

Desarrollo gametofítico de *Metaxya rostrata* (Filicales: Metaxyaceae)

Blanca Pérez- García, Aniceto Mendoza & Ramón Riba

Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa Departamento de Biología, C. B. S., Apartado Postal 55-535, 09340 México, D. F.

(Rec. 31-I-1994. Acep. 20-V-1994)

Abstract: The morphogenic process of the gametophyte *Metaxya rostrata* is characterized by: a) germination of the *Vittaria*-type, b) development of a short initial filament, c) the early beginning of the laminar stage, and d) the early replacement of the initial meristematic by a pluricellular meristem, which corresponds to the *Asdiantum*-type development. The antheridia seem to be similar to those previously described as typical of the cyatheaceous ferns. After 270 days of cultivation, there were neither archegonia nor apogamous growths.

Key words: Gametophyte, *Metaxya*, Metaxyaceae, morphogenesis, spores.

La familia Metaxyaceae es monotípica y está representada en América por *Metaxya rostrata* (H.B.K.) Presl, distribuida desde el sur de México hasta el norte de Sudamérica y Antillas Menores.

En términos generales sus gametofitos son epigeos, clorofílicos, cordiformes o alargados, con cojinete central y, por lo regular, bisexuados.

Metaxya rostrata previamente fue incluida por varios autores en Cyatheaceae (Christensen 1906, Copeland 1947, Tryon R. 1970); en 1970, Pichi Sermolli establece la familia Metaxyaceae, separando a *M. rostrata* del resto de helechos ciatáceos, con base en un conjunto de caracteres entre los que destacan la morfología de las esporas (Tryon y Lugardon 1990), indumento de largos pelos uniseriados en el ápice del rizoma, hojas una vez pinnadas, soros exindusiados y número cromosómico $n = 94-96$ (Roy y Holttum 1965).

No hay información detallada acerca de la morfología de gametofitos de *Metaxya rostrata*, aunque sí la hay sobre otros géneros con los cuales estuvo agrupada dentro de la familia Cyatheaceae (Huckaby y Raghavan 1981, Pérez-García y Fraile 1986, Pérez-García *et al.* 1993).

El resultado de nuestras observaciones aporta información referente a la morfogénesis de la fase gametofítica de esta especie.

MATERIAL Y METODOS

Los ejemplares fértiles de *Metaxya rostrata* fueron recolectados en Pérez Zeledón, Costa Rica, 14.2 Km al sur de San Isidro (L.D. Gómez-Pignataro 25513, CR; L. Pacheco M. 3361, UAMIZ) a 525 m s.l.m. en vegetación premontana muy húmeda. Las esporas de esta especie se obtuvieron guardando pinnas fértiles con esporangios maduros y cerrados en sobres

de papel, dejándolos secar a temperatura ambiente para propiciar la apertura de los esporangios por desecación en forma natural; el material así obtenido se tamizó para eliminar fragmentos de esporangios y otras impurezas.

Se sembraron esporas de esta especie con una densidad media de 26 esporas por cm² en medio de Thompson con agar (Pérez-García 1989, Pérez-García y Riba 1992) en cinco cajas de Petri, una de las cuales se cubrió con papel estaño para probar fotoblastismo. Los cultivos se mantuvieron en un régimen lumínico de 12 x 12 hr (lámpara Osram Solar 75w/T28/A1-D slimline luz de día, a 33cm sobre los cultivos), a una temperatura de 20-28°C (Pérez-García y Riba 1982), las cinco cajas se mantuvieron dentro de bolsas de polietileno blanco transparente durante todo el proceso, abriéndose solamente cada 8-10 días durante las revisiones periódicas para definir el inicio de la germinación; en cada revisión se humedeció el medio con unas cuantas gotas de agua destilada esterilizada, con el objeto de evitar la desecación y de propiciar el desplazamiento de los anterozoides, cuando los gametofitos alcanzaran la madurez sexual; la caja mantenida en la oscuridad se abrió los 100 días después de la siembra.

Los dibujos de material vivo se hicieron mediante el uso de una cámara lúcida.

RESULTADOS

ESPORAS.- Las esporas de *Metaxya rostrata* son de color pardo amarillento, no clorofílicas, tetraédricas y globosas o esféricas con perina granulosa. Proyecciones irregulares y exina lisa (Gastony 1974, Gastony y Tryon 1976) y miden 35-40(42) µm (Fig. 1).

GERMINACION.- Las esporas de esta especie tienen germinación tipo *Vittaria* (Nayar y Kaur 1971), se inicia 30-33 días después de la siembra, cuando aparecen la primera célula rizoidal y la primera protálica (Fig. 2).

Las esporas mantenidas en la oscuridad no mostraron signos de germinación después de 100 días de sembradas, por lo que se consideran fotoblásticas positivas ya que germinaron sólo aquellas cultivadas bajo iluminación.

FASE FILAMENTOSA.- Subsecuentemente se forma un filamento de 2-6(11) células con

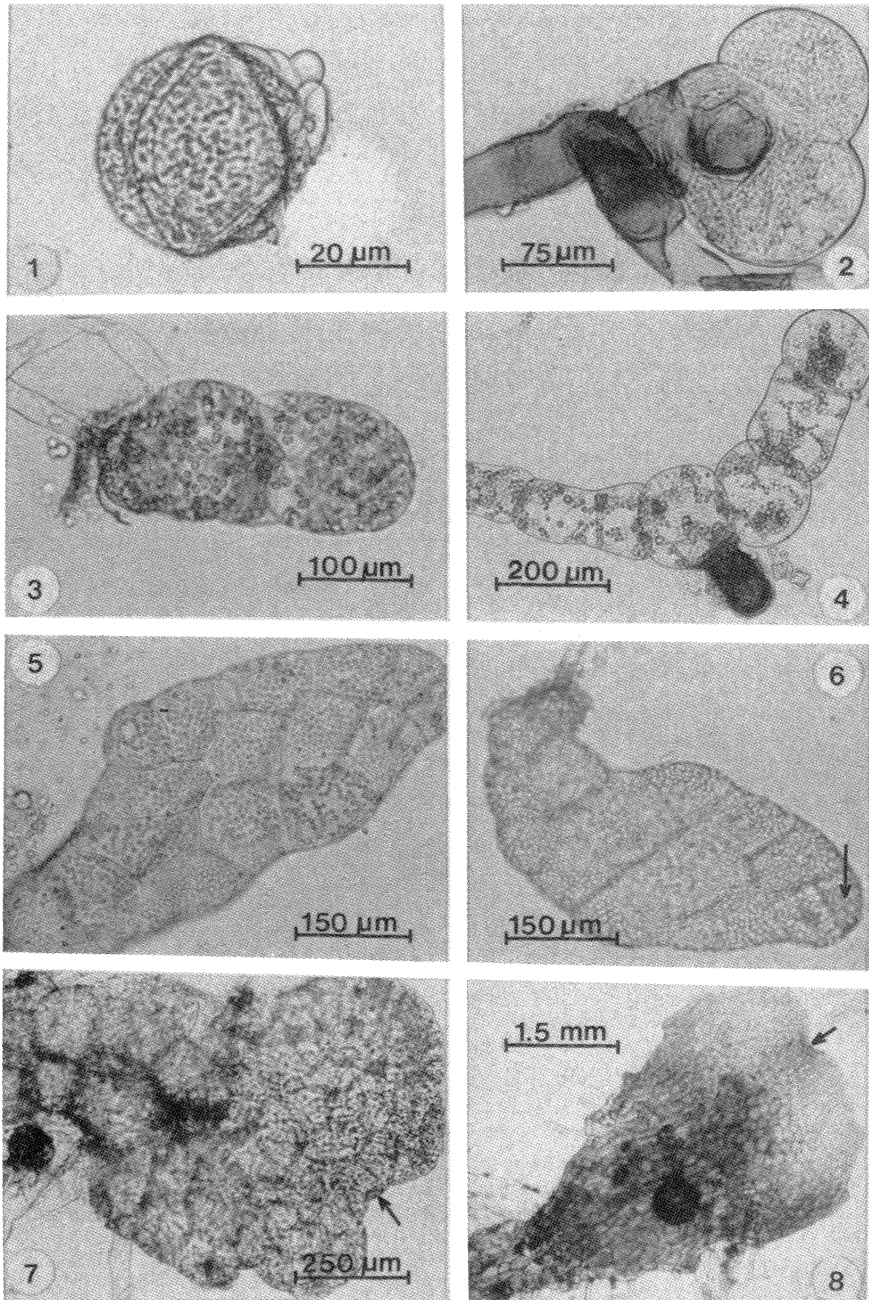
un rizoide perpendicular originado de la célula basal (Figs. 3-4), las células protálicas tienen numerosos cloroplastos.

FASE LAMINAR. - Después de 44-65 días de iniciada la germinación, cambia la orientación del plano de división de la célula apical y se inicia la formación del incipiente gametofito laminar (Fig. 15). Se producen formas laminares espatuladas de 14 a 19 células con numerosas cloroplastos (Fig. 5), con la célula meristemática obcónica diferenciada y rizoides basales de color pardo claro y conservando la cubierta de la espora (Fig. 6); el desarrollo protálico corresponde al tipo *Adiantum* de Nayar y Kaur (1969) (Fig. 7).

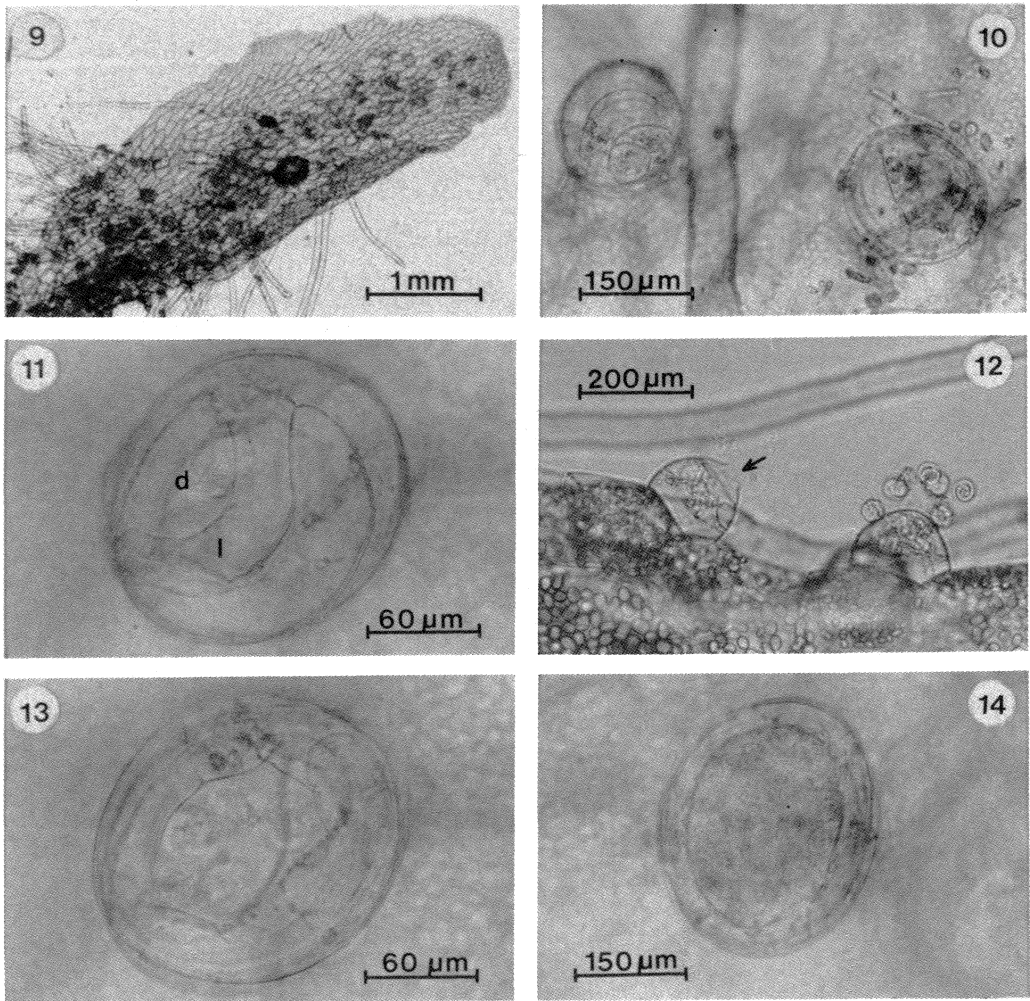
GAMETOFITO ADULTO.- A los 112 días los gametofitos adultos son de forma espatulada o cordiformes, con los márgenes simples; la célula meristemática obcónica es reemplazada por un meristemo pluricelular de posición central, entre las dos alas isodiamétricas (Fig. 8). La parte central de la lámina es más gruesa por el desarrollo de un cojinete con numerosos rizoides de color pardo claro a todo lo largo de la cara inferior, carecen de gametangios y derivados superficiales.

GAMETANGIOS.- En los gametofitos de 240 días de edad, ya se han diferenciado abundantes anteridios superficiales principalmente en las alas aunque algunos se desarrollan a lo largo del cojinete (Fig. 9-10), en la cara inferior del gametofito (Fig. 16). Estos miden 140-155 µm de diámetro y están formados por cinco a seis células: una célula basal de diámetro igual al diámetro mayor del anteridio (en algunos anteridios, ésta célula basal parece estar dividida en dos células), dos células semianulares y en el área opercular se diferencian una célula discoidal (Fig. 11 d) y una de forma lunular (Fig. 11 l), que rodea parcialmente a la primera (Tigerschiöld 1989). A esta edad, los gametofitos carecen de arquegonios.

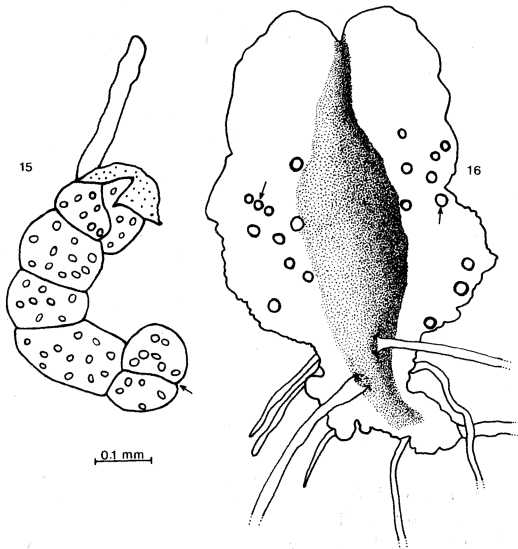
La dehiscencia de los anteridios maduros se manifiesta, según nuestras observaciones, por el desprendimiento de las células discoidal y lunular del área opercular (Fig. 13-14), aunque hay evidencia (Fig. 12) de que la célula discoidal puede perforarse y dejar un poro por el cual se liberan los anterozoides.



Figs. 1-8. Morfogénesis del gametofito de *Metaxya rostrata*. 1. Germinación de la espora. 2-4. Desarrollo del filamento inicial. 5-6. Fase laminar joven con la célula meristemática inicial. 7-8. Diferenciación del meristemo pluricelular en la fase laminar.



Figs. 9-14. Anteridios de *Metaxya rostrata*. 9. Gametofito adulto con anteridios en su cara ventral. 10-11. Detalles de la pared anteridial. 12. Liberación de los anterozoides por perforación de la célula opercular (flecha). 13-14. Anteridios abiertos por desprendimiento de las células discoidal y lunular del área opercular.



Figs. 15-16. Fase gametofítica de *Metaxya rostrata*. 15. Iniciación de la fase laminar por división de la célula terminal. 16. Gametofito adulto que muestra la distribución de los anteridios.

ESPOROFITOS.- Después de ocho meses de iniciada la germinación no se obtuvieron esporofitos.

DISCUSION

Aunque *Metaxya* y *Lophosoria* fueron considerados por diversos autores junto con los helechos ciataáceos escamosos, el indumento del tallo es de largos y densos pelos ferrugíneos que, con algunos rasgos anatómicos que comparten los separan de aquellos. La segregación de *Lophosoria* y *Metaxya* como familias separadas, ha sido aceptada pues muestran distinto número cromosómico y diferente número de haces vasculares en el pecíolo. Esta separación se ve reforzada, además, por las características esporas de *Metaxya* que son tetraédrico-esferoidales, mientras que las de *Lophosoria* son tetraédricas y tienen un cingulo ecuatorial grande y redondeado que divide la cara proximal tuberculada, de la cara distal porada.

Como es usual en la mayor parte de los helechos, las esporas son fotoblásticas positivas ya que las sembradas en condiciones de obscuridad no mostraron evidencia de germinación 100 días después de la siembra, mientras que 80% de las sembradas a la luz germinaron a los 30 días.

El filamento protálico inicial tiene 2-6 células uniseriadas, el desarrollo de la fase laminar se inicia por las repetidas divisiones de la célula apical y células derivadas de ésta, de esta manera se inicia la formación de una lámina con una hendidura apical y las dos alas simétricas.

En el gametofito adulto la célula meristemática inicial ya ha sido reemplazada por un meristemo pluricelular. El corto filamento protálico, la temprana formación de la fase laminar y el reemplazo de la célula meristemática inicial por un meristemo central, ubican al gametofito de *Metaxya rostrata* en el tipo *Adiantum* de Nayar y Kaur (1969). De acuerdo con estos mismos autores, el filamento corto de 2-3 células (2-6 en *M. rostrata*) así como el establecimiento temprano de la célula meristemática apical se consideran como caracteres primitivos en comparación con los gametofitos que tienen desarrollo tipo *Drynaria* en los que la formación de la célula meristemática se retrasa ó en el tipo *Ceratopteris* en que el meristemo pluricelular no está diferenciado.

Tryon y Tryon (1982) mencionan solamente que los anteridios tienen cinco células o unas pocas más; en nuestro estudio se define que los anteridios tienen un célula basal circular ó dos células basales semicirculares, dos células semianulares y el área opercular con dos células: una de ellas discoidal o elíptica y la otra lunar circundando parcialmente a la primera.

Este tipo de anteridios ha sido encontrado por Tigerschiöld (1989) en distintas especies de Thelypteridaceae, aunque coincide con lo descrito por Bauke (1876) y Stephenson (1907) como el anteridio típico de Cyathea, grupo en el cual había sido incluida *M. rostrata*.

Típicamente la dehiscencia es por desprendimiento de las células del área opercular, o por perforación de la célula discoidal, de manera similar a lo descrito e ilustrado por Tigerschiöld (1989) para especies asiáticas de Thelypteridaceae.

La falta de diferenciación de arquegonios se debe probablemente a la alta intensidad de la luz empleada durante el periodo de cultivo, si se compara ésta con la luz difusa que reciben los gametofitos en condiciones naturales. A la terminación del periodo de estudio (270 días) tampoco se encontraron evidencias de crecimientos apogámicos.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Museo Nacional de Costa Rica y a Luis Diego Gómez Pignataro, el envío de las esporas, las facilidades y el apoyo brindados para la realización de este trabajo como parte de la tesis de Doctorado del autor principal. A Leticia Pacheco, la recolección de esporas durante su estancia en Costa Rica. Asimismo se reconoce el apoyo financiero otorgado por la OEA mediante la Beca PRA-No. 77666.

RESUMEN

El proceso morfogénico del gametofito de *M. rostrata* se caracteriza por: a) germinación tipo *Vittaria*, b) filamento inicial corto, c) inicio temprano de la fase laminar y d) rápido reemplazo de la célula meristemática inicial por un meristemo pluricelular, lo que lo ubica dentro del tipo *Adiantum* de desarrollo. Los anteridios parecen corresponder a los previamente descritos como típicos de los helechos ciateáceos. No hubo diferenciación de arquegonios, ni crecimientos apogámicos después de 270 días de cultivo.

REFERENCIAS

- Bauke, H. 1876. Entwicklungsgeschichte des Prothalliums bei den Cyatheaceen. Prings. Jahrb. Wiss. Bot. 10: 49-116.
- Christensen, C. 1906. Index Filicum. Hafniae. H. Hagerup, Copenhagen, Dinamarca. 745 p.
- Copeland, E.B. 1947. Genera Filicum. Chronica Botanica, Waltham, Massachusetts. 247 p.
- Gastony, G.J. 1974. Spore morphology in the Cyatheaceae. I. The perine and sporangial capacity: General considerations. Amer. J. Bot. 61: 672-680.
- Gastony, G.J. & R.M. Tryon. 1976. Spore morphology in the Cyatheaceae. I. The genera *Lophosoria*, *Metaxya*, *Sphaeropteris*, *Alsophila* and *Nephelea*. Amer. J. Bot. 63: 738-758.
- Huckaby, C.S. & V. Raghavan. 1981. Spore germination patterns in the ferns *Cyathea* and *Dicksonia*. Amer. J. Bot. 47: 367-404.
- Nayar, B.K. & S. Kaur. 1969. Types of prothallial development in homosporous ferns. Phytomorphology 19: 171-188.
- Nayar, B.K. & S. Kaur. 1971. Gametophytes of homosporous ferns. Bot. Rev. (Lancaster) 37: 295-396.
- Pérez-García, B. & R. Riba. 1982. Germinación de esporas de Cyatheaceae bajo diversas temperaturas. Biotropica 14: 281-287.
- Pérez-García, B. & M.E. Fraile. 1986. El gametofito de *Dicksonia sellowiana* (Presl) Hooker. Biótica 11: 281-287.
- Pérez-García, B. 1989. Morfogénesis de gametofitos de Cyatheaceae (Pteridophyta: Filicales). Tesis doctoral. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F.
- Pérez-García, B. & R. Riba. 1992. Observaciones sobre los gametofitos de *Woodwardia martinezii* Maxon ex Weatherby y *W. spinulosa* Mart. & Gal. (Blechnaceae). Acta Bot. Mex. 21: 7-14.
- Pérez-García, B., M.E. Fraile & A. Mendoza. 1993. Desarrollo del gametofito de *Lophosoria quadripinnata* (J. F. Gmel.) C. Chr. (Lophosoriaceae) (aceptado).
- Pichi Sermolli, R.E.G. 1970. A provisional catalogue of the family names of living pteridophytes. Webbia 25: 219-297.
- Roy, S.K. & R.E. Holttum. 1965. Cytological and morphological observations on *Metaxya* (H.B.K.) Presl. Amer. Fern J. 55: 158-164.
- Stephenson, B.G. 1907. Young stages of *Dicksonia* and *Cyathea*. Trans. Proc. New Zeland Inst. 40: 1-16.
- Tigerschiöld, E. 1989. Scanning electron microscopy of gametophyte characters and antheridial opening in some Ceylonese species of Thelypteridaceae. Nordic J. Bot. 8: 639-648.
- Tryon, A.F. & B. Lugardon. 1990. Spore of the Pteridophyta: surface, wall structures and diversity based on electron microscope studies. Springer-Verlag, Nueva York. p. 237-239.
- Tryon, R. 1970. The classification of the Cyatheaceae. Contr. Gray. Herb. 200: 3-53.
- Tryon, R.M. & A.F. Tryon. 1982. Ferns and allied plants with special reference to tropical America. Springer-Verlag, Nueva York. p. 162-165.