



# informe progresivo

nº  
**105**

Junio  
1999

**Primer registro en el Perú del dinoflagelado  
*Alexandrium affine* Inoue y Fukuyo**

*Giovanna Vera*  
*Santiago Fraga*  
*José M. Franco*  
*Guadalupe Sánchez* ..... 3

DGIO-50

Publicación periódica mensual de distribución nacional. Contiene información de investigaciones en marcha, conferencias y otros documentos técnicos sobre temas marítimos. EL INFORME PROGRESIVO tiene numeración consecutiva. Deberá ser citado como Inf. Prog. Inst. Mar Perú.

INSTITUTO DEL MAR DEL PERU (IMARPE)  
Esq. Gamarra y Gral. Valle, Chucuito, Callao.  
Apartado 22, Callao, Perú.  
Telf. 429-7630 / 420-2000 Fax: 465-6023  
Email: [Imarpe+@Imarpe.gob.pe](mailto:Imarpe+@Imarpe.gob.pe)

**Asesora científica**

*Dra. Norma Chirichigno Fonseca*

**Editor científico**

*Dr. Pedro G. Aguilar Fernández*

© 1999. Instituto del Mar del Perú

*Esquina Gamarra y General Valle*

*Apartado Postal 22*

*Callao, PERU*

*Teléfono 429-7630 / 420-2000*

*Fax (511) 465-6023*

*E-mail: imarpe+ @imarpe.gob.pe*

*Hecho el depósito de ley N° 99-3180.*

*Reservados todos los derechos de reproducción total o parcial, la fotomecánica y los de traducción.*

*Impresión: Gráfica Técnica SRL.*

*Calle Los Talladores 184, Urb. El Artesano - Ate*

*Teléfono: 436-3140 / 437-5842*

*Tiraje: 300 ejemplares*

# PRIMER REGISTRO EN EL PERU DEL DINOFLAGELADO *ALEXANDRIUM AFFINE* INOUE Y FUKUYO

Giovanna Vera<sup>1</sup> Santiago Fraga<sup>2</sup> José M. Franco<sup>3</sup> Guadalupe Sánchez<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Area de Ecofisiología Acuática. DOB. DGIO. Instituto del Mar del Perú.

<sup>2</sup> Investigación y control de mareas rojas. Instituto Español de Oceanografía

<sup>3</sup> Investigación y control de mareas rojas. Instituto de Investigaciones Marinas. España

<sup>4</sup> Dirección General de Investigaciones Oceanográficas. Instituto del Mar del Perú

## CONTENIDO

Resumen .....	3
Abstract .....	3
1.- Introducción .....	4
2.- Materiales y métodos .....	5
3.- Resultados .....	6
4.- Discusión .....	11
5.- Conclusiones .....	11
6.- Recomendaciones .....	11
7.- Agradecimientos .....	12
8.- Referencias .....	12

## RESUMEN

G. VERA, S. FRAGA, J. M. FRANCO, G. SÁNCHEZ. 1999. Primer registro en el Perú del dinoflagelado *Alexandrium affine* Inoue y Fukuyo. Inf. Prog. Inst. Mar Perú 105.

En el mes de marzo y hasta la primera semana de abril de 1998, se observaron mareas rojas, o “aguajes”, en tres lugares de la costa central del Perú: Carquín, Huacho y Callao, producidas por el dinoflagelado *Alexandrium affine*, siendo éste el primer registro de esta especie en aguas sudamericanas. Se realizaron bioensayos de inoculación en ratones para determinar la posible toxicidad en extractos del molusco bivalvo *Argopecten purpuratus* “concha de abanico”. Los resultados fueron negativos. Los análisis por cromatografía líquida de alta presión, muestran pequeños picos que coinciden con los tiempos de retención de GTX2 (gonyautoxinas 2) y GTX3 (gonyautoxinas 3), pero estas toxinas no se pueden atribuir a *A. affine*, ya que hasta la fecha no se ha reportado que *A. affine* produzca toxinas en monocultivos, por tanto, el origen de estas toxinas podría deberse a otro dinoflagelado o incluso a cianobacterias acompañantes. Se presentan datos ambientales, así como parámetros físicos y químicos de las zonas de muestreo.

PALABRAS CLAVE: marea roja, *Alexandrium affine*, toxinas, mar peruano.

## ABSTRACT

G. VERA, S. FRAGA, J. M. FRANCO, G. SÁNCHEZ. 1999. First record in Peru of the dinoflagellate *Alexandrium affine* Inoue and Fukuyo, Inf. Prog. Inst. Mar Perú 105.

In March and April of 1998, a red tide or "aguaje" was observed in three places of the central coast of Peru: Carquín, Huacho and Callao. This unusual red tide was produced by the dinoflagellate *Alexandrium affine*. It is the first time that this dinoflagellate appears on South American waters. Bioassays using mice were performed in the laboratory to determine the potential toxicity on the bivalve mollusk *Argopecten purpuratus*, «scallop» or "concha de abanico" that were exposed to the red tide. The results of these tests were negative. High Pressure Liquid Chromatography (HPLC) analysis carried out with the same bivalve samples showed the presence of toxins GTX2 (Gonyautoxin 2) and GTX3 (Gonyautoxin 3), however, these toxins would not be ascribed to *A. affine*, because *A. affine* has not been reported to produce toxins in monoculture. The origin of those toxins would be due to another dinoflagellate or even to cyanobacteria. In addition, data of environmental temperature and chemical parameters are reported and discussed.

KEY WORDS: Red tide, *Alexandrium affine*, paralytic shellfish toxins, Peruvian sea.

## 1. INTRODUCCION

El fitoplancton marino que produce las mareas rojas, aguajes o floraciones algales, ha sido descrito y estudiado ampliamente en diferentes países del mundo en las últimas dos décadas. De aproximadamente 5000 especies de dinoflagelados que se conocen, 300 producen mareas rojas que causan discoloraciones del agua y 75 especies han sido registradas como tóxicas, por la producción de potentes toxinas como son: la toxina paralizante de moluscos (PSP), la toxina diarreica de moluscos (DSP), toxina amnésica de moluscos (ASP), entre otras (ANDERSEN 1996).

La mayoría de las especies tóxicas son dinoflagelados y entre ellas el género *Alexandrium* es el que más especies tóxicas tiene. La especie *Alexandrium affine* ha sido citado en Japón, España, Portugal, Golfo de Tailandia y Filipinas sin que nunca se le haya atribuido toxicidad, encontrándose muchas veces como especie acompañante de floraciones algales tóxicas (SOURNIA 1995).

En el Perú, la presencia de mareas rojas fueron registradas por primera vez en el año 1828, y en 1913 se registró la presencia de estas mareas en la zona del Callao, mas no se determinaron los organismos fitoplanctónicos causantes de estos florecimientos. Posteriormente, estos registros han sido más frecuentes en diferentes zonas del litoral, lográndose identificar y estimar en algunas oportunidades las concentraciones celulares. Los registros de otros dinoflagelados así como otros grupos que forman mareas rojas tales como diatomeas y silicoflagelados, se encuentran en los trabajos de ROJAS DE MENDIOLA (1979), SANTANDER y OCHOA (1982) y SÁNCHEZ y DELGADO (1996).

Los géneros y las especies que conforman mareas rojas o floraciones algales en el litoral del Perú están catalogadas como inocuas y nocivas, es decir no son tóxicas pero provocan efectos negativos como obstrucción de branquias debido a su alta densidad celular. Incluso aún no se ha determinado la producción de toxinas en ninguna de ellas, especialmente en el género *Alexandrium*. En nuestro país tenemos registrada la especie *Alexandrium peruvianum*. Sin embargo, la existencia de cepas tóxicas y no tóxicas de otras especies de *Alexandrium* en otros países, hace necesario comprobar si *Alexandrium affine* es tóxico o no en aguas peruanas. Por tal motivo, el presente trabajo tiene por finalidad determinar la presencia de *Alexandrium affine* en agua peruanas y evaluar su contenido de toxinas mediante el uso de bioensayo con ratones y el uso de cromatografía líquida de alta presión (HPLC).

## 2. MATERIAL Y METODOS

### 2.1 Zonas de muestreo

#### *Bahías de Huacho y Carquín*

El aguaje o marea roja se observó a partir del 24 de marzo hasta el 5 de abril de 1998, efectuando el monitoreo el 28 de marzo, la amplitud de la marea roja estuvo entre los 11°05' S; 77°37' W y 11°07' S; 77°38' 15" W. La colecta se ejecutó con red fitoplanctónica de 75 micras, a bordo de la embarcación Cristian CO15519. Las muestras fueron trasladadas al laboratorio de la sede central del Instituto del Mar del Perú (IMARPE) en el Callao y preservadas en lugol, para su cuantificación celular y determinación taxonómica.

#### *Playa La Arenilla*

La marea roja de *A. affine* se observó en esta playa extendiéndose entre los 12°03' 54" S; 77°09' W y 12°04' 05" S; 77°09' 18" W, desde el 1° al 5 de abril de 1998, colectándose las muestras fitoplanctónicas el 2 de abril. Las muestras fueron filtradas a través de una red nytal de 20 micras de porosidad concentrándolas para el posterior análisis de toxinas. Se registraron en ambas zonas parámetros tales como: temperatura superficial, salinidad y oxígeno.

### 2.2 Determinación taxonómica

Las muestras fueron tratadas según el método de FRITZ y TRIEMER (1985) y observadas utilizando un microscopio Zeiss Photo III provisto de epifluorescencia con lámpara de mercurio y filtros para UV.

La cuantificación celular se realizó con la cámara de Sedgewick-Rafter. Para la determinación taxonómica se recurrió a la descripción original de la especie (FUKUYO *et al.* 1985) y a la monografía de BALECH sobre el género *Alexandrium* (BALECH 1995).

### 2.3 Obtención del extracto ácido

Se colectaron especímenes de *Argopecten purpuratus* "concha de abanico" con una talla de 55,0 mm y peso de 39,6 g en promedio. En el laboratorio, los organismos se mantuvieron por dos días en agua de mar filtrada, para luego alimentarlas con el dinoflagelado *Alexandrium affine* a una densidad promedio de 3100 cel/mL, durante un periodo de dos días. Luego, utilizando toda la masa corporal de los bivalvos, se obtuvieron muestras de extracto ácido y se inocularon en ratones según la metodología de la AOAC (1975).

El extracto ácido fue inyectado intraperitonealmente en dos ratones, registrándose el tiempo de inoculación. Para corroborar los resultados, parte del extracto se analizó mediante cromatografía líquida de alta presión (HPLC).

### 3. RESULTADOS

Las mareas rojas o “aguajes” en las bahías de Huacho y Carquín así como en la playa La Arenilla en el Callao, fueron originadas por la misma especie: *Alexandrium affine* ( Figuras 1 y 2 ). Esta especie se registra por primera vez en el Perú, produciendo un color rojo sangre en la superficie del agua de mar.

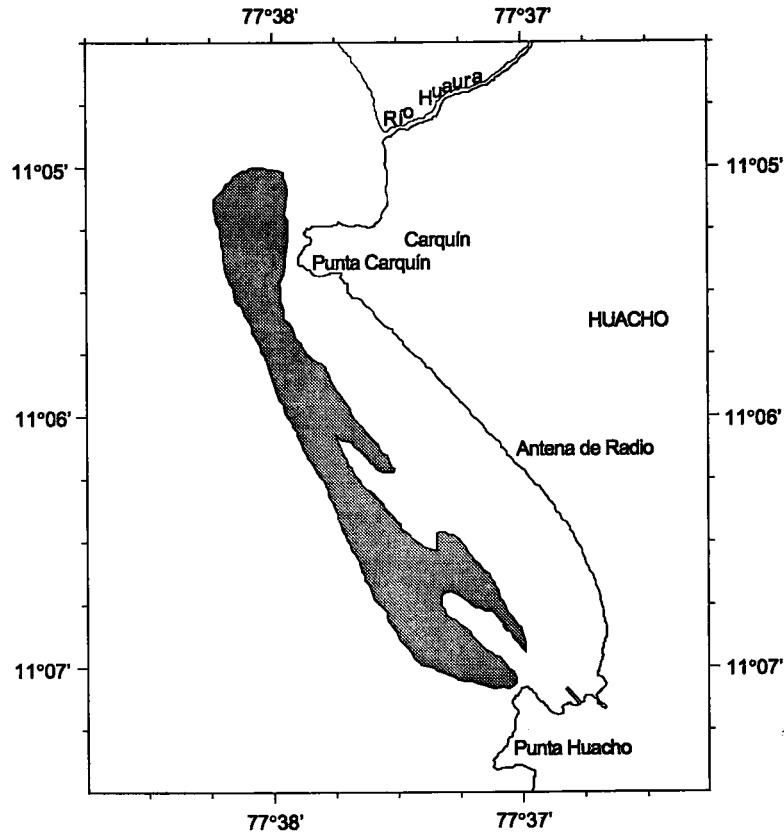


FIGURA 1. Extensión de la marea roja en las Bahías de Huacho y Carquín, del 24 de marzo al 05 de abril de 1998.

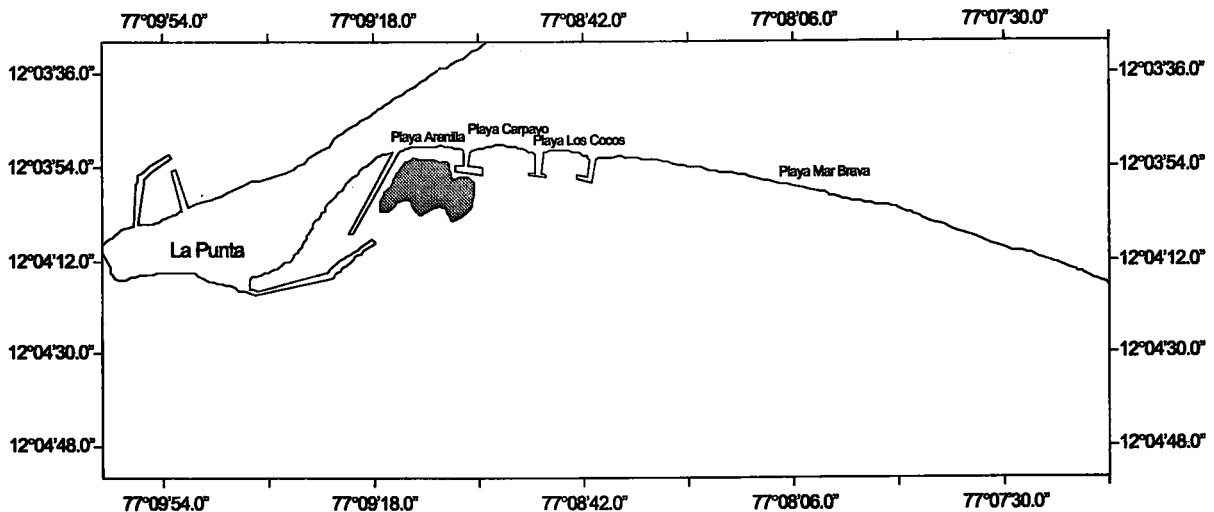


FIGURA 2. Extensión de la marea roja en la playa Arenilla-Callao, 01-05 de abril de 1998.

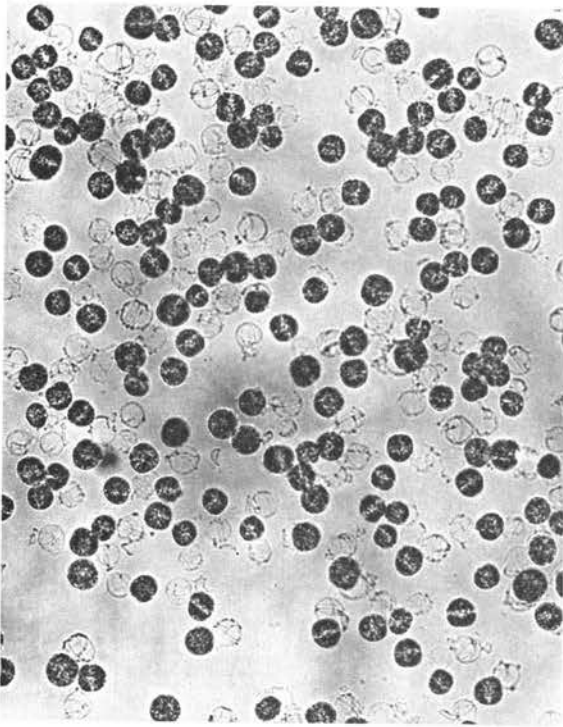


FIGURA 3. *Alexandrium affine*: en medio de cultivo, las células se disgregan, muchas de ellas desprendiéndose de la estructura plaquar que la envuelve.

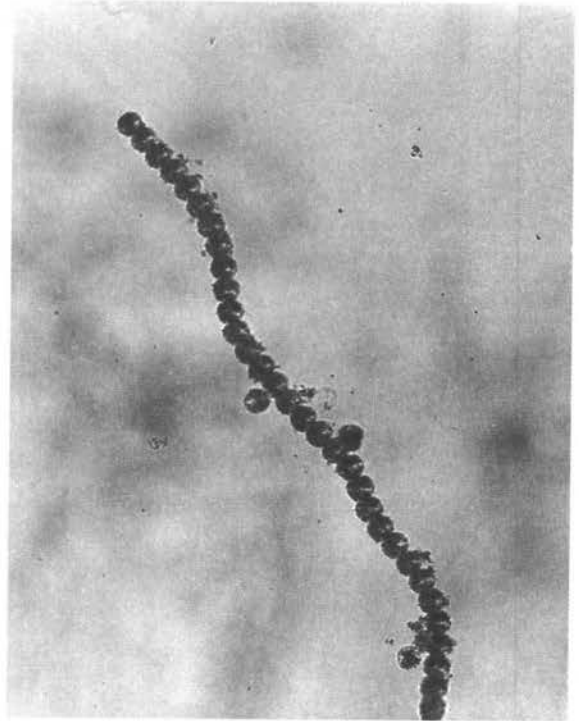


FIGURA 4. *Alexandrium affine*: formando largas cadenas de células, en ambiente natural (fijadas en lugol).

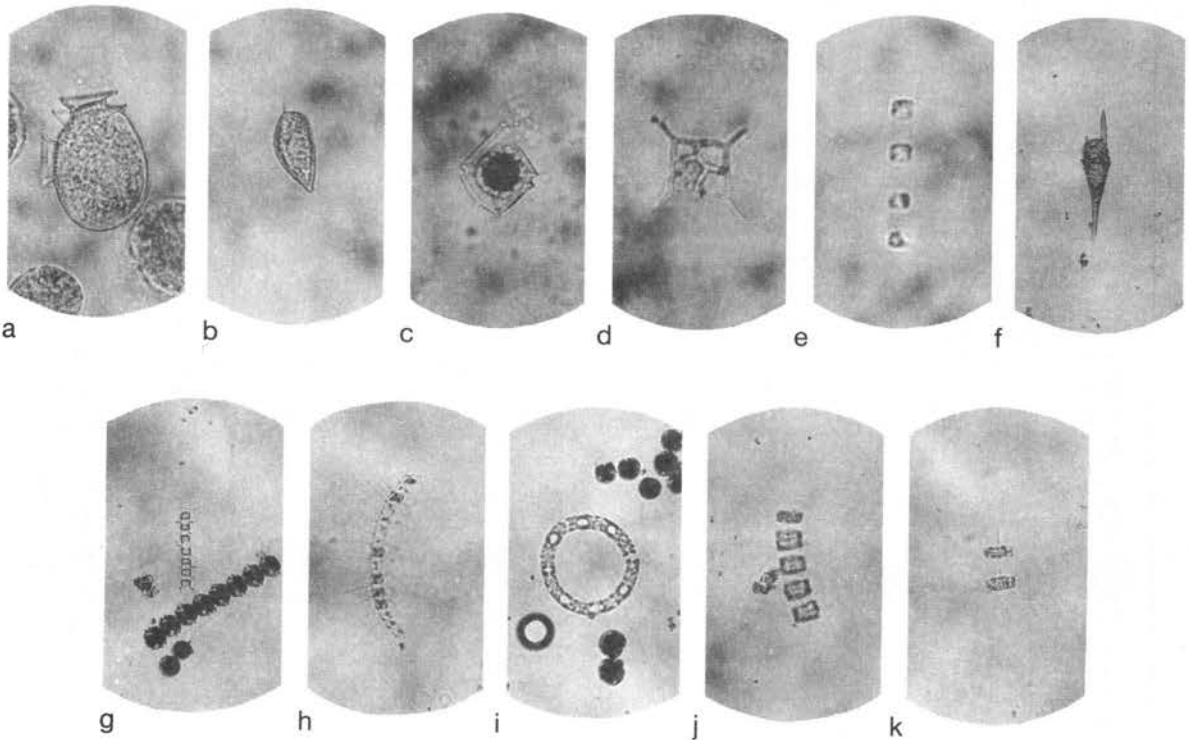


FIGURA 5. Especies acompañantes: (a) *Dinophysis acuminata*, (b) *Prorocentrum gracile*, (c) *Protoperidinium* sp., (d) *Dictyocha fibula*, (e) *Skeletonema costatum*, (f) *Ceratium furca*, (g) *Chaetoceros* sp., (h) *Chaetoceros curvisetus*, (i) *Eucampia zoodiacus*, (j) *Thalassiosira* sp., (k) *Thalassiosira ritula*.

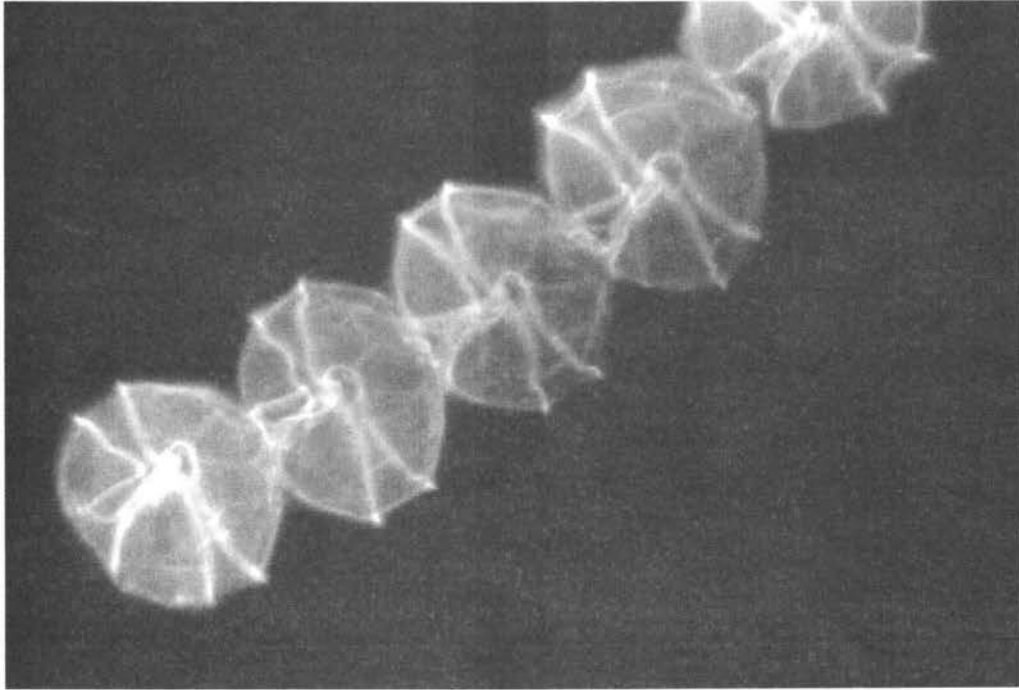


FIGURA 6. *Alexandrium affine* en cadena, bajo epifluorescencia usando el método de FRITZ y TRIEMER (1985).

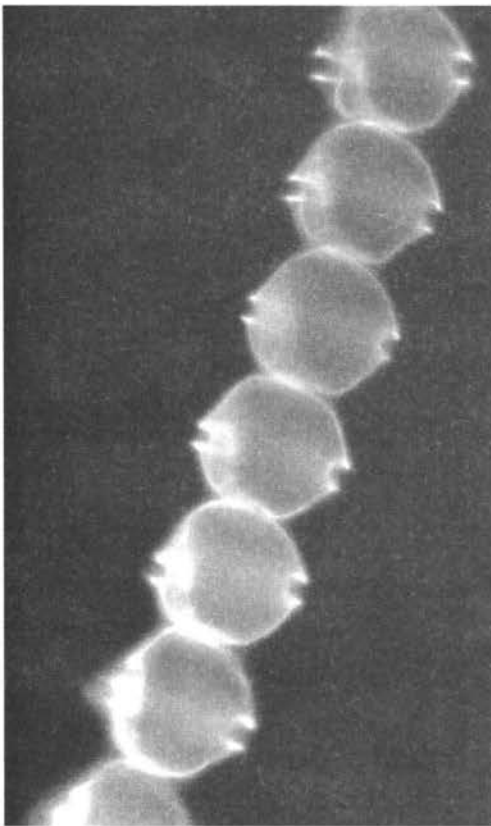


FIGURA 7. Vista lateral de una cadena de *Alexandrium affine*.

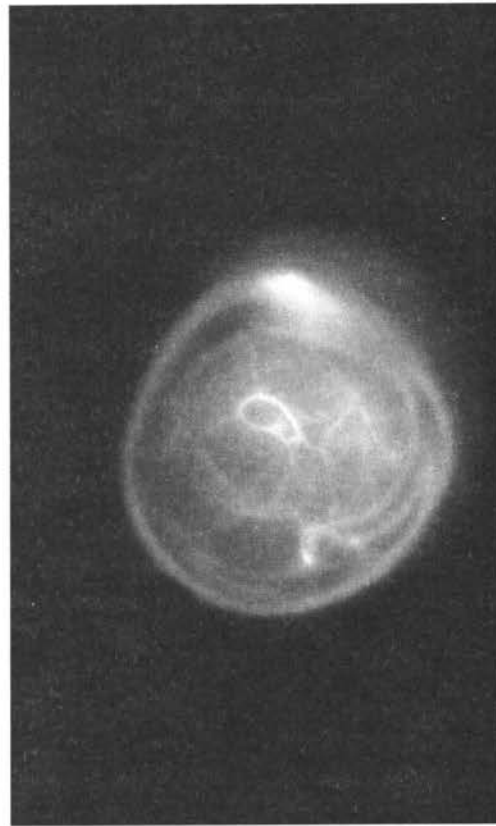


FIGURA 8. Poro ventral en 1'' y la placa Po con el poro de conexión a un extremo (característica principal de un *Alexandrium affine*).



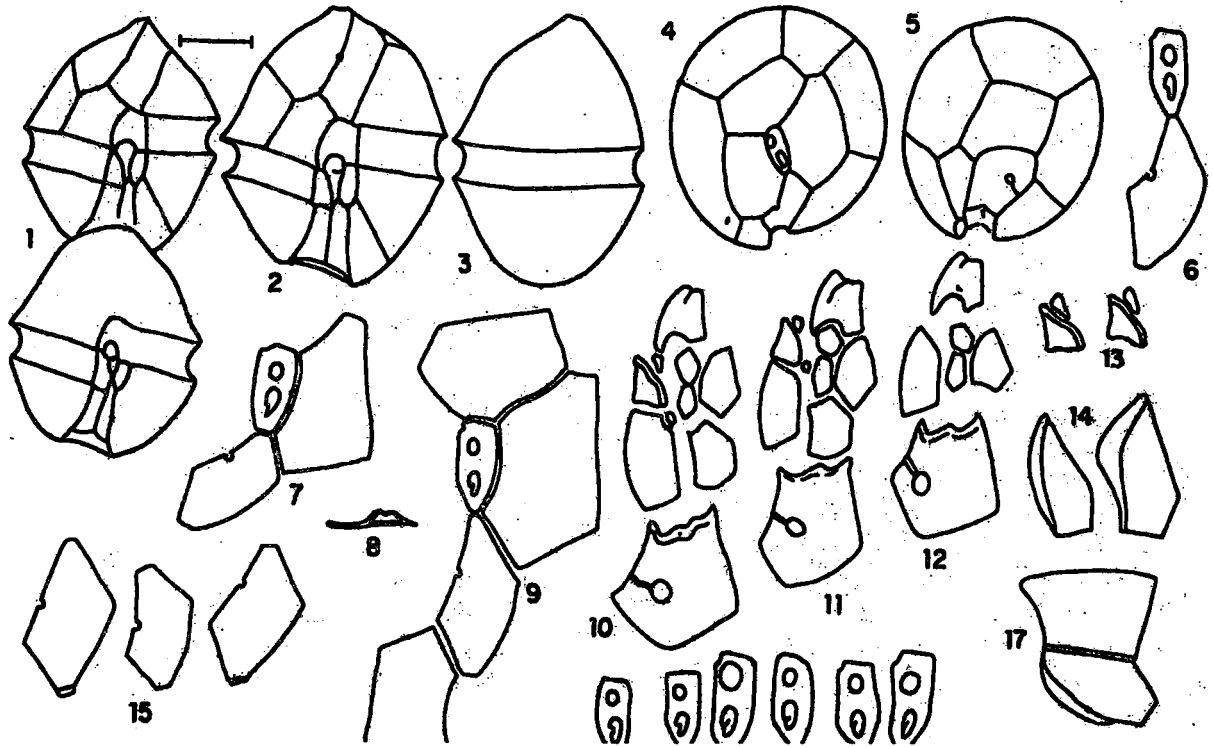


FIGURA 9. *Alexandrium affine*: (1) Dos individuos de una cadena; (2) Individuo aislado; (3) Vista lateral derecha; (4) Vista apical; (5) Vista antapical; (6) Po y 1; (7) Po, 1 y 2; (8) Po en perfil izquierdo; (9) Po, 1, 2, 3 y 6''; (10-12) Sulcales (12 incompleto); (12) S. d. a. y S. ac. P.; (14) Dos 1; (16) Variación de las Po; (17) 1''' y 1''''.

*Alexandrium affine* mide 29,4 micras de longitud y 39,2 micras de diámetro. Por lo general forma cadenas de 2 a 32 células (Figuras 3 y 4). La característica diferencial principal que separa a *A. affine* de las demás especies de su género es que posee un poro ventral en la placa 1'. Las especies que podrían confundirse con *A. affine* son: (a) *Alexandrium catenella*, que no posee dicho poro en la placa; (b) *Alexandrium acatenella* a diferencia de las mencionadas, no forma cadenas; (c) *Alexandrium fraterculus*, se diferencia por la forma peculiar de la placa Po y la ubicación del poro de conexión; en el caso de *A. affine* el poro se encuentra a un extremo, mientras que en *A. fraterculus* el poro se presenta en posición central (Figuras 6, 7, 8 y 9).

La concentración celular de *Alexandrium affine* para las bahías de Huacho y Carquín fue de 1659 cel/mL y para el Callao de 3729 cel/mL. La flora acompañante principalmente estuvo conformada por: *Dinophysis acuminata*, *Prorocentrum gracile*, *Protooperidium* sp., *Dictyocha fibula*, *Skeletonema costatum*, *Ceratium furca*, *Chaetoceros* sp., *Chaetoceros curvisetus*, *Eucampia zodiacus*, *Thalassiosira rotula* (Figura 5 a-k). Otros organismos acompañantes fueron: *Coscinodiscus* sp., *Navicula* sp., pequeños flagelados y cianobacterias.

En las bahías de Huacho y Carquín se registró una temperatura superficial promedio de 23,28 °C; los tenores de oxígeno promedio fueron de 5,6 mL/L y las salinidades de 35,27 ups.

En la playa La Arenilla del Callao se registró una temperatura superficial de 28,6 °C, con un tenor de oxígeno de 6,0 mL/L y una salinidad de 35 ups.

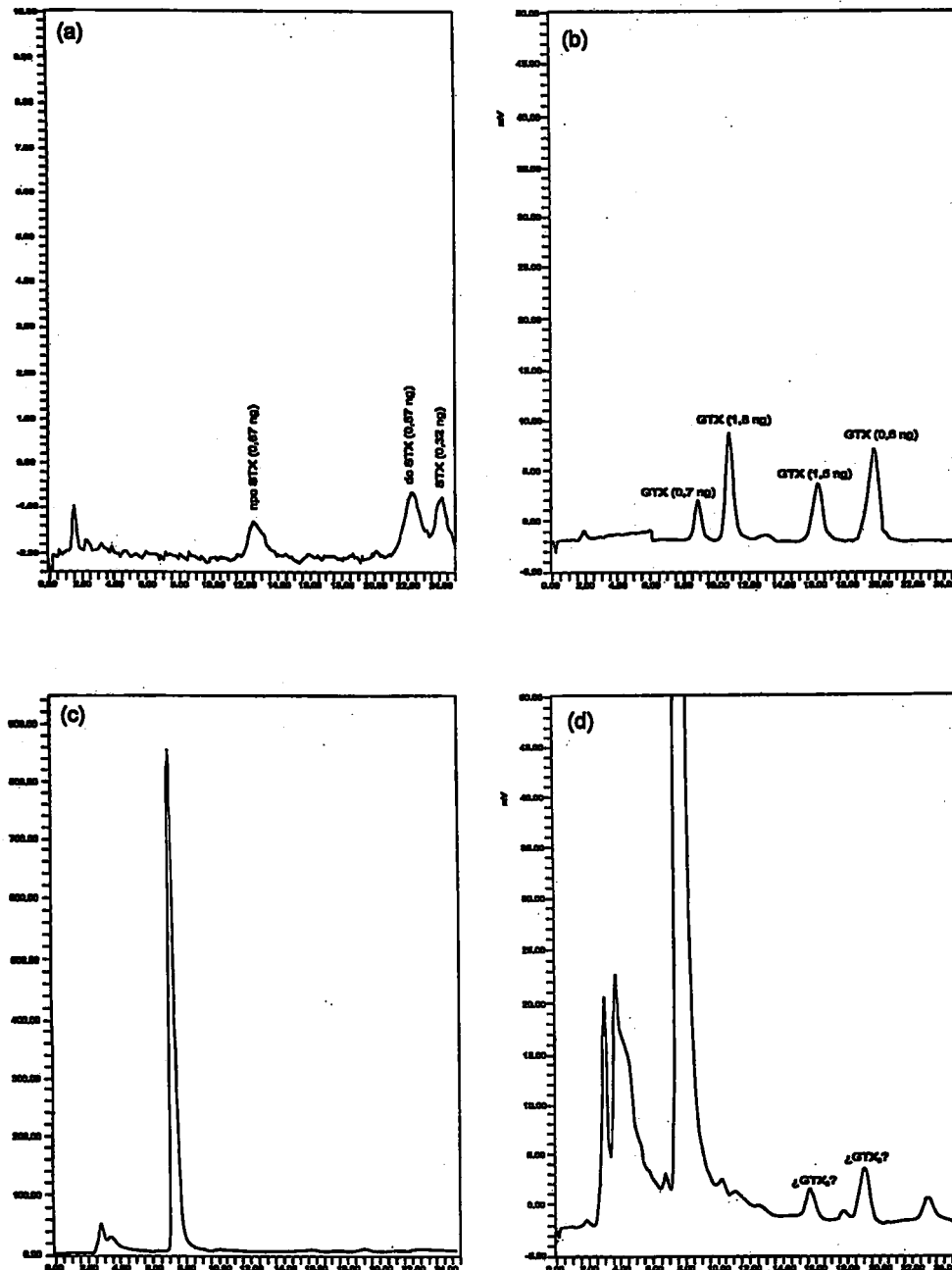


FIGURA 10. Cromatograma de HPLC para el estándar de PSP (a) con su respectiva hidrólisis (b). Cromatograma de HPLC del extracto de concha de abanico (c) con su respectiva hidrólisis (d).

El consumo de alimento para *Argopecten purpuratus* fue en promedio de 87 % del alimento proporcionado durante los días de alimentación, observándose una excreción normal.

Los análisis por HPLC demuestran, a través de los cromatogramas, la presencia de otro tipo de toxinas que no corresponden al grupo de las saxitoxinas, según se puede observar en los cromatogramas de las muestras, al compararlas con los estándares de PSP (Figura 10). Cabe resaltar que sólo después de la hidrólisis se observan los pequeños picos correspondientes a las toxinas GTX3 y GTX2, posiblemente producidas por la flora acompañante, alguna cianobacteria u otro dinoflagelado.

#### 4. DISCUSION

Las bahías de Huacho y Carquín y La Arenilla (Callao), son áreas que presentan procesos de eutroficación, con problemas de contaminación por aguas servidas. Además, en Huacho también se presentan contaminantes industriales de tipo alimentario.

La acumulación de sales inorgánicas utilizadas como nutrientes por la población fitoplanctónica, constituye un medio ideal para la propagación, presencia y formación de floraciones algales no tóxicas y posiblemente de especies tóxicas.

La especie *Alexandrium affine* es un dinoflagelado que sólo ha sido citado en Japón, España, Portugal, Golfo de Tailandia y Filipinas. Esto sugiere que probablemente esta especie haya sido introducida en el Perú por el agua de lastre de los barcos que circulan por aquellos mares, o por especies de moluscos contaminados con quistes de estos dinoflagelados, y que son introducidos sin un control de calidad técnico. Existen casos de introducción de algas tóxicas a través de los lastres de barcos que acarrean dinoflagelados móviles y de quistes de resistencia tóxicos durante su trayecto a otros mares (MACDONALD y DAVIDSON 1997).

Las condiciones oceanográficas y ambientales han contribuido a la aparición de estos eventos, que generalmente se observan durante el proceso del Fenómeno El Niño. La presencia de lluvias ocasionan el aumento de los caudales de los ríos, produciendo una gran mezcla de las aguas costeras con las dulceacuícolas; y el aumento de temperatura superficial del mar, incrementa la tasa de reproducción de las algas. Estos fenómenos han ocurrido en Chile, donde de acuerdo a AVARIA (1986): "el alejamiento parcial de las aguas cálidas producto del Fenómeno El Niño y los vertimientos de los ríos, que aumentaron por las lluvias, proporcionaron nutrientes que favorecen la dispersión y desarrollo de los aguajes o mareas rojas".

#### 5. CONCLUSIONES

1. La marea roja, o "aguaje", producido en las bahías de Huacho y Carquín y en la playa La Arenilla (Callao), fue ocasionada por el dinoflagelado *Alexandrium affine*, especie que se registra por primera vez en el mar peruano.

2. Se comprobó la no toxicidad de esta especie a través de bioensayos en ratones, no registrándose muerte de los animales ni síntomas claros de toxicidad por la toxina paralizante de moluscos (PSP).

3. Los análisis por Cromatografía Líquida de Alta Presión (HPLC) demuestran a través de los cromatogramas la presencia de otro tipo de toxinas que no corresponde al grupo de las saxitoxinas.

#### 6. RECOMENDACIONES

Este trabajo preliminar debe ser ampliado mediante estudios de series de tiempo de la comunidad fitoplanctónica, y reforzado con investigaciones sobre la ecofisiología y ecotoxicología de las especies causantes de marea roja, con la finalidad de contribuir al establecimiento de un programa de control de "aguajes" para proteger los cultivos de bivalvos, la salud pública a nivel nacional y evaluar los posibles riesgos de intoxicación.

## 7. Agradecimientos

Al personal profesional y técnico del Laboratorio de Huacho y del laboratorio de Ecofisiología Acuática, especialmente a las Srtas. practicantes NELLY CUADRADO y MARIA LAURA BOBADILLA.

## 8. Referencias

- ANDERSEN, P. 1996. Design and implementation of some harmful algal monitoring systems. IOC Technical Series N° 44: 1-20, UNESCO.
- A.O.A.C. 1975. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, 14<sup>th</sup>, Ed. AOAC, Washington.
- AVARIA, S. 1986. Historia de las mareas rojas en Chile. Primer Seminario Regional de Marea Roja.
- BALECH, E. 1995. The genus *Alexandrium* Halim (Dinoflagellata). Sherkin Island Marine Station. Co. Cork, 151 pp.
- FRITZ, L. y R.E. TRIEMER 1985. A rapid simple technique utilizing calcofluor white M2R for the visualization of dinoflagellate thecal plates. *Journal Phycology* 21:662-664.
- FUKUYO, Y., K. YOSHIDA y H. INOUE 1985. *Protogonyaulax* in Japanese coastal waters. In: Toxic dinoflagellates. ANDERSON *et al.* (eds.) Elsevier, New York: 27-32.
- I.O.C. 1995. Manual on harmful marine microalgae. Manual and Guides N° 33, UNESCO. 551 pp.
- MACDONALD, E. y R. DAVIDSON 1997. The occurrence of harmful algae in ballast discharges to Scottish ports and the effects of mid-water exchange Regional Seas. VIII International Conference Harmful Algae: 220-223.
- ROJAS DE MENDIOLA, B. 1979. Red tide along the Peruvian coast. En: Toxic dinoflagellate blooms. TAYLOR, D y H. SELIGER (eds.). Elsevier North Hollanda, Inc.: 183-190.
- SÁNCHEZ, S y E. DELGADO 1996. Mareas rojas en el área del Callao (12° S) 1980 - 1995. *Inf. Prog. Inst. Mar Perú* 44: 19-37.
- SANTANDER, H. y N. OCHOA 1982. Registro de mareas rojas frente al Perú 1979 - 1981. En: Mareas rojas en el plancton del Pacífico Oriental. Inf. del Segundo Taller del Programa del Plancton del Pacífico Oriental (19-20 noviembre 1981). IMARPE, Callao, Perú. UNESCO 1982: 18-23.
- SOURNIA, A. 1995. Red tide and toxic marine phytoplankton of the world oceans: an inquiry into biodiversity. In: Harmful marine algal blooms. P. LASSUS *et al.* (eds.). Lavoisier. Intercept Ltd. Paris, pp. 103-112.