

FLORACIONES TÓXICAS DE *Gymnodinium catenatum* EN AGUAS URUGUAYAS¹

Silvia Méndez y Graciela Ferrari

Dirección Nacional de Recursos Acuáticos. Constituyente 1497.
CP 11200 Montevideo, Uruguay.

RESUMEN: El dinoflagelado *Gymnodinium catenatum* Graham es una especie atecada formadora de cadenas que ha sido largamente estudiada en varias partes del mundo, por su producción de Veneno Paralizante de Moluscos (VPM). En las aguas costeras de Uruguay se registró por primera vez en verano de 1992, asociada a toxicidad en moluscos bivalvos y desde entonces reaparece durante los veranos y principios de otoño desarrollando floraciones de mayor o menor magnitud. Esta especie ha causado incremento en la concentración de VPM por encima del límite admitido internacionalmente en productos para consumo humano, lo que determinó la implantación de períodos de veda sobre las pesquerías artesanales en los bancos naturales de moluscos costeros (*Mytilus edulis platensis*, *Mesodesma mactroides* y *Donax hanleyanus*). Durante el mes de marzo de 1998, se observó la máxima densidad de *G. catenatum* en Uruguay (277000 cél/l) y estos son los mayores registros de la región del Atlántico Sudoccidental. 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. Se cree que los aportes del Río de la Plata hacen de esta zona un ambiente propicio para su crecimiento, considerando que ni al sur ni al norte de su zona de influencia se han constatado proliferaciones tóxicas de esta especie.

Palabras clave: *Gymnodinium catenatum*, Veneno Paralizante en Moluscos (VPM), floraciones, Uruguay.

SUMMARY: TOXIC BLOOMS OF *Gymnodinium catenatum* IN URUGUAYAN WATERS.- The dinoflagellate *Gymnodinium catenatum* Graham is a naked species, chain former, largely studied in several parts of the world due to its production of Paralytic Shellfish Poisoning (PSP).

In the coastal waters of Uruguay it was registered for the first time in summer 1992 associated to shellfish toxicity, and since then reappear during summer periods and early autumn, developing small or big blooms up to the international admitted limit for human consumption. When PSP concentration is invoqued, a ban over artisanal fisheries on wild coastal molluscs beds (*Mytilus edulis platensis*, *Mesodesma mactroides* y *Donax hanleyanus*).

During March 1998, the highest density of *G. catenatum* (277000 cél/l) was observed in Uruguay, reaching the highest register for the Southwestern Atlantic. The water temperature would play a predominant role in the proliferation of this species along the Uruguayan oceanic coast, as well as in other parts of the world. The Río de la Plata inputs make of this zone a more favourable environment for its species growth, considering that toxic blooms of this species have not been reported neither to the South nor to the North from its influence area.

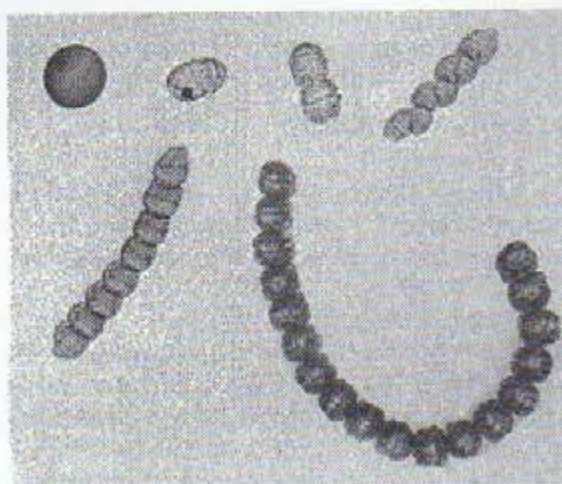
Key words: *Gymnodinium catenatum*, Paralytic Shellfish Poisoning (PSP), blooms, Uruguay.

INTRODUCCION

Gymnodinium catenatum es un dinoflagelado atecado, cuyas células solitarias miden 34-65 μm de largo y 27-43 μm de ancho mientras que formando cadenas el largo disminuye a 23-60 μm (Taylor et al., 1995). Su presencia ha sido citada por primera vez para el área platense por Balech (1964).

Las cadenas pueden ser de 4, 8, 16 células o más según el crecimiento de la floración y la estabilidad de las condiciones ambientales (Fig.1). En casos excepcionales se han registrado en Uruguay cadenas de hasta 80 individuos.

Figura 1. Microfotografías de *G. catenatum* de Uruguay en cultivo: quiste, célula recién desenquistada, cadena de dos, cuatro células en división, ocho células y cadena de 16 células de una floración natural fijada con lugol.



Sin antecedentes de floraciones tóxicas de esta especie en la región platense, previos a estos registros en la costa uruguaya, este trabajo constituye una referencia importante sobre la presencia de plancton tóxico en la región y esta especie es luego de *Alexandrium tamarense* la segunda productora de Veneno Paralizante de Moluscos (VPM) registrada para Uruguay.

¹ Este Trabajo fue presentado en el Decimo Simposio de la CTMFM, noviembre de 1993

El fenómeno de las mareas rojas ha cobrado mucha importancia en Uruguay dado los numerosos eventos tóxicos registrados desde 1980 (Davison y Yentsch, 1985; Medina *et al.*, 1993; Méndez, 1993; Méndez y Brazeiro, 1993a y b; Méndez *et al.*, 1993; Méndez y Ferrari, 1994; Méndez *et al.*, 1996; Brazeiro *et al.*, 1997 y Ferrari *et al.*, 2000).

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). Esta especie ha ocasionado episodios de toxicidad en moluscos en otros países como España y Portugal (Estrada *et al.*, 1984; Fraga *et al.*, 1993; Moita, 1993; Franca *et al.*, 1993), Venezuela (La Barbera-Sánchez *et al.*, 1993), Australia (Hallegraeff y Sumner 1986; Hallegraeff *et al.*, 1989), Japón (Ikeda *et al.*, 1989), Filipinas (Fukuyo *et al.*, 1993; Nishioka *et al.*, 1993; Corrales *et al.*, 1996) y Tailandia (Matsuoka y Fukuyo, 1994).

Este trabajo detalla las floraciones de esta especie ocurridas en el área costera uruguaya a partir de su primer episodio asociado a toxicidad en moluscos en 1992, y que constituyen los primeros registros de floraciones tóxicas de *G. catenatum* para el Atlántico Sudoccidental.

Dada la tendencia creciente de las floraciones algales nocivas en Uruguay, es importante la generación de información que permita identificar las condiciones ambientales de mayor riesgo potencial para el crecimiento de las especies tóxicas. En tal sentido, el objetivo del presente trabajo es caracterizar la ocurrencia de floraciones de *G. catenatum* en la costa uruguaya y analizar las condiciones ambientales en las cuales se desarrolla.

MATERIAL Y METODOS

Se consideran en el presente trabajo los datos correspondientes a muestras tomadas en el período comprendido entre enero de 1992 hasta diciembre de 1998.

Los muestreos se realizaron promedialmente cada 10 días en cuatro estaciones costeras ubicadas en el Río de la Plata y la costa atlántica uruguaya, en las localidades de Piriápolis, Punta del Este, La Paloma y Punta del Diablo (Fig.2).

Las muestras para análisis cuantitativo de fitoplancton se tomaron con botellas plásticas, las cuales fueron fijadas con lugol y para análisis cualitativo se tomaron con una red de 25µm de tamaño de malla y fijadas con formol neutro (4%). La cuantificación de células se realizó aplicando la metodología descrita por Utermöhl (1958) utilizando un microscopio invertido Leitz Labovert FS.

Se registró la temperatura del agua in situ correspondiente a cada muestra de plancton y la



Figura 2. Ubicación de la zona de estudio.

salinidad fue medida en el laboratorio con un salinómetro Beckman y salinómetro YSI.

Los datos de toxicidad de moluscos fueron determinados por el laboratorio de Control y Certificación de la DINARA, mediante el método de bioensayo en ratón (AOAC, 1984).

RESULTADOS y DISCUSION

Según puede observarse en la Fig. 3, la ocurrencia de las floraciones de *Gymnodinium catenatum* es estacional 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.

Floraciones de esta especie se han producido en los veranos de 1992, 93, 94, 96 y 98 ocasionando un incremento en la toxicidad de los moluscos y cuando superaron los niveles admitidos internacionalmente (80µg STX eq/100g pulpa de molusco), han debido implantarse períodos de veda en lo que se refiere a la extracción y comercialización de moluscos en la costa oceánica de Uruguay.

Si bien frente a cada floración se registró un incremento de la toxicidad en moluscos del lugar, no hay una relación proporcional entre la densidad de células y el nivel de Veneno Paralizante en Moluscos.

Se observa que florece conjuntamente con otras especies de atecados formadores de cadena *Gymnodinium/Gyrodinium*. En el año 1994 una floración de *Gymnodinium catenatum* y *Gyrodinium* sp. en Punta del Este produjo una discoloración roja del agua (Ferrari y Méndez, 2000).

Las variaciones mensuales de densidad de *G. catenatum* en las diferentes estaciones de muestreo se observan en la Fig.3.

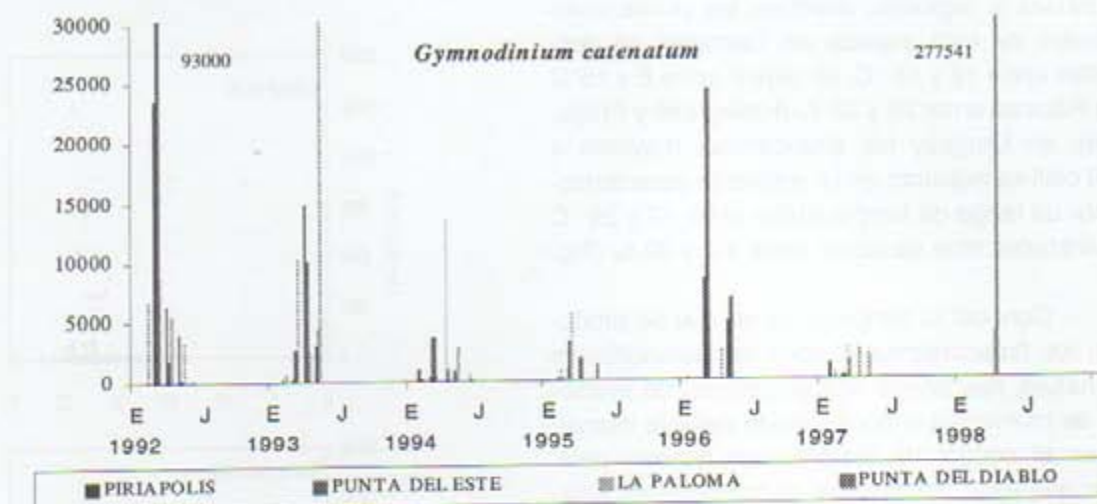


Figura 3. Fluctuaciones de la densidad de *G. catenatum* en la costa uruguaya entre 1992 y 1998 (máximos mensuales).

Tabla 1. Floraciones tóxicas de *Gymnodinium catenatum* en el período 1980- 1998 en Uruguay.

Localidad	Período tóxico (d/m/a)	Máxima Toxicidad		Máx. Densidad	Sal.	Temp. °C
		VPM <i>M.edulis</i>	VPM <i>D.hanleyanus</i>			
P. del Este	17.02.92/	298		93000	30.7	23.5
La Paloma	16.03.92	387	1478	8800	31.5	24
Pta. del Este	12.03.93/	290		10080	22.1	24
La Paloma	13.04.93	122	396	10400	29.6	24
Pta.del Este	25.02.94/		125	3600	22.6	24
	17.03.94					
Pta. del Este	14.02.96	67.3		24266	31.9	23
La Paloma	23.04.96	60		4800	16.2	20
Punta del Diablo	17.03.98/	167		277541	19	23
	23.04.98					

Las mayores densidades fueron registradas en marzo de 1998 en la estación de Punta del Diablo (277.000 cél/l), donde se estimó una concentración de VPM de tan solo 167 μgSTX eq/100g de tejido. La toxicidad registrada en los moluscos bivalvos durante las floraciones de *G. catenatum* alcanza niveles de hasta 387 μg STX eq/100g de pulpa en mejillón (*M. edulis*) y 1478 μg STX eq/100g de pulpa de berberechos (*Donax hanleyanus*) (Tabla 1).

A lo largo del año se registran importantes variaciones de salinidad y temperatura en la zona 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 y la temperatura presenta

las fluctuaciones propias de una zona templada, con máximos en verano y mínimos en invierno (Nagy *et al.*, 1998). En verano se siente mayormente la influencia de aguas cálidas del norte. Es importante considerar que la costa atlántica uruguaya se encuentra en la zona de influencia de la Convergencia Subtropical, en la que confluyen las aguas cálidas de la Corriente del Brasil procedente del Norte y las frías del Sur de la Corriente de las Malvinas (CARP-INIDEP-INAPE, 1990).

Si bien datos experimentales indican que el crecimiento óptimo de esta especie se da entre los 22 y 28° C (Bravo y Anderson, 1994), las condiciones ambientales en las que se desarrollan las floraciones de *G. catenatum*, difieren en los distin-

tos países y regiones, 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), en Uruguay 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. 4).

Conocer la temperatura en que se produjeron los florecimientos tóxicos de *Gymnodinium catenatum*, nos brinda una posibilidad de predicción de momentos críticos cuando debería intensificarse el control de plancton en nuestro país. Dado que esas condiciones de temperatura solamente se producen en los meses de verano y principios de otoño, esta época es la más riesgosa para la aparición de floraciones de esta especie tóxica y es justamente en la que se consume mayor cantidad de moluscos en Uruguay debido a la gran cantidad de turistas que visitan estas costas.

Los sedimentos de la Bahía de Punta del Este, zona próxima a uno de los puntos de mayor extracción de mejillones (*Mytilus edulis*) con fines comerciales, revelaron una gran concentración de quistes del orden de los 800 quistes.cm⁻³ en 1994 (Méndez, 1995) y aunque muestreos del año 1998 revelan un decaimiento de la concentración de quistes con valores máximos de 60 q/cm³ (Méndez *et al.*, en el presente volumen). Estos depósitos de quistes permitirían la reaparición periódica de la especie en el área.

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

El registro de floraciones de nuevas especies tóxicas en los últimos años, justifica el mantenimiento y fortalecimiento del programa de monitoreo que se lleva a cabo en Uruguay desde 1980, el cual ha logrado impedir desde entonces intoxicaciones humanas a causa de Veneno Paralizante de Moluscos.

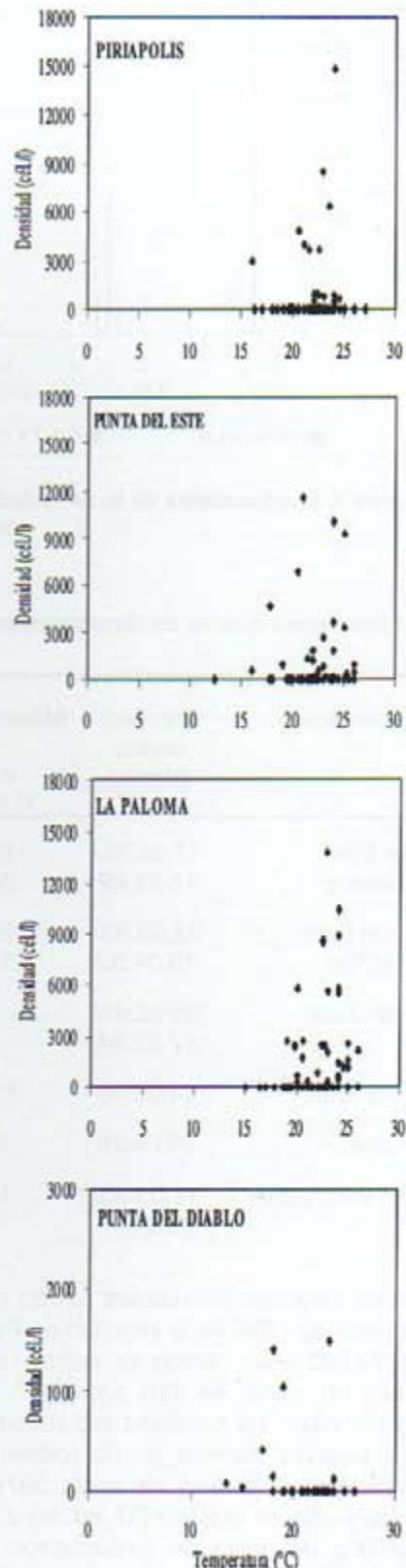


Figura 4. Distribución de abundancia de *G. catenatum* en función de la temperatura.

BIBLIOGRAFIA

- AOAC, Official Methods of Analysis, 1984. 14th Ed., Arlington, VA, secs 18.086-18.092, 15th Ed. (1990), secs 959.08G.
- BALECH, E. 1988. Dinoflagelados del Atlántico Sudoccidental. Publ. Espec. Inst. Esp. Oceanogr. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid 1:310.
- 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. 1997. The first toxic bloom of *Alexandrium tamarense* in Uruguay: associated environmental factors. Rev. Atlántica, Río Grande, 19:19-29.
- CARP - INIDEP- INAPE. 1990. Relevamiento de los recursos pesqueros del Río de la Plata Superior. Com. Administr. Río de la Plata. Informe Técnico. Buenos Aires, 123 p.
- CORRALES, R. A., C. GONZÁLEZ y R. ROMAN. 1996. *Gymnodinium catenatum* bloom: first record for Manila Bay, Philippines. Phycotoxins@biome.bio.dfo.ca, 15 March 1996.
- DAVISON, P. y C.M. YENTSCH. 1985. Occurrence of toxic dinoflagellates and shellfish toxin along coastal Uruguay, South America. En: Toxic Dinoflagellates. Anderson, D.M., A.W. White y D.G. Badden (eds.). Elsevier Science Publishing, p. 153-158.
- ESTRADA, M., F.J. SANCHEZ y S. FRAGA. 1984. *Gymnodinium catenatum* (Graham) en las Rías Gallegas (NO de España). Inv. Pesq. 48: 31-40.
- 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. Vol. 19: 91-95
- FERRARI, G. y S.M. MÉNDEZ. 2000. Report of phytoplankton species producing coastal water discoloration in Uruguay. Iheringia. Sér. Bot., Porto Alegre N° 54.3-18.
- 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.
- 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 Ría de Vigo, Spain. Est. Coastal Mar. Sc. 27: 349-361.
- FRAGA, S., I. BRAVO y B. REGUERA. 1993. Poleward surface current at the shelf break and blooms of *Gymnodinium catenatum* in Ría de Vigo (NW Spain). En: Toxic Phytoplankton Blooms in the Sea. T.J. Smayda y Y. Shimizu (eds.). Elsevier Science Publishers, Amsterdam, p. 245-249.
- FRANCA, S., P. ALVITO, I. SOUSA y V. MASCARENHAS. 1993. The dinoflagellate *Gymnodinium catenatum* isolated from the coast of Portugal: observations on development, toxicity and ultrastructure. En: Toxic Phytoplankton Blooms in the Sea. T.J. Smayda y Y. Shimizu (eds.). Elsevier Science Publishers, Amsterdam, . 869-874.
- FUKUYO, Y. M. KODAMA, T. OGATA, T. ISHIMARU, K. MATSUOKA, T. OKAICHI, A.M. MAALA y J.A. ORDOÑES. 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, p. 875-880.
- HALLEGRAEFF, G.M. y S.E. SUMNER. 1986. Toxic plankton blooms affect shellfish farms. Australian Fisheries. 45: 15-18.
- HALLENGRAEFF, 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, p. 77-80.
- HALLEGRAEFF, G. M. 1993. A review of harmful algal blooms and their apparent global increase. Phycologia, 32 (2):79-99.
- 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. Vol. G. 41: 59-80.
- 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, p. 411-414.
- LA BARBERA-SÁNCHEZ, A., S. HALL y E. FERRAZ-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, p. 281-285.
- 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, Amsterdam, p. 425-428.
- MÉNDEZ, S. M. 1993. Uruguayan red tide monitoring programme: preliminary results (1990-1991). En: Toxic Phytoplankton Blooms in the Sea. Smayda, T.J. y Y. Shimizu (eds.). Elsevier Science Publish., Amsterdam, p. 287-291.
- MÉNDEZ, S. M. y A. BRAZEIRO. 1993a. El fenómeno de la "marea roja" en el Uruguay. Liga Marítima Uruguaya, Año 2 N°4, p. 26-29.
- MÉNDEZ, S. y A. BRAZEIRO. 1993b. *Gymnodinium catenatum* and *Alexandrium fraterculus* associated with a toxic period in Uruguay. Res. Sixth International Conference on Toxic Marine Phytoplankton, Nantes, France. p. 139.
- MÉNDEZ, S., 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. N° 46: 1-31.
- MÉNDEZ, S. M. y G. FERRARI. 1994. Control de floraciones algales nocivas en Uruguay. COI-Taller Regional de Planificación Científica sobre Floraciones Algales Nocivas. Comisión Oceanográfica Intergubernamental de la UNESCO, Workshop Report, N° 101. Anex III, p. 37.
- 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., Oshima, Y. y Y. Fukuyo (eds.). Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO, París, p. 113-116.
- MÉNDEZ, S. M., G. FERRARI y S. SVENSON. Primer mapeo de quistes de *Gymnodinium catenatum* en sedimentos de la zona costera uruguaya. (pág. 103 a 110 en este volumen).
- MÉNDEZ, S. M. 1995. Altas concentraciones de quistes del dinoflagelado tóxico *Gymnodinium catenatum* en los sedimentos costeros de Uruguay. INFOPECA- CC&I, Montevideo, 1: 3.
- MOITA, M. T. 1993. Development of toxic dinoflagellates in relation to upwelling patterns off Portugal. En: Toxic Phytoplankton Blooms in the Sea. T.J. Smayda y Y. Shimizu (eds.). Elsevier Science Publishers, Amsterdam, p. 299-304.
- NAGY, G., C. M. MARTÍNEZ, R. M. CAFFERA, G. PEDROSA, E. A. FORBES, A. C. PERDOMO y J. L. LABORDE. 1998. Marco hidrográfico y climático del Río de la Plata. En: El Río de la Plata. Una revisión ambiental. Informe de Antecedentes del Proyecto EcoPlata. Well P.G. & Daborn, G. R. (eds), Dalhousie University, Halifax, Nova Scotia, Canadá. 256 p.
- 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.
- TAYLOR, F. J. R., Y. FUKUYO y J. LARSEN. 1995. Taxonomy of Harmful Dinoflagellates. En: Manual on Harmful Marine Microalgae. Hallegraeff, G. M., Anderson, D. M. y Cembella, A.D. (eds). IOC Manual Guides N° 33. UNESCO, p. 283-319.
- UTERMÖHL, H. 1958. Zur vervollkommung der quantitativen phytoplankton-methodik, Mitt. Int. Ver. Theor. Angew. Limnol. 9:1-38.