

TIPOS DE PLASMOLISIS EN CELULAS CENTRIFUGADAS

Por

SINGO NAKAZAWA,
del Departamento de Biología
de la Universidad de Yama-
gata, Japón. Colaboración es-
pecial para los Anales del Ins-
tituto de Biología.

Cuando se produce la plasmolisis en células sometidas a la acción de una solución hipertónica, la manera como se presenta el fenómeno está estrechamente relacionada con la polaridad del desarrollo. Así por ejemplo, en *Oedogonium*, la plasmolisis comienza en el extremo basal de cada una de las células que constituyen el filamento (Cholnoky 1939). En el gametofito de un helecho, se produce, en cambio, en el extremo apical de cada célula, y en él, el lugar donde se forma la papila apical está determinado por el extremo apical del eje de la polaridad plasmolítica (Igura 1955, Nakazawa 1961, Nakazawa y Ootaki 1961). En el óvulo de *Coccophora*, la plasmolisis se produce en dos regiones, i. e. en el extremo en que se origina el rizoide primario y también a lo largo de la zona ecuatorial, en la que se sitúa el primer plano de segmentación (Nakazawa 1960a).

El lugar donde comienza la plasmolisis está determinado por la célula. Por ejemplo, comienza usualmente la parte angular de ella en el que la energía de superficie alcanza su nivel más elevado. Este sin embargo, no es el único mecanismo determinante de la plasmolisis polar. Por ejemplo, en óvulo de *Fucus*, la plasmolisis se produce pronto en el polo de rizoide cuando el polo rizoide es inducido por iluminación ultravioleta, a pesar de que la forma del óvulo es completamente esférica (Whitaker, 1941). En el gametofito del

helecho, como en el óvulo de *Coccophora*, los materiales del citoplasma se disponen, por efecto de la centrifugación, estratificadamente en cualquier dirección, pero el eje de la polaridad plasmolítica no es modificado por la centrifugación (Nakazawa 196b, 1961). Por otra parte en estos vegetales, la polaridad de su desarrollo, también es inmutable por la centrifugación, la cual es determinada por el citoplasma cortical que no se desplaza al centrifugar. Por esto, es probable, que la plasmolisis polar sea determinada también por el protoplasma periférico. Esta posible relación es objeto de un estudio experimental que se efectúa en el presente trabajo de investigación.

MATERIAL Y METODOS

Para confirmar el resultado de los experimentos sobre plasmolisis polar realizados en 1960b, se emprendieron nuevos experimentos, repetición de aquellos, con óvulos de *Coccophora Langsdorfii*, una alga fucal. Además, otros experimentos se efectuaron con *Spirogyra* sp. que usualmente no presenta plasmolisis polar, *Oedogonium* sp. que manifiesta la plasmolisis polar típica y *Halothrix lubricalis* que también presenta una típica polaridad de plasmolisis. Las sustancias para producir la plasmolisis fueron: 1 M.NaCl, para *Coccophora*; 1M.NaCl, para *Halothrix*; 1 M.urea, para *Oedogonium*, y 2 M.urea para *Spirogyra*. La centrifugación fue hecha con un centrifugador de aereoturbina a 25,000 x G durante 5 minutos. Después, los materiales sometidos a investigación fueron sumergidos en las soluciones con las que en cada caso se producía la plasmolisis. Provocada ésta eran examinados con el microscopio.

RESULTADOS

1. Cuando los óvulos de *Coccophora* se sumergen en 1 M.NaCl en el estado subsiguiente a la división del núcleo, pero antes de la formación de la membrana de segmentación, la plasmolisis comienza en la zona ecuatorial y en el polo rizoides (Fig. 1A). Los productos citoplásmicos aparecen estratificados por la centrifugación del modo siguiente: una zona de gotas de grasa en el extremo centrípeto; una capa de agua libre; una de plástidos con los núcleos; y en la parte centrífuga, se dispone una zona de protoplasma trans-

parente. La estratificación es inducida en cualquier dirección con respecto al eje del desarrollo. En estos óvulos estratificados, la plasmolisis se produce como en el del óvulo normal, i. e. o sea en el polo rizoide y a los lados de la zona ecuatorial, sin que influya en ella la dirección en que se ha producido la estratificación de los materiales citoplásmicos (Fig. 1 B, C, D). Eso indica que la forma en que la plasmolisis se produce no es determinada por el citoplasma intracelular. Según Wartenberg (1960), la plasmolisis no es un fenómeno de separación de la membrana plasmática de la membrana celular, sino de formación de vacuolas en el citoplasma.

Sin embargo, esa explicación es de difícil interpretación en el caso del óvulo de *Cocophora*. Porque, como se indica en la figura 1B, no es probable que la misma vacuola aparezca en la capa de gotas de grasa y en el estrato hialino del protoplasma. Por ello es más probable la disposición de la plasmolisis sea determinada por la parte cortical del protoplasma, que se altera o modifica deficientemente por medio de la centrifugación.

2. En las células de *Spirogyra*, la plasmolisis comienza simultáneamente en las dos extremidades del eje longitudinal (Fig. 1E). Por centrifugación, los plástidos y el núcleo se acumulan en la parte centrífuga, y la gran vacuola en la centrípeta. En la célula centrifugada la plasmolisis comienza también, como en el caso normal, en las dos extremidades (Fig. 1F, G). La sola diferencia que se observa en este caso, es el fenómeno de separación de la vacuola y de los plástidos, que se produce después, debido a la diferencia en la viscosidad. Este fenómeno, sin embargo, es independiente y no está en relación con el lugar donde comienza la plasmolisis.

3. Las células de *Oedogonium* ofrecen una plasmolisis polar peculiar que se manifiesta en la extremidad basal de cada una de ellas (Fig. 1H). Por la centrifugación, los plástidos y el núcleo se acumulan en la parte centrífuga, gotas de grasa en la centrípeta, y una gran vacuola en el medio. En esas células centrifugadas la plasmolisis comienza en partes distintas, de acuerdo con la estratificación. Es decir, cuando los plástidos se acumulan estratificadamente en el extremo apical o en la parte lateral de la célula, la plasmolisis comienza normalmente, es decir en el lado basal. (Fig. 1,J). Pero cuando se estratifican en el lado basal, la plasmolisis comienza en el extremo apical (Fig. 1,K).

4. *Halothrix* es una alga parda constituida por células cilíndricas dispuestas en una sola dirección. Cuando la alga es sumergida en

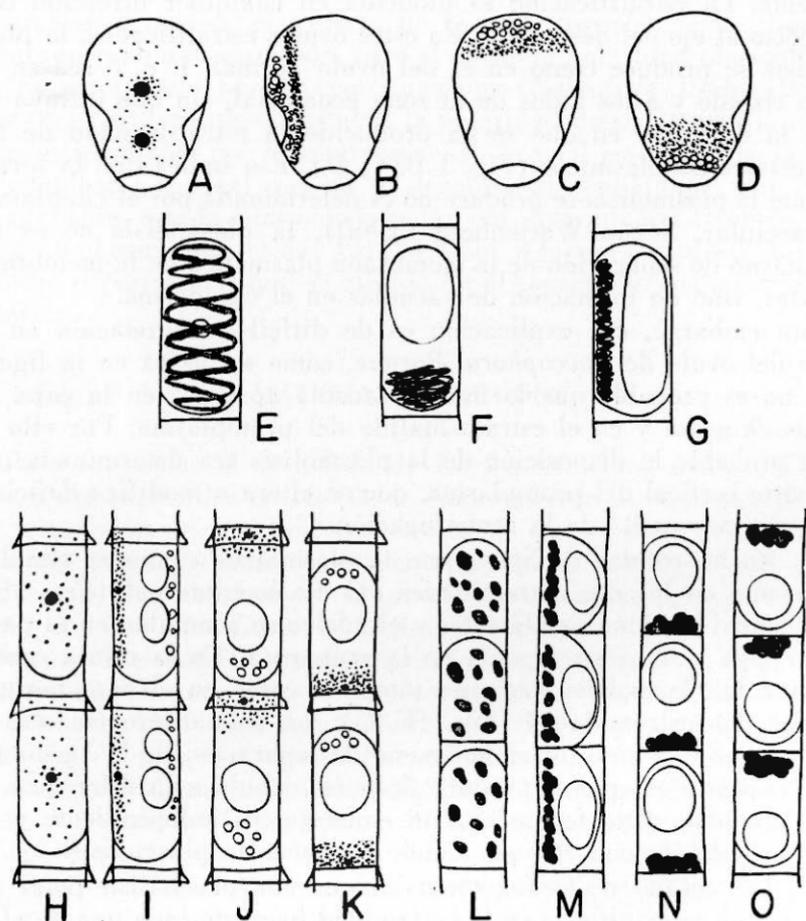


Fig. 1. A, Plasmolisis en el óvulo de *Coccophora*; B-D, el mismo fenómeno en óvulos centrifugados. E, Plasmolisis en célula de *Spirogyra*; F y G, el fenómeno en células centrifugadas. H, Plasmolisis en *Oedogonium*; I-K, el fenómeno en células centrifugadas. L, Plasmolisis en *Halothrix*; M-O el fenómeno en células centrifugadas.

la solución hipertónica, la plasmolisis comienza siempre, y muy claramente, en el extremo apical de cada una de sus células (Fig. 1,L). En la centrifugación, los plástidos y el núcleo se estratifican en la parte centrífuga, y la vacuola, en la centrípeta. En las células centrifugadas, la plasmolisis siempre comienza en la parte centrípeta, cualesquiera que sea la dirección en el que los productos celulares

se hayan estratificados (Fig. 1, M, N, O). En este alga, por lo tanto, el lugar donde comienza la plasmolisis polar está siempre de acuerdo con la dirección de la estratificación.

Por lo descrito se deduce que la relación entre la estratificación y la plasmolisis polar difiere en las distintas especies. En *Oedogonium*, la vacuola se sitúa entre los plástidos y las gotas de grasa pero su situación se aproxima más a la parte centrípeta que a la centrífuga. En *Halothrix*, la vacuola se dispone completamente hacia la parte centrípeta. Esto indica, indudablemente, que el valor de la contracción del citoplasma, en la célula centrifugada, por efecto de una solución hipertónica es mayor en la parte centrípeta que en la centrífuga, a causa de la localización polar excéntrica de la vacuola, lo cual da por resultado la separación polar del citoplasma, i.e. la plasmolisis polar. Contrariamente, en óvulos de *Coccophora*, a causa de que el sistema vacuolar no es muy diferenciado, es natural que la centrifugación no afecte a la determinación de la plasmolisis polar. Esta afirmación, sin embargo, no es siempre aplicable en todos casos. Por ejemplo, en *Spirogyra*, en que la vacuola se sitúa también en la parte centrípeta, la plasmolisis comienza, sin embargo, en los dos extremos, el centrípeta y el centrífugo, al mismo tiempo, como ya se mencionó. Aquí, por tanto, aparece que el lugar donde comienza la plasmolisis esté determinado también por la parte citoplásmica cortical, por ello, es probable que en *Oedogonium* y *Halothrix* el citoplasma cortical sea más modificable, por la centrifugación que lo es en *Spirogyra* y de *Coccophora*.

El autor expresa su gratitud al Dr. Roberto Llamas, Director del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México por haber aceptado la publicación de este trabajo.

SUMMARY

1. In *Coccophora* eggs, plasmolysis begins at the pointed end (the rhizoid pole) and also at the equatorial zone where the primary segmentation is to appear. This polar pattern of the plasmolysis cannot be modified by stratification of the cellular contents when the egg is immersed in a hypertonic solution after being centrifuged at 25,000 times gravity.

2. In *Spirogyra*, plasmolysis begins at the both ends of the longitudinal axis of the cell, that also cannot be modified by centrifugation.

3. In *Oedogonium*, plasmolysis usually occurs at the basal end of each cell. The site of this plasmolysis is altered by centrifuging. When a centrifugal force of 25,000 times gravity is exerted towards the basal end of the cell, plasmolysis begins at the apical end.

4. In *Halothrix*, plasmolysis usually begins at the apical end of each cell, very clearly. When the cell is immersed in a hypertonic solution after the contents were stratified by centrifuging, it always begins at the centripetal end regardless of the axis of the cell.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- CHOLNOCKY, B. V. 1939. Untersuchungen über den Plasmolyseneort der Algenzelle. *Protoplasma* 12, 510-523.
- IGURA, I. 1955. Cytological and morphological studies on the gametophyte of ferns IX. *Bot. Mag. (Tokyo)* 68, 119-124.
- NAKAZAWA, S. 1960a. Developmental mechanics of Fucaceous algae XIV. *Ibid.* 73, 51-54.
- . 1960b. Do. XVI. *Phyton (Argentina)* 15, 129-136.
- . 1961. The polarity theory of morphogenetic fields. *Sci. Rep. Tohoku Univ.* 4th Ser. 27, 57-92.
- and OOTAKI, T. 1961. Polarity reversal in *Dryopteris* protonema. *Naturwiss.* 48, 557-558.
- WARTENBERG, A. 1960. Untersuchungen über den Plasmolysevorraum. *Ber. deut. bot. Gesell.* 73, 58-65.
- WHITAKER, D. M. 1941. The effect of unilateral ultraviolet light on the development of the *Fucus* egg. *J. Gen. Physiol.* 24, 263-278.