

## SCRIPPSIELLA TROCHOIDEA (STEIN) LOEBLICH III, NUEVO ORGANISMO CAUSANTE DE MAREA ROJA EN LA BAHIA DE VALPARAISO, CHILE

Pablo Muñoz S. y Sergio Avaria P.\*

**ABSTRACT.** A new red tide phenomenon occurring during April 1981 in Valparaíso Bay, is described. The dinoflagellate *Scrippsiella trochoidea* (Stein) Loeblich III, which was the responsible organism, reached a maximum concentration of 1.100.000 cells per liter. The associated taxa corresponded to diatoms and dinoflagellates present in lower concentrations as compared to their records for the same season in previous years.

The disappearance of the phenomenon coincided with a change in the phytoplankton community structure characterized by a decrease in dinoflagellate counts an increase in the diatom counts, the appearance of various resistance cysts of *S. trochoidea* and the appearance of the planktonic predators *Favella* sp. and *Polykrikos kofoidii*. During a 48 hours period a change in the structure of the cysts was recorded evolving from spineless cysts to cysts with spines.

### INTRODUCCION

Desde 1968 se han registrado, en forma aperiódica, fenómenos de marea roja en la bahía de Valparaíso (33°01'S, 71°38'W), to dos ellos precedidos por una intensa radiación solar, escasa actividad eólica y alta temperatura del mar. En dos oportunidades la discoloración del agua fue provocada por el ciliado *Mesodinium rubrum* (Lohmann) Hamburger y Buddenbrock, alcanzando una concentración máxima de 790.000 células por litro

\* Instituto de Oceanología, Universidad de Valparaíso. Casilla 13-D, Viña del Mar, Chile.

(Avaria 1970, 1976). Posteriormente, en mayo de 1979, se hizo presente otro fenómeno mucho más intenso y de más larga duración que los anteriores, siendo responsable el dinoflagelado tecado *Prorocentrum micans* Ehrenberg, cuya concentración llegó a 32.000.000 células por litro, la más alta registrada en nuestro litoral (Avaria y Muñoz 1982).

Nuevamente, a comienzos de abril de 1981, se detectaron manchas rojas que se extendían aproximadamente hasta una milla de la costa, entre Punta Concón y Reñaca. La observación coincidió con las condiciones ambientales señaladas en los casos anteriores.

El organismo causante de este nuevo evento fue el dinoflagelado tecado no-tóxico *Scrippsiella trochoidea* (Stein) Loeblich III, citado por primera vez para la bahía de Valparaíso. Su concentración máxima alcanzó a 1.100.000 células por litro.

El presente trabajo describe la evolución del último fenómeno registrado, destacando la relación de éste con la formación de cistos. Para el efecto y en la necesidad de una rápida identificación del organismo causante, se tomó una muestra de agua con balde en el centro de la mancha de coloración más intensa, ubicada a 300 metros de la costa frente al Instituto de Oceanología de la Universidad de Valparaíso. Posteriormente, con el objeto de seguir la evolución del fenómeno, se efectuaron muestreos periódicos en una estación fija, situada a dos millas de la costa frente a Reñaca, observándose así el comportamiento de las poblaciones fitoplanctónicas durante el desarrollo de la marea roja (Fig. 1). En la identificación y fotografía de las especies se utilizó un Microscopio Leitz Dialux 20 con equipo de contraste de fases, y para el recuento celular, un Microscopio Invertido Wild M-40. En algunas oportunidades se recurrió al apoyo de un Microscopio Electrónico de Barrido Leitz-AMR 1000, utilizando para el montaje de las preparaciones las técnicas descritas en Hasle y Fryxell (1970).

## RESULTADOS

*Scrippsiella trochoidea* es un dinoflagelado pequeño de placas translúcidas y delicadas. Epiteca semicónica, de bordes casi

rectos que convergen hacia el poro apical, el que por su notoriedad le confiere al ápex un aspecto romo. Hipoteca más baja que la epiteca y de base redondeada. Cingulum bastante excavado y de bordes desplazados casi una altura de cingulum. Sulcus descendente y de bordes sinuosos que tienden a separarse hacia el antiápex. Su tamaño varía entre 28-32  $\mu$  de longitud por 23-27  $\mu$  de transdiámetro (Fig. 7).

En cuanto a su tabulación, corresponde a un ejemplar ortho, cuadra, cavozona circular, según descripción dada con cierta reserva para *Peridinium trochoideum* (Stein) Lemmermann, de ejemplares provenientes de la bahía de Concepción, Chile (Hermosilla 1973). Dicho autor no pudo asegurar su identificación debido principalmente al reducido tamaño de los ejemplares que analizó, como también a la naturaleza hialina de las placas, lo que dificultó su observación.

Steidinger y Balech (1977), en la discusión que hacen sobre el género *Scrippsiella*, proponen a *Scrippsiella trochoidea* como una nueva combinación, proposición que aceptamos.

*Scrippsiella trochoidea* es uno de los dinoflagelados neríticos más ampliamente distribuidos en latitudes medias y bajas. Posee un gran poder de adaptación, lo cual ha sido demostrado en experiencias de laboratorio donde se ha desarrollado bajo condiciones extremas de temperatura y salinidad (Wall et al. 1970).

Una de las principales características de la especie es la formación de cistos de resistencia, espinosos, cuando las condiciones del medio le son desfavorables (Wall y Dale 1968). Inicialmente no se sabía si las espinas del cisto estaban constituidas por calcita o aragonita, pero por análisis de difracción de electrones se comprobó finalmente que son de calcita y que cada espina corresponde a un cristal único (Wall et al., op.cit.).

En lo referente a la evolución del fenómeno, se observó que hacia fines de marzo el fitoplancton de la bahía de Valparaíso se encontraba ampliamente dominado por diatomeas, destacando la especie *Rhizosolenia delicatula* con valores de 1.300.000 células por litro, presumiéndose un acondicionamiento biológico del agua por dicha especie favorable para el crecimiento de *Scrippsiella trochoidea*. A comienzos de abril, el descenso de las diatomeas coincide con la presencia de *Scrippsiella*

**trochoidea** en baja concentración (384 cél/l), la cual se acentúa hasta alcanzar su densidad máxima (1.100.000 cél/l) el día 8 del mismo mes, fecha de aparición de las manchas rojas observadas en la bahía. Estas coinciden con una fuerte disminución de las poblaciones de diatomeas. Posteriormente, comienza a bajar la concentración del dinoflagelado, observándose una rápida recuperación de las diatomeas. El día 16 de abril se registra una alta densidad de diatomeas con predominio de **Chaetoceros compressus** Lauder, **Nitzschia pseudoseriata** Hasle y **Leptocylindrus danicus** Cleve, con valores de 654.000, 577.000 y 246.000 células por litro respectivamente (Fig. 2).

La relación porcentual entre la densidad de dinoflagelados y la de diatomeas indica la misma tendencia anterior con un predominio de las segundas a comienzo y al final del período de estudio, mientras que los mayores porcentajes de dinoflagelados se presentaron entre el 7 y el 8 de abril, con un leve repunte el día 14 (Fig. 3). Se pudo apreciar también que la mayor concentración de **Scrippsiella trochoidea** coincidió con valores mínimos de diatomeas y vice-versa (Fig. 4).

Es frecuente encontrar hacia el término de la proliferación de **Scrippsiella trochoidea**, algunos depredadores que en cierta medida controlan la numerosa población que ocasiona la discoloración del agua, como es el caso de **Favella** sp. La presencia de este tintínido es común en Canadá, donde se ha observado asociado a fenómenos de marea roja producidas por **Gonyaulax tamarensis** Lebour (Prakash 1963).

Otro depredador que también controla el crecimiento de la población de **Scrippsiella trochoidea** es el dinoflagelado **Polykrikos kofoidii** Chatton, cuya relación interespecífica con otros dinoflagelados ha sido establecida en experiencias de laboratorio (Morey-Gaines 1979).

En nuestras observaciones pudimos constatar que, asociado con la recuperación de las diatomeas, hizo su aparición en el plancton el tintínido anteriormente señalado, con numerosas células de **Scrippsiella trochoidea** en el interior de su loriga, algunas de ellas semidigeridas (Fig. 12). Resulta interesante destacar también la presencia de **P. kofoidii**, en número considerable. Indudablemente que ambos depredadores, sumados a las condiciones ambientales adversas para el desarrollo de **Scrippsiella trochoidea**, contribuyeron a interrumpir la

prosecución del fenómeno.

Junto con la recuperación de las diatomeas, hicieron su aparición en el plancton numerosos cistos de resistencia de *Scrippsiella trochoidea*, muchos de ellos con espinas calcáreas. Los cistos permanecieron poco tiempo en el plancton, debido a que decantan rápidamente. La aparición de éstos estaría indicando un cambio en las condiciones del medio, desfavorable para el crecimiento del dinoflagelados.

La presencia de espinas calcáreas corresponde a un proceso de mineralización primaria. Cada cisto está provisto de una cantidad superior a 50 espinas, cuya longitud oscila entre menos del 5% hasta alrededor del 30% del diámetro del cuerpo (Wall y Dale *op.cit.*). En nuestro caso, la longitud promedio de las espinas representó el 22% del diámetro total del cisto. Al respecto, se observó en la muestra del 14 de abril un alto número de cistos sin espinas (4.300 cél/l) en relación a los cistos con espinas cortas (2.150 cél/l) y con espinas largas (700 cél/l), lo que demuestra el proceso de mineralización en su fase inicial (Fig. 5). Dos días después desaparecen del plancton los cistos sin espinas, predominando esta vez los cistos con espinas largas (2.900 cél/l) sobre los cistos con espinas cortas (700 cél/l), dejando de manifiesto la rapidez de este proceso (Fig. 6).

En la formación del cisto de resistencia, el citoplasma de *Scrippsiella trochoidea* comienza a condensarse y a aumentar de tamaño, fraccionándose la teca a nivel del cingulum y liberando el cisto (Fig. 8). Este, en una primera etapa, adquiere un aspecto globoso de bordes completamente lisos y turgentes (Fig. 9). Posteriormente, se condensa más aún, producto de la formación de cristales de calcita en su citoplasma y en sus bordes comienzan a emerger pequeñas espinas que con el transcurso de las horas alcanzan un tamaño aproximado de 4.5 micrones (Fig. 10). En cuanto al aspecto del cisto en su fase final, éste es ovalado, semejante a la forma móvil del dinoflagelado pero con el cuerpo cubierto de espinas (Fig. 11, 13-16). No se observaron cistos esféricos como los descritos por Wall y colaboradores (*op.cit.*).

Frente a estas observaciones, resulta imprescindible profundizar el conocimiento sobre los cistos de resistencia a fin de ayudar a la predicción de los fenómenos de marea roja.

Asimismo, es necesario reunir la mayor cantidad de antecedentes físico-químicos y meteorológicos que permitan identificar las variables que intervienen en el desarrollo de los cistos y los factores limitantes que determinan, en último caso, que éstos se mantengan como tales. Por otra parte, estudios recientes proponen estudiar la distribución de los cistos en los sedimentos a fin de determinar áreas marinas libres de peligro, orientándolas a los fines que se estiman convenientes (Lewis et al. 1979).

Finalmente, debemos considerar que la presencia de cistos en una determinada localidad contribuye potencialmente a la formación de marea roja, posibilitando incluso la repetición en años sucesivos de fenómenos producidos por la misma especie. También se debe tener en cuenta en estudios futuros, aquellos cistos que permanecen viables por largo tiempo, los cuales debido a su resistencia al deterioro y depredación, contribuyen a la dispersión de las especies, posibilitando la ocurrencia de marea roja en el mismo lugar o localidades cercanas con bastante diferencia de tiempo.

#### RESUMEN Y CONCLUSIONES

En abril de 1981 se detectó un nuevo fenómeno de marea roja en la bahía de Valparaíso, ocasionado por el dinoflagelado tecedor *Scrippsiella trochoidea* (Stein) Loeblich III, cuya concentración máxima alcanzó a 1.100.000 células por litro. El fitoplancton asociado estuvo constituido por diatomeas y otros dinoflagelados en concentraciones inferiores a las registradas en la misma época de años anteriores.

La desaparición del fenómeno coincidió con un cambio en la estructura de la comunidad fitoplanctónica, caracterizado por la disminución de los dinoflagelados y un fuerte incremento de las diatomeas con predominio de *Chaetoceros compressus* Lauder, *Nitzschia pseudoseriata* Hasle y *Leptocylindrus danicus* Cleve. Asociado a lo anterior destaca la presencia de numerosos cistos de resistencia de *Scrippsiella trochoidea*, de breve permanencia en el plancton. Simultáneamente hicieron su aparición organismos depredadores de *Scrippsiella trochoidea*, tales como

el tintínido *Favella* sp. y el dinoflagelado *Polykrikos kofoidii* Chatton.

En 48 horas fue posible observar en su propio medio, cambios en la concentración de cistos de diferente estructura: en la primera observación se registraron cistos sin espinas en concentración de 700 cél/l. Con posterioridad desaparecen los primeros y los segundos alcanzan una concentración de 2.900 cél/l. En ambas observaciones se registraron formas de transición con espinas cortas.

Análisis realizados en el período inmediatamente anterior al fenómeno, señalaron la presencia de un fitoplancton muy abundante, constituido exclusivamente por diatomeas con amplia dominancia de *Rhizosolenia delicatula* Cleve, en concentración de 1.300.000 cél/l, presumiéndose un acondicionamiento biológico del agua por dicha especie favorable para el crecimiento de *Scrippsiella trochoidea*.

AGRADECIMIENTOS. Deseamos expresar nuestros agradecimientos a la Sra. Isabel Guajardo por su ayuda en el procesamiento de datos, a los Sres. René Astudillo y Julio Jara por su colaboración en las labores de fotografía y dibujo, y a la Sra. Carmen Barceló, de la Universidad Técnica Federico Santa María, por su asistencia en el Microscopio Electrónico de Barrido.

#### LITERATURA CITADA

- Avaria, S. Observación de un fenómeno de marea roja en la bahía de Valparaíso  
1970 so. Rev. Biol. Mar. Dep. Oceanol. Univ. Chile, 14 (1): 1-5.
- Avaria, S. Marea roja en la costa central de Chile. Rev. Biol. Mar. Dep.  
1976 Oceanol. Univ. Chile, 16 (1): 95-111.
- Avaria, S. y P. Muñoz. Primer registro de marea roja causada por dinoflagela-  
1982 lados tecados en la bahía de Valparaíso. Rev. Biol. Mar., Valparaíso, 18 (2): 101-115.
- Hasle, G.R. and G.A. Fryxell. Diatoms: cleaning and mounting for light and  
1970 electron microscopy. Trans. am. microsc. Soc. 89 (4): 469-474.
- Hermosilla, J. Contribución al conocimiento sistemático de los dinoflagelados  
1973 de la bahía de Concepción, Chile. Gayana (Zool.) 24: 1-149.

- Lewis, C., C. Yentsch and B. Dale. Distribution of *Gonyaulax excavata* resting  
1979 cysts in the sediments of Gulf of Maine. In: Taylor, D.L. and H.H. Seliger (eds.). Toxic Dinoflagellate Blooms. Elsevier/North Holland pp. 235-238.
- Morey-Gaines, G. The ecological role of red tides in the Los Angeles-Long  
1979 Beach Harbor food web. In: Taylor, D.L. and H.H. Seliger (eds.). Toxic Dinoflagellate Blooms. Elsevier/North Holland pp. 315-320.
- Prakash, H. Source of Paralytic Shellfish Toxin in the Bay of Fundy. J.  
1963 Fish. Res. Bd. Canada, 20 (4): 983-996.
- Steidinger, K.A. and E. Balech. *Scrippsiella subsalsa* (Ostenfeld) comb. nov.  
1977 (Dinophyceae) with a discussion on *Scrippsiella*. Phycologia, 16 (1): 69-73.
- Wall, D. and B. Dale. Quaternary calcareous dinoflagellates (Calciodinollidae) and their natural affinities. J. Paleont. 42 (6): 1395-1408.
- Wall, D., R.R.L. Guillard, B. Dale, E. Swift and N. Watabe. Calcitic resting  
1970 cysts in *Peridinium trochoideum* (Stein) Lemmermann, and autotrophic marine dinoflagellate. Phycologia, 9 (2): 151-156.

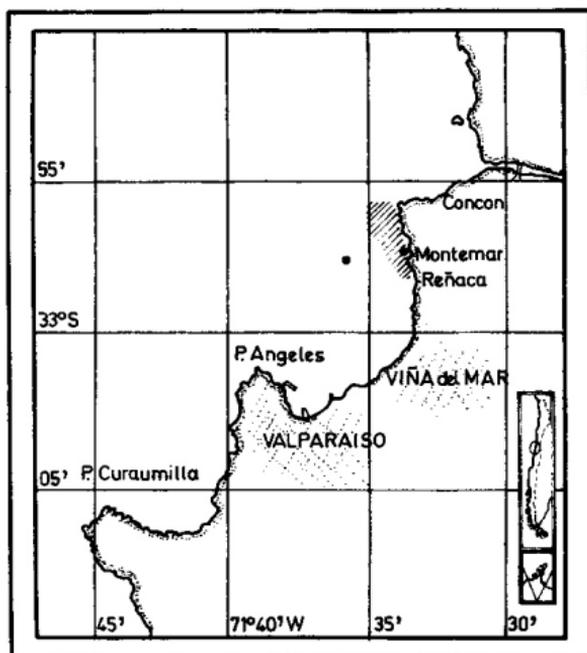


Fig. 1. Bahía de Valparaíso. Se indica el área afectada por la marea roja y las estaciones donde se efectuaron las colectas de fitoplancton.

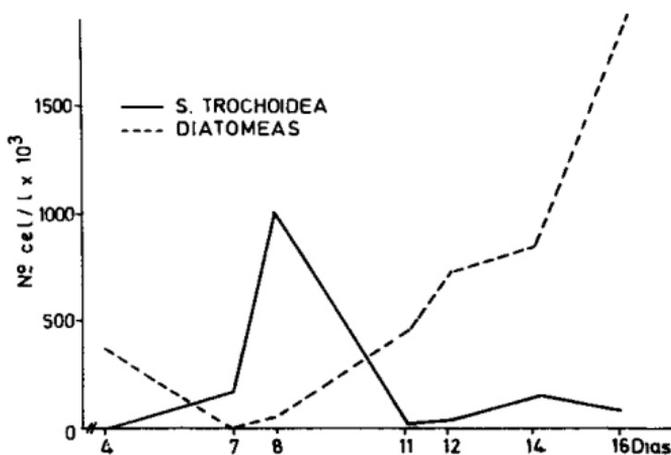


Fig. 2. Relación entre las concentraciones de *Scrippsiella trochoidea* y diatomeas observadas en la bahía de Valparaíso en abril de 1981.

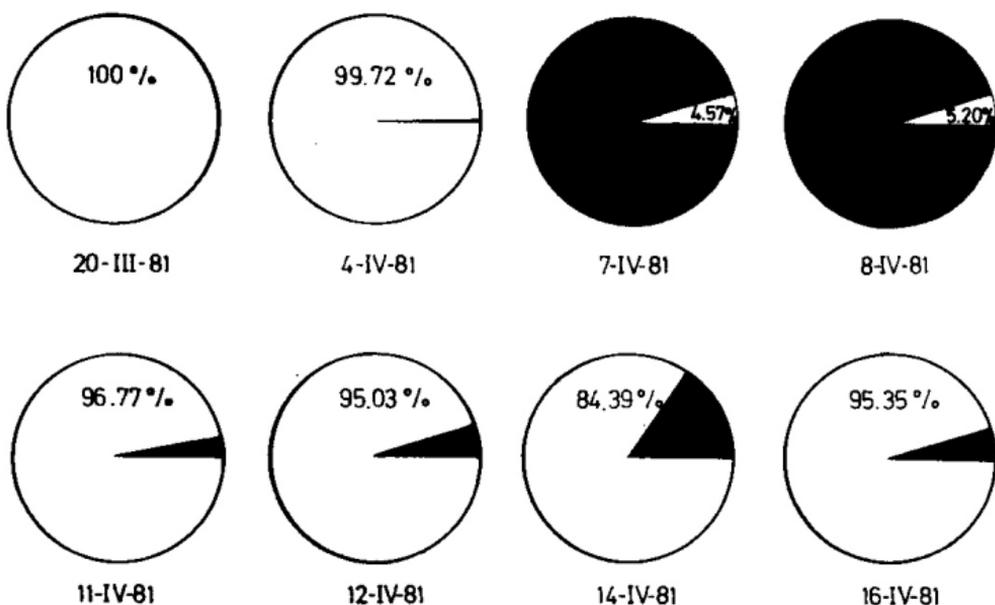


Fig. 3. Relación porcentual entre diatomeas (en blanco) y dinoflagelados (en negro) durante el período de observación.

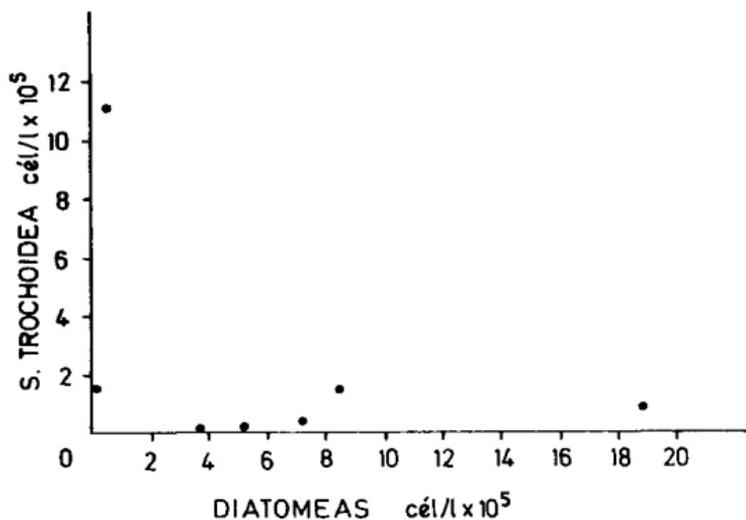


Fig. 4. Relación entre las concentraciones de *Scrippsiella trochoidea* y diatomeas observadas en la bahía de Valparaíso en abril de 1981.

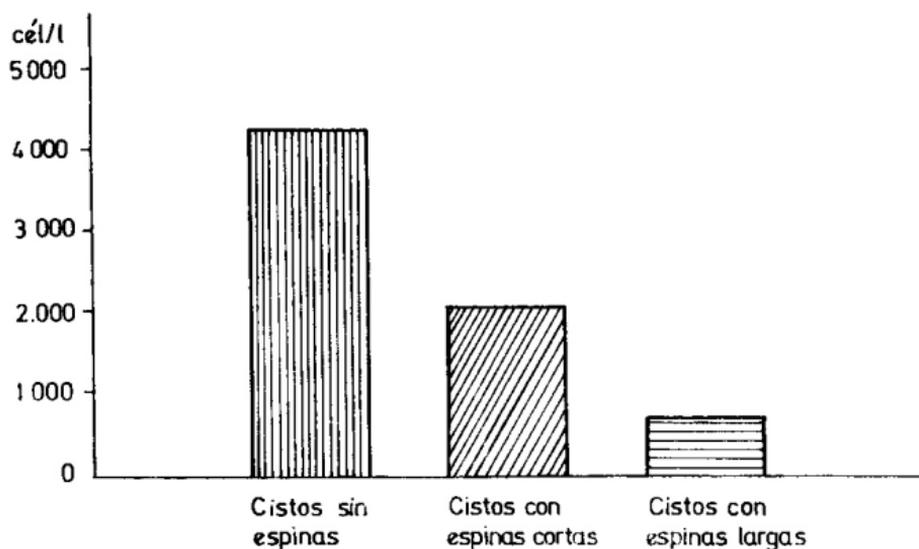


Fig. 5. Cistos de *Scrippsiella trochoidea* en el plancton de la bahía de Valparaíso (14 abril 1981).

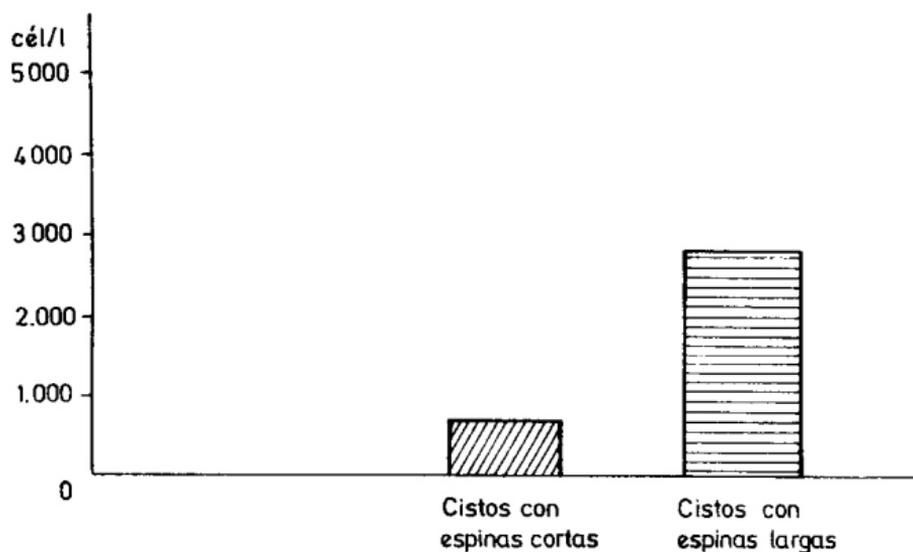
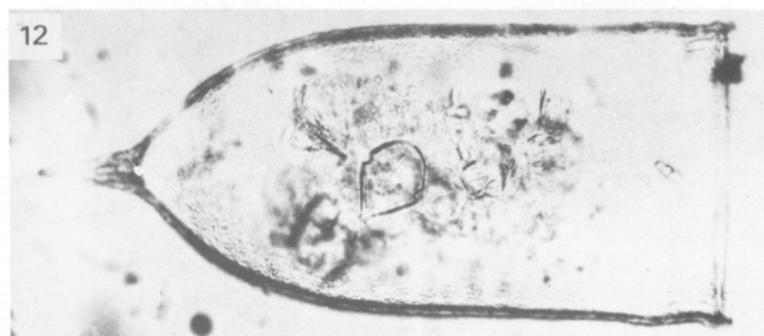
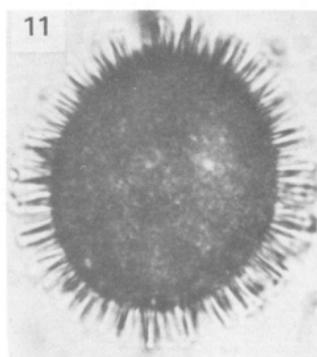
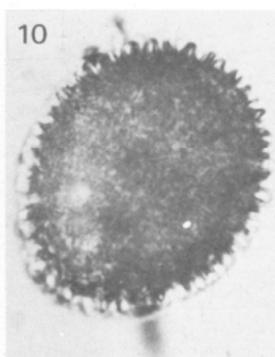
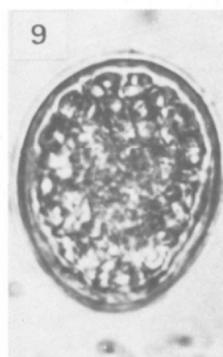
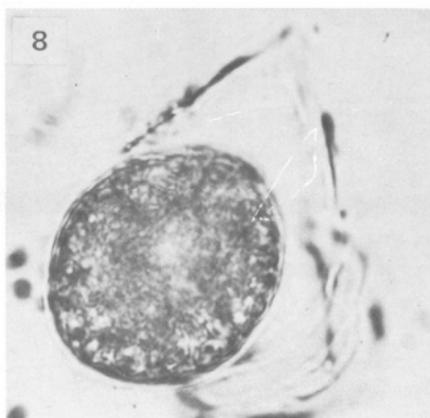
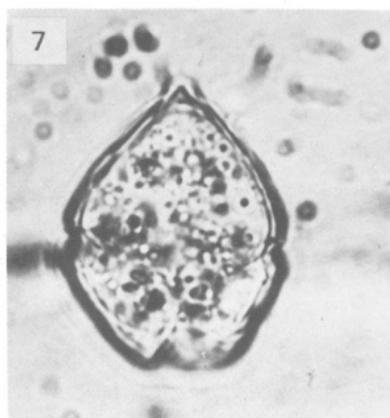


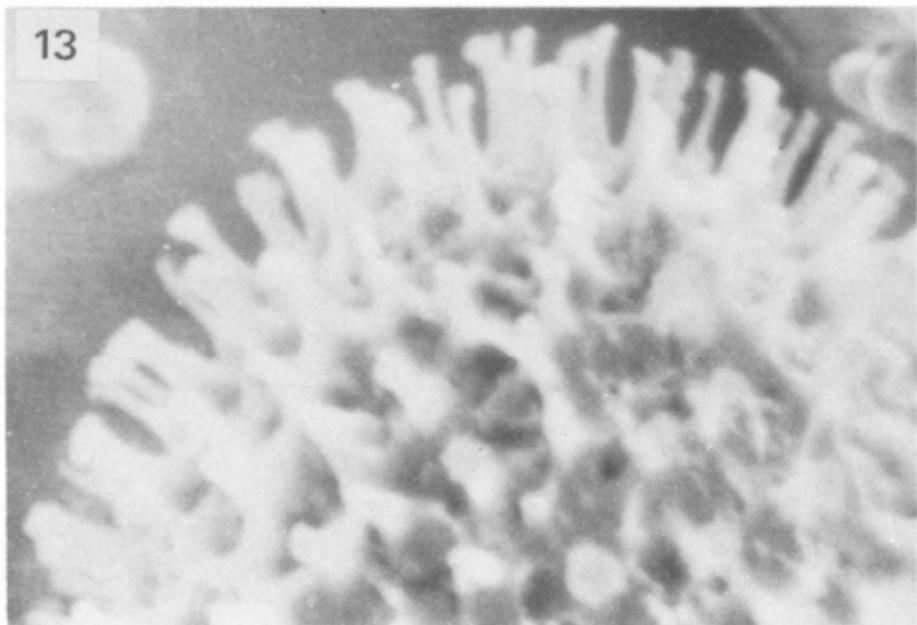
Fig. 6. Cistos de *Scrippsiella trochoidea* en el plancton de la bahía de Valparaíso (16 abril 1981).

## EXPLICACION DE LAS FIGURAS 7-16

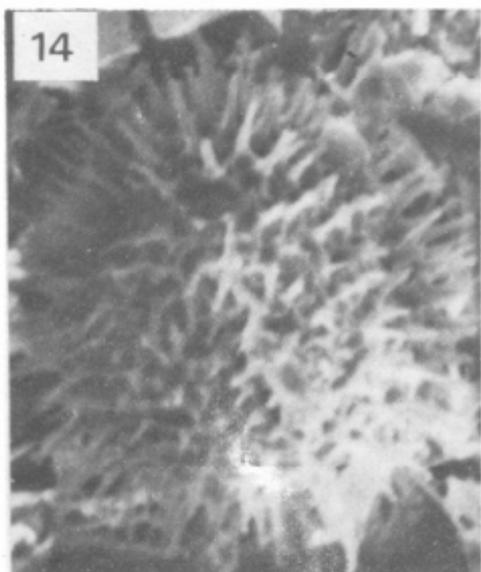
- Fig. 7. *Scrippsiella trochoidea* (Stein) Loeblich III (1.000 X).  
 Fig. 8. Cisto abandonando la teca (1.000 X).  
 Fig. 9. Cisto sin espinas (1.000 X).  
 Fig. 10. Cisto con espinas cortas (1.000 X).  
 Fig. 11. Cisto con espinas largas (1.000 X).  
 Fig. 12. *Favella* sp. con células de *Scrippsiella trochoidea* en el interior de su lóriga (400 X).  
 Fig. 13. Espinas calcíficas de *Scrippsiella trochoidea* observadas en el Microscopio Electrónico de Barrido (5.200 X).  
 Figs. 14-15. Vista general del cisto (1.200 X).  
 Fig. 16. Detalle de las espinas (5.000 X).



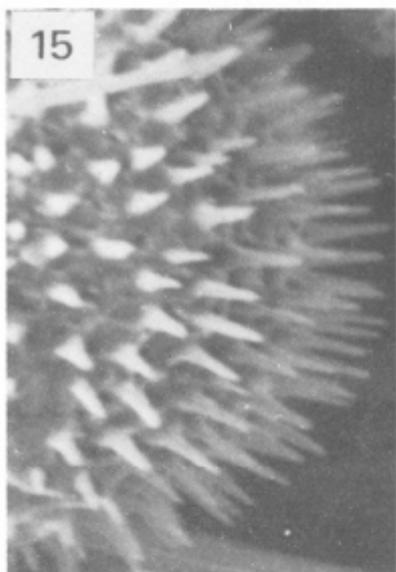
13



14



15



16

