peso del pie es aproximadamente 48% del peso total. En lo que respecta a la extracción anual de las flotas argentina y uruguaya en la Zona Común de Pesca Argentino Uruguay, se constata un incremento de aproximadamente 100 ton en 1992, a 1000 ton en 1997 por país (Fabiano *et al.*, 1998). En la Figura 11 se presentan los datos de capturas de esta especie entre 1995 y 1998.

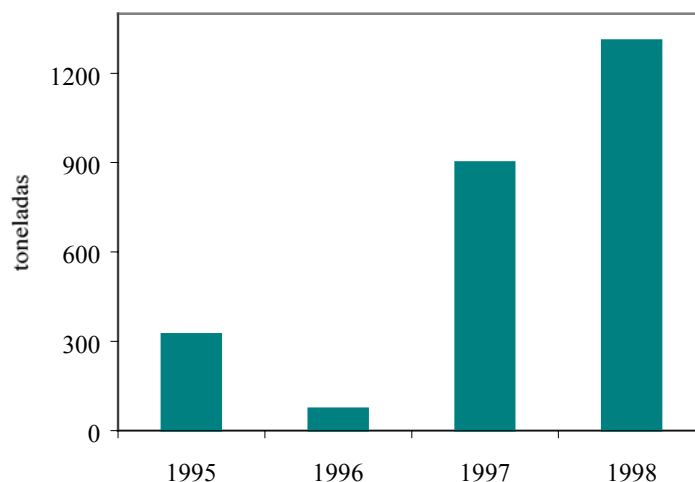


Fig. 11. Captura total de caracol fino (*Zidona dufresnei*) entre 1995 y 1998.



El caracol comienza a procesarse a bordo en 1997 y se trae a puerto el pie enfriado y embolsado. El descarte de conchas y vísceras, simultáneamente al corte del pie, se realiza en el mar en la misma zona de pesca. Aunque algunos patrones de buques intentan arrojar los desechos en lo que denominan "cementorios" fuera de los lugares de arrastre (Fabiano *et al.*, 1998). Se presenta en la Tabla 5 información sobre esta pesquería durante 1998, incluyendo el número de barcos, tripulantes, captura y meses de actividad en los diferentes puertos.

Tabla 5. Pesquería de caracol (*Zidona dufresnei*) durante 1998. Número de barcos, tripulantes, captura y meses de actividad. En los Puertos de La Paloma (Departamento de Rocha), Punta del Este (Depto de Maldonado) y Mantaras (Dpto. de Montevideo).

<b>Barco N°</b>	<b>Tripulantes</b>	<b>Captura (kg vivo entero)</b>	<b>Meses de actividad</b>
<b>Puerto La Paloma</b>			
1	6	18.734	E,F,M,A,M,J
2	7	174.870	E,F,M,A,M,J,J,A,S,O,N
3	13	9.439	F
4	5	26.715	E,F,M,J,J,A,S,O,N
5	s/d	27.907	E,F,M,A,M,J,J,S
6	11	1.789	F,M
7	4	36.610	F,M,A,M,Jul,A,S,O,N
8	4	54.958	A,M,J,J,A,S,O,N
9	6	39.288	E,F,M,A,M,J,J,A
10	15	122.294	E,F,M,A,M,J,J,A,S,O,N,D
11	4	10.541	E,F,M
12	9	68.369	E.F.M.A.J
13	7	190.837	E,F,M,A,M,J,J,A,S,O,N,D
14	1	915	M
15	9	196.880	E,F,M,A,M,J,J,S,O,N
Total	101	970.707 kg	Valor =5.709.698 US\$

#### **Puerto Punta del Este**

---

19	4	1.907	Abril, Mayo
20	s/d	580	Marzo
Total	4	2.487kg	Valor = 14.640 US\$

### **Puerto Mantaras**

---

16-17	10+10	6.750	D,
2	7	68.512	M,A,M,O,D
3	13	9.430	F
4	5	73.342	E,F,M,J,J
7	4	90.879	M,M,Jul,A,O,N,D
8	4	48.803	Jul,A,O,D
12	9	37.595	E
18	11	1.411	F,M
Total	73	336.722kg	Valor =1.980.599 US\$

---

El total de la captura fue de 1.309.916 Kg considerando los desembarques en los puertos de La Paloma, Mantaras y Punta del Este lo cual tiene un valor de 7.704.926 US\$.

## **7.2 Recursos bentónicos afectados por FAN:**

Las floraciones algales nocivas en Uruguay han afectado principalmente al mejillón (*Mytilus edulis*) y otros moluscos bivalvos como berberechos (*Donax hanleyanus*), almejas (*Mesodesma mactroides*) y gasterópodos marinos (*Zidona dufresnei* y *Adelomelon brasiliiana*).

En ocasiones en que la concentración de Veneno Paralizante de Moluscos (VPM) contenido en la pulpa de estas especies superó el límite admitido internacionalmente de 80µg STX eq/100g de pulpa, se estableció el correspondiente período de veda con la consecuente prohibición de extracción y comercialización de los mismos (Tablas 6 y 7).

Tabla 6. Períodos de veda por Veneno Paralizante de Moluscos, localidad, máximo de toxicidad registrada y recursos afectados (1980-1998).

<b>Localidad</b>	<b>Períodos de veda y otras detecciones de toxicidad*</b>	<b>Máx. VPM µgSTX eq/100g pulpa</b>	<b>Recurso afectado</b>
La Paloma	16.02.80- 15.08.80	1250	<i>M. edulis</i>
Pta. del Este	27.08.91- 15.10.91	8285 - 387	<i>M. edulis</i> y <i>D. hanleyanus</i>
P. del Este, La Paloma	17.02.92- 16.03.92	1478	<i>A. brasiliana</i> y <i>B. Z. dufresnei</i>
La Paloma	03.10.92- 27.10.92	97.6	<i>D. hanleyanus</i>
Pta. del Este, La Paloma	12.03.93- 13.04.93	290 y 150	<i>M. edulis</i> y <i>D. hanleyanus</i>
Pta. del Este, La Paloma	05.08.93- 24.09.93	157.6	<i>M. edulis</i> , <i>A. brasiliana</i> y <i>Z. dufresnei</i>
Pta. del Este	25.02.94- 17.03.94	125	<i>D. hanleyanus</i>
La Paloma	6.12.95	73*	<i>D. hanleyanus</i>
Pta. del Este	14.02.96	67.3*	<i>M. edulis</i>
La Paloma	23.04.96	60*	<i>M. edulis</i>
Maldonado, Rocha	14.08.96- 23.10.96	473.5 – 940	<i>M. edulis</i> , <i>D. hanleyanus</i> y <i>M. mactroides</i>
Punta del Diablo	17.3.98- 23.4.98	167*	<i>M. edulis</i>

Tabla 7. Períodos de veda por Veneno Diarreico de Moluscos, localidad y recursos afectados (1980- 1998).

<b>Localidad</b>	<b>Período de veda y fechas de detección de toxicidad*</b>	<b>Recurso afectado por DSP</b>
Piriápolis	07.02.92*	<i>M. edulis</i>
P. del Este	07.02.92*	<i>M. edulis</i>
La Paloma	07.02.92*	<i>M. edulis</i>
P. del Diablo	21.01.92 - 07.02.92	<i>D. hanleyanus</i>
Chuy	01.12.94 - 31.12.94	<i>D. hanleyanus</i> y <i>M. mactroides</i>
La Paloma	16.02.96 - 08.03.96	<i>D. hanleyanus</i>
La Paloma	18.02.96*	<i>D. hanleyanus</i>

## VIII FLORACIONES ALGALES NOCIVAS

### 8.1 Antecedentes de floraciones algales nocivas:

Las floraciones tóxicas en nuestras costas, se han producido con mayor frecuencia en los últimos años, siguiendo la misma tendencia que en otras partes del mundo (Hallegraeff, 1993).

Las floraciones de fitoplancton, las floraciones de micro-algas, las mareas rojas, algas nocivas y algas tóxicas son todos términos de fenómenos naturales que si bien se han utilizado para referirse a episodios similares, tienen diferentes connotaciones.

Son numerosas las especies de microalgas planctónicas que producen cambios en la coloración del agua y algunas de ellas tornan el agua a un color rojizo, fenómeno que se denominó en un principio "marea roja", estas microalgas en su gran mayoría son inofensivas. No obstante en las últimas 2 décadas se han identificado varias especies de microalgas planctónicas, algunas de agua dulce pero la gran mayoría de agua salada o estuarina que son capaces de producir potentes toxinas que son acumuladas en los moluscos y llegan a intoxicar al consumidor de estos productos.

Cerca de 300 especies microalgas son capaces de formar lo que se conoce como floraciones. La floración se produce por el estímulo en el crecimiento de una especie, ya sea por incremento de los nutrientes disueltos en el agua, alteraciones en la calidad del agua o modificaciones en la presión de predación. La cuarta parte de estas especies son productoras de toxinas. Si bien todos estos eventos son considerados por la comunidad científica internacional dentro del término "floraciones de algas nocivas", algunas especies tienen efectos tóxicos aún en bajas densidades, lo que significa que no todas forman "floraciones" y no todas las especies son "algas".

Se utiliza el término "floraciones algales nocivas" para referirse al fenómeno natural en el que las microalgas aumentan notablemente su población y producen efectos nocivos para el ecosistema incluyendo al hombre. Estas son capaces de causar mortandades masivas de peces,

contaminar los productos del mar con toxinas y alterar los ecosistemas de forma negativa para el hombre. Pueden distinguirse dos tipos de organismos: los productores de toxinas, que pueden contaminar los productos del mar o matar a los peces u otros organismos y los productores de grandes biomasas, que pueden causar anoxia y mortandad indiscriminada de fauna acuática. Algunas floraciones algales nocivas tienen ambas características. Aunque las floraciones algales nocivas ocurrieron desde hace siglos, estudios de regiones afectadas por pérdidas económicas e intoxicaciones humanas han demostrado que ha habido un drástico incremento en el impacto de las FAN en todo el mundo en las últimas décadas. El efecto negativo de las FAN es directo sobre la economía y la salud humana. Cuando las algas contaminan o destruyen los recursos costeros, la sustentabilidad de las comunidades locales se ve comprometida.

Las floraciones algales nocivas se han registrado a partir del año 1980 en Uruguay, cuando se determinó por primera vez la causa de intoxicaciones humanas con sintomatología de VPM, con 60 personas intoxicadas, 25 de las cuales requirieron asistencia médica u hospitalización (Dávison y Medina, 1982, Dávison y Medina, 1986). No se llegó a la determinación taxonómica de la especie causante de ese episodio aunque se citó la presencia de *Gonyaulax* sp y *Gymnodinium* sp. (Dávison y Yentsch, 1985).

A partir de ese primer registro, aunque la metodología utilizada para la determinación de toxicidad como para conteo de fitoplancton siempre fue la misma, hubo un período hasta la primavera de 1991 en que no se registraron nuevas floraciones algales nocivas ni toxicidad en moluscos en Uruguay. Sin embargo desde 1991 hasta fines de 1998, se reportaron varios episodios, en los que se identificaron las especies fitoplanctónicas responsables así como la toxicidad en los moluscos y las condiciones ambientales relacionadas con estos.

En varias ocasiones, la toxicidad superó los límites admitidos internacionalmente, por lo cual se establecieron períodos de veda con la consecuente prohibición de la extracción y comercialización de moluscos en el área afectada (ver Tabla 1).

## 8.2 Principales especies de algas nocivas y sus efectos:

*Gymnodinium catenatum* y *Alexandrium tamarense* son las especies tóxicas identificadas hasta el presente como responsables de estos episodios de toxicidad por Veneno Paralizante de Moluscos (VPM) en Uruguay. Por otra parte se han detectado proliferaciones de *Dinophysis acuminata* y *Dinophysis caudata*, asociadas a la determinación de Veneno Diarreico de Moluscos (VDM).

Si bien varias especies del género *Pseudo-nitzschia* (*P. australis*, *P. delicatissima*, *P. pungens* y *P. seriata*) fueron citadas para esta región (Machado, 1976; Burone, 1984; Ferrario, 1989), hasta el presente no se ha detectado Veneno Amnésico de Moluscos (VAM).

Las floraciones de la cianobacteria *Microcystis aeruginosa* (Kutzing 1845-49) son frecuentes en aguas Uruguayas durante el verano y recientes determinaciones han verificado toxicidad de algunas floraciones mediante bioensayo en ratones.

### 8.2.1 *Alexandrium tamarense* (Lebour) Balech (1995):

*Alexandrium tamarense*, es un dinoflagelado de tamaño mediano de 22-51  $\mu\text{m}$  de largp y 17-44  $\mu\text{m}$  de transdiámetro de forma esférico-pentagonal que se encuentra en el plancton como células simples o en cadenas de dos (Fig. 12). La distribución geográfica es amplia, incluyendo Argentina, Corea, Europa, Japón, Norte América y Uruguay.

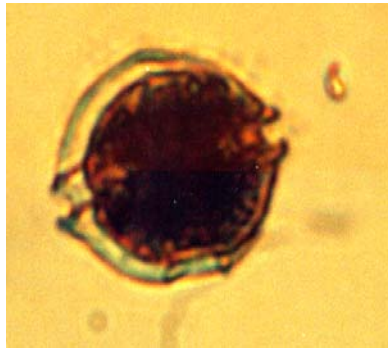


Fig. 12. *Alexandrium tamarense*, especie productora de Veneno Paralizante de Moluscos en Uruguay.

La mayoría de las cepas son tóxicas aunque algunas solo producen muy pequeñas concentraciones de toxinas. El ciclo de vida incluye estados de quiste de reposo, los cuales han sido encontrados en sedimentos de la costa uruguaya en bajas concentraciones.

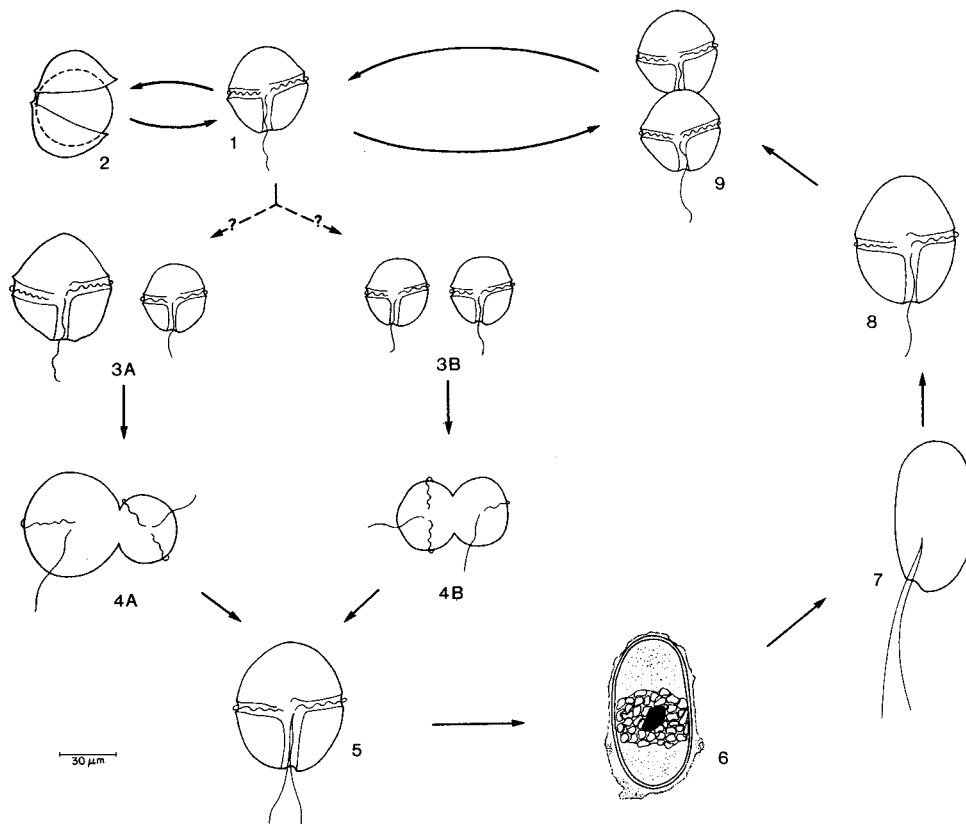


Fig. 13. Diagrama del ciclo de vida de un dinoflagelado usando como modelo *A. tamarense* (de Anderson *et al.*, 1995).



En el ciclo de vida de este dinoflagelado (Fig 13) los estados se identifican como: 1) vegetativo, célula móvil, 2) quiste temporario, 3A) gametos anisogamos femenino y masculino, 3B) gametos isogamos (se presentan en el ciclo dos tipos de formación de gametos para generalizar), 4A, 4B) fusión de gametos, 5) cigoto móvil o planozigoto , 6) quiste de reposo o Hipnozigoto, 7 , 8) célula germinada móvil o planomeiocito, 9) par de células vegetativas en división.

La literatura menciona que esta especie ha tenido una aparente ampliación en su distribución geográfica en el área costera argentina a partir de su primer registro en el año 1980, proliferando principalmente en la costa patagónica (Península Valdés) y registrándose en Buenos Aires en 1981 (Carreto *et al.*, 1998). Considerando las corrientes del área de estudio y dado que la presencia de esta especie en el plancton es casi exclusivamente de fines del invierno y principios de primavera (entre Julio y Octubre) (Fig. 14), se cree que se desarrolla fuera del área costera uruguaya y el acceso de la misma a la costa depende de factores meteorológicos, oceánicos, del caudal y deriva de las aguas del Río de la Plata.

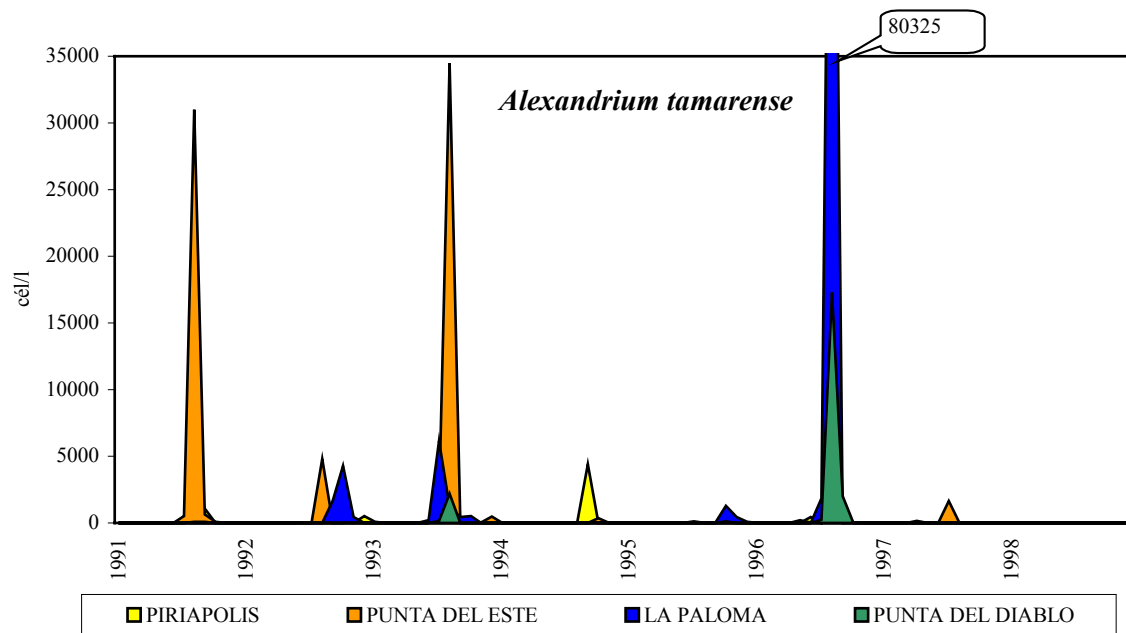


Fig. 14. Floraciones estacionales de *A. tamarense* en la costa uruguaya, en el período 1991-1998, en las localidades de Piriápolis, Punta del Este, La Paloma y Punta del Diablo.

Estudios anteriores han permitido generar hipótesis respecto de las áreas de mayor desarrollo de esta especie y sugieren que la misma se desarrolla en el sur asociada a aguas subantárticas de la

plataforma bonaerense y es transportada por las corrientes hacia aguas uruguayas (Brazeiro *et al.*, 1997, Carreto *et al.*, 1998).

*Alexandrium tamarense* fue reportado para la costa uruguaya por primera vez en agosto de 1991, cuando se produjo la primera floración asociada a toxicidad en moluscos, que alcanza un máximo de 8285  $\mu\text{g STX eq./100g}$  de pulpa de mejillones (Medina *et al.*, 1993, Méndez, S., 1993, Brazeiro *et al.*, 1997). Posteriormente a fines de invierno principios de primavera (julio a octubre) se continuaron registrando floraciones tóxicas durante varios años con niveles menores de toxicidad (Méndez *et al.* 1996). La toxicidad en moluscos registrada durante las floraciones de *A. tamarense* en Uruguay en el período 1991-1998, se observa en la figura 15.

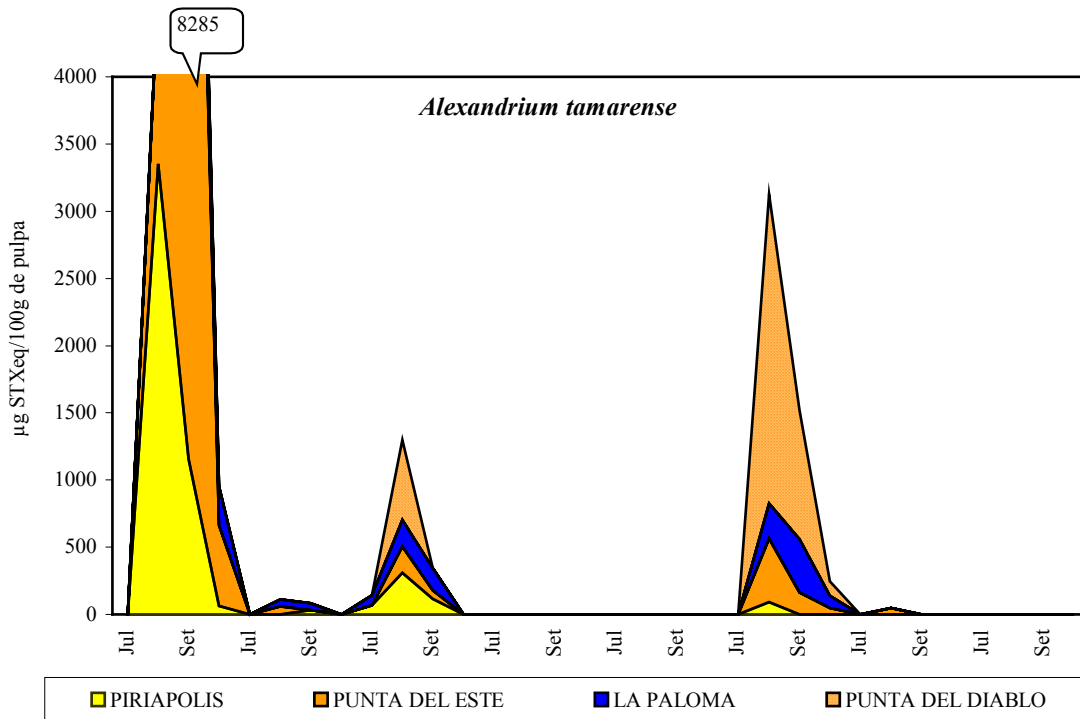


Fig. 15. Máximos mensuales de VPM en mejillones entre julio y octubre en el período 1991-1998 en cuatro localidades de la costa: Piriápolis, Punta del Este, La Paloma y Punta del Diablo.

Cuando se produce una disminución de la descarga del Río, las aguas oceánicas ingresan en el Río de la Plata permitiendo que *A. tamarense* tome contacto con los bancos costeros de moluscos bivalvos.

En la figura 16 se observa la relación entre la ocurrencia de los blooms de *A. tamarensis*, la descarga del Río de la Plata y las fluctuaciones de salinidad en un trabajo realizado en el período comprendido entre 1991 y 1994 (Méndez *et al.*, 1996). Las floraciones de *A. tamarensis* coincidieron con disminuciones en el caudal del Río de la Plata seguidas por un consiguiente aumento de salinidad.

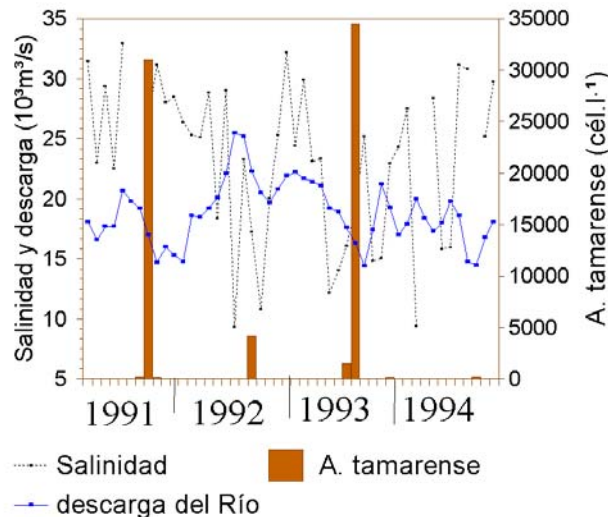


Fig. 16. Volumen de descarga del Río de la Plata, salinidad y abundancia de *A. tamarensis* entre 1991 y 1994.

Estudios oceanográficos relacionados con la dinámica de esta especie entre 1991 y 1994, sugieren que existe una relación entre los períodos de gran desarrollo de la especie y la intensidad y posición del frente de convergencia entre aguas frías procedentes del sur y las cálidas del norte.

De estos estudios surge que los blooms de *A. tamarensis* ocurren durante el invierno cuando la convergencia subtropical que oscila anualmente aproximadamente entre los 35 y 49°S,

tomando como referencia la isoterma de los 11°C y las aguas costeras subantárticas alcanzan el límite norte de su oscilación y cuando además la intensidad del frente, medida como la diferencia de temperatura en 30 millas náuticas, es entre 2 y 2,5 °C (Méndez *et al.*, 1996) (Fig. 17).

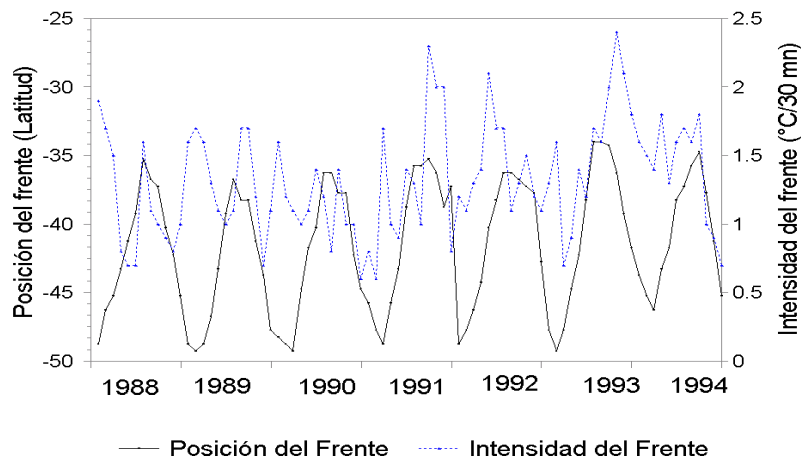


Fig. 17. Posición e intensidad del frente de convergencia (isoterma 11°C) entre 1988 y 1994 (de Méndez *et al.*, 1996).

El conocimiento y la descripción de las condiciones ambientales en que se han registrado floraciones de *A. tamarensis*, es un dato muy útil para estudiar la dinámica de la especie, aumentar la capacidad de predicción de situaciones de mayor riesgo para la ocurrencia de una nueva floración y estimar sus efectos en los recursos bentónicos.

### 8.2.2 *Gymnodinium catenatum* (Graham 1943):

*Gymnodinium catenatum* es un dinoflagelado atecado, cuyas células solitarias miden 34-65  $\mu\text{m}$  de largo y 27-43  $\mu\text{m}$  de ancho, aunque cuando desarrolla cadenas el largo disminuye a 23-60  $\mu\text{m}$  (Taylor *et al.*, 1995).

Si bien las cadenas pueden ser de 4, 8, 16 células o más según el estado de crecimiento de la floración y la estabilidad del ambiente (Fig. 18), en algunos casos estas alcanzan importantes longitudes, habiéndose detectado en Uruguay cadenas de 80 individuos.



Fig. 18. Cadena de 18 células de *Gymnodinium catenatum*, especie productora de Veneno Paralizante de Moluscos en Uruguay.

Son numerosos los reportes de floraciones tóxicas de esta especie en diversas partes del mundo en las últimas dos décadas, y cabe mencionar su ocurrencia en España (Estrada *et al.*, 1984), Filipinas (Fukuyo *et al.*, 1993, Corrales *et al.*, 1996), Japón (Ikeda *et al.* 1989, Nishioka *et al.* 1993), Tailandia (Matsuoka y Fukuyo 1994), Tasmania (Hallegraeff *et al.*, 1989), Uruguay (Méndez y Ferrari en prensa) y Venezuela (La Barbera-Sanchez *et al.*, 1993).

*G. catenatum* ha sido considerado recientemente como un complejo de especies no solo por las diferencias encontradas en la composición química de las toxinas que producen sino también en lo infructuoso del cruzamiento de algunas cepas (Hallegraeff y Fraga, 1998).

La ocurrencia de las floraciones de *Gymnodinium catenatum* en Uruguay es estacional de verano a otoño (Méndez, 1994), como ocurre en otros países como España (Fraga *et al.*, 1988; Figueiras y Pazos, 1991; Bravo y Anderson, 1994), donde esta especie prolifera causando efectos nocivos.

La primera floración tóxica de *Gymnodinium catenatum* en la costa uruguaya se registró en febrero de 1992, a pesar de que la presencia de esta especie en el área había sido citada ya por Balech en 1964. Posteriormente, varias floraciones de esta especie, asociadas a toxicidad en moluscos fueron registradas en Uruguay (Fig. 19).

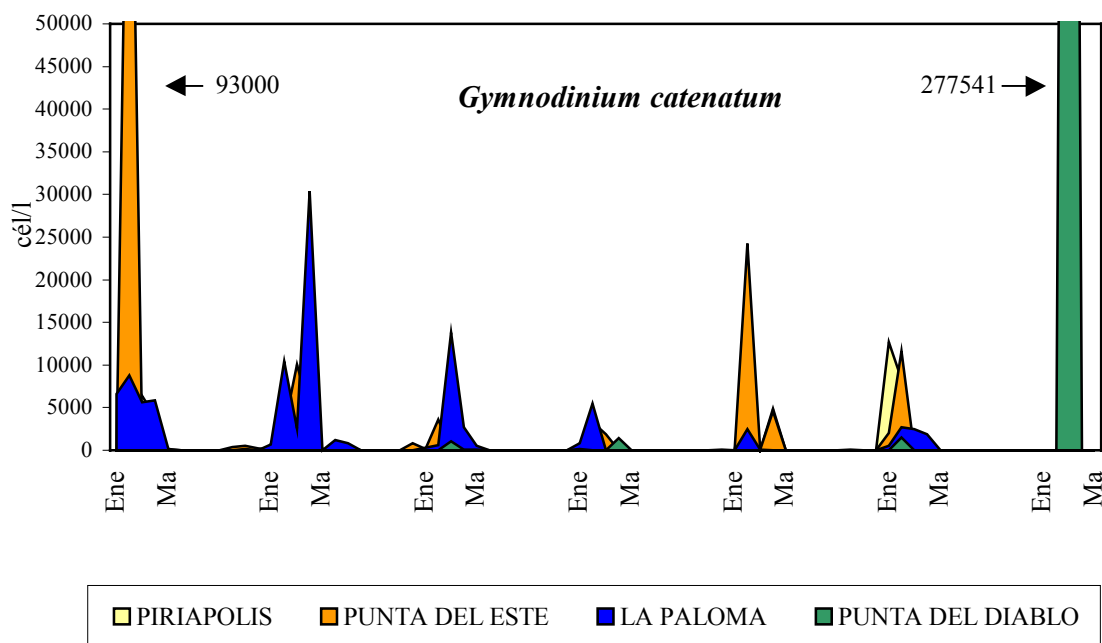


Fig. 19. Abundancia de *G. catenatum* entre 1992 y 1998 en las estaciones costeras de Piriápolis, Punta del Este, La Paloma y Punta del Diablo.

Durante el mes de marzo de 1998, se observó la máxima densidad de *G. catenatum* en Uruguay (277,000 células/l) y estos son los mayores registros de esta región.

Durante la primera floración, en 1992 los berberechos (*Donax hanleyanus*) alcanzaron valores de hasta 1478  $\mu\text{g}$  STX/100 g de pulpa y los mejillones (*Mytilus edulis*) hasta 387  $\mu\text{g}$  STX/100 g de pulpa (Méndez y Brazeiro., 1993, Brazeiro *et al.*, 1993). Estos son los primeros registros de floración tóxica de *Gymnodinium catenatum* en el Atlántico Sudoccidental. En la figura 20 se presentan los valores máximos mensuales de toxicidad en moluscos por VPM, registrados durante los períodos de verano otoño desde 1991 hasta 1998, coincidentes con las floraciones de *G. catenatum* antes mencionadas.

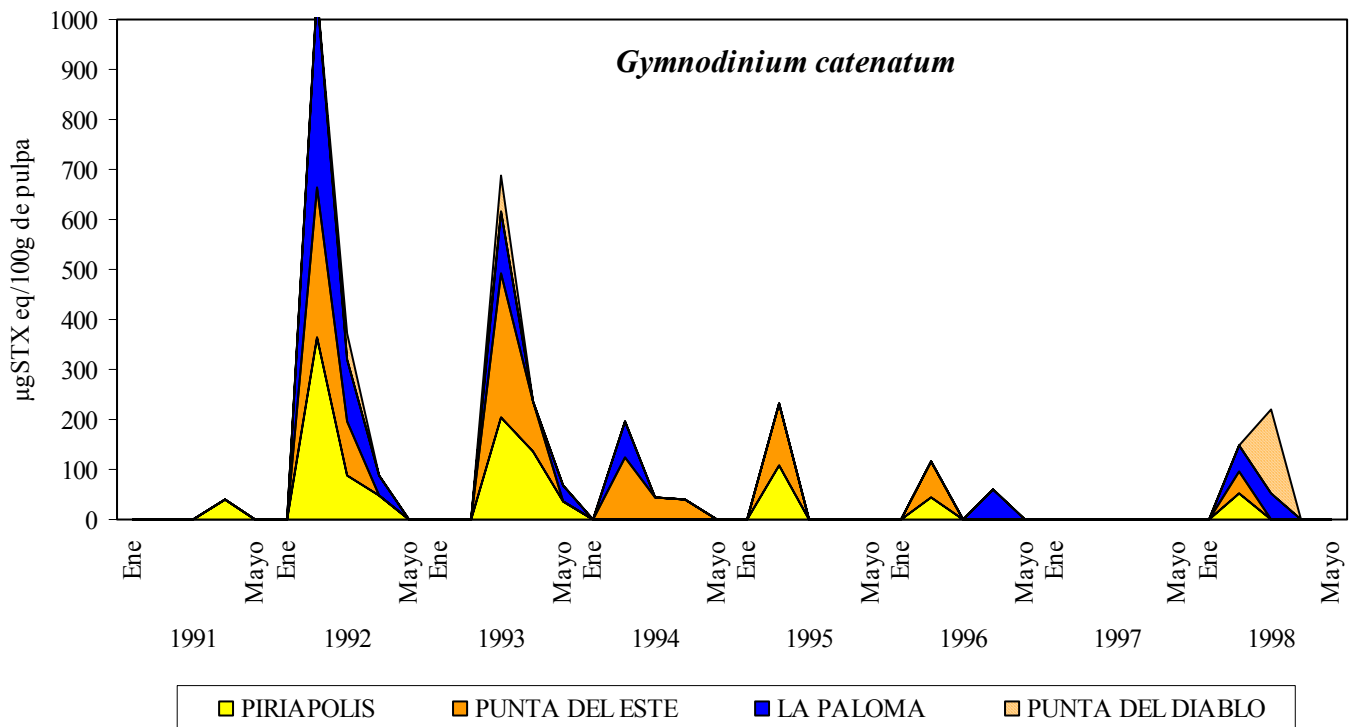


Fig. 20. Valores máximos mensuales de VPM en moluscos en verano y otoño (febrero-mayo) entre 1991 y 1998 en Piriápolis, Punta del Este, La Paloma y Punta del Diablo.

Si bien datos experimentales indican que el crecimiento óptimo de esta especie se da entre los 22 y 28° C (Bravo y Anderson, 1994), el ambiente en el cual esta especie prolifera, varía en los distintos países y regiones, por lo cual es necesario describir las condiciones en las que esta especie se desarrolla en cada sitio. Mientras las poblaciones naturales de esta especie en Tasmania se desarrollan entre 12 y 18 °C, en Japón entre 6 y 15°C y en Filipinas entre 26 y 29°C (Hallegraeff y Fraga, 1998). Como resultado de un estudio de dispersión de la densidad de células

en función de la temperatura y considerando en el análisis todos los registros de esta especie en Uruguay entre 1992 y 1998, se observó que las abundancias mayores a 5000 cél/l se registran en un ambiente caracterizado por un rango de temperaturas entre 17 y 25°C y salinidades muy variables entre 9.2 y 32.6 (Fig. 21).

El mayor desarrollo de *G. catenatum* en Uruguay está asociado a aguas cálidas de verano y principios de otoño, por lo cual vale decir que la temperatura del agua jugaría un rol preponderante en la proliferación de esta especie en la costa oceánica uruguaya así como en otras partes del mundo.

Considerando que esta especie está ausente del plancton durante el resto del año y que existen importantes depósitos de quistes en los sedimentos (Méndez, 1995a, Méndez *et al.*, 1999), el inicio de las floraciones se atribuiría a las condiciones adecuadas de temperatura del agua en verano y la resuspensión de quistes desde los sedimentos. El hecho de que esta especie haya proliferado en esta zona limitada del Atlántico Sudoccidental, sugiere que los aportes del Río de la Plata favorecerían el crecimiento de esta especie. Es importante mencionar que posteriormente se han constatado las primeras floraciones de *G. catenatum* en la zona sur de Brasil (Santa Catarina) (Proença, com. pers.).



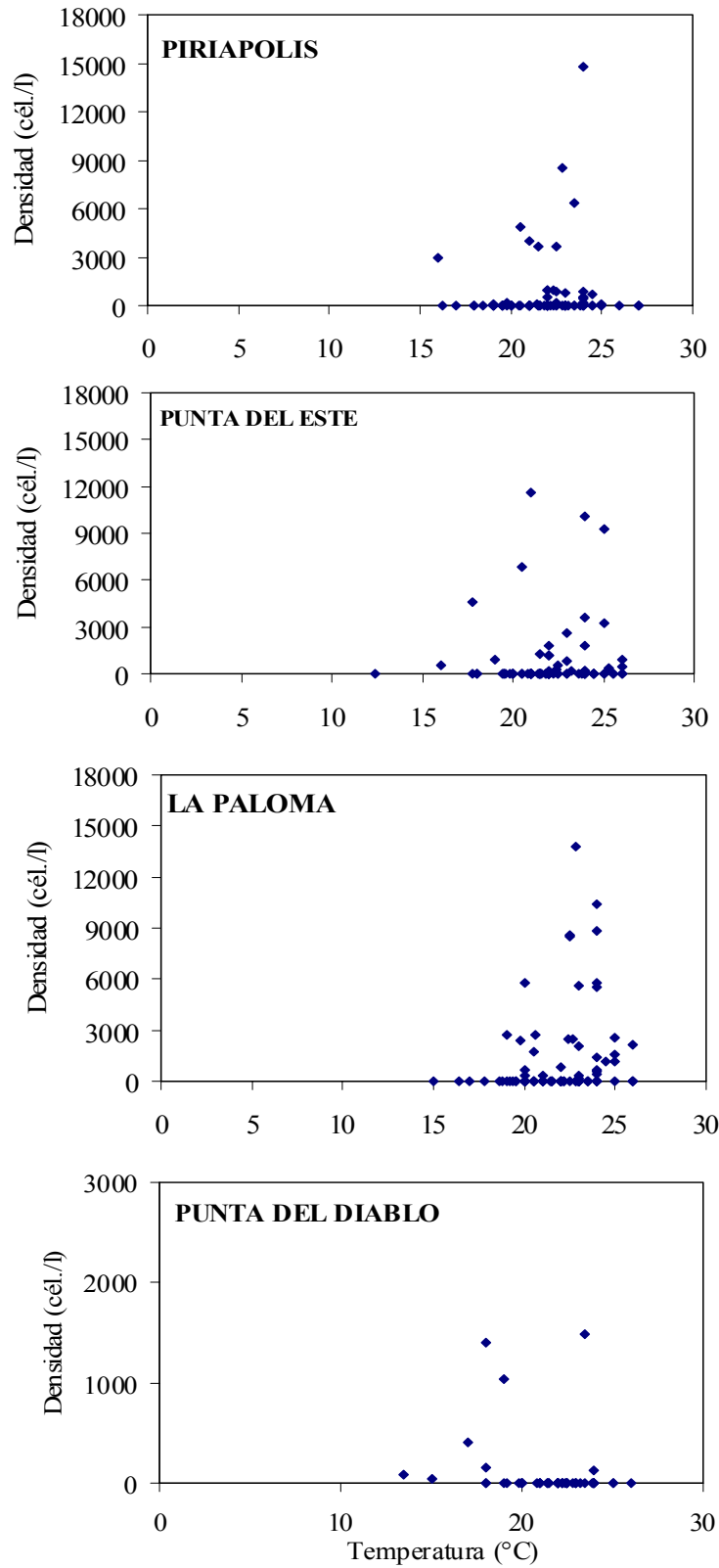


Fig. 21. Dispersión de densidad de células de *G. catenatum* en función de la temperatura del agua en cuatro localidades de la costa uruguaya (datos 1992-1998).

### 8.2.3 *Dinophysis acuminata* (Claparède y Lachman 1859):

En 1992, se registró por primera vez en Uruguay, proliferaciones de *D. acuminata* con presencia de Veneno Diarreico de Moluscos en bivalvos costeros. Esto constituyeron los primeros registros para los países con costa al Océano Atlántico Sudoccidental

Varias especies de este género (*Dinophysis acuminata*, *D. fortii*, *D. caudata* y *D. rotundata*) habían sido previamente citadas para la región por Balech (1988). Episodios de VDM se han registrado en varias regiones del mundo, como Canadá (Quilliam, 1993), España (Reguera *et al.*, 1993), Francia (Lassus, 1985), Chile (Lembeye *et al.*, 1993), Australia (Hallegraeff y Lucas, 1988), Holanda (Kat, 1983) y Japón (Lee *et al.*, 1989).

Estos episodios de detección de VDM en moluscos se asoció a la proliferación de varias especies del género *Dinophysis*: *Dinophysis acuminata* (Yasumoto, *et al.*, 1984), *D. acuta* (Reguera *et al.*, 1990; Lembeye *et al.*, 1993), *D. fortii*, *D. mitra*, *D. norvegica*, *D. rotundata*, *D. tripos* (Lee *et al.*, 1989), *Prorocentrum lima* y *Prorocentrum concavum* (Hu *et al.*, 1993, Faust *et al.*, 1995). En Uruguay las especies asociadas al registro de VDM en los años 1992, 1994 y 1996, en almejas (*Mesodesma mactroides*), berberechos (*Donax hanleyanus*) y mejillones (*Mytilus edulis*), fueron *Dinophysis acuminata* y *Dinophysis caudata*. (Méndez *et al.*, 1993; Ferrari *et al.*, 1993; Méndez, 1995 b). Si bien no pudo comprobarse la toxicidad de *D. caudata*, la ocurrencia conjunta con *D. acuminata* durante los episodios en los que se detectó VDM, permiten sospechar de su potencial tóxico.

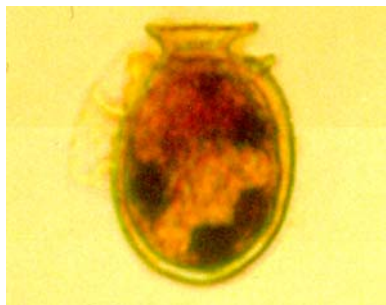


Fig. 22. *Dinophysis acuminata*, especie asociada a episodios de Veneno Diarreico de Moluscos de Uruguay.

*D. acuminata* (Fig. 22), se detectó a lo largo del año en distintas épocas, aunque no es una especie que se encuentre en forma permanente en el plancton. La densidad de células aumenta notablemente durante los períodos de verano y otoño (Enero a Mayo) en aguas uruguayas costas, asociada a condiciones oceanográficas caracterizadas por alta temperatura del agua (22-25 °C) y salinidad (25-30). Esta mayor abundancia estacional, se ha observado también en Italia (Sedari *et al.*, 1995), España (Reguera *et al.*, 1993), Noruega (Dahl, 1996) y Holanda (Peperzak, 1996).

Estudios realizados sobre la comunidad planctónica, indican que las proliferaciones de *D. acuminata* son habitualmente precedidas por una comunidad dominada normalmente por diatomeas, *Skeletonema costatum*, *Coscinodiscus* spp. y *Ditylum brightwellii*. Del mismo modo las proliferaciones de *D. acuminata* están acompañadas por floraciones de otras especies como es el caso de *Mesodinium rubrum*, *Gymnodinium splendens*, *Gymnodinium catenatum*, *Polykrikos kofoidii*, *Scrippsiella trochoidea*, *Trichodesmium erythraeum* y *Pyramimonas*. (Ferrari *et al.*, 2000). Se ha observado también en otros países que *D. acuminata* prolifera conjuntamente con otros dinoflagelados (Reguera *et al.*, 1993).

En Piriápolis, localidad ubicada bajo influencias de agua estuarina con un rango de salinidades de 7-33 y temperaturas de 9-27 °C, no se registraron en el período 1991-1996, concentraciones de *D. acuminata* mayores 5000 cél.l<sup>-1</sup> (Fig. 23).

Las concentraciones más elevadas entre 5000 y 15500 cél.l<sup>-1</sup> ocurrieron en Punta del Este y La Paloma, bajo condiciones mas restrictas de salinidad (15-31) y temperatura (15-25°C), las densidades entre 500 y 5000 cél.l<sup>-1</sup> a 21.4 °C (STD=3.39, N=53 casos), mientras que densidades menores a 500 cél.l<sup>-1</sup>, se encontraron por debajo de temperaturas medias de 17.6°C (STD=4.7, N=140 casos).

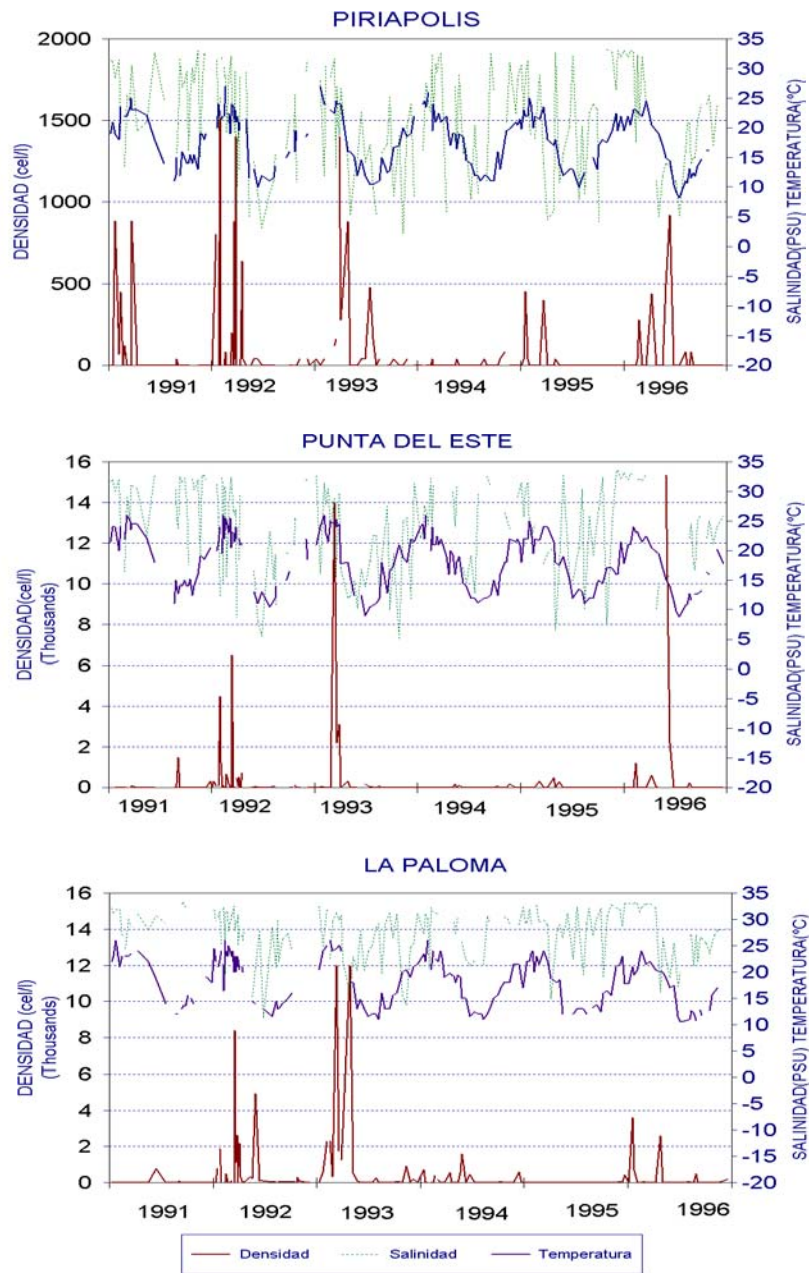


Fig. 23. Fluctuaciones anuales en la densidad de células de *Dinophysis acuminata*, conjuntamente con la salinidad y temperatura del agua en tres localidades: Piriópolis, Punta del Este y La Paloma entre 1991 y 1996 (de Ferrari *et al.*, 2000).

#### 8.2.4 *Microcystis aeruginosa* (Kützing):

*Microcystis aeruginosa* (Kützing) Kützing es una especie de cianobacteria característica de agua dulce pero ocasionalmente ocurre en aguas estuarinas. Forma colonias lobuladas irregulares (Fig. 24), y las floraciones producen extensas manchas espesas color verde claro brillante. En el Río de la Plata las floraciones de cianobacterias especialmente de *Microcystis aeruginosa* se han registrado frecuentemente en verano extendiéndose desde la desembocadura del Río Uruguay hasta la costa oceánica.

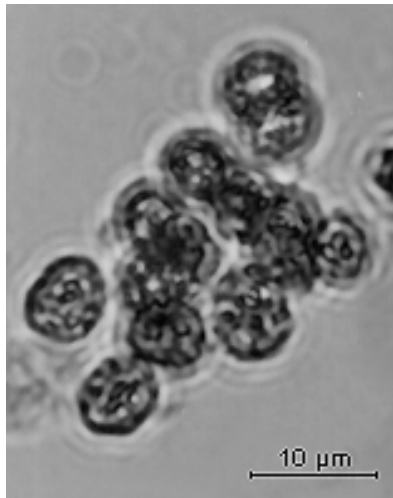


Fig. 24. *Microcystis aeruginosa*.

El control sobre las microalgas tóxicas de agua dulce en cuerpos de agua para consumo humano, lo realiza el laboratorio de Obras Sanitarias del Estado (OSE) y aspectos ecológicos son objeto de estudio en la Facultad de Ciencias. No obstante en los veranos de 1997 y 1999 INAPE participó en las primeras pruebas que determinaron la toxicidad de la especie.

### 8.3. Floraciones tóxicas y toxinas producidas por las microalgas en Uruguay

#### 8.3.1 Floraciones tóxicas:

Se presentan a continuación en orden cronológico y separados por las especies causantes las floraciones de microalgas tóxicas que fueron registradas en Uruguay entre 1980 y 1999, la información sobre el lugar donde se registró la toxicidad, la fecha, el valor máximo de toxicidad alcanzado, la máxima densidad de células, la salinidad y la temperatura del agua. (Tab. 8-11).

Tabla 8. Floraciones tóxicas de *Alexandrium tamarense* en el período 1980-1999.

<b>Período tóxico (dd/mm/aa)</b>	<b>PSP máx <i>M. edulis</i></b>	<b>PSP máx <i>D. hanleyanus</i></b>	<b>Máx. Densidad (cél/l)</b>	<b>Localidad</b>	<b>Sal. (psu)</b>	<b>Temp. (°C)</b>
27/08/91 15/10/91	8285	-	31000	Pta. del Este	29.8	12.5
03/10/92 27/10/92	0	97.6	4300	La Paloma	27.7	17.5
05/08/93 24/09/93	157.6	-	34500	Pta. del Este	22.6	11
6/12/95	40	73	440	La Paloma	32.2	21
14/08/96 23/10/96	473.5	940	16360	Pta. del Este	22.2	12.7
16/10/97	60.6	0	40	La Paloma	26.1	17

Tabla 9. Floraciones tóxicas de *Gymnodinium catenatum* en el período 1980-1999.

Período tóxico (dd/mm/aa)	PSP máx <i>M. edulis</i>	PSP máx <i>D. hanleyanus</i>	Máx. Densidad (cél/l)	Localidad	Sal. (psu)	Temp. (°C)
27/08/91 15/10/91	8285	-	31000	Pta. del Este	29.8	12.5
03/10/92 27/10/92	0	97.6	4300	La Paloma	27.7	17.5
05/08/93 24/09/93	157.6	-	34500	Pta. del Este	22.6	11
6/12/95	40	73	440	La Paloma	32.2	21
14/08/96 23/10/96	473.5	940	16360	Pta. del Este	22.2	12.7
16/10/97	60.6	0	40	La Paloma	26.1	17

 Tabla 10. Floraciones tóxicas de *Dinophysis acuminata* en el período 1980-1999.

Localidad	Fecha (dd/mm/aa)	Molusco	VDM	Especies asociadas y densidad (cél.l <sup>-1</sup> )	Sal. (psu)	Temp. (° C)
Piriápolis	07/02/92	<i>M. edulis</i>	+	<i>D. acuminata</i> 1500	31.3	25
P. del Este	07/02/92	<i>M. edulis</i>	+	<i>D. caudata</i> 40	30.2	26
La Paloma	07/02/92	<i>M. edulis</i>	+	<i>D. acuminata</i> 2000	26.8	25
P. del Diablo	21/01/92 07/02/92	<i>M. edulis</i>	+	<i>D. acuminata</i> 4480	31.5	22
Chuy	13/12/94	<i>M. mactroides</i>	+	<i>D. caudata</i> 4600	26.8	22
La Paloma	16/02/96 08/03/96	<i>D. hanleyanus</i>	+	<i>D. acuminata</i> 80	31.4	22.7
La Paloma	18/02/96	<i>D. hanleyanus</i>	+	<i>D. acuminata</i> 80	32.3	24

Tabla 11. Registro de floraciones de *Microcystis aeruginosa* con toxicidad .

Localidad	Período tóxico (dd/mm/aa)	Toxicidad	Especie	Sal. psu	Temp. °C
Piriápolis	31.01.97	DL <sub>50</sub> 233 mg/kg ratón	<i>M. aeruginosa</i>	9	21.4
Portezuelo (Punta del Este)	29.03.97	DL <sub>50</sub> 203 mg/kg ratón	<i>M. aeruginosa</i>	n/d	n/d
Colonia	02.99	100-1000 µg/l	<i>M. aeruginosa</i>	n/d	n/d

n/d = no determinado

### 8.3.2 Toxinas producidas por las microalgas:

En Uruguay hasta el momento hay registros de toxinas paralizantes, diarreicas y microcystinas, producidas por microalgas y no existen registros de floraciones de otras especies tóxicas ni sintomatologías de intoxicación que indiquen presencia de otro tipo de ficotoxinas.

#### Paralizantes

El contenido y la composición de las toxinas producidas por *Alexandrium tamarense* y *Gymnodinium catenatum* fueron analizadas por Cromatografía Líquida de Alta Eficacia en extractos de cultivos establecidos a partir de los quistes colectados en sedimentos. Las condiciones bajo las cuales se obtuvieron las muestras de sedimentos, se detallan en la tabla 12.



Tabla 12. Datos correspondientes a los muestreos de sedimentos y quistes que generaron los cultivos de *A. tamarense* y *G. catenatum*.

Localidad	Fecha de colecta	Profundidad	Salinidad	Temp. (°C)
Punta del Este	09/30/93	18 m	27.5	12.8
Punta del Este	8/24/94	13 m	16.4	12.0

El análisis de los extractos de ácido acético reveló que los dos cultivos de *G. catenatum* tenían mayor cantidad de toxinas en base molar por célula (153 y 233  $\mu\text{M}$ ) que los cultivos de *Alexandrium* (59,44 y 106  $\mu\text{M}$ ) (ANEXO1).

Sin embargo, cuando se considera la toxicidad de los mismos extractos de cultivos, los de *Alexandrium* son claramente iguales o mas tóxicos (10014, 9697, y 26332 fg STX equivalente  $\text{cél}^{-1}$ ), que los de *Gymnodinium* (9801 y 15189 fg STX equivalente  $\text{cél}^{-1}$ ) (ANEXO1).

Los valores menores de toxicidad asociados a altas concentraciones molares de toxinas en los cultivos de *G. catenatum* presentan gran proporción (>96% molar) de derivados N-sulfocarbamoyl C1-4, GTX5 y GTX6. Los carbamatos, toxinas mas potentes como GTX1,4 y GTX2,3 que fueron encontrados en cultivos de *A. tamarense* son detectados en niveles muy bajos en *G. catenatum* (ANEXO 1, Fig. 25).

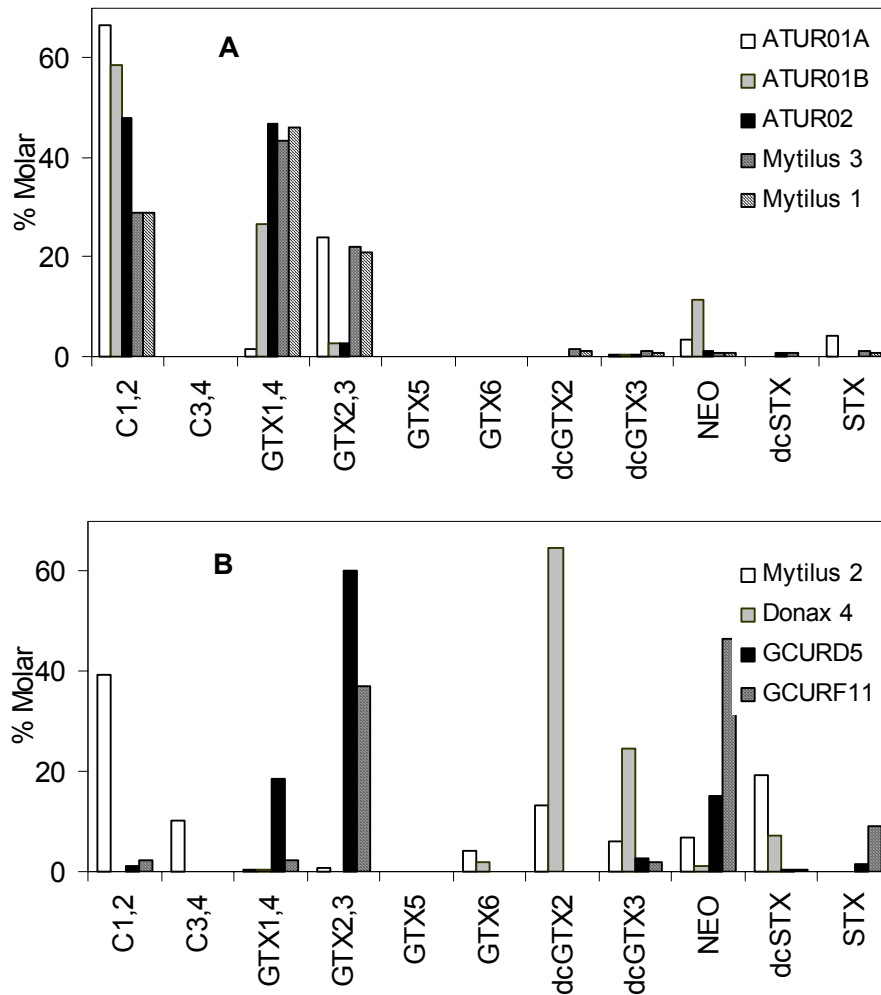


Fig. 25. Comparación de la composición de toxinas en extractos de moluscos y dinoflagelados de Uruguay. A: extractos en ácido acético de cultivos de *A. tamarense* (ATUR01, ATUR01B, ATUR02) y los extractos originales de moluscos muestreados durante floraciones de *A. tamarense*. B: extractos en ácido acético de cultivos de *G. catenatum* (GCURD5 y GCURF11) y los extractos originales de moluscos muestreados durante floraciones de *G. catenatum*.

Aún cuando los cultivos de *Alexandrium* tienen niveles significativos de gonyautoxinas, entre 24% a más de 47% molar, estuvieron dominados por toxinas de baja potencia C1 y C2, 49-67 % (ANEXO 1, Fig. 25). Cabe mencionar que las cepas de *A. tamarense* de Argentina también contienen dominancia de derivados de N-sulfocarbamoyl (C1,2). Mínimas cantidades de NEO y

STX se observaron en dos de los tres cultivos de *Alexandrium* (<5%), sin embargo ATUR01B presentó 11% molar de NEO.

La toxicidad de los cultivos es diferente al someterlos a tratamiento ácido que convierte los derivados N-sulfocarbamoyl menos potentes en sus análogos más tóxicos. No obstante los cultivos de *G. catenatum* presentan concentraciones molares más elevadas (129 y 229  $\mu\text{M c\acute{e}l}^{-1}$ ) que los cultivos de *Alexandrium* (56, 34 y 74  $\mu\text{M c\acute{e}l}^{-1}$ ) y son también mucho más tóxicos luego del tratamiento (50597 y 102723 fg STX equivalente  $\text{c\acute{e}l}^{-1}$ ) contra 20681, 13875 y 29108 fg STX equivalente  $\text{c\acute{e}l}^{-1}$  en *Alexandrium* (ANEXO 2).

Luego de la hidrolización los extractos de *Gymnodinium* presentaron altas proporciones de GTX1,4 y GTX2,3 y NEO (ANEXO 2 y Fig. 26). Las Gonyautoxinas 1-4 dominaron los extractos ácidos de *A. tamarense* con valores % molar combinado entre 83% y 95%. Una vez más el cultivo ATUR01B presentó una proporción significativa de NEO, 15%, comparable al extracto ácido (11%, ANEXO 1, Fig. 26).

Con respecto a los moluscos tóxicos, en la tabla 13 se presentan los datos sobre: localidad de muestreo, fecha de colecta (m/d/a), temperatura y salinidad de la columna de agua, fitoplancton asociado, duración del bloom y densidad de células ( $\text{c\acute{e}l/l}$ ) en el pico del bloom, especie de molusco analizado, toxicidad AOAC alcanzada durante el bloom y toxicidad HPLC del extracto original y rehidrolizado ( $\mu\text{g STX eq./100 g}^{-1}$  pulpa de molusco).

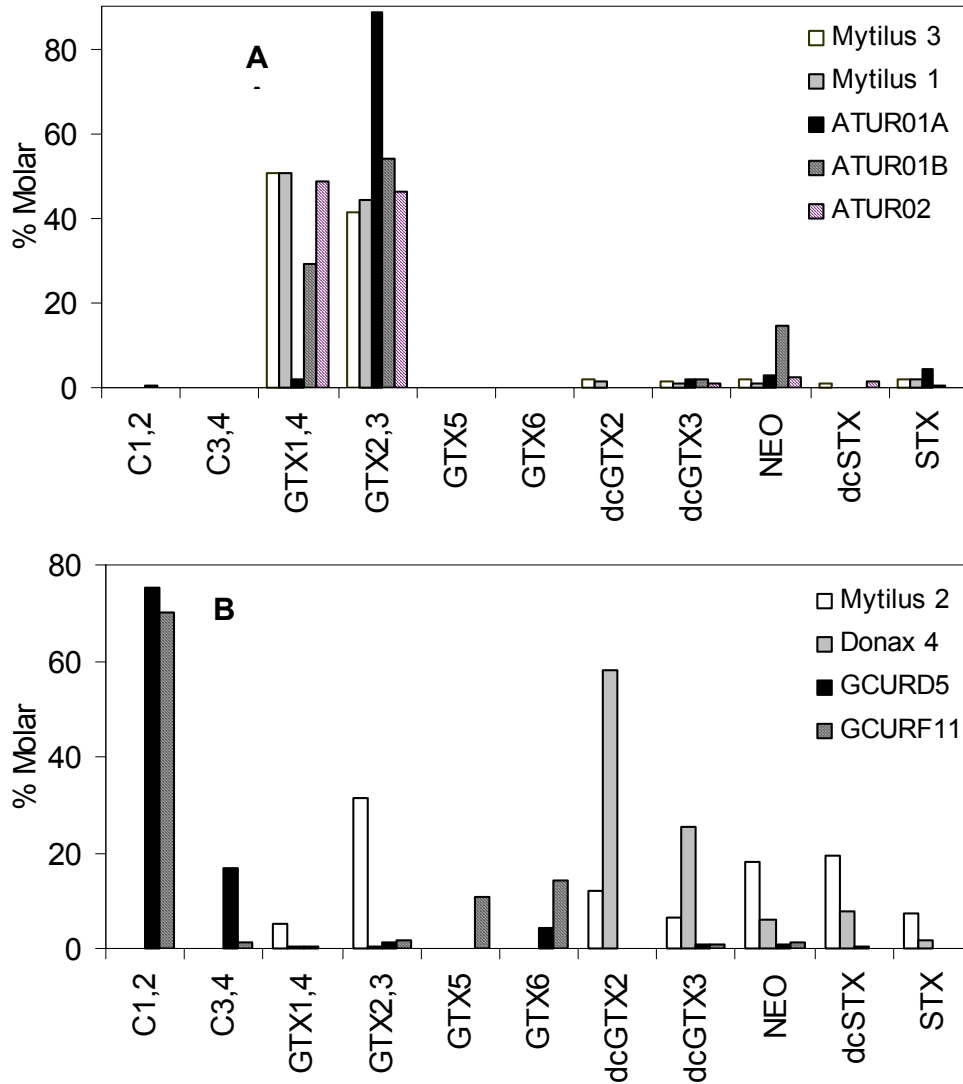


Fig. 26. Comparación de la composición de toxinas en extractos de moluscos y dinoflagelados de Uruguay. A: extractos hidrolizados HCl de cultivos de *A. tamarensis* (ATUR01, ATUR01B, ATUR02) y de extractos rehidrolizados de moluscos muestreados durante floraciones de *A. tamarensis*. B: extractos hidrolizados HCl de cultivos de *G. catenatum* (GCURD5 y GCURF11) y los extractos rehidrolizados de moluscos muestreados durante floraciones de *G. catenatum*.

Tabla 13. Fitoplancton, toxicidad y datos asociados de la columna de agua y moluscos muestreados para el análisis de toxinas.

Muestra	Localidad	Duración del bloom	Fecha de colecta	Temp. °C	Sal.	Dens. cél/l	Especie tóxica	Tox. AOAC	Tox. original HPLC	Tox. rehid. HPLC
<i>Mytilus edulis</i> 1/H	Punta del Este	07/15 - 09/04/91	09/04/91	14.0	32.5	31,000	<i>A.tamarense</i>	8285	5124	7573
<i>Mytilus edulis</i> 2/H	Piriapolis	03/10 – 04/27/93	03/24/93	24.0	18.8	14,800	<i>G.catenatum</i>	185	249	625
<i>Mytilus edulis</i> 3/H	Punta del Este	07/13 – 10/07/93	08/26/93	12.0	13.1	34,500	<i>A.tamarense</i>	274	656	901
<i>Donax hanleyanus</i> 4/H	Arachania	02/07 - 04/20/94	03/02/94	22.5	31.2	13,800	<i>G.catenatum</i>	867	268	367

Previo a la hidrólisis todos los extractos de moluscos con excepción a Donax 4 presentaron niveles significativos de derivados N-sulfocarbamoyl toxinas hasta un máximo de 40% (ANEXO 3, Fig. 25). Los altos porcentajes de estas toxinas de baja potencia son presumiblemente debidos a la hidrólisis incompleta de las muestras de moluscos causada por insuficiente potencia del ácido. La muestra Donax 4, colectada durante un bloom de *G. catenatum* fue la única compuesta por decarbamoyltoxinas, principalmente dcGTX2, antes y después de la rehidrólisis.

La otra muestra de moluscos colectada durante un bloom de *G.catenatum*, Mytilus 2, estuvo dominada por derivados N-sulfocarbamoyl poco potentes (53%), mientras presentaron también cantidades significativas de decarbamoyl toxinas GTX2, GTX3 y STX (ANEXO 3, Fig. 25). Como era previsible, tanto las gonyautoxinas 2, 3 y 1,4 como el porcentaje molar de NEO todas aumentaron después de la hidrólisis de esta muestra.

Las dos muestras Mytilus 1 y Mytilus 3, tomadas durante blooms de *Alexandrium tamarense*, presentaron perfiles muy similares. En el extracto original, toxinas C1,2, GTX1,4 y GTX2,3 componían en 94% molar del total de toxinas del perfil con un 29% de C1,2. Después de la

rehidrólisis, las toxinas C1,2 se convirtieron en GTX2,3 cuya concentración fue entre 21% y 42% del total de la composición molar de toxinas, mientras el porcentaje de toxinas GTX1,4 aumentó marginalmente hasta cerca del 50% del total (ANEXO 4, Fig. 25).

### **Diarreicas**

Se han registrado resultados positivos de DSP Veneno Diarreico de Moluscos en varias ocasiones en Uruguay (Ferrari *et al.*, 1997, Ferrari *et al.*, 2000) (Tabla 10), en diferentes localidades de la costa. Todos los episodios de toxicidad en moluscos por DSP se asociaron a proliferaciones de *Dinophysis acuminata* y *D. caudata*.

Hasta el momento no se ha cultivado ninguna de estas dos especies, pero resultados preliminares de análisis por Cromatografía líquida de alta eficacia con detección fluorimétrica, de un concentrado de células efectuado mediante filtración de una proliferación de 7000 cel.l<sup>-1</sup> en ambiente natural, en invierno de 1998, presentaron un pequeño pico en el mismo tiempo de retención del Acido Okadaico (María Luisa Fernández pers.com. ).

### **Microcystinas**

En el Río de la Plata las floraciones de cianobacterias se han registrado frecuentemente en verano extendiéndose desde Colonia hasta la costa oceánica. Durante el verano de 1997, en enero y marzo, se tomaron muestras de una floración de *Microcystis aeruginosa* en Piriápolis y Punta del Este y se analizaron por bioensayo en ratones, gracias a la colaboración del laboratorio de la Fundación Universidad de Río Grande (FURG- Brasil), detectándose resultados positivos con una Dosis Letal LD<sub>50</sub> 233 y 203 mg/ Kg, de ratón respectivamente lo que significa un rango medio de toxicidad.

Otra floración de *Microcystis aeruginosa* fue registrada durante febrero de 1999 en la costa del Departamento de Colonia, durante la cual el Departamento de Limnología de la Fac. de Ciencias,

realizó un seguimiento y la toxicidad determinada por bioensayo en ratones en INAPE, dio resultados positivos y los niveles de microcystina se estimaron entre 100 y 1000 ug/l (De León, 1999). Estos constituyeron los primeros registros de toxicidad de floraciones de cianobacterias en Uruguay ( ver Tabla 11).

#### **8.4 Quistes de microalgas en los sedimentos costeros**

El ciclo de vida de los dinoflagelados incluye alternativamente estados vegetativos móviles y estados de quiste inmóvil. Se han observado dinoflagelados que producen quistes o esporas de resistencia cuando las células vegetativas son expuestas a condiciones desfavorables aunque también los forman como parte de su ciclo reproductivo sexual.

Es sabido que los quistes juegan un rol crucial en la dispersión, iniciación y finalización de la floración algal. Tienen la capacidad de viajar largas distancias en las aguas lastre de las embarcaciones y fue así como esta especie fue introducida en Australia (Hallegraeff, 1995). Por esto la información sobre la distribución y abundancia de quistes en sedimentos es esencial para comprender la ecología y la dinámica de las floraciones de dinoflagelados tóxicos. Las zonas de mayor concentración de quistes podrían considerarse como áreas de mayor riesgo para la iniciación de futuros blooms de microalgas tóxicas.

Durante el ciclo de vida ( Fig. 27), la célula vegetativa móvil de *G. catenatum* se divide por mitosis formando cadenas y produce dos tipos de gametos que se fusionan para formar un planozigoto diploide, que pierde movilidad y forma el quiste de reposo (hipnozigoto). Al desenquistarse surge el planomeiocito similar al planozigoto que se divide por meiosis y restablece la célula vegetativa (Blackburn *et al.*, 1989).

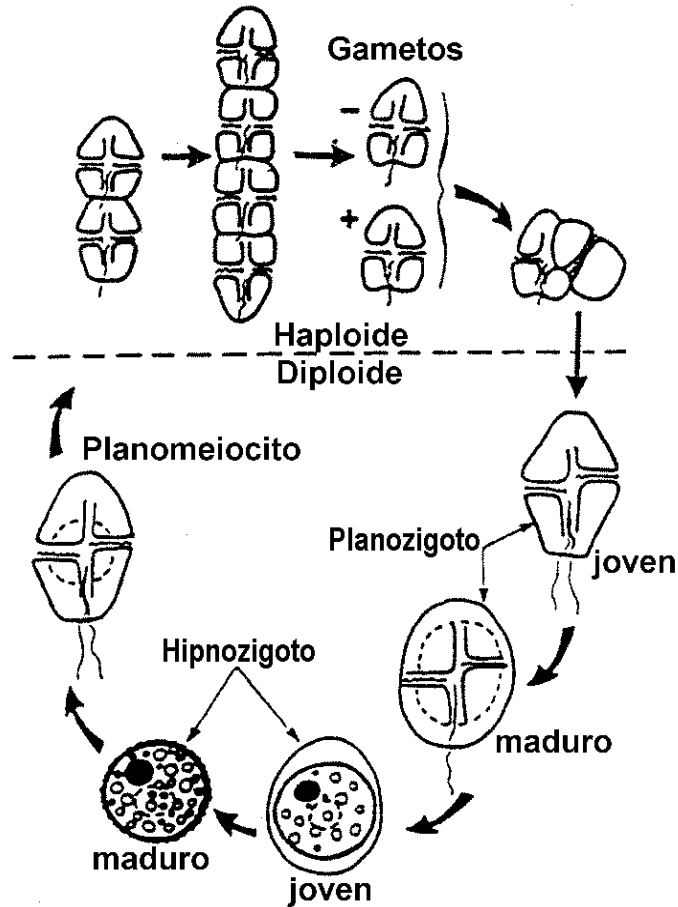


Fig. 27. Ciclo de vida de *G. catenatum* (de Blackburn *et al.* 1989).

El quiste de *G. catenatum* (Fig. 28), es de color marrón oscuro, superficie microreticulada, de 38 a 60  $\mu\text{m}$  de diámetro (Graham, 1943) y fácilmente reconocible en los sedimentos de la costa uruguaya. Había sido encontrado anteriormente en elevadas concentraciones en el área de la Bahía de Maldonado (Méndez, 1995a).





Fig. 28. Quiste de *Gymnodinium catenatum*.

En 1998 se realizó un mapeo de quistes en dos zonas de la costa: Punta del Este (Bahía de Maldonado), área cercana al lugar de mayor extracción comercial de mejillones y La Paloma, zona donde hasta entonces se desarrollaba la mayor explotación de caracoles en Uruguay.

Es importante destacar que la presencia de quistes es mayor en sedimentos finos como limos o arcillas y casi inexistente en las áreas arenosas dado que las zonas de deposición de sedimentos finos son áreas más protegidas que facilitan la acumulación de estos. El área de Punta del Este, presenta mayor densidad de quistes que en el área comprendida entre el Puerto de La Paloma y Arachania (Tablas 14 y 15).

En la localidad de Punta del Este, la densidad de quistes alcanzó valores de  $60 \text{ q/cm}^3$  y en La Paloma no supero en ninguna de las estaciones los  $10 \text{ q/cm}^3$ . Cabe señalar que las concentraciones de quistes encontradas son sensiblemente menores que las registradas en muestras piloto tomadas en el área de Punta del Este el 24/8/94 ( $817 \text{ q/cm}^3$ , Méndez 1995).

Tabla 14. Datos del muestreo de sedimentos en Punta del Este, temperatura del agua, conductividad, salinidad, tipo de fondo, quistes de *Gymnodinium catenatum* y abundancia de otros quistes de dinoflagelados.

Nº de Estación	Temp. (°C)	Cond. (mS)	Salin.	Prof. (m)	Tipo de fondo	Quistes de <i>G.catenatum</i> (q/cm <sup>3</sup> )	Otros quistes (q/cm <sup>3</sup> )
1	-	48,7	24,35	4	arena	0	7
2	21,0	49,7	24,85	8	arena -conchilla	4	3
3	19,9	49,5	24,75	18	arena -conchilla	0	3
4	20,0	49,5	24,75	5	arena-fango	1	4
5	19,2	49,2	24,60	5	grava	4	4
6	19,6	49,0	24,50	4	conchilla	5	6
7	20,1	49,0	24,50	4	fango-conchilla	37	15
8	20,0	49,9	24,95	5	fango	33	23
9	19,6	49,4	24,70	8	grava	3	4
10	20,0	49,7	24,85	10	arena	0	1
11	19,9	48,9	24,45	10	arena	0	0
12	20,0	49,5	24,75	6	arena	1	1
13	20,2	49,9	24,95	8	arena	0	1
14	20,0	49,3	24,65	8	arena	1	1
15	20,8	49,5	24,75	8	arena-fango	2	17
16	21,4	49,3	24,65	8	fango-conchilla	60	19
17	20,2	49,9	24,95	6	arena-fango	3	14

Tabla 15. Datos del muestreo de sedimentos en La Paloma, temperatura del agua, conductividad, salinidad, tipo de fondo, quistes de *Gymnodinium catenatum* y abundancia de otros quistes de dinoflagelados.

Nº de Estación	Temp. (°C)	Cond. (mS)	Salin.	Prof. (m)	Tipo de fondo	Quistes de <i>G.catenatum</i> (q/cm <sup>3</sup> )	Otros quistes (q/cm <sup>3</sup> )
1	21,0	36,2	18,1	4	arena	4	1
2	20,5	37,1	18,55	8	arena-fango	5	22
3	20,7	37,7	18,85	18	arena-fango-conchilla	8	14
4	20,7	36,9	18,45	5	arena-fango	5	17
5	20,5	36,8	18,40	5	arena	1	10
6	20,0	36,0	18,00	4	arena-fango	2	3
7	20,0	35,7	17,85	4	grava	1	1
8	20,0	35,8	17,90	5	conchilla	0	1
9	20,0	36,4	18,20	8	conchilla	0	0
10	21,0	35,1	17,55	10	arena-fango	1	3
11	20,0	35,0	17,50	10	arena-fango	6	4
12	20,0	35,4	17,70	6	arena-fango	4	5
<b>Total</b>						<b>37 ( 31,4 %)</b>	<b>81</b>

La literatura indica que la especie se ha inducido a la formación de quistes en laboratorio, en un medio de cultivo deficiente en nitratos y fosfatos (Bravo, 1986, Anderson *et al.*, 1988). En Uruguay no se realiza monitoreo de nutrientes en el agua por lo cual es imposible hacer comparaciones con lo que ocurre en condiciones naturales.

La distribución por frecuencias de diámetros de quistes cf. *G.catenatum* encontrados (Fig. 29), presentó una distribución multimodal con una moda en torno a las 39  $\mu\text{m}$  y otra en los 20  $\mu\text{m}$  aunque se observan rangos intermedios. Dado que se registró un gradiente de tallas de quistes, se aplicó una prueba no paramétrica de Mann-Whitney, donde se observaron claramente dos poblaciones diferentes ( $U= 0.00$ ;  $p< 0.001$ ). Han sido descritas hasta el presente tres especies formadoras de quistes microreticulados en rangos de tamaño bien diferenciados: *Gymnodinium microreticulatum* (17-28  $\mu\text{m}$ ), *G.nolleri* (28-38  $\mu\text{m}$ ), y *G.catenatum* (36-62  $\mu\text{m}$ ), (Bolch *et al.*, 1999) y otra especie atecada formadora de quistes similares aunque no reticulados (*Gyrodinium impudicum*).

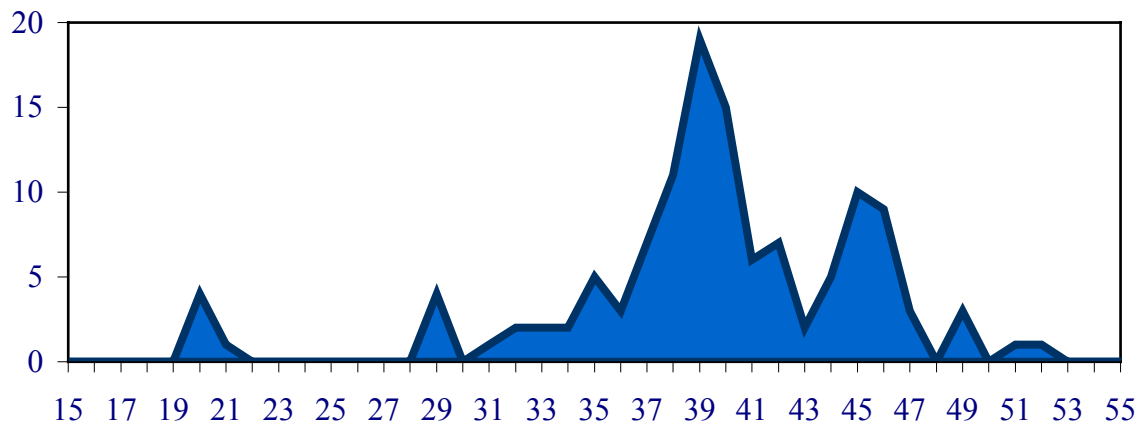


Fig. 29. Diámetro de quistes cf. *G.catenatum* encontrados en los sedimentos costeros de Uruguay.

Los quistes encontrados en Uruguay, con menor talla podrían pertenecer a *Gymnodinium microreticulatum* especie que ha germinado de quistes procedentes de sedimentos de esta zona (Bolch *et al.*, 1999), aunque se sospecha que pudieran haber quistes de *Gyrodinium impudicum* entre estos, ya que esta especie ha florecido en varias ocasiones en nuestras costas (Ferrari y Méndez, en prensa) y cuyos tamaños se solapan.

## **IX EVALUACIÓN DEL IMPACTO SOCIO-ECONÓMICO DE LAS FAN:**

Con la finalidad de tener una primera aproximación del impacto económico que producen las floraciones algales nocivas en Uruguay, se realizaron unos cálculos primarios basados en la información disponible hasta el presente. Se hizo un cálculo aproximado de los costos del programa de monitoreo, las pérdidas debidas a la imposibilidad de comercializar los productos durante las vedas, el impacto de la FAN en la salud pública y en el ecosistema, el impacto económico por los efectos en el turismo y del decaimiento de la venta de otros productos del mar.

### **9.1 Impacto de las FAN en la sociedad**

#### **9.1.1 Costos del Programa de Monitoreo de FAN en Uruguay:**

Se presentan en la Tabla 16 los costos estimados del Programa de Monitoreo de FAN y Toxicidad en Moluscos en Uruguay. Se incluyen los costos de los salarios y viáticos correspondientes a los 32 muestreos anuales (16 muestreos en verano con frecuencia semanal y 16 muestreos de invierno con frecuencia quincenal), los costos de materiales y mantenimiento actuales. No se incluyen las salidas extraordinarias ni los costos de muestreos realizados por instituciones que cooperan eventualmente en la toma de muestras o monitoreo aéreo de manchas.

Tabla 16. Estimación anual preliminar de costos del Programa Nacional de Monitoreo de Floraciones Algales Nocivas y de Toxicidad de Moluscos en Uruguay

<b>Item</b>	<b>Presupuesto anual actual</b>
32 viajes diarios de dos personas a 45 US\$ de viático	2880 US\$
gastos de transporte por una distancia de 800 km	3200 US\$
3 científicos part time (550 US\$ /mes)	19800 US\$
1 técnico part time (300 US\$/ mes)	3600 US\$
materiales de muestreo (redes, frascos, termómetros, útiles)	1000 US\$
material de vidrio y productos químicos	500 US\$
Bibliografía	100 US\$
capacitación de personal y difusión de resultados	4000 US\$
limpieza del laboratorio	200 US\$
mantenimiento de microscopía	1000 US\$
<b>total</b>	<b>36.280 US\$/año</b>

### 9.1.2 Pérdidas ocasionadas por las FAN:

Para evaluar las pérdidas económicas producidas por la imposibilidad de comercializar los recursos durante los períodos de veda, se realizó un análisis parcial teniendo en cuenta la información disponible sobre la comercialización de mejillón (*Mitylus edulis*) en el área de mayor comercialización (la costa del Departamento de Maldonado), considerando que la venta durante el período de veda hubiera sido igual a la del mes anterior y que estadísticamente 95 % se comercializa entero y 5 % como pulpa (datos aportados por la pescadería La Nueva, en La Paloma).

Tabla 17. Estimación primaria de las pérdidas económicas producidas por la imposibilidad de comercializar los productos durante las vedas establecidas desde 1991 hasta 1997 en el Departamento de Maldonado - Uruguay.

<b>Localidad</b>	<b>Período de veda</b>	<b>Volumen de producto no comercializado (ton)</b>	<b>Valor del producto no comercializado Entero 3200 US\$/ton*</b>	<b>Valor del producto no comercializado pulpa 7700 US\$/ton*</b>
Pta. del Este	27.08.91 15.10.91	20	60800	7700
Pta. del Este	17.02.92 16.03.92	100	304000	38500
Pta. del Este	12.03.93 13.04.93	50	117000	19250
Pta. del Este	05.08.93 24.09.93	10,3	31312	3965
Pta. del Este	25.02.94 17.03.94	30	91200	11550
Maldonado	14.08.96 23.10.96	49.8	151392	19173
Piriápolis	31.01.97 28.02.97	3.2	9728	1232
<b>Sub-total</b>	<b>1991-97</b>	<b>263,3</b>	<b>800432</b>	<b>101370</b>

\*los valores corresponden al precio del mejillón a la fecha mayo de 1999

El sub-total de pérdidas económicas debidas a la no comercialización de mejillones en Piriápolis y Punta del Este entre 1991 y 1997 se estima en 800432 US\$ (mejillones enteros) y 101307 US\$ (pulpa de mejillones) Total: 901.802 US\$. Al implantarse las primeras vedas por FAN en Uruguay, la población por falta de información, reaccionó preventivamente evitando no solo el consumo de los moluscos sino también de pescado. Este hecho inquietó al sector industrial pesquero pues se estaba afectando la comercialización de otros productos.

El consumo de pescado en el mercado interno es de 28800 toneladas y del mismo 27000 toneladas corresponden a productos nacionales con un valor de 21.600.000 US\$ de acuerdo al Informe Sectorial Pesquero de 1997.

Teniendo en cuenta que según opinión del sector, los primeros episodios tóxicos de los años 1980, 1991 y 1992 provocaron una disminución de la venta de pescado durante las vedas de aproximadamente el 40 %, se estimó que de las 2250 ton que se consumen por mes, habría una disminución en las ventas de 900 ton/mes a un valor promedio de 800 US\$/ton. Se estimó el volumen y el valor del producto no comercializado por causa de las vedas por FAN durante los años 1980, 1991 y 1992, de acuerdo a la duración de las mismas (Tab. 18), el cual asciende a un total de 7.668.000 US\$.

Tabla 18. Estimación preliminar del costo económico debido al decaimiento de la venta de pescado durante las primeras vedas establecidas en Uruguay.

<b>Período de veda</b>	<b>Meses de veda</b>	<b>Volumen de pescado no comercializado a 900 ton/mes (ton)</b>	<b>Valor del pescado nacional no comercializado a 800 US\$/ton (US\$)</b>
16.02.80 15.08.80	6	5400	4.860.000
27.08.91 15.10.91	1.5	1350	1.080.000
21.01.92 07.02.92	0.5	450	360.000
17.02.92 16.03.92	1	900	720.000
03.10.92 27.10.92	0.8	720	648.000
<b>Sub total</b>		<b>3820</b>	<b>7.668.000</b>



### **9.1.3 Impacto de las FAN en la salud pública:**

En la actualidad no existe un programa que incluya la capacitación de médicos y personal que atiende los puestos salud pública en la zona de balnearios donde más se consume mariscos. Este es un aspecto que debería atenderse cuanto antes para permitir los diagnósticos de intoxicaciones por ficotoxinas atendiendo las diversas sintomatologías que en algunos casos, se confunden con otro tipo de intoxicaciones alimenticias. Si bien se han hecho y distribuido folletos e informes técnicos, dictado conferencias informativas en el Centro de Información y Asesoramiento Toxicológico del Hospital de Clínicas (Fac. de Medicina), la Facultad de Química, la Intendencia de Montevideo, centros educativos de enseñanza primaria, y reuniones científicas y técnicas, no existe un plan de acción para la educación a la población como medio de prevención.

Los únicos registros que se tienen de personas hospitalizadas por causa de intoxicación por ficotoxinas, data de 1980 cuando 25 personas fueron hospitalizadas durante el primer episodio de Veneno Paralizante de Moluscos registrado en Uruguay. Si estimamos el costo de la hospitalización, tratamiento, cuidados médicos por tres días y traslados en 300 US\$ por persona, el total sería de 7500 US\$.

Se conocen registros extraoficiales de dos personas hospitalizadas por consumo de bivalvos en la Coronilla, Dep. de Rocha durante una floración tóxica de Veneno Diarreico de Moluscos (VDM) ocurrida en 1994. En este caso se estima por dos días de internación, tratamiento y atención por un total de 500 US\$.

La estimación de los costos en salud pública pueden traducirse como aquellos gastos para recuperar la salud de los intoxicados o prevenir nuevas intoxicaciones. Lo que resulta imposible de estimar es la pérdida de la vida, tema que es muy controversial en los países donde existen víctimas por intoxicaciones por veneno paralizante de moluscos.

En lo que respecta a las floraciones de algas nocivas en agua dulce, en los cuerpos de agua destinados a consumo humano, existe un riguroso control en los laboratorios de Obras Sanitarias

del Estado (O.S.E.). No existe información sobre el costo del control y tratamiento del agua potable a causa de la proliferación de algas tóxicas.

#### **9.1.4 Impacto de las FAN en el turismo:**

Las floraciones de *Microcystis aeruginosa* que ocurren en verano en la costa del Departamento de Colonia y San José, se extienden como una espuma verde brillante por todas las playas del área, volviéndolas poco atractivas para el baño. Estas floraciones han llamado la atención de los habitantes del lugar y los turistas que frecuentan esas playas.

Las autoridades del gobierno Departamental de Colonia han manifestado interés en el fenómeno organizando dos reuniones técnicas con asistencia de especialistas, e invitando a otras organizaciones académicas y administrativas del Estado así como a ONGs para discutir sobre el efecto que eventualmente podrían causar las floraciones de esta especie en la salud del bañista o usuarios del agua para otros fines.

A modo de ejemplo, según las estadísticas del anuario estadístico 1998 (Instituto Nacional de Estadística, 1998). En 1997, ingresaron a las localidades de Colonia y Carmelo, un total de 620.000 turistas de nacionalidad no uruguaya. De estos turistas que ingresan al año, si se considera que la mitad (300.000) lo hacen en la temporada de verano, nos encontraríamos con que aproximadamente 100.000 ingresarían en enero ya que es la temporada alta y el atractivo principal del lugar son las playas, además del valor histórico y arquitectónico de la ciudad.

Dado que la mayor parte de los turistas proceden de la cercana costa de Argentina (65 %) y vienen varios fines de semana al mes por períodos promedio de 4 días (según estadísticas de 1994-1997), si la floración dura varias semanas como suele pasar con esta especie, es probable que un porcentaje de turistas que llegan a esta localidad sientan rechazo por el estado de las playas (Intendencia Municipal de Colonia com. pers.).

Con el fin de hacer una estimación preliminar, en el supuesto caso de que un 10 % de los asiduos turistas dejen de venir por el desagradable aspecto del agua en las playas de su preferencia, de los

15000 turistas que arribarían a esta localidad en fines de semana consecutivos, habría una merma de 1500 por desagrado de las playas. Estimando en 400 US\$ el gasto por persona en 4 días de estadía promedio, la pérdida estimada por disminución en el turismo, por la ocurrencia de una floración significativa en la temporada alta de enero da un total de 600.000 US\$.

## **9.2 Impacto del las FAN en el ecosistema**

### **9.2.1 Efectos en el medio**

Las proliferaciones de microalgas son capaces de producir diversos efectos en el medio acuático. Algunas microalgas al alcanzar gran densidad de células por litro, dependiendo de la pigmentación y del tamaño celular, son capaces de producir cambios en la coloración del agua. A estos cambios de color se les denomina discoloraciones. Existen especies que segregan mucus y por ello durante una floración dan al agua un cambio de textura entre gomoso y aceitoso. Otros grupos como las cianofíceas, por producir vesículas gaseosas, son capaces de acumularse en la superficie del agua creando una espuma verde brillante que da el aspecto de pintura grumosa. Los pequeños flagelados producen en determinadas circunstancias grandes capas de espuma blanca en la zona de rompientes.

#### **9.2.1.1 discoloraciones del agua**

Si bien son pocas las especies tóxicas o las que producen efectos nocivos para el hombre u otros organismos vivos, son numerosas las especies que producen cambios en la coloración del agua lo que se denomina discoloraciones. Esto se asocia con el término mareas rojas, con el que vulgarmente se refiere a las FAN pero en la realidad , rara vez son producidas por especies nocivas o tóxicas. Sin embargo la gran biomasa fitoplanctónica que produce la discoloración del agua, suele causar una disminución del contenido de oxígeno en el agua por la propia respiración de los organismos, lo cual en cuerpos de agua cerrados o semi cerrados puede provocar mortandades de otras especies.

En la Tabla 19, se presenta el registro de todas las floraciones de plancton que han producido discoloraciones en las aguas costeras de Uruguay entre 1991 y 1997.

Tabla 19. Discoloraciones del agua, causados por floraciones de plancton en las aguas costeras de Uruguay, entre 1991 y 1997.

Fecha	Localidad	Lugar	Color	T °C	Sal.	Especie	Abundancia (cel.l <sup>-1</sup> )
15/3/91	Piriapolis	Playa	Rojo oscuro	25	28	<i>Gymnodinium sanguineum</i>	18.830.000
24/2/92	P. del Este	Playa	Amarronado	25		<i>Polykrikos schwartzii</i> <i>P. kofoidii</i>	1.000.000
24/2/92	La Paloma	Playa	Marrón	25	25	<i>P. schwartzii</i> <i>P. kofoidii</i>	135.468
1/4/92	La Paloma		Rojo	22,5	25	<i>G. sanguineum</i>	n/d
24/10/92	La Paloma	Puerto	Rosado			<i>Noctiluca scintillans</i>	1.260.000
12/11/92	La Paloma	Playa	Beige	18	27,5	<i>Chaetoceros spp.</i>	n/d
4/12/92	La Paloma	Puerto	Rojo			<i>Noctiluca scintillans</i>	9.600.000
8/1/93	Piriapolis	Playa	Amarronado	21	28	<i>Scrippsiella trochoidea</i>	14.000.000
5/2/93	La Paloma	Playa	Blancuzco con puntos negros	25	32	<i>Chaetoceros spp.</i> , <i>S. costatum</i> , <i>T. erythraeum</i>	n/d
11-17/3/93	La Paloma	Playa	Blancuzco	24,5	31	<i>Chaetoceros spp.</i> , <i>S. costatum</i> , <i>T. mediterranea</i>	n/d
12/3/93	Punta del Este	1MN de la costa	Amarronado			<i>Mesodinium rubrum</i>	2.500.000
25/3/93	Piriápolis	Playa	Marrón	25	18	<i>P. schwartzii</i> <i>P. kofoidii</i>	n/d

28/4/93	P. del Este	Playa	Rojizo	17,8	17	<i>Protoperidinium sp.</i>	n/d
23/9/93	Piriapolis	Playa	Amarronado	13	25	<i>Thalassiothrix sp.</i>	n/d
24/9/93 -14/3/94	Barra del Chuy	Playa	Amarronado	14-23	18 -30	<i>Asterionellopsis glacialis</i>	n/d
27/1/94	Mdeo.	Playa	Verde brillante	23	2	<i>Microcystis aeruginosa</i>	n/d
20-23/2/94	Punta del Este	Puerto y playa	Rojo	24	22,5	<i>Gyrodinium spp.</i> <i>G. catenatum</i>	4x10 <sup>7</sup> 3600
14/5/94	Barra del Chuy	1 MN de la costa	Marrón	19		<i>Prorocentrum scutellum</i>	460.000
30/1/95	La Paloma	Playa	Verde	23.5	29.2	<i>Trichodesmium erythraeum</i>	n/d
2/5/95	La Paloma	Playa	Rojo	18.5	29.1	<i>Mirionecta rubra</i>	n/d
7/8/95	Piriápolis	Playa	Verdoso	11.5	20.4	<i>Prorocentrum minimum</i>	10 <sup>6</sup>
30/1/96			Verde	18		<i>T. erythraeum</i>	n/d
16/8/96	La Paloma		Rojizo	12		<i>Noctiluca scintillans</i>	55.600
30/1/97	Colonia - P.del Este	costa	Verde			<i>M. aeruginosa</i>	n/d

n/d = no determinado

## 9.2.2 Efectos en la biota

### 9.2.2.1 Mortandades masivas

En diciembre de 1994 se registró una mortandad de alrededor de 750.000 almejas (*Mesodesma mactroides*) de 44 mm con un peso promedio por individuo de 12 g lo que equivale a un total de 9 ton. Aunque se tiene información extraoficial de similares mortandades ocurridas en 1989 en esta misma playa (Barra del Chuy) y en 1993 en el sur de Brasil (Odebrecht *et al.*, 1995) y en 1995 en Monte Hermoso, Argentina (35 tons) (Fiori, 1996). Se sospecha que estos episodios de mortandad podrían estar relacionados con floraciones de microalgas aunque no fue posible encontrar un factor común en tales episodios. El valor estimado de esa mortandad en Uruguay basado en el valor de la tonelada de organismos muertos a precio de mercado es de aproximadamente 27.000 US\$.

Es importante mencionar que la mayor parte de estos organismos no llegaban a la talla comercial, por lo cual el peso de estos al alcanzarla, sería mucho mayor y la pérdida proyectada a lo que hubiese llegado a ser el valor de esa biomasa potencial sería mucho mayor.

Aunque se han registrado mortandades masivas de bagres y otros peces en la costa uruguaya, no ha sido posible asociarlas a alguna especie tóxica en el plancton. Un episodio de mortandad masiva de pingüinos ocurrida en 1996 en la costa de Maldonado da lugar a sospechar que pudiera ser provocada por la toxicidad de *Alexandrium tamarense* dado que se produjo simultáneamente con un bloom de este dinoflagelado, aunque el valor ecológico de estas pérdidas es difícilmente calculable.

## **X GESTIÓN DE RECURSOS ANTE FAN**

### **10.1 Competencias institucionales ante FANs**

De acuerdo al Decreto del Poder Ejecutivo N° 149/997 de mayo de 1997, Art. 29° referido al Contralor Sanitario:

“el Instituto Nacional de Pesca, es la única autoridad sanitaria oficial competente de la actividad pesquera para actuar a nivel internacional y expedir los certificados que a tales efectos se requieran”.

“Es el Organismo oficial competente del control de calidad comercial de los productos pesqueros" y “atiende con sus sistemas de control, las normas directrices o recomendaciones emanadas de organismos internacionales (FAO OMS Codes Alimentarius, etc.), con los cuales el país suscriba tratados o adhesiones, las cuales deberán ser validadas, registradas y auditadas por el Organismo”.

Según el Art. 38°, “ en casos de emergencias sanitarias que pudieran provocar afectación a la salud humana por la aparición de “marea roja”, otras floraciones similares, otros organismos potencialmente patógenos o agentes contaminantes en el agua o en especies acuáticas de consumo humano, el INAPE queda facultado para adoptar las medidas de emergencia pertinentes en salvaguardia de la salud pública dando cuenta posteriormente al Poder Ejecutivo y demás organismos públicos competentes en el tema”.

### **10.2 Programa Nacional de Monitoreo de FAN y Toxicidad en Moluscos**

En términos generales, para el diseño de un programa de monitoreo se deben considerar, los parámetros a medir, el lugar y la frecuencia de muestreo ajustándose a los objetivos planteados y las características locales.

Ante la inexistencia de datos anteriores, se consultó a expertos extranjeros para iniciar el Programa Nacional de Monitoreo de Floraciones Algales Nocivas y Toxicidad en Moluscos Bivalvos en Uruguay, como consecuencia del primer episodio tóxico registrado. El mismo se estableció en el área costera de mayor influencia de aguas oceánicas y coincidente con los puntos de explotación de moluscos para consumo humano, el esquema del programa se presenta en la figura 30.

Este Programa ha permitido durante un período de 20 años (1980- 2000) el registro de floraciones y períodos de toxicidad en moluscos bivalvos costeros de diversa magnitud, y el establecimiento de medidas preventivas en los períodos de riesgo para la salud del consumidor. Las especies tóxicas identificadas hasta el presente como responsables de estos episodios de toxicidad en moluscos por VPM son *Gymnodinium catenatum* y *Alexandrium tamarense*. Se ha observado que la primera prolifera frecuentemente en primavera temprana y la segunda en verano-otoño.

El programa está a cargo del Instituto Nacional de Pesca, Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca de Uruguay y se realiza sobre la base de muestreos periódicos de plancton y de moluscos durante todo el año a lo largo de la costa, en las áreas de extracción de moluscos para consumo humano. Las estaciones de muestreo se mantienen fijas en el programa y son Piriápolis, Punta del Este, La Paloma, Punta del Diablo, Barra del Chuy (ver Fig. 1).

Además de las especies tóxicas registradas en aguas uruguayas, el conocimiento de especies potencialmente productoras de toxinas en el área y en la región, justifica el mantenimiento y la ampliación del programa de monitoreo en cooperación con las Intendencias costeras y otras instituciones u organizaciones nacionales, así como los vínculos permanentes con los centros de control en países vecinos.

El INAPE cuenta con la colaboración de otras instituciones nacionales tales como Prefecturas locales (Piriápolis, Punta del Este, La Paloma y Barra del Chuy), y asistencia de la Base Aeronaval Carlos Curbello para el avistamiento de manchas o cambios de color del agua, y se mantiene contacto e información permanente con el Ministerio de Salud Pública y el Centro de Información y Asesoramiento Toxicológico (CIAT).



La continuidad de un programa de monitoreo de esta naturaleza permite la ampliación de las series de datos temporales, que facilitan la descripción, el conocimiento y la interpretación de estos fenómenos y aumenta la capacidad predictiva de los mismos.

El monitoreo consiste en el análisis simultáneo de la toxicidad de los moluscos bivalvos costeros y el plancton en el área de explotación. Si bien la veda se establece según las normas internacionales cuando se detecta una concentración mayor a 80 µg de Saxitoxina equivalente en 100 gramos de pulpa de moluscos (80 µg STX/100g pulpa) (AOAC, 1984) o por la presencia de toxinas diarreicas de moluscos (DSP), una veda precautoria puede establecerse por la detección temprana de un bloom de una especie tóxica o potencialmente tóxica en el área de explotación de moluscos aunque aún no se haya detectado toxicidad.

Además de las especies tóxicas registradas en aguas uruguayas, el conocimiento de especies potencialmente productoras de toxinas en el áreas adyacentes, justifica el mantenimiento y la ampliación del programa de monitoreo en cooperación con las Intendencias costeras y otras instituciones u organizaciones nacionales, así como los vínculos permanentes con los centros de control en países vecinos.

Si bien se han constatado en algunas ocasiones la presencia de VDM, el programa de monitoreo en Uruguay se basa fundamentalmente en el control de VPM. La presencia de VDM se determina solamente cuando se observa en el plancton un incremento de especies potencialmente productoras de estas toxinas.

Durante floraciones de cianobacterias, específicamente de *Microcystis aeruginosa* se ha corroborado la toxicidad de estas, mediante bioensayo en ratón con la colaboración de la Fundación Universidad de Río Grande Brasil y mas recientemente se detectado nuevamente en muestras de un bloom ocurrido analizadas en INAPE con la colaboración de la Facultad de Ciencias de Uruguay.

## PROGRAMA NACIONAL DE MONITOREO DE FLORACIONES ALGALES NOCIVAS Y TOXICIDAD EN MOLUSCOS

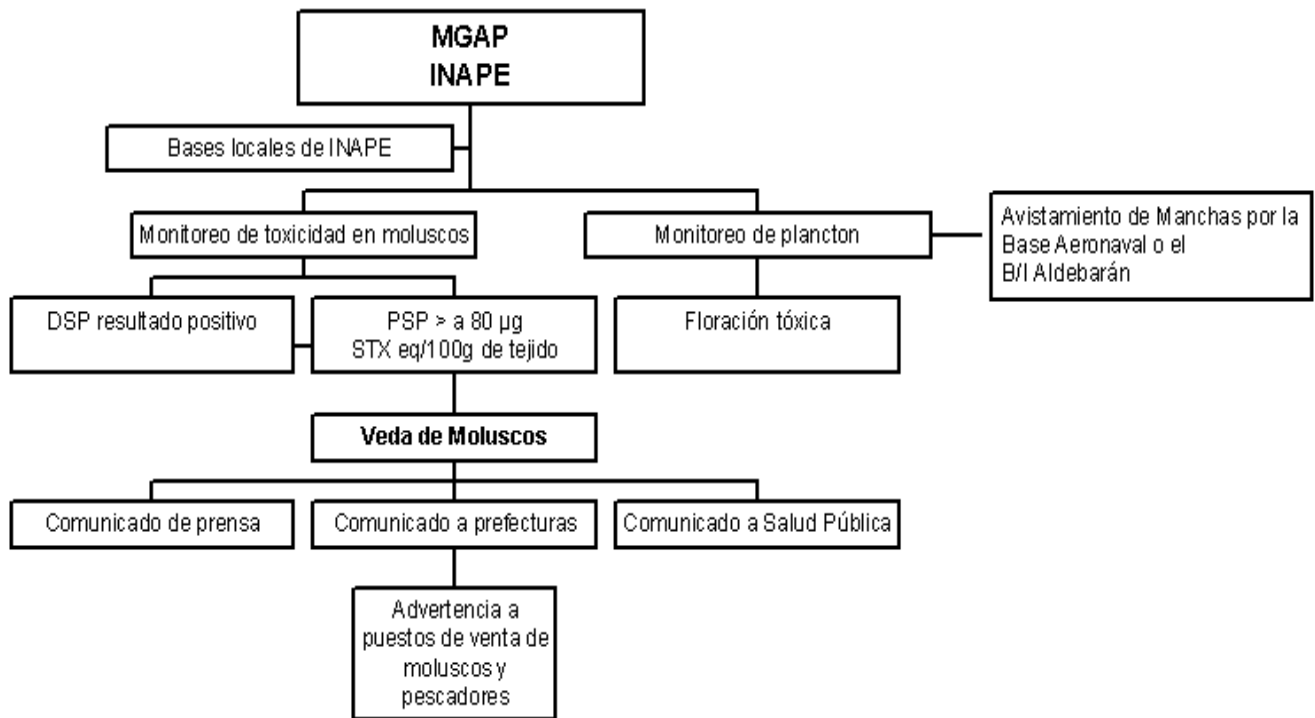


Fig. 30. Esquema del funcionamiento del programa de Monitoreo de FAN y Toxicidad en Moluscos en Uruguay.

Hasta el momento no se realiza en Uruguay de rutina el test de toxicidad para microcystinas. No se ha detectado hasta el momento la transferencia de esas toxinas a los recursos pesqueros por lo cual el mayor riesgo frente a un bloom de cianobacterias es el uso de esa agua para bebida de ganado o del hombre. En este último caso el control es competencia de Obras Sanitarias del Estado (OSE).

### 10.3 Cooperación regional e internacional sobre FAN

La creciente preocupación mundial por los efectos de las floraciones algales nocivas, han llevado a crear ámbitos internacionales en los que se promueve el mejor manejo, la investigación y el control de estos fenómenos naturales. Las FAN como disciplina de investigación surge a partir de la Primera Conferencia Internacional sobre Floraciones de Dinoflagelados Tóxicos que se llevó a cabo en Boston en 1974 (Locicero, 1974), trece años mas tarde se llevó a cabo en Japón, el Primer Simposio Internacional sobre Mareas Rojas en 1987 (Okaichi *et al.*, 1989)

Posteriormente se continuó una larga serie de conferencias internacionales sobre el tema: en Miami, Florida 1978 (Taylor y Selliger, 1979), en St. Andrew, Canadá 1985 (Anderson *et al.*, 1985), en Lund Suecia 1989 (Graneli *et al.*, 1990), en Newport, USA 1991 (Smayda y Shimizu, 1993), en Nantes, Francia 1993 (Lassus *et al.*, 1995), en Sendai, Japón 1995 (Yasumoto *et al.*, 1996), en Vigo, España 1997 (Reguera *et al.*, 1998) y en Hobart, Tasmania 2000.

Los problemas ocasionado por las FAN han sido motivo de encuentro de la comunidad científica internacional y de la creación de numerosos programas de manejo y de investigación. Una iniciativa a nivel internacional es la creación del Panel Intergubernamental COI FAO sobre Floraciones Algales Nocivas (HABP), constituido en la 16<sup>a</sup> Asamblea de la COI (Comisión Oceanográfica Intergubernamental) de la UNESCO (Organización de Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura). El panel se mantiene activo a través de sesiones periódicas que permiten la actualización de información y planificación de actividades. La primera Sesión del Panel COI FAO sobre Floraciones Algales Nocivas se llevó a cabo en París en Junio de 1992.

Posteriormente en marzo de 1993 en la 17<sup>a</sup> Asamblea de la COI fue aprobado el Plan del Programa sobre Floraciones Algales Nocivas. Este Programa centra sus actividades fundamentalmente en torno a los Grupos de Trabajo organizados por regiones o por diferentes temáticas y en los 2 Centros Científicos y de Comunicación sobre FAN situados en Vigo y Copenhagen. Ambos centros así como los Grupos de Trabajo regionales organizan cursos de entrenamiento cuyos participantes cuentan con el apoyo de la COI UNESCO.

Entre la comunidad científica regional, se creó en 1994 con el auspicio de la COI UNESCO el Grupo de Trabajo COI-FANSA durante el Primer Taller de Planificación Científica sobre Floraciones Algales Nocivas en Sudamérica, en Montevideo 1994 (COI Informes de Reuniones de Trabajo N° 101). Este grupo de trabajo regional celebró desde entonces reuniones de trabajo periódicas. Los siguientes talleres del Grupo de Trabajo COI FANSA se realizaron en: Mar del Plata, Argentina en 1995 (COI Inf. Reuniones de Trabajo N° 123), Punta Arenas, Chile 1997 (COI Inf. Reuniones de Trabajo N° 231) y en Río Grande, Brasil 2000.

Esto ha permitido la transferencia de información, la capacitación de expertos y el establecimiento de programas de investigación y control con cooperación de países de la región.

Ante la ocurrencia de una floración algal nociva y/o de la detección de toxicidad en moluscos se alerta también a los países vecinos a través de los puntos de contacto establecidos en cada país en el marco de un Grupo de Trabajo Regional sobre Floraciones Algales Nocivas (COI FANSA). Los puntos de contacto en la actualidad en los países con costas al Atlántico son: el Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP) en Argentina, la Fundación Universidad de Río Grande en Brasil, y el Instituto Nacional de Pesca (INAPE) de Uruguay.

El contacto y el intercambio de información entre la comunidad científica y académica a nivel regional e internacional favorece a la población por la mitigación de los efectos nocivos de las FAN.

## 10.4 Instrumentos de gestión de recursos bentónicos

La gestión ambiental adecuada, es la actuación del hombre para conservar o mejorar los sistemas ambientales tomando en cuenta, el marco jurídico y los beneficios sociales y económicos de la explotación de los recursos. Se consideran instrumentos de gestión de los recursos bentónicos aquellos elementos claves para la toma de decisiones, que deberían incluirse en un sistema experto, cuya información actualizada fluya a través de la red informática actualmente en funcionamiento en el Instituto Nacional de Pesca.

Se incluyen los principales factores referidos a la investigación que sustenta la información sobre la existencia de los recursos y los riesgos de ser afectados por floraciones algales nocivas u otros elementos contaminantes, al control de la explotación para conservación de los recursos, la normativa vigente sobre la explotación y el control de toxicidad en los recursos, el control de calidad de los productos para protección del consumidor y la evaluación socio-económica que justifica la gestión teniendo en cuenta los beneficios económicos de la explotación de estos recursos y la población que vive de ellos (Fig. 31).

Dada la multiplicidad de factores que deben tomarse en cuenta en una gestión integrada de los recursos bentónicos, se presentan a continuación los aspectos fundamentales de cada uno de ellos.

### 10.4.1 Aspectos socio-económicos

En términos generales la gestión de recursos bentónicos se enmarca dentro de las actividades relativas a la administración pesquera. La administración de pesquerías no solo apunta a objetivos biológicos sino también y fundamentalmente sociales y económicos. La administración de las capturas, al contrario que en la acuicultura, está dirigida a las personas, no a los recursos. No pudiendo regular los factores naturales que condicionan la reproducción, el crecimiento y la mortandad de los recursos pesqueros, las normas de regulación y gestión se aplican a los pescadores, la comunidad que vive de estos recursos (Jentoft y McCay, 1995).

La gestión por lo tanto según los mismos autores tiene varias implicancias: a) no hay soluciones tecnológicas únicas pues lo que biológicamente es correcto puede ser económica o socialmente perjudicial; b) la administración pesquera debe considerar conflictos de intereses; c) es necesario un conocimiento multidisciplinario para una efectiva gestión y administración de recursos, complementando la información biológica con la social y económica.

Se ha dedicado especial atención en el capítulo VII del presente trabajo al nivel de explotación de los recursos bentónicos incluyendo las capturas de las diversas especies, el valor de las mismas y los pescadores dedicados a esa actividad.

#### **10.4.2 Control de la explotación: aspectos biológicos y administrativos**

Los recursos pesqueros y entre ellos los bentónicos, son recursos acuáticos vivos formados por un conjunto de individuos agrupados en poblaciones y unidades de stocks. La renovabilidad de estos stocks depende de la capacidad de estos individuos de crecer, reproducirse y morir. Asociado a este concepto de stock existe un componente de distribución espacial, que incorpora el concepto de migración como variable explicativa de los cambios temporales (Ricker, 1975; Gulland, 1983 y Yáñez-Arancibia y Sánchez-Gil, 1988).

La dinámica de las poblaciones, la intensidad y frecuencia de nacimientos, crecimiento, reproducción, mortalidad y migración dependen a su vez de condiciones ambientales como temperatura, alimento y protección. Estas condiciones son constantemente alteradas por causas naturales (clima, competidores y predadores) y por la acción del hombre (pesca, contaminación y degradación) (Odum, 1986, Yáñez-Arancibia, 1986; Yáñez-Arancibia y Sánchez-Gil, 1988).

La falta de definición de derechos de uso/propiedad de los recursos, provoca un crecimiento de la actividad pesquera no consistente con el de los recursos. Por otra parte la limitada renovabilidad de los stock hace que se sobrepase la capacidad productiva de estos.



Fig. 31. Diseño de un sistema experto sobre los instrumentos de gestión de recursos bentónicos.

Las medidas de regulación que usualmente toman el Estado pueden ser: a) indirectas cuando se controla el esfuerzo (número de pescadores, tamaño de las embarcaciones y tipo de artes de pesca); o b) directas cuando limitan la captura máxima permisible. Ambos tipos de medidas

presentan ventajas y desventajas (Venegas, 1977), que no son objeto de discusión en el presente trabajo.

En teoría para alcanzar objetivos de explotación y conservación de los recursos, se aplican medidas que consideran los recursos como un capital natural y apuntan a la asignación de derechos de uso/propiedad sobre los mismos (asignando cuotas individuales de captura total permisible) o sobre áreas de pesca.

Lo fundamental es lograr un tipo de regulación o gestión de los recursos que sea aceptada por los actores de esta actividad a través de un esquema de administración que considere las limitaciones de los recursos y las necesidades e intereses de los pescadores (Ferrari y Méndez, 1997).

La gestión adecuada de los recursos bentónicos (mejillón berberecho, almeja, caracol etc.) pretende asegurar la conservación de los mismos mediante una explotación controlada, en beneficio de la comunidad de pescadores y consumidores.

#### **10.4.3 Control de calidad**

Como se ha mencionado anteriormente (ver 10.1) una de las competencias institucionales del INAPE es garantizar a la población en general, la calidad de los productos pesqueros. Por esta razón se considera un elemento básico en la gestión de los recursos, lo que respecta a las medidas de control sanitario y de control de toxinas producidas por floraciones algales.

Las metodologías de determinación de toxicidad y toxinas producidas por microalgas tóxicas, se detallan en punto 6.3.



#### 10.4.4 Normativas

##### 10.4.4.1 Reglamentación actual para la conservación y explotación de los recursos bentónicos

Actualmente existen en Uruguay varias medidas reguladoras de las pesquerías de moluscos, especialmente para el caso de *Zidona dufresnei*, *Mytilus edulis* y *Mesodesma mactroides*. A continuación se presenta el texto vigente de dichas medidas reguladoras para cada especie.

###### 10.4.4.1.A Caracol fino (*Zidona Dufresnei*):

“Con fecha 2 de julio de 1998 el INAPE emite la resolución 188/98 con respecto a :

1- Tallas y pesos mínimos de desembarque:

-Longitud total de la concha (longitud mayor de la concha en sentido antero posterior): 15cm.

-Abertura de la concha (longitud media desde el puente sutural hasta la escotadura): 10.5cm

-Peso total de caracol entero: 200 g

-Peso del pie: 90 g.

2- No incorporación de más unidades de pesca a la pesquería, ni incremento de los volúmenes actuales de desembarque (declaración de pesquería plenamente explotada).

3- Se sugieren una serie de recomendaciones cuya instrumentación se está poniendo en práctica:

-Realización de investigaciones a bordo en cruceros de buques de pesca comercial y de investigación), sobre la distribución y abundancia de *Z. dufresnei*, la biología reproductiva, la edad y crecimiento, descarte y sobrevivencia, selectividad de los artes de pesca.

-Incremento de los muestreos biológicos de desembarque incluyendo los puertos de Punta del Este y Montevideo.

-Mejorar la colecta de información en las Planillas de control de descarga" y en los "partes de pesca" entregados por la flota.

-Establecer tallas mínimas de las otras especies que conforman esta pesquería multiespecífica (lenguado, angelito, gatuzo).”

#### 10.4.4.1.B Almeja amarilla (*Mesodesma mactroides*):

“Decreto 465/995. Prorrógase por determinado período la prohibición de extracción de almeja amarilla en el litoral desde "La Coronilla" hasta la "Barra del Chuy", Departamento de Rocha (3100\*R).

Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca

Montevideo, 27 de diciembre de 1995

Visto: el decreto N° 554/994, del 20 de diciembre de 1994, por el cual se prorrogó la prohibición de extracción de almeja amarilla (*Mesodesma mactroides*), hasta el 30 de noviembre de 1995;

Resultando:

I) la adopción de la medida indicada fue motivada por la drástica disminución de la existencia del citado recurso en el área comprendida entre "La Coronilla" y "Barra del Chuy", departamento de Rocha, con el fin de posibilitar la recuperación del stock en sus parámetros normales;

II) al finalizar la citada prórroga se comprobó que la situación ha permanecido incambiada, no registrándose recuperación en las existencias de almeja amarilla (*Mesodesma mactroides*), habiéndose por el contrario detectado una importante mortalidad natural de la especie;

III) el Instituto Nacional de Pesca, atendiendo a lo informado por la División Evaluación de Pesquerías, sugirió una nueva prórroga de la veda de extracción comercial del recurso hasta el 30 de noviembre de 1996.

Considerando necesario extender el período de veda señalada en la forma sugerida, a efectos de propiciar una recuperación adecuada del stock a su nivel normal;

Atento: a lo dispuesto en los Arts. 7 y 15 de la ley N° 13.833, de 29 de diciembre de 1969, decreto-ley N° 14.484, de 18 de diciembre de 1975, decreto N° 711/971 y a lo propuesto e informado por el Instituto Nacional de Pesca sobre el particular,

El Presidente de la República

DECRETA:

Artículo 1°.-Prorrógase hasta el 30 de noviembre de 1996. la prohibición de extracción de almeja (*Mesodesma mactroides*), en el litoral que se extiende desde "La Coronilla" hasta "Barra del Chuy", departamento de Rocha, la que fuera dispuesta por el decreto del Poder Ejecutivo N° 470/993, de fecha 27 de octubre de 1993, con los alcances previstos en el Art. 17 de la ley N° 13.833, de 29 de diciembre de 1969.

Art. 2°.- El presente decreto entrará en vigencia a partir de su publicación en dos diarios de circulación nacional.

Art.º.- Comuníquese, etc. SANGUINETTI- CARLOS GASPARRI”

Este recurso aún no ha sido liberado a la explotación y continúa aplicándose la reglamentación citada.

**10.4.4.1.C Mejillón azul (*Mytilus edulis*):**

“Decreto 242/990.- Prohíbe la extracción comercial de mejillón a partir de la línea de pleamar y circundante de Punta del Este y Punta del Chileno en el Departamento de Maldonado.

Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca

Ministerio de defensa Nacional

Montevideo 30 de mayo de 1990.

Visto el estado de explotación de los bancos de mejillón de la zona Este de la República.

Resultando: los estudios y conclusiones sobre las condiciones actuales de la especie *Mytilus edulis platensis*, en las áreas de la Bahía de Maldonado, Isla de Lobos y Punta Ballena, que señalan una pesca excesiva, que ha incidido en la abundancia del recurso y en los tamaños comerciales del mismo.

Considerando conveniente la adopción de medidas de preservación, de modo de tutelar la especie y regular una explotación racional.

Atento: a lo establecido en los artículos 7° 15 y 23 de la ley 13.833, de 29 de diciembre de 1969, y a lo informado por el Instituto Nacional de Pesca,

El Presidente de la República

DECRETA:

Artículo. 1ª.- Prohíbese con los alcances previstos en el artículo 17 de la ley 13.833, de 29 de diciembre de 1969, la extracción comercial de Mejillón (*Mytilus edulis platensis*), en un área acuática de 500 metros, contados a partir de la línea de pleamar y circundante de la Península de Punta del Este y Punta del Chileno del departamento de Maldonado.

Art.2°.- Prohíbese con los alcances previstos en el artículo 17 de la ley 13.833, de 29 diciembre de 1969, entre el 1° de mayo al 30 de noviembre de cada año, la extracción comercial de Mejillón (*Mytilus edulis platensis*) en la zona de Isla de Lobos, y , entre el 1° de marzo al 30 de setiembre de cada año, en la Isla Gorriti.

La Prefectura Nacional Naval no autorizará el despacho de buques mejilloneros a esas áreas.”

Art. 3°.- Limitase el número de embarcaciones facultadas para la extracción comercial de Mejillón (*Mytilus edulis platensis*), en las áreas acuáticas adyacentes a Punta del Este y Punta del Chileno, a las que a la fecha de vigencia del presente decreto acrediten debidamente el haber tenido como Puerto Base el de Punta del Este y contar con la habilitación específica para la pesca de Mejillón.

Art. 4°.- Establécese como talla mínima de extracción y desembarque del mejillón (*Mytilus edulis platensis*), en toda el área acuática de su distribución, la de 40 mm. de longitud total de valva, quedando prohibidas dichas operaciones, con los alcances previstos en el artículo 17 de la ley 13.833, de 29 de diciembre de 1969, para ejemplares inferiores a esas dimensiones.

Art.5°.- El Instituto Nacional de Pesca llevará un registro específico para los Permisos de Pesca de Mejillón, y dejará constancia especial en el documento que se expida de la habilitación para realizar dicha pesca.

Art.6°.- Comuníquese, etc. LACALLE HERRERA.- ALVARO RAMOS.- MARIANO BRITO

Recientemente los técnicos del INAPE han efectuado una serie de recomendaciones acerca de la ordenación de la pesquería de mejillón, que incluyen:

la limitación de permisos de pesca a las barcas que han operado históricamente en el área, regulación del esfuerzo en base a la embarcación y la plataforma de operación, implementar un

sistema de subrogación de embarcaciones y de buzos, limitando el número de buzos, establecer cupos máximos de captura diarios por buzo (150 kg ) o por embarcación (450 kg), estudiar la posibilidad de asignar cupos diferenciados por temporada (mayores en verano y menores el resto del año), crear un permiso de pesca para buzo mejillonero, modificar el parte de pesca (incluyendo nombre del buzo, captura, destino y zona de extracción), fiscalización de las medidas y planificar actividades de cultivo y repoblamiento para mejorar el stock y crear fuentes de trabajo (Defeo y Riestra, 2000).

#### **10.4.4.2 Normas internacionales sobre límites de toxinas admitidos en productos pesqueros:**

Dado que Uruguay no posee normativas propias en lo referente a las toxinas producidas por microalgas, se rige por las normas internacionales, cuyo resumen se presenta a a continuación (Shumway *et al.*, 1995).

#### **PSP Veneno Paralizante de Moluscos**

Si bien existen algunas diferencias entre las legislaciones entre diferentes países, hasta la fecha el bioensayo en ratón AOAC (1984) es el método de detección aceptado por la United States Food and Drug Administration y los miembros del acuerdo Nssp/ISSC que tienen como límite de toxicidad en moluscos  $400 \text{ MU } 100\text{g}^{-1}$  (lo que corresponde a  $80 \text{ } \mu\text{g STXeq./100 g}$  de pulpa).

La Unión Europea armonizó recientemente a  $80 \text{ } \mu\text{g PSP/100g}$  de molusco fresco (Council of European Communities, 1991). La tolerancia de  $80\mu\text{g total PSP/100g}$  de molusco asegura que ningún componente individual como la saxitoxina (STX) exceden los  $30 \text{ } \mu\text{g/100g}$  de molusco. Por lo cual algunos países que siguen la directiva de la Unión Europea (Alemania, Italia y Holanda), bajaron los límites a  $40 \text{ } \mu\text{g/100g}$ .

### **DSP Veneno Diarreico de Moluscos**

Las nuevas regulaciones de la Unión Europea (Council of European Communities, 1991) establecen que los métodos de análisis biológicos no deberían dar resultados positivos para las partes de moluscos consumibles (ya sea el cuerpo entero o las partes por separado).

La reciente certificación de soluciones calibradas de ácido okadaico (OACS1) y pulpa de molusco como material de referencia para toxinas DSP (MUS-2) por el National Research Council of Canada, posibilita la estandarización de métodos de detección de toxinas DSP en todo el mundo.

### **ASP Veneno Amnésico de Moluscos**

Los países que tienen reglamentaciones con respecto al Veneno Amnésico de Moluscos (ASP) tienen un límite de 2mg/100g de producto. El National Research Council of Canada, ha desarrollado soluciones calibradas certificadas de ácido domoico (DACS-1B).

### **NSP Brevetoxinas**

Los países que actualmente padecen de estas toxinas (Estados Unidos y Nueva Zelanda), consideran que el límite admitido es cero lo que equivale a indetectable por bioensayo en ratón.

#### **10.4.5 Investigación**

La investigación aplicada a la gestión de recursos pesqueros y a factores que afecten sus poblaciones o su calidad, constituyen una de las principales fuentes de información para la toma de decisiones en el seguimiento de las pesquerías. La investigación dedicada a los recursos bentónicos así como a las microalgas tóxicas en Uruguay ha sido producto de esfuerzos

puntuales, proyectos o intereses científicos particulares, por lo cual la información se encuentra en muchos casos discontinuada. Dada la multiplicidad de factores biológicos y ambientales que influyen en las pesquerías, las limitaciones económicas y la necesidad de información para la definición de políticas de administración de recursos, es que se considera fundamental la definición de futuras líneas de investigación. Los programas de investigación de interés académico, generalmente tienden a ser muy prolongados y brindar escasos resultados aplicables. Por ello la planificación adecuada, de desarrollo de líneas de investigación convergentes y transdisciplinarias es una herramienta fundamental para apoyo de la gestión de recursos pesqueros, de recursos naturales en general y de gestión ambiental, permitiendo alcanzar objetivos específicos en un tiempo razonable.

## **10.5 Discusión general**

La creación de un sistema experto de información sobre la gestión de recursos bentónicos promueve el enfoque multidisciplinario para la toma de decisiones apuntando a la conservación de los ecosistemas como capital natural.

La conservación de los recursos es posible si se considera la capacidad de carga de los ecosistemas, lo que equivale a decir la capacidad de resistir y responder a las perturbaciones ocasionadas por el hombre. La idea de conservación consiste en no perder el capital natural, realizando la explotación racional de los recursos naturales.

La gestión de recursos bentónicos implica el establecimiento de medidas para la explotación controlada de los mismos y promover el desarrollo de las pesquerías con el menor costo ambiental posible a fin de conservar los recursos. Para ello es importante la visión de gestión integrada de los recursos naturales y fundamentalmente de las áreas de mayor conflicto de intereses.

La zona costera es sin duda el área donde convergen mayor diversidad de intereses sobre los recursos naturales y por tanto, la información procedente de la investigación del sistema natural



conjuntamente con el sistema económico y social, constituyen las bases más sólidas sobre las que deberían tomarse las decisiones de gestión ambiental. Basándose en el concepto de gestión integrada, se han efectuado algunas recomendaciones para la costa uruguaya del Río de la Plata (Martínez y Fournier, 1998) y se están realizando en el país las primeras experiencias piloto sobre su aplicabilidad a casos concretos.

Un aspecto clave en la gestión es promover la confianza entre el sector social y el académico o científico. Para ello es imprescindible actualizar y difundir la información hacia la comunidad, sobre el avance del conocimiento, las medidas de control y monitoreo lo cual aumentará la credibilidad de la población y la efectividad de las medidas precautorias.

La mayor parte de los resultados que se presentan en este trabajo sobre la investigación realizada sobre floraciones algales nocivas tiene aspectos que son fácilmente aplicables en la medida que aumentan notablemente la capacidad de predicción de estos fenómenos.

La descripción de las condiciones ambientales en que se produjeron las floraciones de las diferentes especies tóxicas registradas hasta el momento y el conocimiento de la época más probable de aparición de estas, son datos que facilitan enormemente la tarea de monitoreo y previenen al administrador de recursos bentónicos, de los riesgos potenciales tanto en lo que respecta a áreas geográficas como a épocas del año.

A modo de ejemplo algunos datos interesantes para considerar respecto a las microalgas asociadas a la producción de Veneno Diarreico de Moluscos en Uruguay indican que la especie *D. acuminata* se ha registrado en concentraciones mayores en aquellos lugares de la costa cuyo rango de salinidad y temperatura es mas restringido. Por ello en Piriápolis, donde se producen grandes variaciones de salinidad, es menos probable que prolifere esta especie.

Por otra parte respecto a las especies productoras de Veneno Paralizante de Moluscos, conocer que en Uruguay las abundancias mayores de *Gymnodinium catenatum*, se registran en un ambiente caracterizado por un rango de temperatura entre 17 y 25° C, mientras que *Alexandrium tamarense* ha

proliferado entre 11 y 14 °C, nos brinda una posibilidad de predicción de momentos críticos cuando debería intensificarse en control de plancton en nuestro país.

Dado que esas condiciones de temperatura del agua solamente se producen en determinadas épocas del año, es posible decir que *Gymnodinium catenatum* es una especie que prolifera normalmente en los meses de verano y principios de otoño, y *A. tamarense* en fines de invierno y primavera.

La época estival es la más riesgosa por la aparición de floraciones tóxicas, pues es justamente cuando se consume mayor cantidad de moluscos en Uruguay, debido a que constituye uno de los platos típicos para la gran cantidad de turistas que visitan estas costas.

Los resultados sugieren que *A. tamarense* es una especie cuya proliferación dependería principalmente de la advección por las corrientes frías del sur y de la hidrodinámica del Río de la Plata.

Siendo la zona costera un área de escasa profundidad (10-15 m), el viento jugaría dos roles importantes en la dinámica de *G. catenatum*:

- a) el primero es el transporte, acumulación y disgregación del florecimiento dado que se trata de una especie con capacidad de formar cadenas que le permiten mantenerse en flotación en los primeros metros de profundidad y
- b) el segundo es la resuspensión de los quistes por efecto del oleaje que permitiría el ingreso de los mismos a las capas superficiales del agua donde las condiciones de luz y temperatura en la temporada estival serían propicias para su desenquistamiento e inicio de nuevas floraciones tóxicas.

Si bien se han registrado quistes similares a los de *G. catenatum* pero de tallas menores, el conocimiento actual sobre la taxonomía, la toxicidad de estos y sus estados vegetativos, es limitado. Esta información sería de gran aplicabilidad en el programa de monitoreo existente en el país.

El Programa Nacional de Monitoreo de Floraciones Algales Nocivas y Toxicidad en Moluscos Bivalvos ha permitido prevenir intoxicaciones, conocer las principales especies de microalgas tóxicas y realizar investigaciones complementarias para mejorar la capacidad predictiva de estos episodios. Se ha corroborado la capacidad de algunas especies, de producir toxinas, no obstante existen muchas incertidumbres sobre la toxicidad de otras especies que viven en el área y que podrían proliferar ante situaciones ambientales favorables. Para ello es necesario ampliar las líneas de investigación actuales.

Los resultados de la investigación deberían retroalimentar continuamente el sistema experto propuesto para permitir la gestión mas apropiada de los recursos.

Para realizar una adecuada gestión de recursos pesqueros y específicamente de recursos bentónicos, se deberán contemplar una multiplicidad de aspectos, económicos, sociales biológicos y normativos. Esto permitirá estimar las implicancias sociales y económicas de las medidas que se tomen para la conservación de los recursos y del consumidor.

En muchos casos se han presentado datos parciales o estimaciones primarias de acuerdo a la información que se posee hasta el momento pero se considera que este trabajo es un punto de partida para trabajos trans-disciplinarios que brindarían sin duda una valiosa perspectiva a la gestión de recursos y las problemáticas ambientales y socio-económicas.

**XI REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Anderson, D. M. 1989. Toxic algal blooms and red tides: A global perspective. En: Red Tides: Biology, Environmental Science and Toxicology, T. Okaichi, D. M. Anderson y T Nemoto (eds.), Elsevier Science Publishing Co, New York, pp. 11-16.

Anderson, D.M., A.W. White y D.G. Baden (eds.). 1985. Toxic Dinoflagellates, Elsevier, New York, 561 pp.

Anderson, D.M., D.M. Jacobson, I. Bravo y J.H. Wrenn. 1988. The unique, microreticulate cyst of the naked dinoflagellate *Gymnodinium catenatum*. *J. Phycol.* 24: 255-262.

Anderson, D.M., Y. Fukuyo y K. Matsuoka. 1995. Cyst methodologies. Hallegraeff, G.M., D.M. Anderson y A.D. Cembella (eds.). En: Manual on Harmful Marine Microalgae IOC Manual Guides N° 33. UNESCO, París, pp. 229-249.

Akselman, R. 1994. Especies fitoplanctónicas toxigénicas o potencialmente nocivas en el mar Argentino. COI-Taller de Planificación Científica sobre Floraciones Algales Nocivas. Workshop Report N° 101, pp. 2-4.

Arena, G., V. Scarabino, O. Defeo, A. Masello, C. Layerle, F. Niggemeyer, G. Riestra y G. Mantero. 1988. Programa de investigación del mejillón *Mytilus edulis platensis* en las costas del Departamento de Maldonado, Uruguay. Primer informe semestral, período febrero agosto 1988. Proyecto URU/87/008. PNUD-INAPE. Montevideo, 110 pp.

Arena, G., L. Barea, G. Beathyate, Y. Marin, C. Barreiro, D. Barreiro y J. Chocca. 1993. Experiencias de pesca de lenguado (*Paralichthys* spp.) con redes gemelas de baja apertura vertical. Inf. Téc. N° 42. INAPE. Montevideo.

Aston, S.R. y R. Chiester. 1976. Estuarine sedimentary processes in Estuary Chemistry (En: Boschi, 1988) pp. 52-73.

Balech, E. 1964. El plancton de Mar del Plata durante el período 1961-1962. Bol. Inst. Biol. Mar. Univ. Nac. Buenos Aires, Mar del Plata, 4: 1-49.

Balech, E. 1988. Los dinoflagelados del Atlántico Sudoccidental. Publ. Espec. Inst. Esp. Oceanogr. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid, 310 pp.

Balech, E. 1995. The genus *Alexandrium* Halim (Dinoflagellata). Publ. Sherkin Island. Marine Station, Ireland, 151 pp.

Biblia. 1950. El éxodo, Ediciones Paulinas, 2ª ed., Buenos Aires, pp. 66-105.

Blackburn, S.I., G.M. Hallegraeff y C.J. Bolch. 1989. Vegetative reproduction and sexual life cycle of the toxic dinoflagellate *Gymnodinium catenatum* from Tasmania, Australia. *J. Phycol.* 25: 577-590.

Bolch, C.J. S., A.P. Negry y G.M. Hallegraeff. 1999. *Gymnodinium microreticulatum* sp. Nov. (Dinophyceae): a naked, microreticulate cyst-producing dinoflagellate, distinct from *Gymnodinium catenatum* and *Gymnodinium nolleri*. *Phycologia*. 38(4): 301-313.

Boltovskoy, D. 1981. Masas de agua en el Atlántico Sudoccidental. En: Boltovskoy, D. (ed.) Atlas de zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino. Pub. Esp. INIDEP, Mar del Plata, pp. 227-237.

Bravo, I. 1986. Germinación de quistes, cultivo y enquistamiento de *Gymnodinium catenatum* Graham. *Inv. Pesq.* 50: 313-321.

Bravo, I., y D.M. Anderson. 1994. The effects of temperature, growth medium and darkness on excystment and growth of the toxic dinoflagellate *Gymnodinium catenatum* from northwest Spain. *J. Plankton Res.* 16: 513-525

Brazeiro, A., S.M. Méndez, y G. Ferrari. 1993. Florecimientos tóxicos de *Gymnodinium catenatum* en Uruguay. Res. Décimo Simposio Científico Tecnológico de la CTMFM. Montevideo, pp. 13.

Brazeiro, A., S.M. Méndez y G. Ferrari. 1997. First toxic bloom of *Alexandrium tamarense* in Uruguay: Associated environmental factors. Rev. Atlántica, Río Grande, 19: 19-29.

Burone, F. S. 1984. Estudio taxonómico de las Bacillariophyceae de la Bahía de Maldonado (República Oriental del Uruguay). Tesis Facultad de Humanidades y Ciencias, Universidad de la República, Montevideo, 227 pp.

Carmichael, W.W. 1995. Cyanobacterial toxins. Hallegraeff, G.M., D.M. Anderson y A.D. Cembella (eds.). En: Manual on Harmful Marine Microalgae. IOC Manual Guides N° 33. UNESCO, Paris, pp. 163-179.

CARP-SIHN-SOHMA. 1990. Estudio para la evaluación de la contaminación en el Río de la Plata. Informe de Avance. Comisión Administradora del Río de la Plata, Buenos Aires, 422 pp.

CARP-INIDEP-INAPE. 1990. Relevamiento de los recursos pesqueros del Río de la Plata Superior. Comisión Administradora del Río de la Plata, Buenos Aires, 124 pp.

Carreto J.I., R. Negri y H.R Benavides. 1986. Algunas características del florecimiento del fitoplancton en el frente del Río de la Plata. Mar del Plata. Rev. Invest. Des. Pesq. N° 5: 7-29.

Carreto J.I., H.R Benavides, R. Negri y P.D. Glorioso. 1986. Toxic red tide in the Argentine Sea. Phytoplankton distribution and survival of the toxic dinoflagellate *Gonyaulax excavata* in the frontal area. *Journal of Plankton Res.*, IRL Press Limited, Oxford, England, 8 (1): 15-28.

Carreto, J. I., N. Montoya, A.D. Cucchi Colleoni y R. Akselman. 1998. *Alexandrium tamarense* blooms and shellfish toxicity in the Argentine Sea: a retrospective view. En: Harmful algae. Reguera, B., J. Blanco, M.L. Fernández y T. Wyatt (eds.). Xunta de Galicia and Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO, París, pp. 131-134.

Claparède, E. y J. Lachmann. 1858-59. Etude sur les infusoires et les rhizopodes. Mém. Inst. Genevois, T. V-VI: 489 pp.

Council of European Communities. 1992. Council decision on reference laboratories for the monitoring of marine biotoxins. COM(92) 551 final 16 December 1992. Bruselas, 6 pp.

COI. 1994. Taller Regional de Planificación Científica sobre Floraciones Algales Nocivas en Sudamérica. Comisión Oceanográfica Intergubernamental. Informe de Reuniones de Trabajo N° 101. París, 47 pp.

COI. 1992. Primera Reunión del Panel Intergubernamental COI-FAO sobre Floraciones Algales Nocivas. Comisión Oceanográfica Intergubernamental, Informes de los Órganos rectores y de los Órganos Subsidiarios principales. N° 44. UNESCO, París, 15 pp.

COI-FAO. 1993. Segunda Reunión del Panel Intergubernamental COI-FAO sobre Floraciones Algales Nocivas. Comisión Oceanográfica Intergubernamental, Informes de los Órganos Rectores y de los Órganos Subsidiarios principales. N° 54. UNESCO, París, 17 pp.

COI-FAO. 1995. Tercera Reunión del Panel Intergubernamental COI-FAO sobre Floraciones Algales Nocivas. Comisión Oceanográfica Intergubernamental, Informes de los Órganos Rectores y de los Órganos Subsidiarios principales. N° 63. UNESCO, París, 25 pp.

COI. 1995. Segundo Taller Regional de Planificación Científica sobre Floraciones Algales Nocivas en Sudamérica. Comisión Oceanográfica Intergubernamental. Informe de Reuniones de Trabajo N° 123, París, 15 pp.

COI. 1997. Tercer Taller Regional de Planificación Científica sobre Floraciones Algales Nocivas en Sudamérica. Comisión Oceanográfica Intergubernamental. Informe de Reuniones de Trabajo N° 132, París, 11 pp.

Corrales, R. A., C. Gonzalez y R. Roman. 1996. *Gymnodinium catenatum* bloom: first record for Manila Bay, Philippines. [Phycotoxins@biome.bio.dfo.ca](mailto:Phycotoxins@biome.bio.dfo.ca), 15 March 1996.

Dahl, E., T. Aune y B. Aase. 1996. Reddish water due to mass occurrence of *Dinophysis* spp. En: Harmful and Toxic Algal Blooms. T. Yasumoto, Y. Oshima and Y. Fukuyo (eds.) Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO, París, pp. 265-267.

Davison, P. y D. Medina. 1982. Control de la toxina parálitica de los moluscos en el Uruguay. 3<sup>er</sup>. Congreso Nacional de Veterinaria, Montevideo.

Davison, P. y C. M. Yentsch. 1985. Occurrence of toxic dinoflagellate and shellfish toxic along coast Uruguayan, South America. En: Toxic Dinoflagellates, Elsevier Science Publishing Co., Inc., Anderson, White y Baden (eds.). pp. 153-158.

Davison, P. y D. Medina. 1986. D. Control de la Toxina Paralizante de los Moluscos en el Uruguay. FAO FI 811/RLAC/37, Chile, pp. 157-174.

De León, L. 1999. Floraciones tóxicas de la cianobacteria *Microcystis aeruginosa* Kützing en el Río de la Plata. Res. Decimocuarto Simposio Científico-Tecnológico de la CTMFM. Montevideo, pp. 61-62.

Defeo, O., E. Jaramillo y A. Lyonnet. 1992. Community structure and intertidal zonation of the macroinfauna on the Atlantic coast of Uruguay. *Journal of Coastal Research* 8(4):830-839.

Defeo, O. y G. Riestra. 2000. El mejillón *Mytilus edulis platensis* en costas del departamento de Maldonado: propuesta para la ordenación de la pesquería. En: recursos pesqueros no tradicionales: moluscos bentónicos marinos. Proyecto URU/92/003, Montevideo, pp. 58-72.

Domaneschi, O. y L. Penna-Neme. 1985. Familia Volutidae Rafinesque, 1815 Informativo Sociedade Brasileira de Malacología, 87: 9-12 y 88:9-12.



Estrada, M., F.J. Sánchez y S. Fraga. 1984. *Gymnodinium catenatum* (Graham) en las Rías Gallegas (NO de España). *Inv. Pesq.* 48: 31-40.

Fabiano, G., O. Santana, G. Riestra y R. Foti. 1998. Consideraciones sobre la pesquería del caracol fino (*Zidona dufresnei*) en el Uruguay. Período 1995-1998. Informe del proyecto URU/92/003 (PNUD-INAPE). INAPE, Montevideo, 45 pp.

Faust, M.A., J. Larsen, y Ø. Moestrup. 1995. ICES Identification Leaflets for Plankton. Leaflet N° 180. Potentially Toxic Phytoplankton. 3. Genus *Prorocentrum* (Dinophyceae). ICES, Copenhagen.

Ferrari, G. y S. M. Méndez. 1997. Proliferaciones fitoplanctónicas que afectan a los mejilloneros en Uruguay. CC&I Pub. Cooperación Latinoamericana de Control de Calidad e Inspección de Productos Pesqueros. INFOPECA, Montevideo, Vol. 7: 5-6.

Ferrari, G., S.M. Méndez y A. Brazeiro. 2000. *Dinophysis acuminata* associated to diarrhetic shellfish poisoning reports in Uruguay. Publ. Com. Téc. Mix. del Frente Marítimo, Montevideo, 18: 91-95.

Ferrario, M. y N. M. Galván. 1989. Catálogo de las diatomeas marinas citadas entre los 36° y los 60° S con especial referencia al mar argentino. Dirección Nacional del Antártico, Instituto Antártico Argentino. Publ. N° 20, Buenos Aires, 327 pp.

Filgueras, F.G. y Y. Pazos. 1991. Hydrography and phytoplankton of Ria de Vigo before and during a red tide of *Gymnodinium catenatum* (Graham). *J. Plankton Res.* 13: 589-608

Fiori, S. M. 1996. Massive mortality of yellow clams, *Mesodesmas mactroides*, in Monte Hermoso Beach, Argentina. Harmful Algal News. N° 15, Wyatt, T. y Y. Pazos (eds.), IOC-UNESCO, París, pp. 9.

Fraga, S., D.M. Anderson, I. Bravo, B. Reguera, K.A. Steidinger y C.M. Yentsch. 1988. Influence of upwelling relaxation on dinoflagellates and shellfish toxicity in Ria de Vigo, Spain. *Est. Coastal Mar. Sc.* 27: 349-361.

Fukuyo, Y., M. Kodama, T. Ogata, T. Ishimaru, K. Matsuoka, T. Okaichi, A.M. Maala, y J.A. Ordoñez. 1993. Occurrence of *Gymnodinium catenatum* in Manila Bay, The Philippines. En: Toxic Phytoplankton Blooms in the Sea. T.J. Smayda y Y. Shimizu (eds.), Elsevier Science Publishers, pp. 875-880.

Graham, H.W. 1943. *Gymnodinium catenatum*, a new dinoflagellate from the Gulf of California. *Trans. Am. Microsc. SOC.* 62:259-261.

Graneli, E., B. Sandstrom, L. Edler y D.M. Anderson (eds.). 1990. Toxic marine Phytoplankton, Elsevier Science Publishing Co, New York, 554 pp.

Guerrero, R.A., E.M. Acha, M.B. Framiñan y C.A. Lasta. 1997. Physical oceanography of the Río de la Plata Estuary, Argentina. *Continental Shelf Research*, Elsevier Science Ltd., Great Britain, 17(7):727-742.

Guillard, R.R.L. y J.H. Ryther. 1962. Studies of marine planktonic diatoms. I. *Cyclotella nana* Hustedt and *Detonula confervacea* (Cleve). *Gran. Can. J. Microbiol.* 8: 229-239.

Gulland, J. 1983. Fish stock assessment: a manual of basis methods. John Wiley y Sons Eds., New York.

Hallegraeff, G.M. 1993. Phycological review, A review of harmful algal blooms and their apparent global increase. *Phycologia*, Vol 32(2):79-99.

Hallegraeff, G.M. 1995. Harmful algal blooms: a global overview. En: Manual on Harmful Marine Microalgae. Hallegraeff, G.M., D.M. Anderson y Cembella, A.D. (eds). IOC Manual Guides N° 33. UNESCO, pp. 1-22.

Hallegraeff, G.M. y A.N. Lucas. 1988. The marine dinoflagellate genus *Dinophysis* (Dinophyceae): photosynthetic, neritic and non-photosynthetic, oceanic species. *Phycol.* 27 (1): 25-42.

Hallegraeff, G.M., S.O. Staley, C.J. Bolch y S.I. Blackburn. 1989. *Gymnodinium catenatum* blooms and shellfish toxicity in Southern Tasmania, Australia. En: Red Tides: Biology, environmental science and toxicology. Okaichi, T., D.M. Anderson y T. Nemoto (eds.). Elsevier Science Publishers, pp. 77-80.

Hallegraeff, G. M. y S. Fraga. 1998. Bloom dynamics of the toxic dinoflagellate *Gymnodinium catenatum*, with emphasis on Tasmanian and Spanish coastal waters. En: Physiological Ecology of Harmful Algal Blooms. Anderson, D.M., A.D. Cembella y G.M. Hallegraeff (eds.). NATO ASI Series, Springer-Verlag Berlin Heidelberg. G(41): 59-80.

Hu, T., A.W. De Freitas, J. Doyle, D. Jackson, J. Marr, E. Nixon, S. Pleasance, M. A. Quillian, J. A. Walter y J. L. C. Wright. 1993. New toxin derivatives isolated from toxic mussels and the dinoflagellates, *Prorocentrum lima* and *Prorocentrum concavum*. En: Toxic Phytoplankton Blooms in the Sea. T. J. Smayda y Y. Shimizu (eds.), Elsevier, Amsterdam, pp. 507-512.

Ikeda, T., S. Matsuno, S. Sato, T. Agata, M. Kodama, Y. Fukuyo y H. Takayama. 1989. First report on Paralytic Shellfish Poisoning caused by *Gymnodinium catenatum* (Dinophyceae) in Japan. En: Red Tides: biology, environmental science and toxicology. Okaichi, T., D.M. Anderson y T. Nemoto (eds.). Elsevier Science Publishing, New York, pp. 411-414.

INAPE- MGAP. 1998. Informe Sectorial Pesquero. Montevideo, Instituto Nacional de Pesca, Montevideo, 54 pp.

I.N.E. 1998. Instituto Nacional de Estadística, Anuario Estadístico del Uruguay, Montevideo, 36 pp.

Jentoft, S. y B. McCay. 1995. Users participation in fisheries management. Lessons drawn from international experiences. *Marine policy*, 19(3): 227-246.

Kat, M. 1983. Diarrhetic mussel poisoning in the Netherlands related to the dinoflagellate *Dinophysis acuminata*. *Antone van Leeuwenhoek*, 49: 417-427.

Kützing, F. T. 1845-71. *Tbulae phycologicae oder Abbildungen der Tange*. I-XIX.

Kützing, F. 1849. *Species algarum*. Lipsiae, 922 pp.

La Barbera-Sánchez, A., S. Hall y E. Ferráz-Reyes. 1993. *Alexandrium* sp., *Gymnodinium catenatum* and PSP in Venezuela. En: *Toxic Phytoplankton Blooms in the Sea*. T.J. Smayda y Y. Shimizu (eds.). Elsevier Science Publishers, Amsterdam, pp. 281-285.

Lassus, P., M. Bardouil, P. Truquet, C. Le Baut y M.J. Pierre. 1985. Seasonal occurrence of *Dinophysis* sp. Along the French coast between 1983-1987. En: *Toxic Dinoflagellates*. D.M. Anderson, A.W. White y D.G. Badden (eds.), Elsevier, New York, pp. 159-164.

Lassus, P., G. Arzul, E. Erard-Le Denn, P. Gentien y C. Marcaillou-Lebaut (eds.). 1995. *Harmful Marine Algal Blooms*, Lavoisier Publishers, Paris, 904 pp.

Lee, J. S., T. Igarishi, S. Fraga, E. Dahl, P. Hovgaard y T. Yasumoto. 1989. Determination of diarrhetic shellfish toxins in various dinoflagellate species. *J. Applied Phycology*, 1: 147-152.

Lembeye, G., T. Yasumoto, J. Zhao y R., Fernández. 1993. DSP outbreak in Chilean fiords. En: *Toxic Phytoplankton Blooms in the Sea*. Smayda, T. J. y Y. Shimizu (eds.). Elsevier, Amsterdam, pp. 525-529.

Locicero, V.R. (ed.). 1974. *Proceedings First International Conference on Toxic Dinoflagellate Blooms*. Massachusetts Science and Technology Foundation, 541 pp.

López Laborde, J. 1998. Marco geomorfológico y geológico del Río de la Plata. En: P.G. Wells y G.R. Daborn (eds.). *El Río de la Plata. Una revisión ambiental. Un informe de Antecedentes del Proyecto EcoPlata*. Dalhousie University, Halifax, Nova Scotia, pp. 1-15.

Machado, M.T. 1976. Observaciones sobre el plancton del Océano Atlántico Sudoccidental a través

de Campañas Oceanológicas (abril de 1965 y abril de 1967). Informe Técnico del Instituto Nacional de Pesca. N°5, Montevideo, 14 pp.

Martínez C. y R. Fournier. 1998. Perspectives-towards integrated coastal zone management of the Río de la Plata. En: P. Wells (ed.). The Rio the la Plata an Environmental Overview. Dalhousie University, Halifax, Nova Scotia, 9: 239-242.

Masello A. y R. Menafrá. 1998. Comunidades Macrobentónicas de la zona costera uruguaya y áreas adyacentes. En: P.G.Wells y G.R. Daborn, (eds), El Río de la Plata. Una revisión ambiental. Un informe de Antecedentes del Proyecto EcoPlata. Dalhousie University, Halifax, Nova Scotia, pp. 117-161.

Masello, A. 1998. Análisis histórico de la pesquería de caracol en el Uruguay para el período 1991-1997. Inf. del período julio-setiembre de 1998 PNUD-INAPE, Montevideo (Inf. sin publicar).

Matsuoka, K. y Y. Fukuyo. 1994. Geographical distribution of the toxic dinoflagellate *Gymnodinium catenatum* Graham in Japanese coastal waters. *Bot. Mar.* 37: 495-503.

Medina D., G. Inocente y C. López. 1993. PSP in Bivalve along the uruguayan coast. En: Toxic Phytoplankton Blooms in the Sea. T.J. Smayda y Y. Shimizu (eds.). Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam, pp. 425-428.

Méndez, S.M. 1992. Abundancia del Berberecho (*Donax hanleyanus*) en las playas de Coronilla y Chuy (Rocha- Uruguay) entre los años 1983 y 1987. FRENTE MARITIMO. Montevideo, 12(A): 53-56.

Méndez, S.M. 1992. Update from Uruguay. Harmful Algae News. An IOC Newsletter on toxic algae and algal blooms. N° 2. pp. 5.

Méndez S.M. y A. Brazeiro. 1993 . *Gymnodinium catenatum* and *Alexandrium fraterculus* associated with a toxic period in Uruguay. Abstract in Sixth International Conference on Toxic

Marine Phytoplankton, Nantes, pp. 139.

Méndez, S.M., A. Brazeiro, G. Ferrari, D. Medina y G. Inocente. 1993. Mareas Rojas en el Uruguay. Programa de control y actualización de resultados. INAPE, Inf. Téc., Montevideo, 46: 31 pp.

Méndez, S.M. 1993. Uruguayan red tide monitoring program: preliminary results (1990-1991). Toxic Phytoplankton Blooms in the sea. J. Smayda y Shimizu, (eds.). Elsevier Science Publishers, Amsterdam, pp. 287-289.

Méndez, S.M. 1994. Ocurrencia periódica de *Gymnodinium catenatum* en las costas de Uruguay. Res. XIV Jornadas de ciencias del mar I Jornada Chilena de Salmonicultura 23-25 mayo 1994 Puerto Mont, pp.157.

Méndez, S.M. y G. Ferrari. 1994. Intergovernmental Oceanographic Commission. IOC Regional Science Planning Workshop on Harmful Algal Blooms, Montevideo Uruguay 15-17 June, 1994. Workshop Report N° 101, pp. 37-40.

Méndez, S.M. 1995a. Altas concentraciones de quistes del dinoflagelado tóxico *Gymnodinium catenatum* en los sedimentos costeros de Uruguay. CC&I Pub. Cooperación Latinoamericana de Control de Calidad e Inspección de Productos Pesqueros. INFOPESCA, Montevideo, 1: 3.

Méndez, S.M. 1995b. Bivalve mortality on southwest Atlantic shore. Harmful algal news. An IOC Newsletter on toxic algae and algal blooms. T. Wyatt y Y. Pazos (eds.), Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO, París, 10/11: 12.

Méndez, S.M., D. Severov, G. Ferrari y C. Mesones. 1996. Early spring *Alexandrium tamarense* toxic blooms in the Uruguayan waters. En: Harmful and toxic algal blooms, Yasumoto, T., Y. Oshima y Y. Fukuyo, (eds.). Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO, París, pp. 113-116.

Méndez, S.M., M. Gómez y G. Ferrari. 1997. Chapter IV. Plankton studies in the Rio de la Plata and

its oceanic front. En: P. Wells (ed.). *The Rio de la Plata an Environmental Overview*. Dalhousie University, Halifax, Nova Scotia, pp. 85-112.

Méndez, S.M. , G. Ferrari y S. Svenson. 1999. Primer mapeo de quistes de *Gymnodinium catenatum* en sedimentos de la costa uruguaya. Res. Decimocuarto Simposio Científico-Tecnológico de la CTMFM. Montevideo, pp. 62-63.

Naciones Unidas . 1992. Conferencia de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y el Desarrollo. Naciones Unidas, Río de Janeiro, Doc. A/CONF.151/4:134-175.

Nagy, G.J., C.M. Martínez, R.M. Caffera, G. Pedrosa, E.A. Forbes, A.C. Perdomo y J.L. Laborde. 1998. Marco Hidrológico y climático del Río de la Plata. En: P.G. Wells y G.R. Daborn (eds.). *El Río de la Plata. Una revisión ambiental. Un informe de Antecedentes del Proyecto EcoPlata*, Dalhousie University, Halifax, Nova Scotia, pp. 17-68.

Niggemeyer, F. y A. Masello. 1992. La pesquería del mejillón (*Mytilus edulis platensis*): análisis de los desembarques en el puerto de Punta del Este (Maldonado Uruguay). Montevideo, 12(A):83-88.

Nishioka, J., Y. Wada y Y. Imanishi. 1993. On the occurrences of *Gymnodinium catenatum* (Dinophyceae) in Kumihama Bay. Bull. Kyoto Inst. Ocean. Fish. Sci. 16:43-49.

Odebrecht C. y V. García . 1997. Phytoplankton. In: *Subtropical Convergence Environments: the coast and sea in the Southwestern Atlantic*. U. Seeliger, C. Odebrecht y J.P. Castello (eds.). Springer, Germany, 308 pp.

Odebrecht, C., L. Rörlig, V. T. García y P. C. Abreu. 1995. Shellfish mortality and red tide event in southern Brazil. En: *Harmful Marine Algal Blooms*, P. Lassus, G. Arzul, E. Erard, P. Gentien y C. Marcaillou (eds.). Lavoisier Ltd., pp. 213-218.

Odebrecht, C., S.M. Méndez y V.M.T. García. 1997. Oceanographic processes and harmful algae blooms in the subtropical Southwestern Atlantic (28°-36° S). VIII Conferencia Internacional sobre

Algas Nocivas. Abstracts and poster classification. Vigo, pp. 152.

Odum, E.P. 1986. Fundamentos de la Ecología. Nueva Editorial Interamericana. 420 pp.

Okaichi, T., D.M. Anderson y T. Nemoto, (eds.). 1989. Red Tides: Biology, Environmental Science and Toxicology, Elsevier Science publishing, New York, 489 pp.

Official Methods of Analysis. 1984. 14<sup>th</sup>. Ed. AOAC, Arlington, VA. Secs. 18086-18092.

Orozco, F. E. y J.I. Carreto. 1989. Distribution of *Alexandrium excavatum* resting cysts in the patagonic shelf area (Argentina). En: red tides: Biology, Environmental Science, and Toxicology. Okaichi, T., D.M. Anderson y T. Nemoto (eds.). Elsevier Sc. Pub. Co. pp 309-313.

Oshima, Y. 1995. Post-Column derivatization HPLC methods for Paralytic Shellfish Poisons. En: Manual on Harmful Marine Microalgae. Hallegraeff, G.M., D.M. Anderson y A.D. Cembella, (eds.). IOC Manual Guides N° 33. UNESCO, París, pp. 81-94.

Parker, G., S. Marcolini, J.L. Cavallotto, H. Martínez, M.C. López, D. Ghiorzo, A. de León, M.T. Maza, R.N. Ayup y J. López Laborde. 1985. Distribución de sedimentos en la superficie del fondo. In: SIHN-SOHMA. Estudio para la evaluación de la contaminación del Río de la Plata, Inf. Téc. N° 3, Tarea 2, Montevideo, 34 pp.

Peperzak, L., G.J. Snoeijer, R. Dijkema, W.W.C Gieskes, J. Joodens, J. C. H. Peters, C. Schol, E.G. Urieling y W. Zevenboom, 1996. Development of a *Dinophysis acuminata* bloom in the River Rhine plume (North sea). En: Harmful and Toxic Algal Blooms. T. Yasumoto, Y. Oshima y Y. Fukuyo (eds.), Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO, París, pp. 273-276.

Pollovero, M. 1984. Estudio sobre la biocenología y dinámica de la población de “berberecho”, *Donax hanleyanus* (Phillipi, 1842) en la zona de Playa Arachania, La Paloma, Depto. de Rocha, Uruguay. Tesis para optar a la Licenciatura en Oceanografía Biológica Univ. de la República Oriental del Uruguay, (F.H.C.); Montevideo, 30pp.



Proença, L.A., N. Lagos, L. Rôrig, M. Silva y S. Guimaraes . 1999. Occurrence of paralytic shellfish toxins- PST in southern Brazilian waters. *Ciencia y Cultura Journal of the Brazilian Association for the Advancement of Science*. 51(1): 16-21.

Quilliam, M. A., M.W. Gilgan, S. Pleasance, A.S.W. De Freitas, D. Douglas, L. Fritz, T. Hu, J.C. Marr, C. Smyth y J.L.C. Wright. 1993. Confirmation of an incident of diarrhetic shellfish poisoning in eastern Canada. In: *Toxic Phytoplankton Blooms in the Sea*. T. J. Smayda y Y. Shimizu (eds.). Elsevier, Amsterdam, pp. 547-552.

Quilliam, M.A. y J.L.C. Wright. 1995. Methods for Diarrhetic Shellfish Poisons. En: *Manual on Harmful Marine Microalgae*. Hallegraeff, G.M., D.M. Anderson y A.D. Cembella, (eds.). IOC Manual Guides N° 33. UNESCO, París, pp. 95-111.

Reguera, B., I. Bravo y S. Fraga. 1990. Distribution of *Dinophysis acuta* at the time of a DSP outbreak in the Rias of Pontevedra and Vigo (Galicia, NW Spain). *ICES*, pp. 14.

Reguera, B., J. Mariño, J. Campos, I. Bravo, S. Fraga y A. Carbonell. 1993. Trends in the occurrence of *Dinophysis* spp. in Galician waters. En: *Toxic Phytoplankton Blooms in the Sea*. Smayda T. J. y Y. Shimizu (eds.), Elsevier, Amsterdam, pp. 559-564.

Reguera, B., J. Blanco, M<sup>a</sup>.L. Fernández y T. Wyatt. 1998. Harmful Algae. Proceedings of the Eighth International Conference of Harmful Algae. Xunta de Galicia and International Oceanographic Commission of UNESCO, Santiago de Compostela, 635 pp.

Ricker, W.E. 1975. Computation and biological statistics of this population. *Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada*, 199pp.

Riestra, G., G. Fabiano y O. Santana. El caracol negro *Adelomelon brasiliana* como recurso no tradicional de importancia para el país: análisis socioeconómico de la pesquería y medidas precautorias. En: *Recursos pesqueros no tradicionales: moluscos bentónicos marinos*. INAPE-PNUD,

Montevideo, pp. 82-92.

Sedari, L., S. Cook, M. Cabrini, A. Tubaro y G. Honsell. 1995. Temporal distribution of toxic phytoplankton in the gulf of Trieste (Northern Adriatic Sea) in 1991 and 1992. En: Harmful Marine Algal Blooms. P. Lassus, G. Arzul, E. Erard-Le Denn, P. Gentien y C. Marcaillou- Le Baut (eds.). Lavoisier, París, pp. 231-236.

Seeliger U. y C. Odebrecht. 1997. Introduction and overview. En: Subtropical Convergence Environments: the coast and sea in the South-western Atlantic. U. Seeliger, C. Odebrecht y J.P. Castello (eds.). Springer. Germany, 308 pp.

Short, A. D. 1979. Three dimensional beach stage model. *Journal of Geology*. 87:557-571. (En: Defeo *et al.*, 1992).

Short, A. D. 1983. Sediments and structures in beach nearshore environments, South East Australia. En: McLachlan, A. y T. Erasmus (eds.), Sandy beaches as Ecosystems. The Hague: W. Junk Publishers, 145-155. (In: Defeo *et al.*, 1992).

Short, A. D. y L. D. Wright. 1983. Physical variability of sandy beaches. In: McLachlan, A. y T. Erasmus (eds.), Sandy beaches as Ecosystems. The Hague: W. Junk Publishers, 145-155. (En: Defeo *et al.*, 1992).

Shumway, S.E., H.P. van Egmond, J.W. Hurst y L.L. Bean. 1995. Management of shellfish resources. En: Manual on Harmful Marine Microalgae. Hallegraeff, G. M., D.M. Anderson y A.D. Cembella (eds.). IOC Manuals and Guides N° 33, UNESCO París, pp. 433-461.

Smayda, T.J. 1990. Novel and nuisance phytoplankton blooms in the sea: evidence for a global epidemic. En: Toxic Marine Phytoplankton, E. Graneli *et al.*, (eds.), Elsevier Sci. Publ. Co., Inc.

Smayda, T.J. 1995. Environmental Monitoring. En: Manual on Harmful Marine Microalgae. Hallegraeff, G. M., D.M. Anderson y A.D. Cembella (eds.). IOC Manuals and Guides N° 33,

UNESCO, París, pp. 405-431.

Smayda, T.J. y Y. Shimizu (eds.). 1993. Toxic Phytoplankton Blooms in the Sea. Dev. Mar. Biol. Elsevier, New York, 952 pp.

Sville-Kent, W. 1880-1882. A manual of the infusoria (London). 1-3:1-139.

Taylor, D.L. y H.H. Selliger (eds.). 1979. Toxic Dinoflagellate Blooms. Dev. Mar. Biol. 1, Elsevier, New York, 505 pp.

Taylor, F.J.R., Y. Fukuyo y J. Larsen . 1995. Taxonomy of Harmful Dinoflagellates. En: Manual on Harmful Marine Microalgae. Hallegraeff, G.M., D.M. Anderson y A.D. Cembella (eds). IOC Manual Guides N° 33. UNESCO, París, pp. 283-319.

Urien, C.M. y F. Ottman. 1971. Histoire du Rio de la Plata au Quaternaire. Quaternaria.

Urien, C.M., L.R. Martins y I.R. Martins. 1980. Evolução geológica do quaternario do litoral atlântico uruguaio, plataforma continental e regioes vizinhas. Notas técnicas CECO-UFRGS, 3:7-43.

Utermöhl, H. 1958. Zur vervollkommung der quantitativenphytoplankton-methodik, *Mitt. Int. Ver. Theor. Angew. Limnol.* 9:1-38.

Venegas, P.A. 1997. Modelo de administración y gestión para la implementación del desarrollo sustentable en áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos. Tesis para optar al grado de master en conservación y gestión del medio natural. Universidad Internacional de Andalucía, 152 pp.

Yáñez-Arancibia, A. 1986. Ecología de la zona costera, análisis de siete tópicos. Ciudad de México, 189 pp.

Yáñez-Arancibia, A. y P. Sánchez-Gil. 1988. Ecología de los recursos demersales marinos: fundamentos en costas tropicales. Ciudad de México. AGT (ed.) S.A.

Yasumoto, T., M. Murata, Y. Oshima, G.K. Matsumoto y J. Clardy. 1984 . Diarrhetic shellfish poisoning. En: Sea food toxins. E. P. Ragelis (ed.). (Am. Chem. Soc. Washington D. C.), pp. 207-214.

Yasumoto, T., Y. Oshima, y Y. Fukuyo (eds.). 1996. Harmful and Toxic Algal Blooms, Proceedings of the Seventh International Conference on Toxic Phytoplankton. Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO, París, 586 pp.

## **XII. ANEXOS**

## ANEXO 1. Análisis por HPLC de extractos ácidos acéticos de cultivos de dinoflagelados de Uruguay

	C1	C2	C3	C4	GTX1	GTX2	GTX3	GTX4	GTX5	GTX6	dcGTX2	dcGTX3	NEO	dcSTX	STX	TOTAL
ATUR01A Promedio fmol/cell	1.57	37.60	0.00	0.00	0.18	0.77	13.23	0.81	0.00	0.00	0.00	0.18	1.91	0.00	2.53	58.76
(desv. Std.)	0.29	0.50	0.00	0.00	0.07	0.13	0.10	0.02	0.00	0.00	0.00	0.03	0.01	0.00	0.02	0.91
Promedio fgSTX/cell	5.41	2066.64	0.00	0.00	101.28	157.80	4819.14	337.78	0.00	0.00	0.00	37.66	1007.63	0.00	1442.68	9976.02
(desv. Std.)	1.00	27.45	0.00	0.00	38.79	26.05	35.67	8.69	0.00	0.00	0.00	6.09	4.49	0.00	11.24	56.67
Promedio de par epímero combinado%*	66.64		0.00		1.69	23.82			0.00	0.00	0.00	0.30	3.25	0.00	4.30	100.00
(desv. Std.)	0.47		0.00		0.11	0.55			0.00	0.00	0.00	0.04	0.06	0.00	0.10	
ATUR01B Promedio fmol/cell	1.70	24.06	0.00	0.00	2.44	0.03	1.14	9.27	0.00	0.00	0.00	0.15	4.96	0.00	0.06	43.81
(desv. Std.)	0.17	2.31	0.00	0.00	0.18	0.03	0.08	0.90	0.00	0.00	0.00	0.02	0.25	0.00	0.06	3.94
Promedio fgSTX/cell	5.87	1322.67	0.00	0.00	1387.77	5.43	416.24	3843.09	0.00	0.00	0.00	31.76	2617.67	0.00	34.27	9664.75
(desv. Std.)	0.58	126.85	0.00	0.00	103.82	5.43	28.79	375.27	0.00	0.00	0.00	3.31	132.02	0.00	34.27	799.48
Promedio de par epímero combinado %*	58.77		0.00		26.73	2.68			0.00	0.00	0.00	0.34	11.36	0.00	0.13	100.00
(desv. Std.)	0.33		0.00		0.18	0.09			0.00	0.00	0.00	0.00	0.45	0.00	0.13	
ATUR02 Promedio fmol/cell	0.00	51.16	0.00	0.00	4.78	0.20	2.82	44.89	0.00	0.00	0.00	0.46	1.38	0.69	0.00	106.37
(desv. Std.)	0.00	1.96	0.00	0.00	1.09	0.04	0.01	2.35	0.00	0.00	0.00	0.27	0.18	0.10	0.00	3.20
Promedio fgSTX/cell	0.00	2812.36	0.00	0.00	2710.57	41.78	1026.95	18616.05	0.00	0.00	0.00	97.91	727.04	201.30	0.00	26233.96
(desv. Std.)	0.00	107.67	0.00	0.00	619.26	8.36	4.84	975.20	0.00	0.00	0.00	57.49	93.17	30.03	0.00	525.79
Promedio de par epímero combinado %*	48.09		0.00		46.70	2.84			0.00	0.00	0.00	0.44	1.29	0.64	0.00	100.00
(desv. Std.)	0.39		0.00		1.49	0.08			0.00	0.00	0.00	0.26	0.13	0.08	0.00	
GCURD5 Promedio fmol/cell	0.00	114.99	0.00	25.25	0.16	0.19	2.10	0.22	0.00	6.50	0.00	1.07	1.51	0.56	0.00	152.55
(desv. Std.)	0.00	7.91	0.00	0.95	0.03	0.03	0.20	0.01	0.00	0.10	0.00	0.10	0.12	0.12	0.00	7.33
Promedio fgSTX/cell	0.00	6320.79	0.00	830.34	90.28	39.65	766.61	90.18	0.00	239.23	0.00	229.91	798.57	165.22	0.00	9570.77
(desv. Std.)	0.00	434.62	0.00	31.20	15.22	5.74	73.43	5.78	0.00	3.77	0.00	22.47	65.19	34.45	0.00	518.65
Promedio de par epímero combinado %*	75.30		16.62		0.25	1.50			0.00	4.27	0.00	0.70	0.99	0.37	0.00	100.00
(desv. Std.)	1.56		1.42		0.02	0.07			0.00	0.14	0.00	0.03	0.03	0.10	0.00	
GCURF11 Promedio fmol/cell	0.00	163.42	0.00	2.70	0.00	0.30	3.46	0.00	24.98	32.97	0.00	1.68	3.13	0.00	0.50	233.15
(desv. Std.)	0.00	22.15	0.00	0.62	0.00	0.06	0.68	0.00	2.71	5.11	0.00	0.45	1.12	0.00	0.07	32.97

---

Promedio fgSTX/cell	0.00	8983.00	0.00	88.93	0.00	61.39	1262.04	0.00	919.30	1213.39	0.00	361.87	1652.54	0.00	283.46	14825.90
(desv. Std.)	0.00	1217.57	0.00	20.29	0.00	12.15	246.80	0.00	99.64	188.14	0.00	96.64	593.32	0.00	39.80	2514.35
Promedio de par epímero combinado %*	70.15		1.15		0.00	1.60			10.77	14.11	0.00	0.71	1.30	0.00	0.21	100.00
(desv. Std.)	0.42		0.10		0.00	0.08			0.36	0.20	0.00	0.09	0.30	0.00	0.00	

---

\*Pares epímeros son: C1 + C2, C3 + C4, GTX1 + GTX 4, GTX2 + GTX3.

Análisis realizados en el laboratorio de Woods Hole Oceanographic Institution

## ANEXO 2. Análisis por HPLC de extractos hidrolizados de cultivos de dinoflagelados de Uruguay.

Muestra	C1	C2	C3	C4	GTX1	GTX2	GTX3	GTX4	GTX5	GTX6	dcGTX2	dcGTX3	NEO	dcSTX	STX	TOTAL
ATUR01A Promedio fmol/cell	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	1.79	47.39	1.05	0.00	0.00	0.00	1.10	1.75	0.00	2.46	55.63
(Desv. Std.)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.15	3.01	0.57	0.00	0.00	0.00	0.16	0.09	0.00	0.17	4.24
Promedio fgSTX/cell	0.00	0.00	0.00	0.00	45.30	367.40	17264.76	436.02	0.00	0.00	0.00	237.34	923.60	0.00	1406.96	20681.38
(Desv. Std.)	0.00	0.00	0.00	0.00	45.30	31.36	1094.92	237.61	0.00	0.00	0.00	35.26	45.37	0.00	99.86	1589.68
Promedio de par epímero combinado%*	0.00		0.00		1.96	88.49			0.00	0.00	0.00	1.97	3.15	0.00	4.43	100.00
(Desv. Std.)	0.00		0.00		0.90	1.09			0.00	0.00	0.00	0.14	0.09	0.00	0.02	
ATUR01B Promedio fmol/cell	0.08	0.04	0.00	0.00	1.49	0.86	17.68	8.59	0.00	0.00	0.00	0.59	5.00	0.00	0.14	34.48
(Desv. Std.)	0.08	0.04	0.00	0.00	0.02	0.01	0.01	0.08	0.00	0.00	0.00	0.02	0.06	0.00	0.01	0.25
Promedio fgSTX/cell	0.27	2.33	0.00	0.00	847.26	176.49	6441.62	3564.10	0.00	0.00	0.00	127.29	2637.65	0.00	77.59	13874.60
(Desv. Std.)	0.27	2.33	0.00	0.00	8.59	2.00	4.04	32.82	0.00	0.00	0.00	3.51	32.41	0.00	3.36	58.41
Promedio de par epímero combinado%*	0.35		0.00		29.26	53.78			0.00	0.00	0.00	1.72	14.49	0.00	0.39	100.00
(Desv. Std.)	0.26		0.00		0.09	0.33			0.00	0.00	0.00	0.06	0.07	0.00	0.02	
ATUR02 Promedio fmol/cell	0.00	0.00	0.00	0.00	2.65	0.88	33.32	33.34	0.00	0.00	0.00	0.74	1.96	0.92	0.00	73.79
(Desv. Std.)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.08	2.55	0.89	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03	0.15	0.00	3.72
Promedio fgSTX/cell	0.00	0.00	0.00	0.00	1503.88	180.14	12137.61	13825.07	0.00	0.00	0.00	158.73	1034.24	268.23	0.00	29107.88
(Desv. Std.)	0.00	0.00	0.00	0.00	188.47	17.38	930.39	367.12	0.00	0.00	0.00	2.90	14.90	43.76	0.00	1471.61
Promedio de par epímero combinado%*	0.00		0.00		48.81	46.27			0.00	0.00	0.00	1.00	2.66	1.25	0.00	100.00
(Desv. Std.)	0.00		0.00		1.11	1.19			0.00	0.00	0.00	0.07	0.10	0.27	0.00	
GCURD5 Promedio fmol/cell	0.00	1.55	0.00	0.00	3.17	4.02	73.58	20.94	0.00	0.00	0.00	3.26	19.50	0.68	2.11	128.81
(Desv. Std.)	0.00	0.03	0.00	0.00	0.43	0.86	8.71	1.53	0.00	0.00	0.00	0.09	0.47	0.02	0.23	10.94
Promedio fgSTX/cell	0.00	85.29	0.00	0.00	1796.74	824.89	26806.98	8685.35	0.00	0.00	0.00	700.41	10293.85	199.56	1203.47	50596.53
(Desv. Std.)	0.00	1.48	0.00	0.00	242.71	177.46	3173.96	636.29	0.00	0.00	0.00	20.01	245.85	7.00	130.64	3868.42
Promedio de par epímero combinado%*	1.21		0.00		18.72	60.05			0.00	0.00	0.00	2.54	15.28	0.53	1.66	100.00
(Desv. Std.)	0.08		0.00		0.23	1.97			0.00	0.00	0.00	0.14	1.66	0.06	0.32	
GCURF11 Promedio fmol/cell	0.00	5.58	0.00	0.00	1.28	3.74	81.59	4.25	0.00	0.00	0.00	4.39	106.41	0.97	21.08	229.29
(Desv. Std.)	0.00	0.04	0.00	0.00	0.51	0.15	4.47	0.85	0.00	0.00	0.00	0.72	6.66	0.97	0.25	14.31
Promedio fgSTX/cell	0.00	306.87	0.00	0.00	729.17	768.23	29725.19	1762.84	0.00	0.00	0.00	943.34	56168.06	282.80	12036.27	102722.78



(Desv. Std.)	0.00	2.07	0.00	0.00	287.30	30.29	1628.92	352.40	0.00	0.00	0.00	155.25	3515.81	282.80	142.55	6336.81
Promedio de par epimero combinado%*	2.44		0.00		2.39	37.24			0.00	0.00	0.00	1.90	46.41	0.40	9.22	100.00
(Desv. Std.)	0.14		0.00		0.32	0.32			0.00	0.00	0.00	0.20	0.01	0.40	0.47	

Análisis realizados en el laboratorio de Woods Hole Oceanographic Institution

\*Pares epimeros son: C1 + C2, C3 + C4, GTX1 + GTX 4, GTX2 + GTX3.

## ANEXO 3. Análisis por HPLC de extractos originales de moluscos tóxicos de Uruguay.

SAMPLE		C1	C2	C3	C4	GTX1	GTX2	GTX3	GTX4	GTX5	GTX6	dcGTX2	dcGTX3	NEO	dcSTX	STX	TOTAL
Mytilus 2	Concentración $\mu\text{M}$ promedio	2.93	0.87	0.73	0.26	0.02	0.05	0.02	0.00	0.00	0.00	1.27	0.58	0.67	1.85	0.00	9.64
	(desv.Std.)	0.10	0.02	0.39	0.09	0.01	0.02	0.01	0.00	0.00	0.09	0.31	0.00	0.08	0.09	0.00	0.35
	Promedio $\mu\text{gSTXeq./100 g}$ molusco	2.02	9.56	1.11	1.71	2.16	2.09	1.68	0.00	0.00	2.91	22.32	24.95	70.68	108.18	0.00	249.37
	(desv.Std.)	0.07	0.27	0.59	0.60	0.57	0.78	0.44	0.00	0.00	0.70	5.52	0.00	8.29	5.33	0.00	9.16
	Promedio de epímero combinado %*	39.40		10.08		0.20	0.77			0.00	4.15	13.31	6.02	6.92	19.14	0.00	100.00
(desv.Std.)	0.14		3.85		0.04	0.22			0.00	1.14	3.74	0.22	0.56	0.25	0.00		
Mytilus 3	Concentración $\mu\text{M}$ promedio	2.19	0.89	0.00	0.00	3.43	1.72	0.63	1.22	0.00	0.00	0.18	0.12	0.10	0.08	0.13	10.68
	(desv.Std.)	0.05	0.08	0.00	0.00	0.44	0.25	0.03	0.13	0.00	0.00	0.02	0.00	0.01	0.01	0.01	0.80
	Promedio $\mu\text{gSTXeq./100 g}$ molusco	1.51	9.78	0.00	0.00	389.63	70.49	46.20	100.77	0.00	0.00	3.15	5.05	10.45	4.81	14.28	656.12
	(desv.Std.)	0.04	0.87	0.00	0.00	50.41	10.34	1.89	10.37	0.00	0.00	0.27	0.02	0.63	0.76	0.69	72.48
	Promedio de epímero combinado %*	29.00		0.00		43.36	21.95			0.00	0.00	1.70	1.11	0.93	0.78	1.17	100.00
(desv.Std.)	1.73		0.00		1.77	1.17			0.00	0.00	0.27	0.08	0.01	0.18	0.03		
Donax 4	Concentración $\mu\text{M}$ promedio	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	6.23	2.36	0.12	0.68	0.00	9.62
	(desv.Std.)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.57	0.27	0.00	0.02	0.00	0.32
	Promedio $\mu\text{gSTXeq./100 g}$ molusco	0.00	0.00	0.00	0.00	3.63	0.59	0.00	0.00	0.00	1.32	109.52	101.57	12.62	39.67	0.00	268.92
	(desv.Std.)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.91	0.59	0.00	0.00	0.00	0.01	9.97	11.55	0.26	1.05	0.00	0.59
	Promedio de epímero combinado %*	0.00		0.00		0.34	0.15			0.00	1.86	64.69	24.68	1.24	7.04	0.00	100.00
(desv.Std.)	0.00		0.00		0.09	0.15			0.00	0.08	3.72	3.62	0.02	0.05	0.00		
Mytilus 1	Concentración $\mu\text{M}$ promedio	16.11	7.54	0.00	0.00	28.37	12.32	4.78	9.26	0.00	0.00	0.94	0.69	0.67	0.13	0.55	81.36
	(desv.Std.)	0.39	0.21	0.00	0.00	1.29	0.51	0.00	0.72	0.00	0.00	0.03	0.00	0.07	0.00	0.00	2.59
	Promedio $\mu\text{gSTXeq./100 g}$ molusco	11.12	82.91	0.00	0.00	3221.02	505.64	348.36	768.21	0.00	0.00	16.44	29.63	70.57	7.56	62.65	5124.11
	(desv.Std.)	0.27	2.36	0.00	0.00	146.56	20.76	0.15	59.76	0.00	0.00	0.47	0.22	7.44	0.12	0.06	216.78
	Promedio de epímero combinado %*	29.09		0.00		46.22	21.02			0.00	0.00	1.15	0.85	0.83	0.16	0.67	100.00
(desv.Std.)	0.58		0.00		0.71	0.24			0.00	0.00	0.07	0.03	0.11	0.00	0.02		

Análisis realizados en el laboratorio de Woods Hole Oceanographic Institution

\*Pares epimeros son: C1 + C2, C3 + C4, GTX1 + GTX 4, GTX2 + GTX3.

## ANEXO 4. Análisis por HPLC de extractos rehidrolizados de moluscos de Uruguay.

Muestra	C1	C2	C3	C4	GTX1	GTX2	GTX3	GTX4	GTX5	GTX6	dcGTX2	dcGTX3	NEO	dcSTX	STX	TOTAL
Mytilus 2 Concentración $\mu$ M promedio	0.00	0.00	0.00	0.00	0.31	2.20	0.83	0.18	0.00	0.00	1.15	0.64	1.74	1.87	0.72	9.64
(desv.Std.)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.03	0.04	0.00	0.00	0.11	0.03	0.00	0.00	0.00	0.21
Promedio $\mu$ gSTXeq./100 g molusco	0.00	0.00	0.00	0.00	35.65	90.27	60.33	14.51	0.00	0.00	20.17	27.57	183.90	109.36	82.69	624.46
(desv.Std.)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.23	2.13	2.04	2.90	0.00	0.00	2.00	1.08	0.00	0.00	0.00	8.23
Promedio de epímero combinado%*	0.00	0.00	0.00	0.00	5.07	31.41	0.00	0.00	0.00	0.00	11.89	6.66	18.08	19.37	7.52	100.00
(desv.Std.)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.93	0.40	0.39	0.41	0.16	
Mytilus 3 Concentración $\mu$ M promedio	0.00	0.00	0.00	0.00	4.23	3.36	1.30	1.47	0.00	0.00	0.19	0.15	0.21	0.11	0.24	11.26
(desv.Std.)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.07	0.03	0.04	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.08
Promedio $\mu$ gSTXeq./100 g molusco	0.00	0.00	0.00	0.00	480.45	137.79	94.65	121.75	0.00	0.00	3.39	6.54	22.59	6.21	27.18	900.56
(desv.Std.)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.68	2.71	2.40	3.15	0.00	0.00	0.16	0.77	0.00	0.00	0.00	2.21
Promedio de epímero combinado%*	0.00	0.00	0.00	0.00	50.63	41.35	0.00	0.00	0.00	0.00	1.71	1.35	1.90	0.94	2.11	100.00
(desv.Std.)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.54	0.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.15	0.01	0.01	0.02	
Donax 4 Concentración $\mu$ M promedio	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	6.06	2.67	0.64	0.81	0.20	10.46
(desv.Std.)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.36	0.21	0.00	0.00	0.00	0.12
Promedio $\mu$ gSTXeq./100 g molusco	0.00	0.00	0.00	0.00	7.15	0.98	0.00	0.00	0.00	0.00	106.42	114.66	67.35	47.47	22.62	366.66
(desv.Std.)	0.00	0.00	0.00	0.00	1.48	0.98	0.00	0.00	0.00	0.00	6.40	8.86	0.00	0.00	0.00	4.92
Promedio de epímero combinado%*	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	0.23	0.00	0.00	0.00	0.00	57.89	25.53	6.10	7.75	1.89	100.00
(desv.Std.)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	0.23	0.00	0.00	0.00	0.00	2.81	2.27	0.07	0.09	0.02	
Mytilus 1 Concentración $\mu$ M promedio	0.00	0.00	0.00	0.00	36.89	27.80	13.61	10.61	0.00	0.00	1.18	0.97	0.91	0.20	1.78	93.95
(desv.Std.)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.57	3.14	0.74	0.46	0.00	0.00	0.08	0.08	0.00	0.00	0.00	1.20
Promedio $\mu$ gSTXeq./100 g molusco	0.00	0.00	0.00	0.00	4188.05	1140.65	991.46	880.14	0.00	0.00	20.72	41.81	95.86	11.84	203.31	7573.82
(desv.Std.)	0.00	0.00	0.00	0.00	65.17	128.88	53.70	38.15	0.00	0.00	1.46	3.53	0.00	0.00	0.00	33.12
Promedio de epímero combinado%*	0.00	0.00	0.00	0.00	50.58	44.05	0.00	0.00	0.00	0.00	1.26	1.04	0.97	0.22	1.89	100.00
(desv.Std.)	0.00	0.00	0.00	0.00	1.28	3.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	0.01	0.00	0.02	

Análisis realizados en el laboratorio de Woods Hole Oceanographic Institution

\*Pares epímeros son:: C1 + C2, C3 + C4, GTX1 + GTX 4, GTX2 + GTX3.

**ANEXO 5**

Montevideo, 27 de julio de 1999.

Sr...  
Empresa.....

Me es grato dirigirme a Ud. para informarle que el Instituto Nacional de Pesca tiene interés en realizar una evaluación del impacto económico de las vedas por "Marea Roja", en el mercado interno de productos pesqueros.

Es sabido que frente a una medida de prohibición en el consumo de moluscos bivalvos, implica muchas veces por temor, o falta de información la disminución en el consumo de otros productos.

Es por esta razón que me dirijo a Ud. para solicitarle la información que esté a su alcance para llevar a cabo esta estimación de impacto, con respecto al volumen de pescado comercializado en el mes anterior a la veda, un promedio mensual de lo comercializado durante el período de veda y el volumen comercializado el mes posterior al levantamiento de esta.

Adjunto encontrara una tabla donde hemos incluido las fechas correspondientes a los períodos de veda ocurridos desde los primeros registros de "Marea Roja" en nuestro país, la cual solicito tenga a bien complementar con la información que este a su alcance y retornarla vía FAX (al 4013216) a la brevedad posible.

Agradeciendo desde ya su valiosa colaboración, saluda a Ud. muy atentamente

.....  
División Técnica

—

## EFECTO DE LA MAREA ROJA EN LA VENTA DE PESCADO

Período de veda por MAREA ROJA	Volumen de pescado comercializado mes antes de la veda (ton)	Volumen comercializado durante la veda (promedio mensual)	Volumen de pescado comercializado mes posterior al levantamiento de la veda (ton)
16.02.80 15.08.80			
27.08.91 15.10.91			
21.01.92 07.02.92			
17.02.92 16.03.92			
03.10.92 27.10.92			
12.03.93 13.04.93			
05.08.93 24.09.93			
25.02.94 17.03.94			
01.12.94 31.12.94			
16.02.96 08.03.96			
14.08.96 23.10.96			
31.01.97 28.02.97			