ISSN, 0327-9332

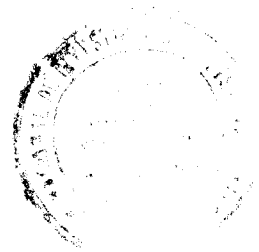
INIDEP Documento Científico 2
Noviembre 1993

ESTUDIO BIOLOGICO Y PESQUERO DE LA CABALLA

(*Scomber japonicus* HOUTTUYN, 1782)

Editado por Ricardo G. Perrotta

Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca
Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero
Mar del Plata, ARGENTINA



República Argentina

Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero
INIDEP

ESTUDIO BIOLOGICO Y PESQUERO DE LA CABALLA

(*Scomber japonicus* HOUTTUYN, 1782)

Editado por RICARDO G. PERROTTA

PROLOGO

La caballa (*Scomber japonicus* Houttuyn, 1782) aporta una de las fuentes principales de materia prima para la industria conservera y contribuye al sostenimiento de una flota de pequeño porte, ambas centralizadas en el puerto de la ciudad de Mar del Plata.

Los estudios sobre esta especie han tenido una consideración destacada, tanto de parte del ex Instituto de Biología Marina, como del INIDEP. Las primeras investigaciones datan de fines de la década del '50 y principios del '60. Durante los siguientes años y sobre todo en el período del Proyecto de Desarrollo Pesquero del Gobierno Argentino/FAO los estudios sobre la caballa se incrementaron. Durante toda esta etapa se acumuló un importante número de publicaciones científicas que contribuyeron al conocimiento de esta especie.

Posteriormente las investigaciones no tuvieron una adecuada organización institucional, sino que se desarrollaron fundamentalmente por esfuerzos personales, lo que permitió mantener una continuidad en los estudios.

A partir del año 1983, gracias a gestiones espontáneas de personal del INIDEP se dispone de la colaboración desinteresada de pescadores de varias embarcaciones de la flota comercial, especialmente los de una lancha considerada desde entonces como piloto. Esta nueva etapa originó un impulso renovado en los estudios, los cuales desde el año indicado se desarrollan sin interrupción y cuyos resultados se volcaron en varios trabajos referentes principalmente a la distribución de la caballa con relación a la temperatura del mar en superficie, estructura poblacional, crecimiento, reproducción y aspectos pesqueros.

En el momento actual el INIDEP dispone de un proyecto para evaluar el recurso caballa. El mismo propone la adquisición de una ecosonda portátil y el alquiler de una embarcación de mayor porte que la utilizada hasta el presente, de tal manera de aumentar el área de estudio y por ende la información existente.

En el presente número de la serie INIDEP DOCUMENTO CIENTÍFICO se exponen los resultados de las investigaciones que responden al estudio de la dinámica poblacional de la pesquería durante el período 1980-1990, así como aspectos biológicos que aportan nuevos conocimientos acerca de esta especie. A estos estudios

corresponde la comprobación del canibalismo en los primeros estadios embrionarios y la comparación mediante el uso de los caracteres morfométricos y merísticos de caballas provenientes del litoral catalán y Sudamérica. Además, uno de los trabajos que incluye este volumen se refiere a la presencia de pequeñas concentraciones de veneno paralizante de moluscos en hígado de caballa, discutiéndose su transferencia desde el organismo productor, el dinoflagelado tóxico *Alexandrium tamarense*.

Por último, es el deseo de los autores poder contribuir mediante esta publicación a mejorar y ampliar los conocimientos que se tienen sobre el recurso caballa.

RICARDO G. PERROTTA
EDITOR

Indice

RICARDO G. PERROTTA: *Comparación mediante el empleo de los caracteres merísticos y el crecimiento de caballas originarias de varias regiones geográficas (Cataluña, Islas Canarias y Sudamérica)* 7

MARCELO PÁJARO: *Consideraciones sobre la alimentación de la caballa con especial énfasis en la depredación de huevos y larvas de peces* 19

RICARDO G. PERROTTA y JUAN PABLO PERTIERRA: *Sobre la dinámica poblacional de la caballa en la pesquería de Mar del Plata. Período 1980-1990* 31

ALFONSO IZZO Y JUAN BOCCANFUSO: *Características de la red de cerco "tipo Lampara" y algunos comentarios sobre la flota que la utiliza en la pesca de caballa* 45

JOSÉ I. CARRETO, RUT AKSELMAN, ANGEL D. CUCCHI COLLEONI, MARIO O. CARIGNAN y MARCELO PÁJARO: *Presencia de veneno paralizante de moluscos en hígado de caballa de la región costera bonaerense* 53

PRESENCIA DE VENENO PARALIZANTE DE MOLUSCOS EN HIGADO DE CABALLA DE LA REGION COSTERA BONAERENSE*

por

José I. Carreto[1], Rut Akselman[1], Ángel D. Cucchi Colleoni[1], Mario O. Carignan[1] y Marcelo Pájaro[2].

[1]Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero
[2]Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires
cc 175, (7600) Mar del Plata. Argentina.

SUMMARY

Paralytic shellfish poisoning in mackerel from the coastal region of Buenos Aires province. During november 1992 an intense bloom of the toxic dinoflagellate *Alexandrium tamarense* occurred in coastal waters from Mar del Plata, Argentina. The highest concentration observed in the water column was 190 x 10^3 cells/l. Toxicity testing of *Mytilus edulis* populations of the region revealed high levels (up to 18 x 10^3 µg STXeq/100 g tissue) of paralytic shellfish poison (PSP). In order to study the possible PSP accumulation in mackerel (*Scomber japonicus*), mouse bioassay (AOAC) was performed in livers from individuals captured during December 1992. Liver extracts were lethal to mice; the symptoms observed were typical of those caused by paralytic shellfish toxins. Although PSP concentration (39 µg STXeq/100 g tissue) is below the established limit for human consumption (80 µg STXeq/100 g tissue), it suggests that mackerel can accumulate PSP toxins from its food. On the basis of stomach content analysis of sampled mackerel and the related literature, the occurrence of possible toxins vector organisms is discussed

Key words: *Alexandrium*, toxicity, *Scomber japonicus*, accumulation, mackerel, Argentine Sea.
Palabras claves: *Alexandrium*, toxicidad, *Scomber japonicus*, acumulación, caballa, Mar Argentino.

INTRODUCCION

Los florecimientos de algas marinas pueden producir mortandad de peces por diversos mecanismos: 1) producción de toxinas; 2) generación de condiciones de anoxia; 3) por disfunción branquial y 4) por mecanismos físicos tales como el incremento de la viscosidad del agua de mar (Ochi, 1989; Taylor, 1990).

En el caso de florecimientos de organismos productores de toxinas, como el dinoflagelado *Alexandrium tamarense*, los peces pueden incorporar toxinas del complejo "veneno paralizante de moluscos" (VPM) a través de sus branquias o bien por ingestión de células tóxicas y/o de otros organismos que hayan acumulado dichas toxinas. Probablemente, el principal vector biológico a través del cual dichas toxinas son

* Contribución INIDEP N° 853.

transferidas a los peces pelágicos son ciertos organismos del zooplancton herbívoro, para los que ha sido demostrada su capacidad de acumular VPM (White, 1981). La ocurrencia de fenómenos de mortandad de peces producidos por VPM y su relación con la producción y transferencia de toxinas a través de la cadena alimentaria, ha sido revisada por White (1984). Sin embargo, recientemente se ha demostrado que la caballa del Atlántico Norte (*Scomber scombrus*) tiene capacidad de acumular en su tejido hepático toxinas del complejo VPM (Haya *et al.*, 1990), resultando un organismo capaz de transferir toxinas a los niveles tróficos superiores. Se ha señalado así, que la muerte de gran número de ballenas jorobadas, ocurrida en las costas de Cap Cod (USA), fue producida por la ingestión de caballas intoxicadas con VPM (Mackenzie, 1988, citado por Haya *et al.*,1990).

En el Mar Argentino los florecimientos del dinoflagelado tóxico *A. tamarense* son un hecho frecuente que se repite con distinta intensidad desde la primavera de 1980 (Carreto *et al.*,1981, 1985, 1986, 1993). Respecto de su denominación debe mencionarse que el material descripto como *A. tamarense* o *A. excavatum*, como previamente se denominó en la plataforma argentina, no puede separarse y pertenece a la misma especie (Moestrup y Hansen, 1988; Balech, com. personal[1]). Recientemente se ha demostrado que algunos caracoles marinos (*Zidona angulata, Adelomedon brasiliana* y *Pachycymbiola brasiliana*) presentan elevada toxicidad en sus vísceras, siendo probablemente el mejillón *Mytilus edulis* la principal fuente de toxinas (Elbusto *et al.*, 1991). Con el objeto de proseguir los estudios de transferencia de toxinas del complejo VPM, en este trabajo se presentan evidencias preliminares de su acumulación en la caballa *Scomber japonicus*, durante el florecimiento ocurrido en la primavera de 1992 en la región costera bonaerense.

[1] E. Balech, Estación Hidrobiológica de Puerto Quequén, Puerto Quequén.

MATERIAL Y METODOS

Las muestras de agua para los estudios de fitoplancton y pigmentos fueron recolectadas en una estación fija situada a 30 mn al sudeste de Mar del Plata sobre la isobata de 50 m, durante la salida "ECL-01/92" de la lancha "Luisito" efectuada el 3 de noviembre de 1992. Las muestras se extrajeron a las profundidades estándar con botellas Van Dorn, preservándose una alícuota en solución Lugol para estimaciones de plancton en el microscopio invertido (técnica de Utermöhl, 1958). Para la determinación de pigmentos se filtró un litro de agua, estimándose la concentración de clorofila **a** con un espectrofluorómetro Perkin Elmer LS3 (Holm-Hansen *et al.*, 1965). Las muestras de mejillón fueron recolectadas por el BIP "Aldebarán" en el marco de las campañas conjuntas de la Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo Argentino-Uruguayo. Las mismas se obtuvieron con una rastra tipo Picard en estaciones seleccionadas de la plataforma bonaerense. Las caballas analizadas provinieron de las capturas realizadas durante los días 16 y 17 de diciembre por una lancha muestreadora que operó en la costa bonaerense hasta la isobata de 50 m. Los datos de contenido estomacal provienen de los muestreos biológicos de desembarque que se realizan rutinariamente. En los mismos se determinó el grado de repleción estomacal y los principales *item* alimento por grupo taxonómico, expresándose su porcentaje de presencia en la población de caballa. El análisis de toxicidad se realizó sobre la totalidad de los hígados de los ejemplares muestreados. Se empleó a tal fin el ensayo biológico con ratones (Anónimo, AOAC, 1984). El mismo método se utilizó para la determinación de toxicidad de los mejillones muestreados. Los datos obtenidos en unidades ratón fueron transformados en microgramos equivalentes de saxitoxina (µg STXeq) usando el factor de conversión = 0,2.

RESULTADOS Y DISCUSION

El florecimiento de *A. tamarense* detectado en la región costera de Mar del Plata durante el mes de noviembre de 1992, se caracterizó por las relativamente elevadas concentraciones celulares detectadas (190 x10^3 cel./l) y la escasa diversidad de la comunidad fitoplanctónica (Tabla 1). Aunque el máximo se presentó a los 40 metros de profundidad, en concordancia con la distribución de clorofila **a** (Fig. 1), las concentraciones celulares de *A. tamarense* fueron elevadas en la mayor parte de la columna de agua.

Tabla 1. Concentraciones celulares de fitoplancton en dos profundidades seleccionadas de la estación muestreada ECL-01/92
Phytoplankton cell concentrations at two selected depths of ECL-01/92 station.

Profundidad	*Alexandrium tamarense*	Otros dinoflagelados*	Diatomeas*
0 m	13,4×10^3 cel/l	1,7×10^3 cel/l (1)	0,4×10^3 cel/l (3)
10 m	166,3×10^3 cel/l	2,8×10^3 cel/l (2)	2,5×10^3 cel/l (4)

*Especies principales:
**Principal species*: (1): *Protoperidinium bispinum, Gymnodinium* spp., *Amphidinium* spp.; (2): *Dinophysis acuminata, Gymnodinium* sp., *P. bispinum*; (3): *Pleurosigma normanii, Cylindrotheca closterium*; (4): *Paralia sulcata, P. normanii.*

En un trabajo previo (Carreto *et al.*, 1993) en el que se analizaron las variaciones interanuales de toxicidad de *M. edulis* de la región de Mar del Plata durante la década 1980-1990, se demostró que el fenómeno de toxicidad por VPM es un evento anual, que presenta un máximo estacional durante la primavera (setiembre-noviembre). Sin embargo, la intensidad del brote tóxico presenta grandes variaciones interanuales que parecen dependientes de las condiciones meteorológicas prevalecientes (Carreto *et al.*, 1993). A este respecto debe señalarse que los valores de toxicidad detectados en el mejillón durante el florecimiento de 1992, son los registros más elevados determinados para esta área (Tabla 2).

Tabla 2. Niveles de toxicidad detectados durante el mes de diciembre en los bancos de mejillones (*Mytilus edulis*) de la región bonaerense.
Toxicity levels in mussel (Mytilus edulis) banks from the Buenos Aires region in December.

Posición (LS-LW)	38°29' 57°53'	38°53' 58°25'	38°59' 57°42'
Toxicidad (µg STXeq/100g)	18211	12874	17926

Comparativamente, los valores de toxicidad detectados en el extracto de hígado de caballa, son mucho menores (39 µg STXeq/100 g de tejido) y se encuentran cercanos al límite de detección del método empleado (Anónimo, 1984). Sin embargo, resultaron letales para los ratones, con síntomas típicos de la intoxicación que producen las toxinas paralizantes de moluscos (Sancho[1], com. pers.). Como la caballa analizada fue capturada un mes después de la detección del florecimiento de *A. tamarense*, podría suponerse que durante el mismo la concentración de toxinas pudo ser más elevada. Es de hacer notar que durante un pequeño florecimiento del dinoflagelado tóxico *Alexandrium fundyense* (7,5 x 10^3 cel./l), ocurrido en la Bahía de Fundy (Canadá), los hígados de la caballa *Scomber scombrus* presentaron toxicidades que variaron entre 40 y 209 µg STXeq/100 g de tejido (Haya *et al.*, 1990), lo que indica que esta especie es capaz de acumular toxinas aún durante un florecimiento de escasa magnitud. Sin embargo, el grado de intoxicación depende no sólo del número de células tóxicas sino de la toxigenicidad de la especie formadora del floreci-

[1] H. Sancho, Servicio Nacional de Sanidad Animal, Mar del Plata.

miento. A este respecto debe señalarse que el contenido celular de toxinas en *A. fundyense* (65,7 pg STXeq cel.$^{-1}$) (Bricelj *et al.*, 1990) es varias veces mayor que el detectado en las cepas de *A. tamarense* aisladas de las aguas costeras de Mar del Plata (Carreto, resultados sin publicar).

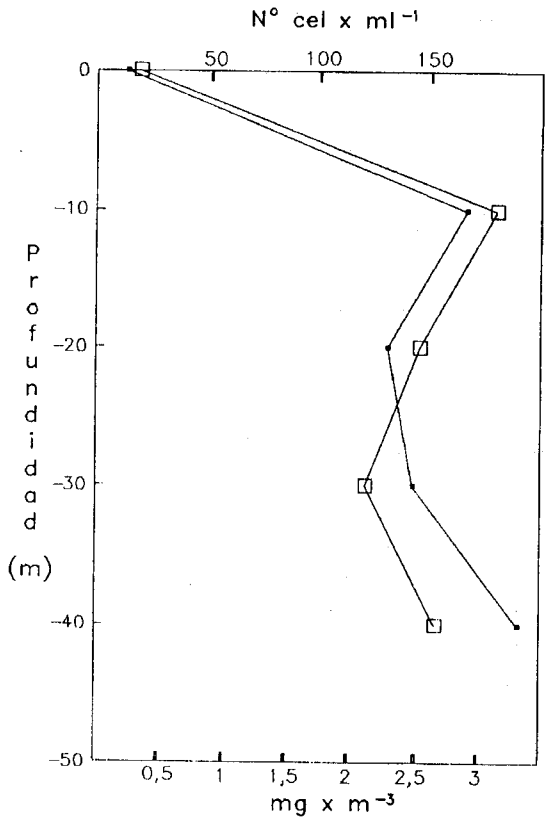


Fig. 1. Distribución vertical de clorofila **a** (mg × m^{-3}) (□) y del dinoflagelado *Alexandrium tamarense* (cel. × ml^{-1}) (■) en la estación ECL-01/92.
Chlorophyll a (mg × m^{-3}) (□) and dinoflagellate Alexandrium tamarense (cells × ml^{-1}) (■) vertical distribution in the station ECL-01/92.

Las toxinas paralizantes de moluscos son neurotoxinas que pueden ser acumuladas por los invertebrados sin producir en ellos efectos letales, como ha sido demostrado para moluscos (Shumway *et al.*, 1985) y crustáceos (Foxall *et al.*, 1979; White 1981; Yasumoto *et al.*, 1981). Sin embargo, los peces son muy sensibles a la acción de estas neurotoxinas, habiéndose señalado dosis letales por vía oral (DL_{50}) comprendidas entre 40 y 76 µg STXeq/100 g de peso (White, 1984). Robineau *et al.* (1991a) han señalado que larvas de peces son aún más sensibles que los adultos, bastando la ingestión de una sola célula altamente tóxica para producir su muerte. Esto implica que además de transferirse en forma directa, las toxinas pueden diseminarse a través de la cadena alimentaria por medio de los invertebrados, produciendo el envenenamiento y muerte de los vertebrados predadores. La excepción parecen ser los peces del género *Fugu*, que presentan una elevada capacidad para almacenar saxitoxina así como tetrodotoxina en sus hígados y gónadas (Kodama *et al.*, 1984).

Haya *et al.* (1990), han presentado fuertes evidencias que indican que la caballa *Scomber scombrus*, es capaz de retener toxinas durante prolongados períodos de tiempo. Otra evidencia indirecta de esta capacidad, es la elevada toxicidad detectada en las caballas extraídas del contenido estomacal de ballenas jorobadas, cuya mortandad fue asociada al efecto de su dieta tóxica (Mackenzie, 1988, citado por Haya *et al.*, 1990). Aunque nuestros resultados no son concluyentes, puede sospecharse que la caballa *S. japonicus* se comporta de manera similar, ya que los hábitos alimentarios de ambas especies son similares (Angelescu, 1980). Las dos especies presentan el régimen alimentario de un pez pequeño carnívoro del tipo mixto, por filtración de elementos del zooplancton (copépodos) y por selección y captura de pequeñas presas (sergéstidos, quetognatos, calamaretes, postlarvas y juveniles de peces). De acuerdo con Angelescu (1980) el alimento principal de la caballa en la región bonaerense son los copépodos, postlarvas de decápodos y postlarvas, juveniles y adultos de anchoíta (*Engraulis anchoita*).

El análisis del contenido estomacal de las caballas estudiadas indicó que casi todos los estómagos se hallaban vacíos o con un avanzado grado de digestión, lo que no arroja luz sobre la posible fuente de toxicidad. Sin embargo puede

esperarse, como se ha señalado para otros peces (White, 1984), que el zooplancton herbívoro sea el principal vector biológico a través del cual las toxinas son acumuladas en la caballa. En la Tabla 3 se presenta el espectro trófico de los contenidos estomacales analizados.

Tabla 3. Presencia de *item* alimento (%) en el contenido estomacal de las muestras de caballa analizadas.
Alimentary items (%) in stomach content from sampled mackerel.

Item alimentario	Muestra 16/12/92 (N=36)	Muestra 17/12/92 (N=58)
Larvas de estomatópodos	61,1	20,7
Larvas de crustáceos decápodos	44,4	17,2
Copépodos y cladóceros	33,3	5,2
Estomatópodos adultos	19,4	22,4
Anfípodos gamáridos	5,6	13,8
Postlarvas de anchoíta	5,6	89,7
Sergéstidos	—	25,9

Una de las mayores preguntas que plantea la presencia de toxinas del complejo VPM en la caballa, es si su capacidad de acumulación puede hacerla peligrosa para el consumo humano. Los valores detectados en sus hígados (39 µg STXeq /100g) están por debajo del límite establecido como impropio para el consumo humano (80 µg STXeq /100g). Por otra parte, las toxinas no se acumulan en músculo, por lo que sólo podrían ser potencialmente peligrosas cuando los peces son consumidos enteros, o cuando se ingieren los órganos internos en particular. El consumo de peces planctívoros enteros tales como caballas (*Rastrelliger* spp.), sardinas (*Sardinella* spp.) y anchoítas (*Stolephorus* spp.) ha sido causa de intoxicaciones humanas de mediana gravedad en el sudeste de Asia (Maclean, 1979; Estudillo y González, 1984). Recientemente en nuestro país se presentó un caso de intoxicación severa en un miembro de la comunidad coreana quien consumió vísceras de caracoles marinos (Digón[1], com. pers.). Como ha sido demostrado anteriormente, varias especies de caracoles marinos (*Z. angulata, A. brasiliana* y *P. brasiliana*) pueden presentar elevados niveles de toxicidad en sus vísceras (Elbusto *et al.*, 1991).

Otro aspecto a considerar es el efecto del florecimiento de *A. tamarense* sobre los recursos pesqueros. Se ha estimado (White, 1984) que las pérdidas ocasionadas por mortandad directa, difícilmente podrían afectar en forma sustancial el tamaño de los *stocks* pesqueros. Sin embargo, la elevada sensibilidad de las larvas de peces a este grupo de toxinas, podría disminuir apreciablemente el reclutamiento y ejercer por lo tanto, un efecto indirecto en la abundancia de peces cuyas larvas co-ocurren en tiempo y espacio con el desarrollo de un florecimiento tóxico (Robineau *et al.*, 1991a; 1991b; 1993). En el Mar Argentino los mayores florecimientos de *A. tamarense* han ocurrido en el sistema frontal de Península Valdés a fines de primavera (Carreto *et al.*, 1985; 1986), época del desove en esa área de la anchoíta (*E. anchoita*) y de la merluza (*Merluccius hubbsi*). Los resultados preliminares obtenidos y el análisis realizado, nos permite concluir señalando la importancia del conocimiento de los mecanismos de transferencia de toxinas en la cadena alimentaria.

AGRADECIMIENTOS

A la tripulación de la lancha "Luisito" operada por la Escuela Nacional de Pesca, Mar del Plata, Argentina, por su colaboración en la salida: "ECL-01/92". Al Med. Vet. C. Elbusto, SELAB-SENASA, Mar del Plata, por las determinaciones de toxicidad. A los Sres. A. Izzo y J. Boccanfuso, por la recolección de las muestras de caballa.

[1] A. Digón. Ministerio de Salud Pública, Buenos Aires.

BIBLIOGRAFIA

Anónimo. 1984. Official methods of analysis. 14th ed. AOAC. Section 18-086-18-092. Arlington, VA, USA.

ANGELESCU, V. 1980. Ecología trófica de la caballa (*Scombridae, Scomber japonicus marplatensis*) del Atlántico Sudoccidental. Bol. Inst. Oceanogr. S.Paulo, 29 (2): 41-47.

BRICELJ, V. M.; LEE, J. H.; CEMBELLA, A. D. & ANDERSON, D. M. 1990. Uptake of *Alexandrium fundyense* by *Mytilus edulis* and *Mercenaria mercenaria* under controlled conditions. *En*: E. GRANÉLI, B. SUNDSTRÖM, L. EDLER Y D. M. ANDERSON (Eds.). Toxic Marine Phytoplankton. Elsevier, New York, 269-274.

CARRETO, J. I.; LASTA, M. L.; NEGRI, R. M. & BENAVIDES, H. R. 1981. Los fenómenos de marea roja y toxicidad de moluscos bivalvos en el Mar Argentino. Contrib. INIDEP, Mar del Plata, N° 399, 55 pp.

CARRETO, J. I.; NEGRI, R. M.; BENAVIDES, H. R. & AKSELMAN, R. 1985. Toxic dinoflagellate blooms in the Argentine Sea. *En*: D. M. ANDERSON, A. W. WHITE Y D. G. BADEN (Eds.). Toxic dinoflagellates. Elsevier, New York, 147-152.

CARRETO, J. I.; BENAVIDES, H. R.; NEGRI, R. M. & GLORIOSO, P. D. 1986. Toxic red tide in the Argentine Sea: Phytoplankton distribution and survival of the toxic dinoflagellate *Gonyaulax excavata* in a frontal area. J. Plankton Res., 8 (4):15-28.

CARRETO, J. I.; ELBUSTO, C.; SANCHO, H.; CARIGNAN, M. O.; CUCCHI COLLEONI, A. D.; DE MARCO, S. G. & FERNÁNDEZ, A. 1993. An exploratory analysis of the Mar del Plata shellfish toxicity area (1980-1990). *En*: T. J. SMAYDA & Y. SHIMIZU (Eds.). Toxic phytoplankton blooms in the sea. Proceedings of the Fifth International Conference on Toxic Marine Phytoplankton. Newport, Rhode Island, USA. Elsevier, Amsterdam, 377-382.

ELBUSTO, C.; CARRETO, J. I.; SANCHO, H.; CARIGNAN, M. O.; OSHIMA, Y. & YASUMOTO, T. 1991. Paralytic shellfish toxin profiles in the marine snail *Zidona angulata* from the Mar del Plata coast. *En*: T. J. SMAYDA & Y. SHIMIZU (Eds.). Toxic phytoplankton blooms in the sea. Proceedings of the Fifth International Conference on Toxic Marine Phytoplankton. Newport, Rhode Island, USA. Elsevier, Amsterdam, 229-233.

ESTUDILLO, R. A. & GONZÁLEZ, C. L. 1984. Red tides and paralytic shellfish poisoning in the Philippines. *En*: A. W. WHITE, ; M. ANRAKU & K. HOOI (Eds.). Toxic red tides and shellfish toxicity in Southeast Asia. Southeast Asian Fisheries Development Center, Singapore. 52-79.

FOXALL, T. L.; SHOPTAUGH, N. H.; IKAWA, M. & SASNER, J. J. 1979. Secondary intoxication with PSP in *Cancer irroratus*. *En*: D. L.TAYLOR & H. H. SELIGER (Eds.). Toxic dinoflagellate blooms. Elsevier, New York, 245-250.

HAYA, K.; MARTIN, J. L.; WAIWOOD, B. A.; BURRIDGE, L. E.; HUNGERFORD, J. M. & ZITKO, V. 1990. Identification of paralytic shellfish toxins in mackerel from southwest Bay of Fundy, Canada. *En*: E. GRANÉLI, B. SUNDSTRÖM, L. EDLER & D. M. ANDERSON (Eds.). Toxic marine phytoplankton. Elsevier, New York, 350-355.

HOLM-HANSEN, O.; LORENZEN, C. J.; HOLMES, R. W. & STRICKLAND, J. D. H. 1965. Fluorometric determination of chlorophylls. J. Cons. Int. Explor. Mer, 30 :3-15.

KODAMA, M.; OGATA, T.; KAWAMUKAI, K.; OSHIMA, Y. & YASUMOTO, T. 1984.Toxicity of muscle and other organs of five species of puffer collected from the Pacific coast of Tohoku area of Japan. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish., 50 (4):703-706.

MACLEAN, J. L. 1979. Indo-Pacific red tides. *En*: D. L. TAYLOR & H. H. SELIGER (Eds.). Toxic dinoflagellate blooms. Elsevier, New York, 173-178.

MOESTRUP, O. & HANSEN, P. J. 1988. On the occurrence of the potentially toxic dinoflagellates *Alexandrium tamarense* (=*Gonyaulax excavata*) and *A. ostenfeldii* in Danish and Faroese waters. Ophelia, 28 (3):195-213.

OCHI, T. 1989. The development of anoxic water and red tide associated with eutrophication in Hiuchi Nada, the Seto Inland Sea, Japan. *En*: T. OKAICHI, D. M. ANDERSON & T. NEMOTO (Eds.). Red tides, biology, environmental science and toxicology. Elsevier, New York, 201-204.

ROBINEAU, B.; FORTIER, L.; GAGNE, J. A. & CEMBELLA, A. D. 1991a. Comparison of the response of five larval fish species to the toxic dinoflagellate *Alexandrium excavatum* (Braarud) Balech. J. Mar. Biol. Ecol., 152: 225-242.

ROBINEAU, B.; GAGNE, J. A.; FORTIER, L. & CEMBELLA, A. D. 1991b. Potential impact of a toxic dinoflagellate (*Alexandrium excavatum*) bloom on survival of fish and crustacean larvae. Mar. Biol., 108 :293-301.

ROBINEAU, B.; FORTIER, L.; GAGNE, J. A. & VILLENEUVE, A. 1993. The co-distribution of fish larvae and the toxic dinoflagellate *Alexandrium excavatum* in the Gulf of St. Lawrence. *En*: T. J. SMAYDA & Y. SHIMIZU (Eds.). Toxic phytoplankton blooms in the sea. Proceedings of the Fifth International Conference on Toxic Marine Phytoplankton. Newport, Rhode Island, USA. Elsevier, Amsterdam, 323-327.

SHUMWAY, S. E.; CUCCI, T. L.; GAINEY, L. & YENTSCH, C. M. 1985. A preliminary study of the behavioral and physiological effects of *Gonyaulax tamarensis* on bivalve molluscs. *En*: D. M. ANDERSON, A. W. WHITE & D. G. BADEN, (Eds.). Toxic dinoflagellates. Elsevier, New York, 395-400.

TAYLOR, F. J. R. 1990. Red Tides, brown tides and other harmful algal blooms: The view into the 1990's. *En*: E. GRANÉLI, B. SUNDSTRÖM, L. EDLER & D. M. ANDERSON. (Eds.). Toxic marine phytoplankton. Elsevier, New York, 527-536.

UTERMÖHL, H. 1958. Zur vervollkommnung der quantitativen phytoplankton-Methodik. Mitt. Internat. Verein Limnol.,9 :1-38.

WHITE, A. W. 1981. Marine zooplankton can accumulate and retain dinoflagellate toxins and cause fish kills. Limnol. Oceanogr., 26 :103-109.

WHITE, A. W. 1984. Paralytic shellfish toxins and finfish. *En*: E. P. RAGELIS. (Ed.). Seafood toxins. ACS Symposium Series 262. Am. Chem. Soc., Washington, D.C., 71-180.

YASUMOTO, T.; OSHIMA, Y. & KOUTA, T. 1981. Analysis of paralytic shellfish toxins in xanthid crabs in Okinawa. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 47 (7) :957-959.