

ULTRAESTRUCTURA DE SINAPSIS PROTOPLASMÁTICA EN FASE CONCHOCELIS DE *PORPHYRA COLUMBINA* (MONTAGNE 1845)

HÉCTOR ETCHEVERRY*, GLORIA COLLANTES* y PATRICIA TORO*

ETCHEVERRY, H., COLLANTES, G. and P. TORO. 1979. Ultrastructure of protoplasmatic synapsis in Conchocelis-Phase of *Porphyra columbina* (Montagne 1845). *Rev. Biol. Mar. Dep. Oceanol. Univ. Chile*, 16(3): 235-246.

The ultrastructure of Conchocelis-Phase on *Porphyra columbina* Mont., widely distributed along Chilean coasts was investigated with electron microscope to observe presence of pit connections, not described for this species. We also studied characteristics of the morphology of the branch cells such as: wall, chloroplast, nucleus, etc. The conchocelis and conchospore branch cells of this species have ultrastructure, characteristic typical of the Rhodophyta and Bangiophycidae, a thick wall, single thylakoid, plugged pit connections, similar to those present in Bangiaceae, floridean starch granules in the cytoplasm, prominent pyrenoid and a nucleus irregular in form with nucleoli.

Pit connection formation in the *Porphyra columbina* Mont. Rhodophyta Bangiaceae occurs as an angular ingrowth from lateral wall associated with the presence of lomasomes.

INTRODUCCION

El material de *Porphyra columbina* Mont., específicamente la fase Conchocelis desarrollada con motivo del cultivo de esta especie, se aprovechó para estudiar la ultraestructura de las sinapsis protoplasmáticas (pit connections) y constatar o no su presencia.

Esta ultraestructura ha sido estudiada en varias especies tanto de Bangiophyceae como Florideophyceae y en especial en el género *Porphyra* (Krishnamurthy 1969, Dring 1967, Lee y Fultz 1970, Cole 1972, Bourne et al. 1970, Cole y Conway 1975, Conway y Cole 1977).

Este trabajo, primer intento en el estudio de ultraestructura de algas superiores chilenas, describe y discute la presencia de sinapsis protoplasmáticas ("pit-connections") en *Porphyra columbina* Mont., especie ampliamente distribuida a lo largo de la costa y de la cual hay carencia de información.

Las microfotografías permiten hacer algunas consideraciones sobre su morfología y los constituyentes celulares presentes. Organización de la pared celular, cloroplasto y su pirenoide, granos de almidón, estructura del núcleo, etc.

En la abundante bibliografía revisada sobre la ultraestructura de la fase Conchocelis en especies de *Porphyra* y de *Porphyra columbina* Mont., sólo en el de Conway y Wylie (1972), aparece una frase que dice "esta especie presenta fase Conchocelis"; nada se dice sobre conexiones protoplasmáticas y su ultraestructura.

MATERIAL Y METODO

La fase Conchocelis de *Porphyra columbina* Mont. obtenida desarrollando las carpósporas, libremente, en agua de mar enriquecida con nitrato y fosfato bisódico, con 2-5 meses de edad, se fijó en glutaraldehído al 3%, en so-

*Departamento de Biología, Facultad de Matemáticas y Ciencias Naturales, Universidad de Chile, Sede de Valparaíso.

NOTA. El resumen de este trabajo fue publicado en Abstracts del IX International Seaweed Symposium, Sta. Barbara, Los Angeles, USA, agosto 1977.

lución de sucrosa 0,25 m con tampón fosfato a ph. 7.2-7.4, a la temperatura de 4°C. Fijándose a continuación en OsO_4 al 2%, con tampón fosfato ph. 7.2-7.4. La deshidratación del material se realizó en etanol al 100%, durante tres cambios sucesivos de 1/2 hora cada uno y luego dos cambios más, en acetona de 1 hora cada uno.

La inclusión fue hecha mediante infiltración del material en dos mezclas de Epon. Sol. A: Epon 812 (15,5 ml) y DDSA (25 ml); Sol. B: Epon 812 (20 ml) y MNA (22,25 ml). Se agregó a la mezcla 0,02 ml de DMP 30 por 1 ml de solución. La polimerización se efectuó a 60°C durante 3 días. Los bloques se cortaron en un ultramicrotomo Reichert UMV 2, con cuchillos de vidrio.

Los cortes colocados en grillas de cobre y teñidos con citrato de plomo alcalino (Reynolds), se examinaron con microscopio electrónico Zeiss E M. 9.

ULTRAESTRUCTURA DE LA SINAPSIS

Las microfotografías seleccionadas, de numerosas inclusiones de fase Conchocelis de *Porphyra columbina* (Mont.), en diversas etapas de su desarrollo, tanto de los filamentos como de las ramas conchosporangiales, nos permiten afirmar la presencia de sinapsis protoplasmáticas como un elemento constante de la pared celular.

La sinapsis está formada, en su estado de pleno desarrollo, por dos constituyentes: un poro (pit) en la pared misma y un tapón que lo obtura (plug) de forma variada.

El tapón está rodeado de membranas, siendo la membrana citoplasmática (plasmalema) la que se continúa de célula en célula.

El pit tiene características semejantes a las descritas para otras especies de *Porphyra*, la abertura mide 0,38 μ y el tapón que presenta una cara plana y otra convexa, en su parte media mide 0,35 μ de ancho y 0,56 μ de largo. La membrana limitante, plasmalema, que aparece más engrosada, a nivel de la cara convexa, por un material granular fino, tiene un grosor de 0,019 μ -0,038. La for-

ma del tapón tiende a hacerse lenticular y en algunos casos aparece piriforme (Figs. 1-4).

El contenido del tapón presenta una estructura granular filamentososa con una distribución irregular que podría asimilarse a los granos osmiófilos observados en otras especies.

La sinapsis se produce durante el desarrollo de los tabiques celulares transversales, como un crecimiento anular, irregular, de ciertos puntos de la membrana hacia el interior que no separa completamente las dos células dejando al centro una abertura. Su producción estaría asociada con la presencia de formaciones especiales, como son los lomasomas (Fig. 4).

En *Porphyra columbina* las microfotografías confirman, en parte, esta hipótesis y se aprecian estructuras que podrían ser lomasomas. Concordamos con la explicación de Ramus (1969) respecto a su formación.

En general, las características de la sinapsis en esta especie, en base a nuestras observaciones, son similares a las de otras especies de *Porphyra*, con pequeñas diferencias.

PARED CELULAR

Bien definida, consta de una parte interna y otra externa, en la interna se aprecian dos estratos de fibrillas dispuestas longitudinalmente y la externa aparece compacta, con escasas microfibrillas, constituida por un material amorfo. El grosor de la parte externa es de 0,092 μ , en cambio la interna que es más gruesa, llega a 0,1315 μ , según figura 6 (Figs. 5 y 6).

CLOROPLASTO

Al microscopio fotónico y en la fronda, se presenta como un plasto sencillo estrellado focal, a veces parietal, con un pirenoide sin envoltura.

Al microscopio electrónico y en los filamentos que constituyen la fase Conchocelis, aparece bien manifiesto, ocupando la mayor parte de la célula, en número de 1 ó 2 (Fig. 7). Las lamelas son sencillas y corren paralelamente al eje; se observa también un sistema lamelar

periférico que encierra a los tilacoides (Fig. 8).

Entre las lamelas se observan numerosos gránulos osmiófilos, de naturaleza lipóide, de 0,02-0,04 μ de diámetro.

En la parte central del plasto, se ubica el pirenoide, tabicado y rodeado por el sistema lamelar (Figs. 9 y 10). Sus características son similares a las observadas en otras especies de *Porphyra*.

Siguiendo la clasificación de Y. Hara (1972) propuesto para los cloroplastos de Rhodophyta, los de *P. columbina* corresponden al tipo *Nemalion*, caracterizado por la presencia de pirenoide empotrado en el mismo cloroplasto.

ALMIDÓN DE LAS FLORIDEAS

Se observan con nitidez, como gránulos distribuidos por todo el citoplasma, con un tamaño que oscila entre 0,25-0,40 μ de diámetro, esféricos los más pequeños, ovoideos a irregulares, los más grandes.

MITOCONDRIOS Y CUERPOS DE GOLGI

Escasos, ovoideos, con regular desarrollo de las crestas mitocondriales y un diámetro de 0,42 μ (Figs. 11-13).

El desarrollo del aparato reticular de Golgi es escaso; en esta especie se visualizan algunos cuerpos de Golgi y vesículas (Fig. 14).

NÚCLEO

Voluminoso, de forma irregular, lobulado, con un diámetro de 5,54 μ , presenta un nucléolo bien visible, más densamente teñido que el resto de la estructura y un diámetro de 1,05 μ en su eje mayor (Fig. 13).

RESULTADOS

El trabajo realizado, que puede tener deficiencias por ser el primero en el campo de la ultraestructura de algas, con los medios limitados que se disponemos, confirma la presencia de

"pit-connections" en *Porphyra columbina* Mont., aportando además nuevos antecedentes referentes a su organización, lo mismo que a la estructura celular de esta especie.

No se observaron variaciones en la organización de la sinapsis y de las estructuras celulares en función a edad, como lo afirman otros investigadores, ni en la fase filamentosa ni en las ramas conchosporangiales y conchósporas.

CONCLUSIONES

1. En *Porphyra columbina* verificamos la presencia de sinapsis o conexiones protoplasmáticas entre las células de la fase Conchocelis, observación que se suma a las ya realizadas en otras especies del género.

2. Han sido observadas y examinadas con microscopio electrónico y son similares en sus detalles morfológicos a las de otras especies de *Porphyra*.

3. La presencia de sinapsis entre las células y la ultraestructura particular del cloroplasto con sus sistemas de tilacoides periféricos, permite diferenciar la fase Conchocelis de la fase foliar (fronda), hechos que sugieren una mayor afinidad con la observada en las algas rojas superiores.

4. La estructura del cloroplasto y su pirenoide y la del núcleo, son más bien de Bangiophyceae, en cambio la de la sinapsis (pit) es de Florideophyceae.

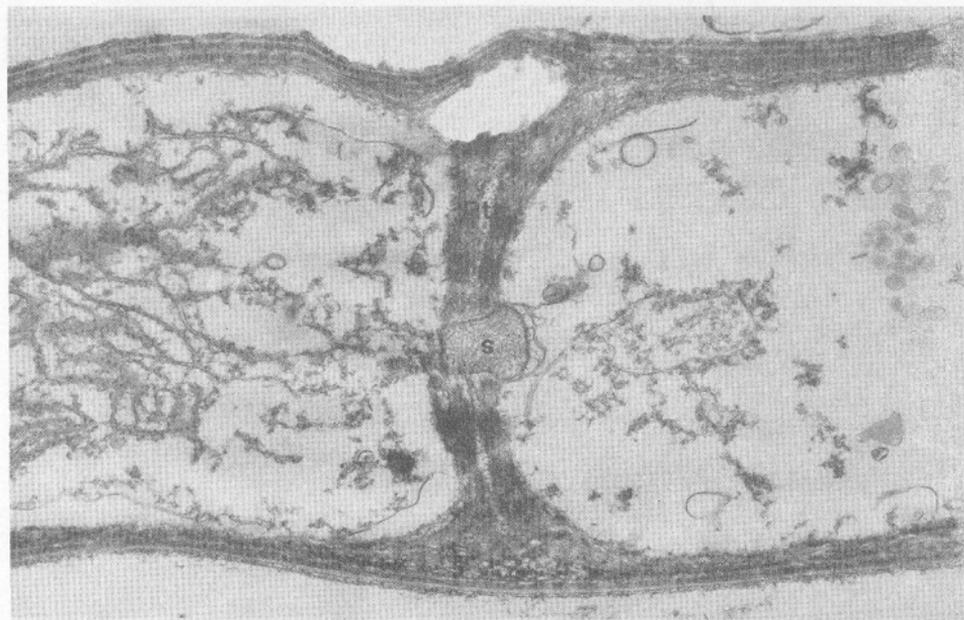
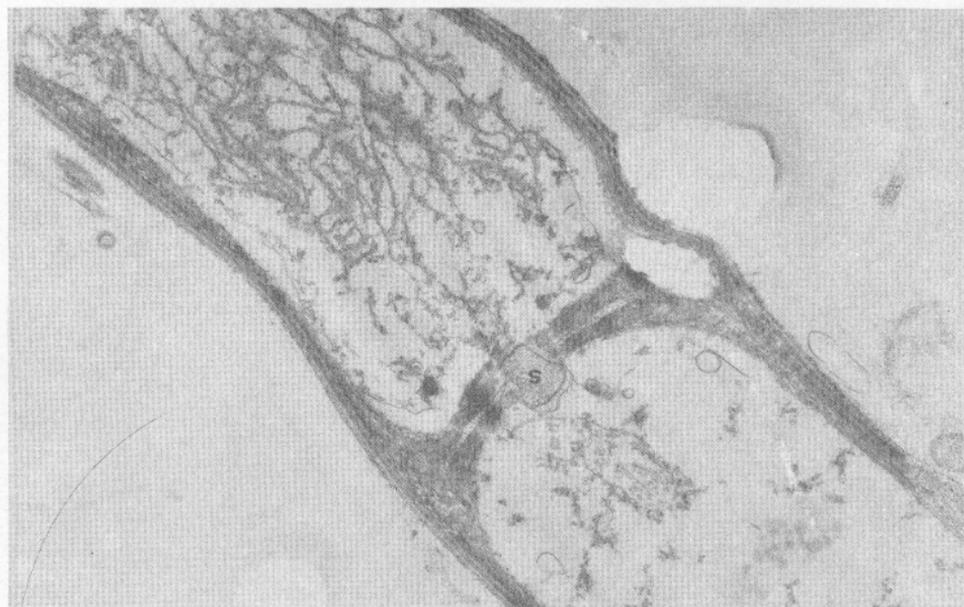
5. La presencia de sinapsis (protoplasmática) en *Porphyra columbina*, a juicio nuestro, no constituye un carácter que permita diferenciar Bangiophyceae de Florideophyceae y debe interpretarse como un carácter que enlaza ambos grupos, determinando cambios en las categorías superiores de Phylum Rhodophyta, coincidiendo en este aspecto con lo expresado por Cole y Conway (1977).

6. Concluimos que la presencia de sinapsis en *Porphyra columbina* Mont. y en especies como *Porphyra perforata*, *Porphyra tenera* y *Porphyra leucosticta*, por sus implicaciones fenéticas, unida a la de otros caracte-

res utilizados en la división del Phylum Rhodophyta, no justificarían la clasificación de Rhodophyta en Bangiophyceae y Floridophyceae, como se ha hecho.

LITERATURA CITADA

- BOURNE, V.R., CONWAY, E. et COLE, K. On the ultrastructure of pit connections in the conchocelis phase of the red alga *Porphyra perforata* J. Ag. *Phycologia* 9(1):79-81.
1970
- COLE, K. Some electron microscope observations on the cultured conchocelis-phase of *Porphyra* species. Contrib. to the System. of Benthic Mar. Alg. of the N.P. pp. 157-162 (Jap. Soc. of Phy.) Japan (Kobe).
1972
- COLE, K. et CONWAY, E. Phenetic implications of structural features of the perennating phase in the life history of *Porphyra* and *Bangia*(Bangiophyceae) (Rhodophyta). *Phycologia*, 14(4): 239-245.
1975
- CONWAY, E. and K. COLE. Studies in the Bangiaceae: structure and reproduction of the conchocelis of *Porphyra* and *Bangia* in culture (Bangiales, Rhodophyceae). *Phycologia* 16(2):205-216.
1977
- CONWAY, E. and WYLE, A.P. Spore organization and reproductive modes in two species on *Porphyra* from New Zealand. Proc. VII Int. Seaweed Symp. pp. 105-107. Univ. Tokyo Press.
1972
- DIXON, P.S. The taxonomic implications of the "pit-connections" reported in the Bangiophycidae. *Taxon*. 1963 12:108-110.
- DODGE, J.D. The fine structure of algal cells. Academ. Press., London, 261 pp.
1973
- DRING, M.J. Effects of day length of growth and reproduction of the conchocelis-phase of *Porphyra tenera*. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 47(3):501-510.
1967
- ETCHEVERRY D., H. y COLLANTES, S., G. Cultivo artificial del luche, *Porphyra columbina* (Mont., 1845)-Rhodophyta (Bangiaceae). *Rev. Biol. Mar. Dep. Oceanol. Univ. Chile* 16(2):195-202.
1977
- FAN, K.C. On pit-connections in the Bangiophycidae *Nova Hedwigia*, 1(3-4): 305-307.
1960
- HARA, Y. An electron microscopic study on the chloroplasts of the Rhodophyta. Proc. Seventh Int. Seaw. Symp. pp. 153-158. Univ. Tokyo Press.
1972
- KRISHNAMURTHY, V. The conchocelis phase of three species of *Porphyra* in culture. *J. Phycol.* 5(1):42-47.
1969
- LEE, R.E. and FULTZ, S.A. Ultrastructure of the conchocelis stage of the marine red alga. *Porphyra leucosticta* J. *Phycol.* 6(1):22-28.
1970
- RAMUS, J. Pit connections formation in the red alga *Pseudogloiophloea*. *J. Phycol.* 5(1):57-63.
1969



Figs. 1 y 2. Sección longitudinal de un filamento de la fase Conchocelis de *Porphyra columbina* Mont., para ver la estructura de la sinapsis protoplasmática (S) en los tabiques transversales (P.t.). Aumento $\times 7.000$.

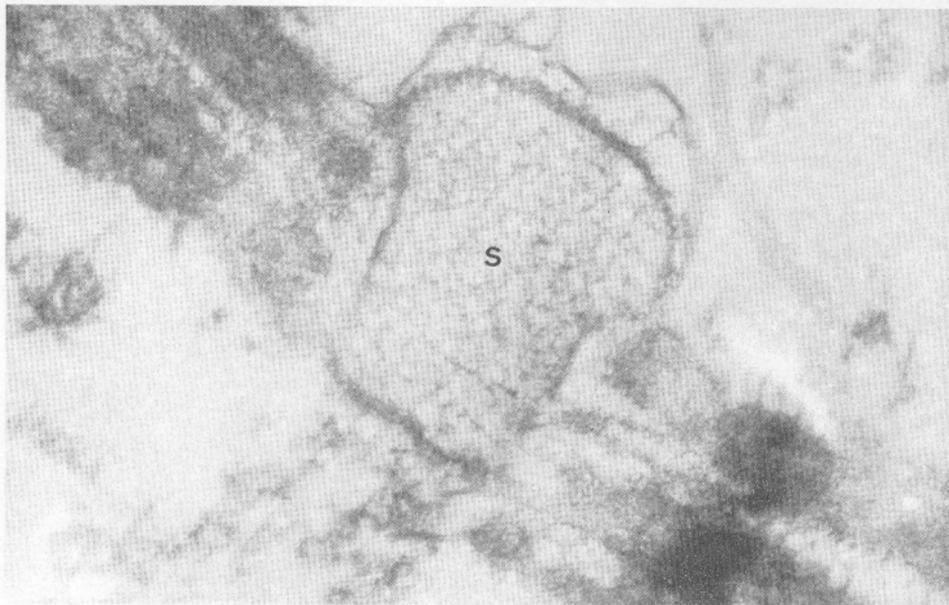


Fig. 3. Sinapsis (S.) del mismo filamento anterior con aumento $\times 2.000$ y lisosomas (lo.).

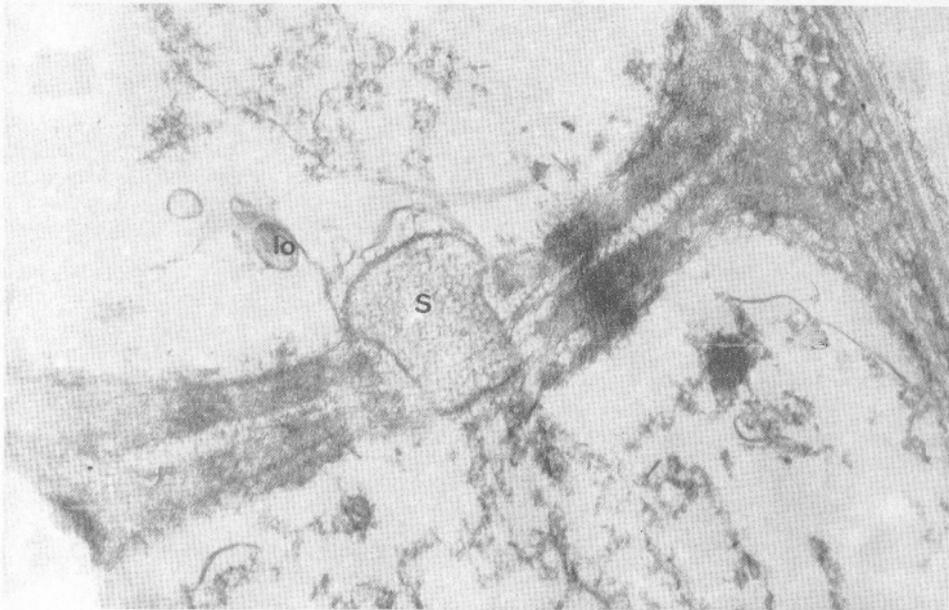


Fig. 4. Id. con aumento $\times 40.000$.