

## CENTRIFUGACION DE ESPORAS DE *EQUISETUM*

Por SINGO NAKAZAWA  
Departamento de Biología,  
Universidad de Yamagata,  
Yamagata, Japón.

Colaboración especial para los  
Anales del Instituto de Biología.

En un trabajo anterior se ha relatado que mediante centrifugación de las esporas de *Equisetum*, la polaridad de ellas durante la germinación no es afectada por la estratificación que se produce en el material intracelular (Nakazawa, 1952). En esta ocasión se relatan los resultados de otro experimento sobre las propiedades diferenciales entre el protoplasma de la porción sujeta a la fuerza centrífuga y de la porción sujeta a la fuerza centrípeta.

### Material y Métodos.

El material para este experimento es la espora de *Equisetum arvense*, colectada en Sendai, Japón, en abril de 1956 y el trabajo se efectuó en el Laboratorio de la Universidad de Yamagata.

Las esporas, para la germinación, fueron sumergidas en agua a pH de 7.0 e iluminadas con luz difusa a 25°C.; en diversos grados de germinación fueron centrifugadas a 10,000 X g durante 10 minutos y cuando se logró su estratificación se les tiñó con colorantes vitales y se les trató con diversos reactivos.

### RESULTADOS

La espora al estado fresco es una célula de 30 a 40 micras de diámetro, rodeada por su membrana perispórica a la cual se unen en un punto dos elaterios. La célula está provista de un núcleo rodeado por muchos cromatóforos y su volumen aumenta hasta 60 micras en su diámetro cuando absorbe agua y pierde la perispora. Des-

pués de cierto tiempo, los cromatóforos se acumulan en uno de los hemisferios y se inicia la división primaria, cuyo resultado es que la espora se divide en una célula que contiene muchos cromatóforos y en otra carente de ellos (fig. 1b), esta última forma el rizoide primario (fig. 1c). Lo anterior constituye la germinación normal.

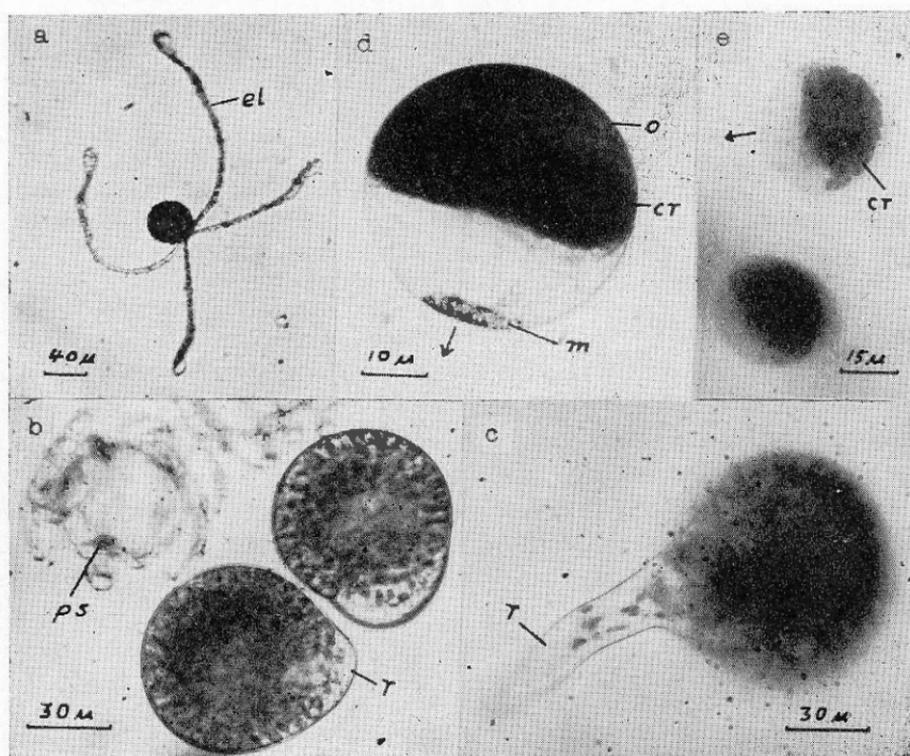


Fig. 1. Esporas de *Equisetum arvense*. a) Espora fresca con 2 elaterios. b) una espora que forma protuberancia rizoidal. c) alargamiento del rizoide. d) espora fresca centrifugada, en la cual se han perdido los elaterios. e) espora expandida centrifugada, por absorción de agua. el, elaterios. m, mitocondrias, r, rizoide. ps, perispora separada. La flecha indica la orientación centrifuga.

Cuando la espora fresca es centrifugada, la capa de aceite amarillo se sitúa en el extremo centrípeto. En la parte próxima a este estrato se acumulan los cromatóforos y el núcleo; en seguida se advierte una zona de protoplasma claro y en el extremo centrífugo se estratifican mitocondrias o partículas pequeñas semejantes a ellas (figs. 1d y 2b).

Cuando la espora que se ha expandido es centrifugada, la capa

de aceite no aparece o aparece muy tenue y los cromatóforos y el núcleo se sitúan en el extremo centrípeto (figs. 12 y 2c). La misma estratificación aparece también en cada célula en la espora germinada (figs. 2d y e).

La capa de aceite en el extremo centrípeto se colorea de negro con el ácido ósmico rosado con el Sudán 3, de moreno con la solución yodo yodurada, y de color naranja con hidróxido de sodio al 2%. Los cromatóforos aparecen teñidos de color violeta oscuro con la solución yodo yodurada. Las mitocondrias se tiñen en violeta con el verde de Jano o con el violeta de genciana; se hinchan y se disuelven con ácido acético pero no con amoniaco ni con hidróxido de sodio.

La propiedad del citoplasma es diferenciarse entre los extremos centrípeto y centrífugo; como se señala en el cuadro 1, el protoplasma en el extremo centrípeto se tiñe en amarillo-azul con azul de metileno, y con el mismo colorante en azul oscuro en el extremo centrífugo. El primero se tiñe también en naranja mientras que este en rojo con el rojo neutro y con la safranina. Estos hechos indi-

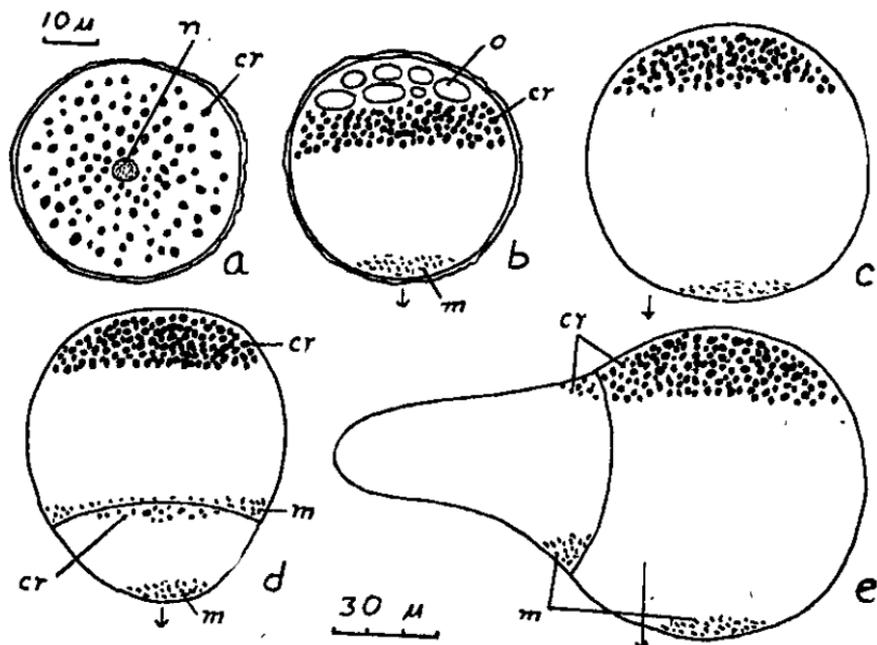


Fig. 2. Esporas de *Equisetum arvense*. a) espora fresca. b) la misma centrifugada. c) espora centrifugada y expandida. d) espora centrifugada con protuberancia rizoide. e) la misma centrifugada lateralmente. cr, cromatóforos. m, mitocondrias. n, núcleos. o, gotas de aceite. La flecha indica la orientación centrifuga.

can que el valor rH es bajo en el extremo centrípeto y alto en el centrífugo, negativo en el centrípeto y positivo en el centrífugo, en lo que se refiere a su carga eléctrica; el pH es de 7 a 8 en el centrípeto y de 6 a 6.5 en el centrífugo; cuando la espora germina normalmente, los cromatóforos se acumulan en un hemisferio de la célula y el rizoide primario se forma en el opuesto. Esta polaridad se determina por iluminación artificial unilateral, o sea que el rizoide aparece en la porción no iluminada (Stahl, 1885; Nienberg, 1924; Moseback, 1943; Nakazawa, 1952).

Sin embargo, de acuerdo con las investigaciones del autor, la polaridad de la espora centrifugada no es determinada por la centrifugación, a pesar de que ésta afecta la acumulación de los cromatóforos en cierta parte, tal como acontece por efecto de la luz (Nakazawa, 1952). Este fenómeno indica que la espora posee su polaridad original y que no es modificada por la centrifugación, además la polaridad no es controlada por la centrifugación a pesar de que el citoplasma del extremo centrífugo se diferencia del extremo centrípeto en esta propiedad, lo que comprueba que la polaridad no es determinada por el citoplasma intracelular sino por alguna diferenciación del citoplasma cortical que no se desplaza al centrifugarse.

Agradezco al Dr. Arika Kimura de la Universidad de Tohoku, Sendai, su cooperación en el presente trabajo y expreso mi gratitud al Dr. Roberto Llamas, Director del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México por haber aceptado su publicación.

#### C U A D R O 1.

Tinción vital diferencial del citoplasma en las esporas centrifugadas de *Equisetum arvense*.

Colorantes	T e ñ i d o	
	Plasma del extremo centrípeto	Plasma del extremo centrífugo
Azul de metileno	amarillo-azul	Azul obscuro
Rojo neutro	anaranjado	rojo
Sufranina	anaranjado	rojo
Verde brillante	verde	verde
Verde de Jano	verde	verde
Violeta de genciana	verde	verde
Testigo	verde	verde

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- MOSEBACH, G., 1943. Die polarisierung der *Equisetum*-Spore durch Light. *Planta*, 33: 340-387.
- NAKAZAWA, S., 1952. Studies on the polarity of *Equisetum arvense* L. *Bull. Yamagata Univ. Nat. Sci.* 2: 125-152.
- , 1956. The latent polarity in *Equisetum* spores. *Bot. Mag. Tokyo*, 69: 506-509.
- NIENBURG, W., 1924. Die Wirkung des Lichtes auf die Keimung der Equisetumspore. *Ber. deut. bot. Gesell.*, 42: 95-99.
- STAHL, E., 1885. Einfluss der Beleuchtungsrichtung auf die Theilung der Equisetumspore. *Ibid.*, 3: 334-340.
- WHITAKER, D. M., 1940. Physical factors of growth. *Growth Supplement*, 75-90.