

FLORACION EXCEPCIONAL DE UN DINOFLAGELADO EN AGUAS DE PLATAFORMA DE ARGENTINA Y URUGUAY^{1,2}

Rubén M. Negri, Rut Akseiman y Hugo R. Benavides

Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero
Playa Grande, 7600 Mar del Plata, República Argentina

RESUMEN: Durante una campaña de investigación en la Zona Común de Pesca Argentino-Uruguaya fueron observadas discoloraciones superficiales. Su análisis permitió determinar que el fenómeno fue producido por una especie del género *Gyrodinium*.

La magnitud de estas discoloraciones suscitó la colaboración espontánea de tripulantes de buques pesqueros a través de la remisión de avisos, observaciones y muestras. Complementariamente, muestras biológicas y datos de variables hidrológicas fueron provistos por colegas que participaban en campañas oceanográficas en el área.

Su estudio permitió estimar que las discoloraciones presentaron una progresión general norte-sur desde aproximadamente 35° a 42°S durante agosto y septiembre de 1989. *Gyrodinium* sp fue la especie dominante de la comunidad fitoplanctónica y en algunos casos casi excluyente, con concentraciones celulares entre 0,6 y 40 x 10⁶ cel l⁻¹. Estos valores son los mayores determinados para el área y uno de los más importantes entre los citados en la bibliografía internacional para especies productoras de floraciones en mar abierto.

El análisis de la evolución espacio-temporal de esta floración sugiere el desarrollo de un evento inusual. Un aspecto de interés en *Gyrodinium* sp es que ciertos caracteres la acercan a especies tóxicas causantes de floraciones con mortalidad de peces e invertebrados marinos. Asociada a esta floración no se observó mortalidad de organismos, aunque sí variaciones en el comportamiento de cardúmenes de especies comerciales.

Considerando la ocurrencia de fenómenos previos registrados en el área se examina su reiteración en referencia a la evolución de otros similares en diferentes áreas geográficas y a eventuales efectos nocivos sobre la biota.

Palabras clave: Floración excepcional, *Gyrodinium* sp, plataforma argentino-uruguaya.

SUMMARY: AN EXCEPTIONAL DINOFLAGELLATE BLOOM IN ARGENTINE AND URUGUAYAN SHELF WATERS.— Surface discolorations were observed during a research cruise at the Argentine-Uruguayan Common Fishing Zone. It was determined that the event was produced by a *Gyrodinium* species.

The magnitude of discolorations gave rise to a spontaneous collaboration of the fishing ships crews by sending information on their field observations and water samples to our laboratory. Additionally, biological samples and hydrological measurements were provided by colleagues that were performing research cruises on the same area.

It was determined that discolorations presented a NNE - SSW spatial development, approximately from 35° to 42°S, during August and September 1989. *Gyrodinium* sp was dominant in the phytoplankton community and sometimes excluding any other species. Cellular densities between 0.6 and 40 x 10⁶ cells l⁻¹ were found, being the last value the highest determined for this area and one of the most important among mentioned in the international bibliography for open sea blooming species.

Taking into account the spatial and temporal development of the bloom it may be considered as an unusual event. It is noteworthy that some taxonomic characters of *Gyrodinium* sp link this species to toxic ones whose blooms caused fish and other marine invertebrates mortality. Although no mortality was detected in this bloom, some irregularities on the behavior of commercial fish schools were observed.

Considering the previous blooms registered in the area, the possibility of a repetition is treated in relation to the evolution of similar ones at different geographical areas and to eventual noxious effects on the biota.

Key words: Exceptional blooms, *Gyrodinium* sp, Argentine-Uruguayan shelf.

INTRODUCCION

En los últimos veinte años se ha observado un incremento en la intensidad de las floraciones de microalgas así como una ampliación de la distribución de muchas de las especies que las producen. Actualmente estos fenómenos son considerados un problema a escala global por los efectos nocivos sobre la salud humana y distintos componentes de la biota, así como por las pérdidas económicas en actividades de acuicultura y turismo (Granéli *et al.*, 1990). Entre las especies responsables de estas floraciones hay algunas que producen toxinas como

los venenos paralizantes (PSP), neurotóxicos (NSP), diarreicos (DSP) y amnésicos (ASP). Otras especies no producen toxinas, siendo citados efectos nocivos sobre diferentes especies marinas principalmente por taponamiento de las branquias de peces y en organismos filtradores, o por disminución de los niveles de oxígeno debido a respiración nocturna o durante el decaimiento de la floración (Shumway, 1990).

En el Mar Argentino son bien conocidas desde 1980 las floraciones producidas por *Alexandrium excavatum*, especie productora de PSP, en la zona de la Península Valdés (Carreto *et al.*, 1981), las que constituyen un claro ejemplo de ampliación del área de distribución de una especie luego de un evento inicial de dimensiones inusuales (Carreto *et al.*, 1985).

¹ Este trabajo fue presentado en el Séptimo Simposio Científico de la CTMFM, diciembre de 1990.

² Contribución del INIDEP N° 765.

En octubre de 1988 en el transcurso de una transección oceanográfica en la plataforma bonaerense, se pudo estudiar una floración producida por otro dinoflagelado, *Gyrodinium cf. aureolum*, en una extensión de aproximadamente 120 km distante 60 km de la costa, que alcanzara concentraciones de hasta $1,6 \times 10^6$ cels. l^{-1} (Negri *et al.*, en prensa).

A principios de agosto de 1989 se recibieron las primeras comunicaciones sobre la presencia de intensas discoloraciones en la superficie del mar en amplios sectores de la Zona Común de Pesca Argentino-Uruguayo. Debido a la magnitud del fenómeno, que suscitó la colaboración espontánea de la comunidad pesquera, se solicitó a la Prefectura Naval de Mar del Plata y a colegas que participaban de campañas de investigación, datos sobre avisos de manchas así como envío de muestras al laboratorio.

En este trabajo se analizan los resultados de los análisis de muestras y avisos recibidos, discutiéndose su relación con las condiciones hidrográficas y con fenómenos similares producidos por algunas especies afines en otros mares.

MATERIAL Y METODOS

El material estudiado comprende tres categorías generales: avisos de discoloraciones, muestras biológicas y datos de variables hidrográficas. Los avisos fueron provistos por investigadores embarcados en el B/I *Cruz del Sur* por tripulantes de buques pesqueros de la flota comercial. Después de la recepción de los mismos y una vez estudiadas las muestras que indicaban una floración, se implementó un sistema de avisos a través de la Prefectura Naval Argentina. El sistema comprendió tanto la radio emisión como la entrega a pesqueros comerciales de formularios a completar en caso de avistar manchas, con datos de posición, extensión y características de las discoloraciones. Muestras de agua de superficie fueron colectadas por pescadores en áreas de discoloraciones y congeladas o remitidas vivas para su estudio.

Se analizaron muestras de superficie colectadas en las campañas conjuntas uruguayo-argentinas CS/8912/8913 del B/I *Cruz del Sur* (julio/agosto-1989), japonesa-uruguayo-argentina del B/I *Kaiyo Maru* (agosto/setiembre-1989) y argentino-estadounidense Ecosonda I del B/I *Oca Balda* (setiembre-1989). Asimismo, se analizaron datos de temperatura de las campañas CS/8912 y CS/8913 del B/I *Cruz del Sur* y de temperatura y salinidad del B/I *Kaiyo Maru*.

El estudio y cuantificación del fitoplancton se efectuó con un microscopio invertido según Hasle (1978). Observaciones de caracteres y estadios del ciclo de vida de *Gyrodinium sp* se efectuaron con

microscopio óptico con contraste de fases. A partir de muestras vivas se iniciaron cultivos utilizándose el medio f/2 (Guillard y Ryther, 1962).

RESULTADOS Y DISCUSION

Desarrollo de la floración

Las primeras observaciones sobre la presencia de estas discoloraciones marrón-rojizas, se realizaron a principios de agosto durante las campañas del B/I *Cruz del Sur* 8912 y 8913. Estas campañas abarcaron un área comprendida entre los $34^{\circ}30'$ y $39^{\circ}30'S$ y las isobatas de 50 y 200 m. Se tomaron varias muestras y se realizaron observaciones directas sobre la distribución y algunas características de las discoloraciones (Fig. 1, período: 2-15/VIII). La especie dominante fue un dinoflagelado del género *Gyrodinium* que alcanzó concentraciones de $2,7 \times 10^6$ cels. l^{-1} que representaban más del 98% de la comunidad fitoplanctónica. La fracción restante estaba constituida casi exclusivamente por otros dinoflagelados entre los que se destacaban *Gyrodinium fusus*, un activo predador, *Ceratium lineatum*, *Gonyaulax spinifera*, *Prorocentrum balticum* y *Oxytoxum sp* y entre las diatomeas *Nitzschia closterium* y *Pleurosigma normanii*.

A fines de agosto se recibieron nuevos avisos de discoloraciones y muestras recolectadas por tripulantes de buques pesqueros. El área comprendida por estas manchas se ubicó al sur de la plataforma

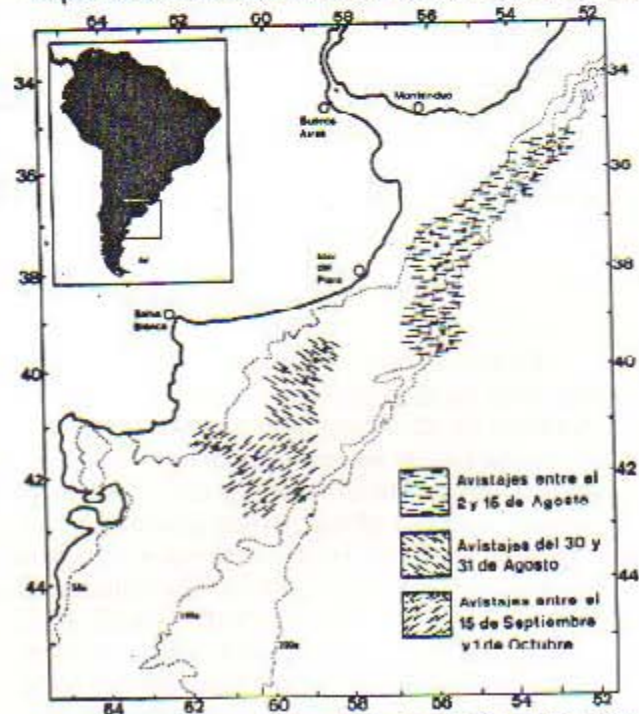


Fig. 1. Distribución geográfica de las discoloraciones (las áreas rayadas corresponden a reportes de sectores, los círculos a reportes puntuales).

bonaerense entre los 39° y 41°S y las isobatas de 60 y 80 m (Fig. 1, período: 30-31/VIII). En el sector norte de esta zona las concentraciones de *Gyrodinium* sp fueron de $1,7 \times 10^6$ cels. l^{-1} , y representaban entre un 91 y 97% del total de la comunidad. *Mesodinium rubrum*, ciliado fotosintético por simbiosis con una criptofíceo, fue la más importante como especie acompañante, con una fracción de un 6%. Con un valor de $0,12 \times 10^6$ cels. l^{-1} . *Mesodinium rubrum* fue la única especie que alcanzó concentraciones significativas en la totalidad de las muestras analizadas durante la floración de *Gyrodinium* sp. En el sector sur de esta área se estimaron concentraciones de *Gyrodinium* sp de hasta $35,9 \times 10^6$ cels. l^{-1} , detectándose sólo la presencia de *Prorocentrum balticum* y *Ceratium lineatum* en concentraciones de $0,0006 \times 10^6$ cels. l^{-1} , por lo que se puede considerar esta floración como monoespecífica. Estos resultados indican una importante heterogeneidad dentro de una misma área de manchas. El sector de tan elevadas concentraciones fue delimitado por los pescadores entre 40°-41°S y 59°00'-59°45'W, indicando que en el mismo no había anchoíta ni aves marinas y fuera del área de manchas se pescaba sobre grandes cardúmenes (Elsó, com.pers.)³.

Una tercera serie de avisos de manchas y muestras fueron recibidas entre mediados de setiembre y principios de octubre provenientes de latitudes entre 41°00'-42°20'S (Fig. 1, período 15-IX / 1-X). En esta área se evidenció asimismo una marcada heterogeneidad en las concentraciones celulares de *Gyrodinium* sp, que variaban entre $0,6$ y $1,4 \times 10^6$ cels. l^{-1} y el máximo valor de $40,5 \times 10^6$ cels. l^{-1} . En forma similar a lo observado anteriormente en las muestras con mayores concentraciones esta especie fue casi excluyente. En muestras de concentraciones menores con *Gyrodinium* sp en fracciones entre el 97 y 99% de la comunidad, otras especies identificadas fueron *Gonyaulax spinifera*, *Prorocentrum balticum*, *Nitzschia longissima* y *Thalassiosira* spp en valores en su conjunto no superiores a $0,04 \times 10^6$ cels. l^{-1} .

Por otra parte, muestras analizadas en el área cubierta por la primera serie de avisos (aproximadamente 36°30'S) indicaban en este último período que el típico florecimiento primaveral dominado por una especie del género *Thalassiosira* ($1,8 \times 10^6$ cels. l^{-1}) había reemplazado a la floración de *Gyrodinium* sp, presente en concentraciones de sólo $0,0005 \times 10^6$ cels. l^{-1} .

La totalidad de estos resultados sugiere que el fenómeno habría comenzado en la zona norte de la Zona Común de Pesca Argentino-Uruguaya y progresado hacia el sur hasta la latitud de 42°30'S durante un período de dos meses.

Teniendo en cuenta la extensión espacio-temporal, las elevadísimas concentraciones celulares de hasta 40×10^6 cels. l^{-1} , el registro más alto para esta región, y el carácter prácticamente excluyente sobre otras especies microplanctónicas, este florecimiento puede considerarse un evento de naturaleza excepcional e inusual.

Condiciones hidrográficas

La distribución de temperatura superficial en el área comprendida entre los 35°00' y 38°30'S, en la que coinciden espacial y temporalmente las campañas CS/8912 y CS/8913 y la primera etapa del B/I *Kaiyo Maru*, muestra el patrón de valores usual para esta época del año (Fig. 2 y 3). Sin embargo es importante destacar las isotermas de 11° y 12°C ya que sugieren un flujo superficial de agua cálida hacia el sur en la zona costera coincidente con bajos valores de salinidad de hasta 33,21‰ en la estación más próxima a Mar del Plata (Fig. 4). Esto se observa claramente en la distribución vertical de temperatura y salinidad en los perfiles correspondientes a los 37°00' y 38°30'S (Fig. 5 y 6). Este flujo de aguas costeras de la región del Río de la Plata es muy variable, observándose en algunas oportunidades hacia el norte o hacia el sur, próximo a la costa o por plataforma intermedia (Carreto *et al.*, 1986; Negri *et al.*, en prensa). La zona sur a partir de los 38°30'S, también presenta un patrón de valores usuales para

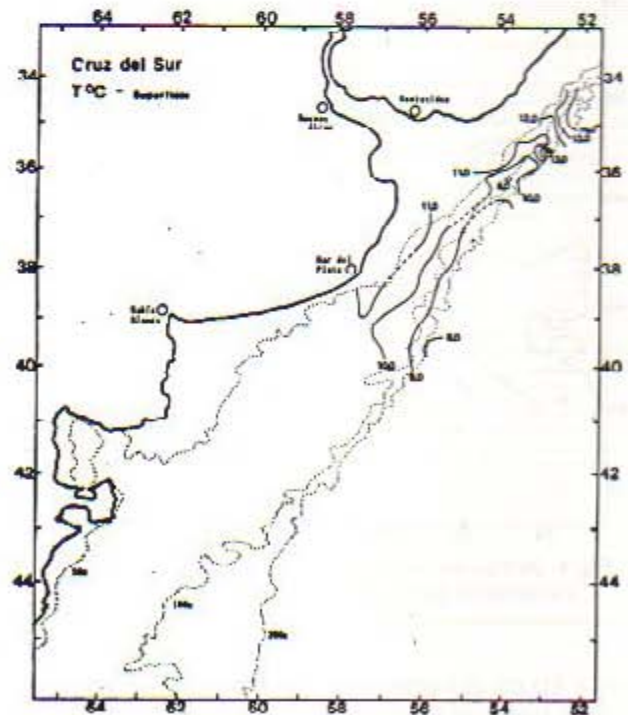


Fig. 2. Distribución de temperatura superficial (según datos de las campañas del B/I *Cruz del Sur* 8912 y 8913, julio-agosto/ 1989).

³ J. Elso, Capitán de buque pesquero comercial.

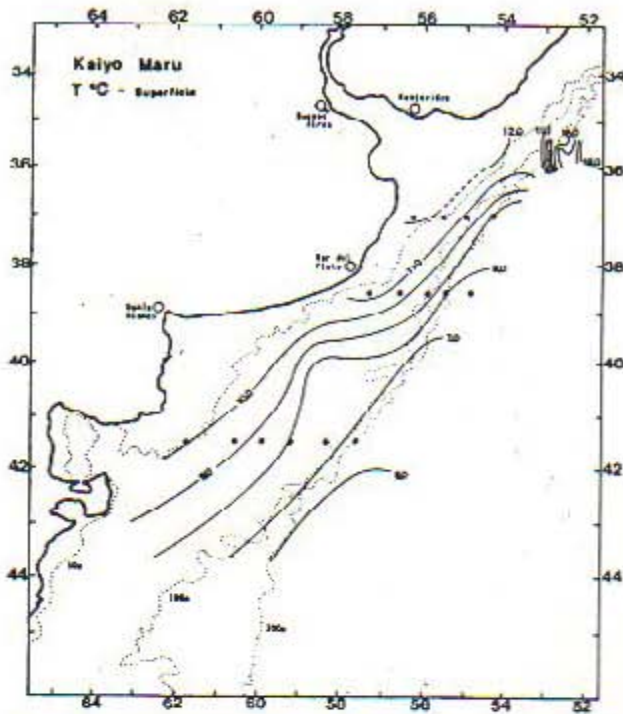


Fig. 3. Distribución de temperatura superficial (según datos de la campaña del B/I Kaiyo Maru, agosto-setiembre/1989; en las latitudes 37°00', 38°30' y 41°30'S figuran las estaciones de las transecciones correspondientes a las Figuras 5, 6 y 7).

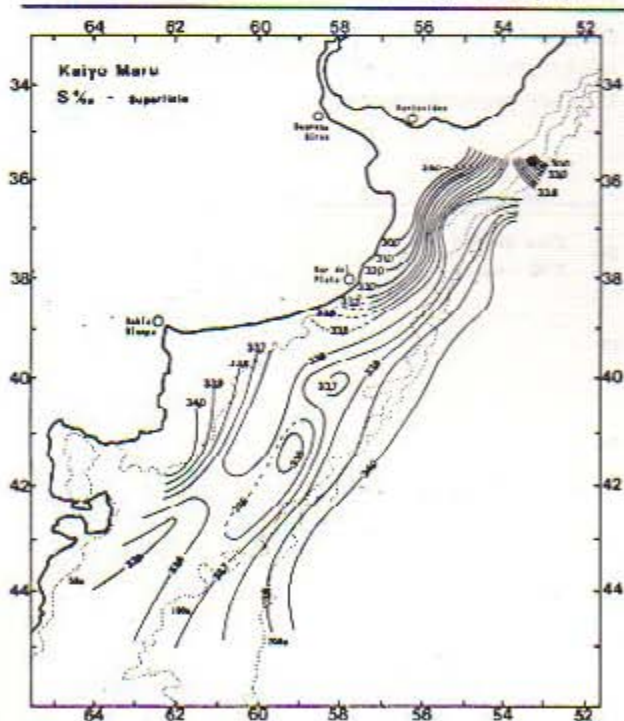


Fig. 4. Distribución de salinidad superficial (según datos de la campaña del B/I Kaiyo Maru, agosto-setiembre/1989).

esta época del año. Se pueden distinguir desde la costa hacia el talud las aguas de alta salinidad y temperatura de la zona de El Rincón y la parte norte del Golfo San Matías, las aguas de salinidad y

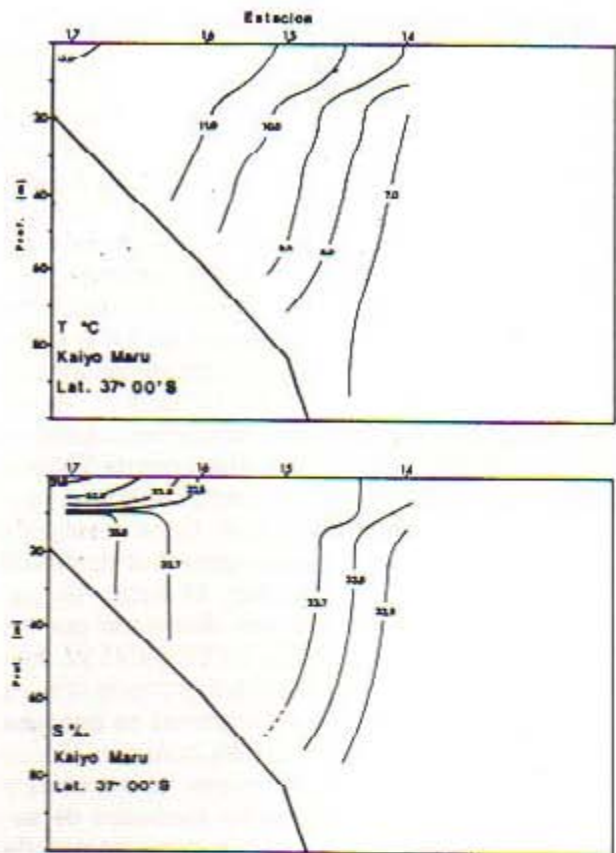


Fig. 5. Distribución vertical de temperatura y salinidad en la transección correspondiente a los 37°00'S.

temperatura más bajas de plataforma intermedia y las subantárticas del área del talud de la corriente de Malvinas (Fig. 3 y 4). De toda esta área sólo se destaca una estación (Est. 49) por sus bajos valores de salinidad superficiales (33,41‰) y por su temperatura relativamente más elevada (Fig. 4 y 7). Esta capa de agua de espesor reducido podría ser considerada como un desprendimiento o deriva de aguas del norte, aislada por condiciones meteorológicas de corto desarrollo temporal que hayan afectado a los primeros 10-15 m de la columna de agua.

Estas consideraciones están de acuerdo con el progreso NNE-SSW de las discoloraciones sugerido por el análisis temporal de los datos de plancton. Este flujo hacia el sur ha sido postulado por diferentes autores ya sea por observaciones biológicas (Balech, 1949, 1971, 1986), por análisis de datos históricos de variables hidrológicas de la región de la plataforma comprendida entre los paralelos 36° y 41°S (Martos y Piccolo, 1988) o por datos oceanográficos y meteorológicos de regiones oceánicas y de plataforma (Severov, 1990). Sin embargo, esta región requiere aún de un exhaustivo estudio sobre la dinámica de su circulación.

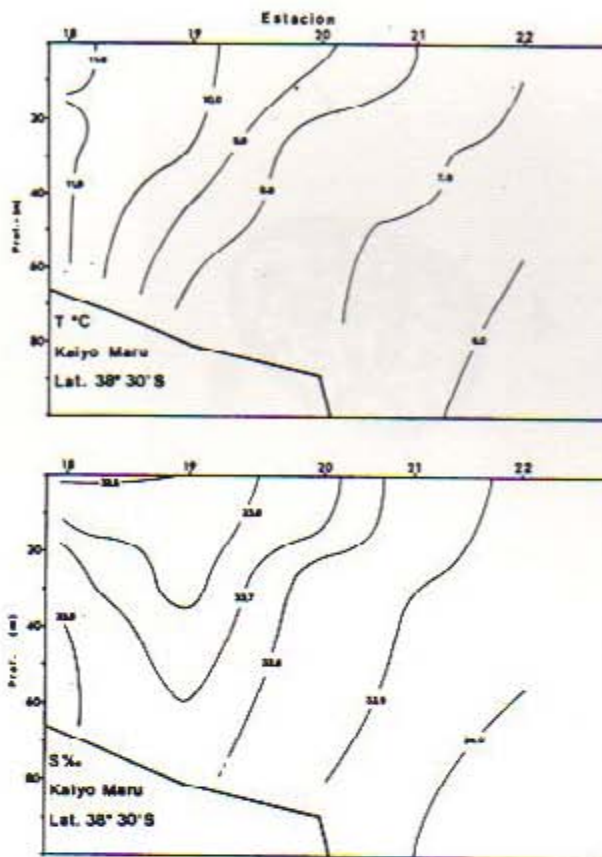


Fig. 6. Distribución vertical de temperatura y salinidad en la transección correspondiente a los 38°30'S.

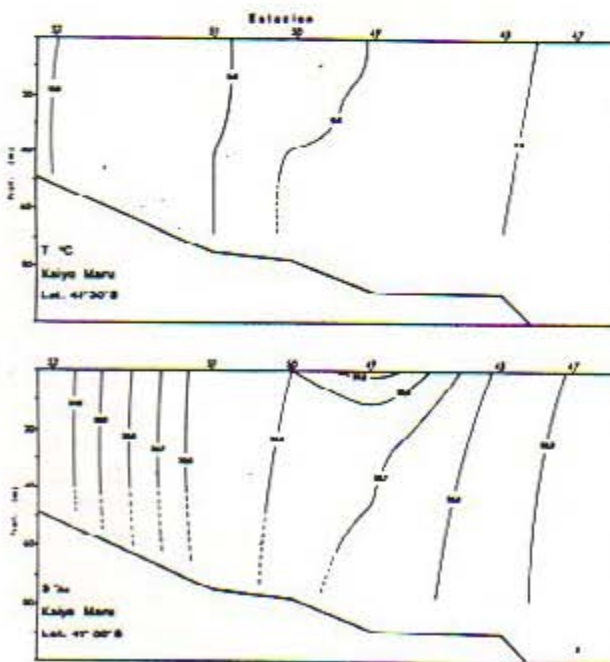


Fig. 7. Distribución vertical de temperatura y salinidad en la transección correspondiente a los 41°30'S.

Características de la especie y observaciones biológicas

Las características de la especie (Fig. 8 a) son: células de ligera compresión dorsoventral (diámetro dorsoventral: ancho máximo 0,85), atecadas, de anfiema rígido y susceptible de ecdisis tanto en células vegetativas como en mitosis. Célula cavozona, de cingulum alto, descendente 0,20-0,30 de la longitud celular. No se evidencia la presencia de surco apical. Numerosos cloroplastos anaranjados. Núcleo esférico en el sector derecho del hipocono. Longitud 32 μm ($\pm 9 \mu\text{m}$), ancho 29 μm ($\pm 8 \mu\text{m}$), $n = 25$.

En cuanto a sus observaciones biológicas son: células vegetativas de activo movimiento helicoidal y fácil abscisión de los flagelos. Células en mitosis de configuración típica (Fig.8 b). En ciertas muestras fue posible estimar la fracción de células en mitosis a través de su recuento en diferentes fases de desarrollo. El rango porcentual fue estimado entre 0,1 y 3,5 células en mitosis (células vegetativas). Ciertos estadios del ciclo de vida fueron observados en poblaciones naturales y en cultivo. Estos comprenden células cubiertas por una película hialina que rodea el anfiema y con un espacio variable entre ambos dentro del cual pueden eventualmente desarrollarse flagelos así como producirse la división celular (Fig. 8 c y d). Este estadio es interpretado como correspondiente a células en reposo, que con el retorno de condiciones favorables restablecerían la población vegetativa (Blackburn *et al.*, 1989). Otro estadio, detectado sólo en cultivo, incluye la presencia de pares de gametos anisógamos en fusión (Fig. 8 e). La fusión iniciada en la región sulcal y la disposición paralela de los cingula en estadios tempranos del proceso refieren esta especie a un grupo de dinoflagelados de comportamiento similar en cuanto al tipo de apareamiento de las gametas (Grupo I, Gao Xiaoping *et al.*, 1989). La evolución ulterior de estos pares gaméticos se desconoce y no se han detectado hipnozogotas. La manifestación de sexualidad y como consecuencia, la posible formación de quistes de reposo, ampliaría la probabilidad de una reiteración del fenómeno en el área (Anderson, 1984). Si bien la morfología en vista ventral es similar a la de la especie japonesa *Gymnodinium nagasakiense* (Takayama y Adachi, 1984) y a la conocida en aguas europeas como *Gyrodinium aureolum* (= *Gymnodinium cf. nagasakiense*, Partensky *et al.*, 1988), la ausencia de una marcada compresión dorsoventral y de surco apical en microscopio óptico introduce dudas sobre su identificación. Estas dos características la alejan asimismo de la especie de *Gyrodinium* causante de una floración en aguas de la plataforma bonaerense en 1988 (Negri *et al.*, en prensa).

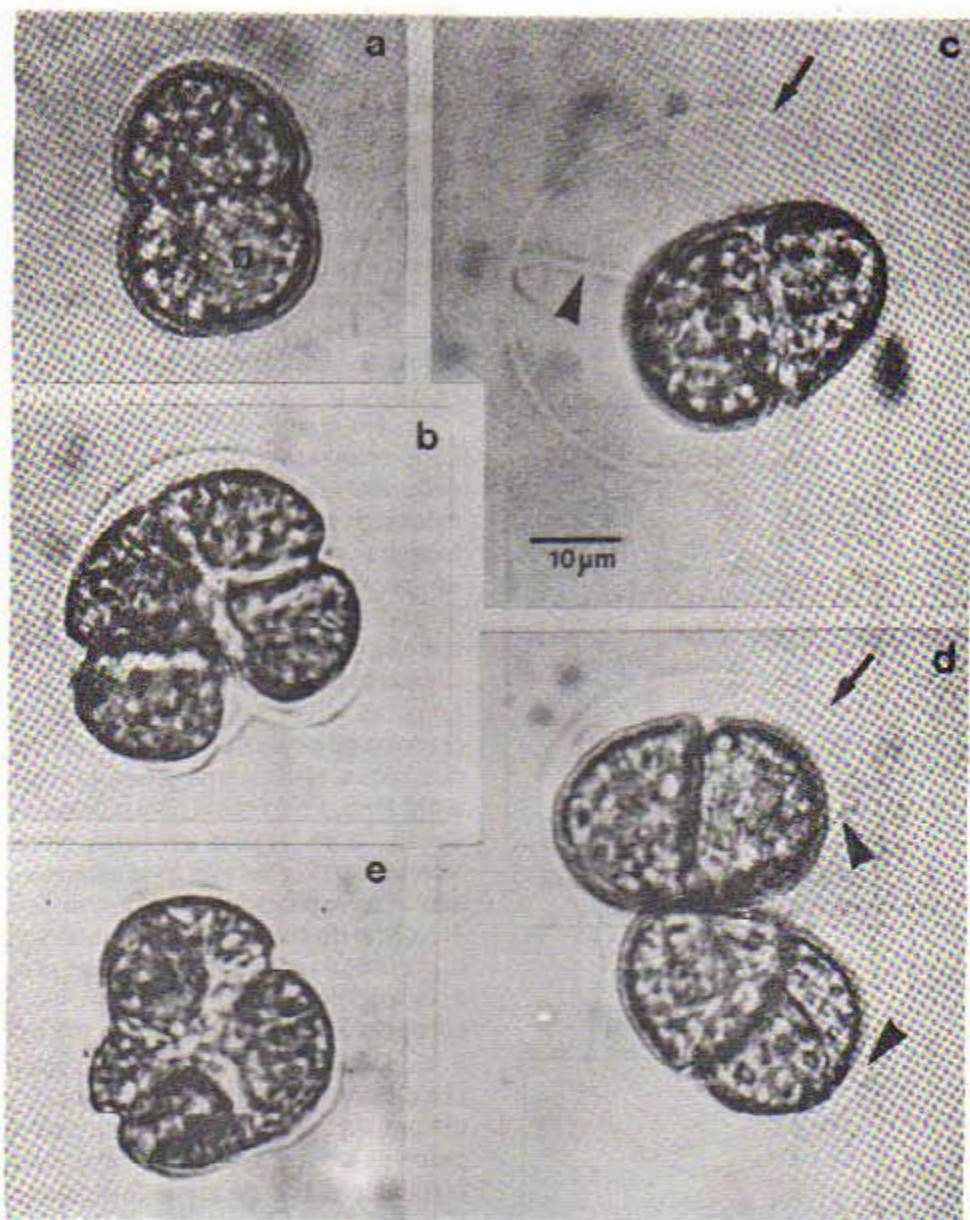


Fig. 8. *Gyrodinium* sp (a: célula vegetativa, nótese el núcleo (n) en el hipocono; b: célula en mitosis; c: célula de reposo con cubierta hialina (flecha) y una importante cavidad entre ésta y el anfrisma, obsérvese el desarrollo del flagelo longitudinal (punta de flecha); d: división de una célula de reposo, células hijas con flagelo desarrollado (punta de flecha) rodeadas por la cubierta hialina parental (flecha); e: par de anisogametos en fusión).

Antecedentes de floraciones en la región y en otras áreas del mundo. Efectos adversos sobre la biota

En la región el registro previo de floraciones de especies relacionadas se inicia con *Gyrodinium aureolum* en el sur de Brasil (Praia do Hermenegildo) en mayo de 1978 y julio de 1981, que ocasionó mortalidad de organismos marinos (*Mesodesma mactroides*, *Brevoortia* sp, etc.) e irritación del sistema respiratorio en humanos. La concentración de esta especie alcanzó $3,1 \times 10^6$ cels. l^{-1} en esta región

costera con influencia de la cuenca del Plata (Rosa y Buselato, 1981). En mayo de 1981 se detectó una especie afín, *Gymnodinium bonaerense*, en concentraciones de hasta $0,6 \times 10^6$ cels. l^{-1} , en aguas de baja salinidad de la plataforma bonaerense vecina al Río de la Plata (Akselman, 1985). En octubre de 1988 se desarrolló en aguas de plataforma intermedia próximas al frente de talud un florecimiento de una especie relacionada, *Gyrodinium cf. aureolum*, que alcanzó concentraciones de hasta $1,6 \times 10^6$ cels. l^{-1} (Negri *et al.*, en prensa). Durante este evento no se registraron efectos nocivos sobre la biota, aunque se observó una anomalía en la migración primaveral

de la anchoíta (*Engraulis anchoita*) hacia el litoral costero de Mar del Plata (Hansen, com. pers.)⁴.

En otras áreas (costas de América del Norte, Japón, Noruega, Francia, Reino Unido) adquieren una gran importancia las floraciones de ciertas especies de los géneros *Gymnodinium* y *Gyrodinium*, principalmente por los efectos nocivos asociados a ellas en relación a la acuicultura (Shumway, 1990).

En el noroeste europeo desde 1966, *Gyrodinium aureolum* produce importantes floraciones con mortalidad de fauna bentónica así como de peces en criaderos comerciales (Parker y Tett, 1987). *Gymnodinium nagasakiense* ocasiona reiteradamente floraciones desde 1965 en aguas costeras de Japón y recientemente en Corea, con mortalidad de peces (Takayama y Adachi, 1984). En la costa este de Estados Unidos una especie citada alternativamente como *Gymnodinium aureolum* y *Gyrodinium cf. aureolum*, ha producido floraciones relacionadas a veces con mortalidad de fauna bentónica y trastornos en la salud humana (Mahoney et al., 1990).

Para el caso de los florecimientos europeos, se ha observado que se producen en aguas alejadas de la costa relacionados generalmente a sistemas frontales en donde no se observan efectos nocivos y desde los cuales son transportados hacia áreas costeras donde ocasionan eventualmente mortalidad de peces e invertebrados.

En el caso del presente estudio la floración de *Gyrodinium* sp se produjo en aguas alejadas de la costa donde no se observaron efectos nocivos en la biota, aunque sí fueron registrados por pesqueros comerciales fenómenos de evitamiento de las áreas de discoloraciones por cardúmenes de peces. En masas de agua relativamente estables puede producirse depleción de oxígeno en profundidad, con efectos nocivos directos para especies demersales así como diversas influencias indirectas en peces (Richardson, 1989). Dentro de este contexto es importante analizar los posibles efectos negativos en el caso de un eventual transporte hacia la costa, como en el mencionado caso de *Gyrodinium aureolum* en el noroeste europeo. Además de estas consecuencias simultáneas con el desarrollo del florecimiento, deben considerarse los posibles cambios en las relaciones tróficas con el tiempo. En este sentido, uno de los aspectos más conocidos es el evitamiento por parte del zooplancton de altas concentraciones de ciertas especies de dinoflagelados (Huntley, 1982; Fiedler, 1982; Holligan, 1984; Santos y Ramírez, manuscrito). Algunas de estas floraciones se producen o bien son transportadas hacia áreas de ovoposición y cría de larvas de peces. Experiencias de pastoreo de larvas de *Engraulis*

mordax sobre diferentes especies de dinoflagelados, demuestran efectos perjudiciales en la alimentación, crecimiento y supervivencia, y sugieren que en años en que la ovoposición ocurre durante floraciones de ciertas especies puede verse afectada la abundancia de la clase anual (Huntley, 1989).

Finalmente, considerando los niveles de las floraciones observadas en 1988 y 1989, la posibilidad de su repetición en años sucesivos y los efectos nocivos asociados a floraciones en otras áreas del mundo, es necesario no sólo intensificar el estudio de estos fenómenos, sino también la integración con la información sobre diferentes niveles tróficos para una mejor comprensión de la dinámica del ecosistema y el manejo de sus recursos.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer especialmente al Lic. Raúl Reta por sus primeras observaciones sobre las discoloraciones, aportando muestras y datos hidrológicos. Al Sr. Capitán Jorge Elso, tanto por su aporte de muestras y avisos como por el interés y colaboración espontáneos que extendiera además a otras tripulaciones. A la Dra. Norma Brunetti por la provisión de muestras y datos hidrológicos correspondientes a la campaña del B/I *Kaiyo Maru*. A la Lic. Patricia Martos por la provisión de muestras. A las tripulaciones de diversos buques pesqueros por facilitar muestras, datos y observaciones de las discoloraciones, y a la Prefectura Naval de Mar del Plata por su amplia colaboración.

BIBLIOGRAFIA

- AKSELMAN, R. 1985. Contribución al estudio de la Familia Gymnodiniaceae Lemmermann (Dinophyta) del Atlántico Sudoccidental. *Physis* (Buenos Aires), Sec. A, 43: 39-50.
- ANDERSON, D.M. 1984. Shellfish toxicity and dormant cysts in toxic dinoflagellate blooms. En: Ragelis, E.P., (Ed.) *Seafood toxins* (Washington, D.C.), Am.Chem.Soc. (Symp.Ser., N.262): 125-138.
- BALECH, E. 1949. Estudio crítico de las corrientes marinas del litoral argentino. *Physis* (Buenos Aires), 20 (57): 159-164.
- BALECH, E. 1971. Notas históricas y críticas de la oceanografía biológica argentina. *Serv.Hidrogr. Naval* (Buenos Aires), H. 1027, 57 p.
- BALECH, E. 1986. De nuevo sobre la oceanografía frente a la Argentina. *Serv.Hidrogr. Naval* (Buenos Aires), H. 645, 23 p.
- BLACKBURN, S.I., G.M. HALLEGRAEFF y C.J. BOLCH. 1989. Vegetative reproduction and sexual life cycle of the toxic dinoflagellate 577-590.
- CARRETO, J.I., M. LASTA, R.M. NEGRI y H.R. BENAVIDES. 1981. Los fenómenos de marea roja y toxicidad de moluscos bivalvos en el Mar Argentino. *Contrib. INIDEP* (Mar del Plata), 399, 101 p.
- CARRETO, J.I., R.M. NEGRI, H.R. BENAVIDES y R. AKSELMAN. 1985. Toxic dinoflagellate blooms in the Argentine sea. En: D.M. Anderson, A.W. White and D.G. Baden (Eds.) *Toxic Dinoflagellates*. Elsevier (New York).

⁴ J. E. Hansen, INIDEP (Mar del Plata) Argentina.

- CARRETO, J.I., R.M. NEGRI y H.R. BENAVIDES. 1986. Algunas características del florecimiento del fitoplancton el frente del Río de la Plata. I: Los sistemas nutritivos. *Rev. Invest.Des.Pesq.(Mar del Plata)*, 5: 7-29.
- FIEDLER, P.C. 1982. Zooplankton avoidance and reduced grazing responses to *Gymnodinium splendens* (Dinophyceae). *Limnol.Oceanogr.*, 27: 961-964.
- GAO XIAOPING, J.D., DODGE y J. LEWIS. 1989. Gamete mating and fusion in the marine dinoflagellate *Scrippsiella* sp. *Phycologia*, 28(3): 342-351.
- GRANELI, E., B. GUNDSTRÖM, L. EDLER y D.M. ANDERSON (Eds.). 1990. Toxic Marine Phytoplankton. Proceedings of the Fourth International Conference on Toxic Marine Phytoplankton. Elsevier (New York), 554 p.
- GUILLARD, R.R.L. y J.H. RYTHER. 1962. Studies on marine planktonic diatoms. I. *Cyclotella nana* Husted and *Detonula confervacea* (Cleve) Gran. *Canadian J. Microbiol.*, 8: 229-239.
- HASLE, G.R. 1978. The inverted microscope method. En: A.Sournia (Ed.). *Phytoplankton Manual*. UNESCO, Monogr.Oceanogr.Method., 6: 191-196.
- HOLLIGAN, P.M., R.P. HARRIS, R.C. NEWELL, D.S. HARBOUR, R.N. HEAD, E.A.S. LINLEY, M.I. LUCAS, P.R.G. TRANTER y C.M. WEEKLEY. 1984. Vertical distribution and partitioning of organic carbon in mixed, frontal and stratified waters of the English Channel. *Mar.Ecol.Prog.Ser.*, 14: 111-127.
- HOLLIGAN, P.M. 1987. The physical environment of exceptional phytoplankton blooms in the Northeast Atlantic. *Rapp. P. v.Reun.Cons.Int.Explor.Mer*, 187: 9-18.
- HUNTLEY, M.E. 1982. Yellow water in La Jolla Bay, California, July 1980. II. Suppression of zooplankton grazing. *J.Exp.Mar.Biol.Ecol.*, 63(1): 81-91.
- HUNTLEY, M.E. 1989. Larval feeding of northern anchovy, *Engraulis mordax*, on dinoflagellates: implications for year class strength. En: Fos, J.D. (Ed.) *Topics in Marine Biology*, *Scient.Mar.*, 53(2-3): 239-245.
- MAHONEY, J.B., P. OLSEN y M. COHN. 1990. Blooms of a dinoflagellate *Gyrodinium* cf. *aureolum* in New Jersey coastal waters and their occurrence and effects worldwide. *J.Coastal Res.*, 6: 121-135.
- MARTOS, P. y M.C. PICCOLO. 1988. Hydrography of the Argentine continental shelf between 38° and 42°S. *Cont.Shelf Res.*, 8:1043-1056.
- NEGRI, R.M., J.I. CARRETO, H.R. BENAVIDES, R. AKSELMAN y V.A. LUTZ. An unusual bloom of *Gyrodinium* cf. *aureolum* in the Argentine Sea. Community structure and conditioning factors. En prensa: *J.Plankton Res.*, 14(2).
- PARKER, M. y P. TETT (Eds.) 1987. Exceptional Plankton Blooms. A Special Meeting held in Copenhagen, 4-5 October 1984. *Rapp.P.v.Reun.Cons.Int.Explor.Mer*, 187 p.
- PARTENSKY, F., D. VAULOT, A. COUTE y A. SOURNIA. 1988. Morphological and nuclear analysis of the bloom-forming dinoflagellates *Gyrodinium* cf. *aureolum* and *Gymnodinium nagasakiense*. *J.Phycol.*, 24: 408-415.
- RICHARDSON, K. 1989. Algal blooms in the North Sea: The Good, the Bad and the Ugly. *Dana*, 8: 83-95.
- ROSA, Z.M. y T.C. BUSELATO. 1981. Sobre a ocorrência de floração de *Gyrodinium aureolum* Hulbert (Dinophyceae) no litoral sul do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia, Sér.Bot.*, (Porto Alegre), 28: 169-179.
- SANTOS, B.A. y F.C. RAMIREZ. Distribución y abundancia de copépodos en el sistema frontal de Península de Valdés. Manuscrito.
- SEVEROV, D.N. 1990. Particularidades de las condiciones oceanológicas del Atlántico Sudoccidental sobre la base de características temporales medias procedentes de una serie de años. *Frente Marítimo (Montevideo)*, Sec.A, 6: 109-119.
- SHUMWAY, S. 1990. A review of the effects of algal blooms on shellfish and aquaculture. *J.World Aquac.Soc.*, 21 (2): 65-104.
- TAKAYAMA, H. y R. ADACHI. 1984. *Gymnodinium nagasakiense* sp.nov., a red tide forming Dinophyte in the adjacent waters of Japan. *Bull.Plankton Soc.Japan*, 31: 7-14.