



Los cicadópsidos: caracteres reproductivos

Apellidos, nombre	Ferriol Molina, María ¹ (mafermo@upvnet.upv.es) López del Rincón, Carmelo ² (clopez@upvnet.upv.es)
Departamento	¹ Dpto. Ecosistemas Agroforestales ² Dpto. Biotecnología
Centro	Universitat Politècnica de València

1 Resumen de las ideas clave

En este artículo se presentan las características reproductivas de los cicadópsidos. Los cicadópsidos conforman una de las líneas evolutivas de las gimnospermas, que surgieron con la aparición de las plantas con semillas o espermatófitos. Todas las especies de cicadópsidos son dioicas: los individuos están diferenciados por sexo. Los individuos machos producen los granos de polen en los sacos polínicos, localizados en el envés de escamas que se sitúan en estróbilos terminales. A su vez, los individuos hembras contienen primordios seminales localizados en la parte pedicular de escamas con extremo ensanchado, o bien en la base de dicho segmento. Estas escamas se disponen helicoidalmente en estróbilos o masas. En cada primordio seminal, una megaspora se transforma en un gametófito femenino haploide, que produce ovocélulas. La polinización es anemófila o entomófila, mediada fundamentalmente por coleópteros. Cuando ocurre la fecundación de la ovocélula por parte de los espermatozoides, se forma un cigoto que se transforma en embrión protegido por un tejido nutritivo y una testa. El conjunto es la semilla, que en el caso de los cicadópsidos posee colores vivos.

2 Introducción

Los cicadópsidos constituyen una de las cinco líneas evolutivas que se establecieron en el Devónico inferior a partir de los pteridófitos (grupo que incluye a los helechos y las colas de caballo). Junto a los ginkgópsidos, los gnetópsidos y los coniferópsidos, constituyen las gimnospermas, plantas con semillas desnudas y sin verdaderas flores. Los cicadópsidos se fueron diversificando paulatinamente hasta que alcanzaron su apogeo en los periodos Triásico y Jurásico de la Era Mesozoica, momento en el que convivieron con los grandes dinosaurios. Desde entonces, se han extinguido un gran número de especies de cicadópsidos, persistiendo en la actualidad unas 185 especies en poblaciones a menudo pequeñas, distribuidas en hábitats tropicales y subtropicales de América, África, Asia y Oceanía. Taxonómicamente, estas especies pertenecen a 2 familias: Cycadaceae (con un único género, *Cycas*) y Zamiaceae (géneros *Bowenia*, *Dioon*, *Zamia*, *Ceratozamia*, *Ledidozamia*, *Macrozamia*, *Microcycas*, *Encephalartos* y *Stangeria*).

Los cicadópsidos son plantas leñosas, con un tronco subterráneo o aéreo aparentemente sin ramificar, grueso y rico en almidón. Las hojas suelen ser grandes y compuestas y a menudo con adaptaciones a la aridez, y forman verticilos en el extremo del tallo.

En este artículo docente, se presentan las características reproductivas de los cicadópsidos, incidiendo en el ciclo sexual y en las características morfológicas de las distintas estructuras vegetales relacionadas con la reproducción.

3 Objetivos

Una vez que el alumno se lea con detenimiento este documento, será capaz de:

- Explicar el ciclo sexual de los cicadópsidos.
- Nombrar los principales caracteres morfológicos de las estructuras reproductivas de los cicadópsidos.
- Reconocer en nuestros parques y jardines, o bien en la naturaleza si el alumno viaja a otros países, las plantas pertenecientes al grupo de los cicadópsidos en base a sus caracteres reproductivos.

4 Desarrollo

4.1 Ciclo de vida de los cicadópsidos

Los cicadópsidos son gimnospermas, forman semillas pero no forman flores en sentido estricto. Las especies que conforman este grupo son dioicas: los individuos son o bien machos o bien hembras. Los individuos macho diploides (esporófitos masculinos) forman esporas (también llamadas microsporas) tras sufrir meiosis algunas de sus células. Esto ocurre en un esporangio, o estructura denominada saco polínico, que se encuentra desnudo, sin estar protegido por las paredes de los estambres como en el caso de las angiospermas. Lo mismo ocurre con los individuos hembra (esporófitos femeninos), que forman esporas (o megasporas) en el esporangio femenino, primordio seminal u óvulo, que también se encuentra desnudo, a diferencia de las angiospermas en las que los óvulos están protegidos por las paredes del ovario.

La microespora germina dentro de su cubierta de exina, formando un gametófito haploide pluricelular muy reducido y endospóreo que es el grano de polen. Por su parte, la megaspora germina en el seno del esporófito materno, dando lugar a un gametófito femenino haploide pluricelular, que se encuentra protegido por el tegumento del primordio seminal. El gametófito femenino produce gametangios (arquegonios) con una ovocélula (gameto femenino) cada uno. En los cicadópsidos, el polen se disemina gracias a la acción del viento (polinización anemócora) o de los insectos, especialmente coleópteros (polinización entomófila). Una vez que el polen llega al primordio seminal, forma un tubo polínico en cuyo extremo se generan dos células espermáticas (gametos masculinos). Los gametos masculinos poseen flagelos, vestigio de la adaptación a un hábitat acuático ancestral, y son los espermatozoides más grandes de todos los organismos vivos, con un tamaño de 0.4 mm, visibles con el ojo desnudo. La fecundación del espermatozoide a la ovocélula suele ocurrir varios meses tras la polinización, y genera un cigoto que se transforma en un embrión pluricelular diploide inmerso en un tejido de reserva haploide constituido por el gametófito materno, que a su vez está protegido por el tegumento que se transforma en testa. El conjunto del embrión, tejido de reserva y testa es la semilla, que tras su germinación en condiciones ambientales favorables generará un nuevo individuo, cerrando así el ciclo (Figura 1).

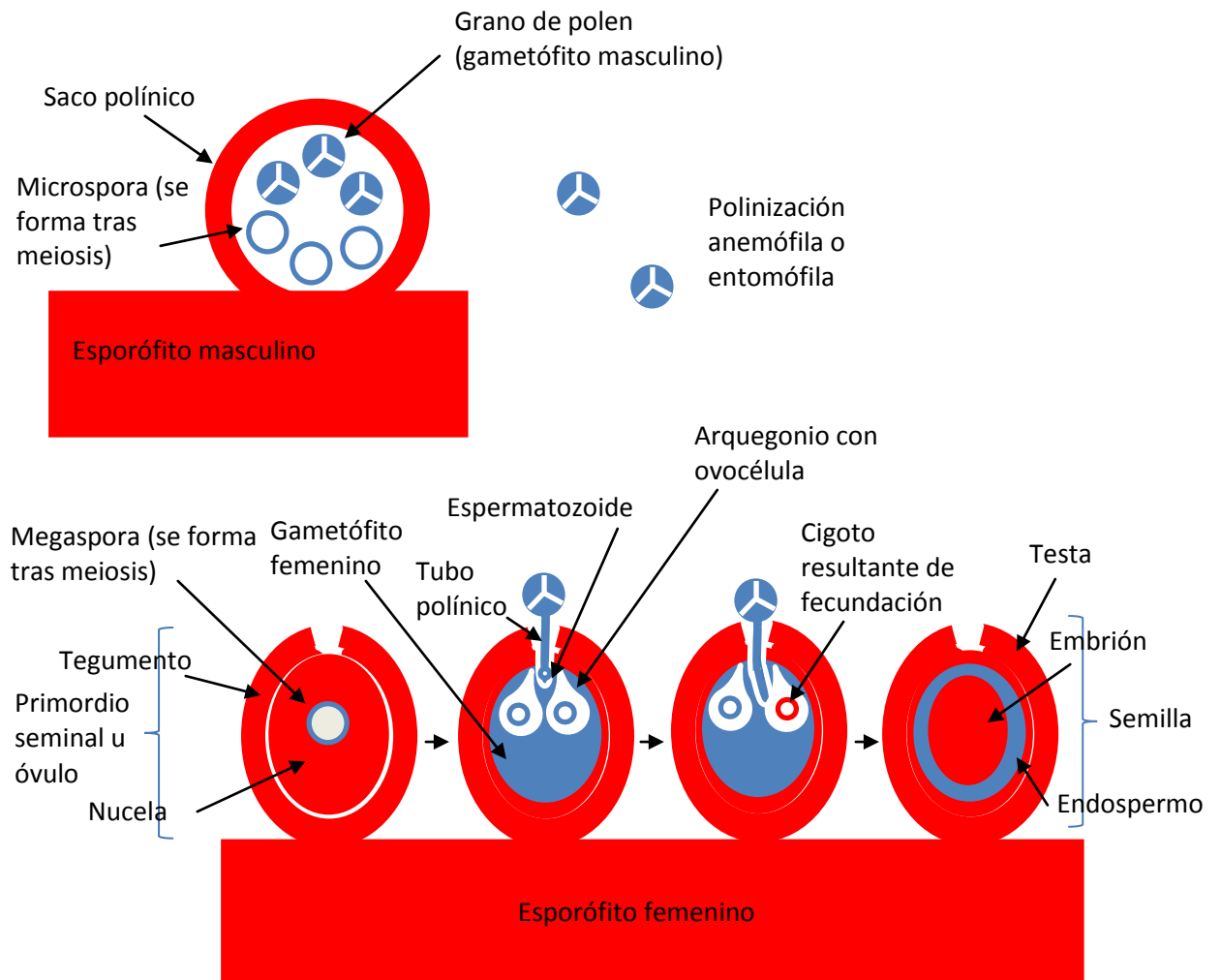


Figura 1. Esquema del ciclo de vida de los cicadópsidos. En rojo se muestran las células y tejidos diploides, y en azul los haploides. Las células se muestran como círculos con relleno blanco mientras que las estructuras y organismos pluricelulares se muestran con relleno a color.

4.2 Estructuras reproductoras masculinas

En las plantas masculinas, los sacos polínicos se ubican en conos o estróbilos, que se forman cuando la planta ha adquirido la madurez reproductiva, varios años tras la germinación. Los conos masculinos se sitúan en la planta en posición terminal. Tras la floración, una yema lateral del tronco toma el relevo del crecimiento y el cono es empujado hacia un lateral. Los conos masculinos tienen un crecimiento limitado salvo en el género *Cycas*, en el que es ilimitado, y constan de un eje alrededor del cual y de manera helicoidal se localizan los microsporófilos generalmente en forma de escama. En el envés de cada microsporófilo, se concentran entre 5 y 1000 sacos polínicos (Figura 2).



Figura 2. Diversidad de estróbilos masculinos en los cicadópsidos. De arriba abajo y de izquierda a derecha: *Zamia* sp. (Stux, Pixabay); *Ceratozamia mexicana*, *Cycas revoluta*, *Encephalartos natalensis* (Stevepb, Pixabay), sacos polínicos abiertos en el envés de una escama (microesporófilo) de *Cycas circinalis*; escama con sacos polínicos de *Cycas revoluta*; detalle de los sacos polínicos abiertos y cerrados de *Cycas revoluta*

4.3. Estructuras reproductoras femeninas

En las plantas femeninas, los primordios seminales se ubican también en conos, a excepción del género *Cycas*. Los conos femeninos suelen ser más grandes que los masculinos. Los conos femeninos son apretados y constan igualmente de un eje de crecimiento determinado con megasporófilos dispuestos helicoidalmente alrededor de él. Los megasporófilos poseen un pedicelo y un segmento terminal en forma de lámina peltada o escuamiforme (como una escama). En la base de este segmento se localizan dos primordios seminales. En el género *Cycas*, estos conos no existen en sentido estricto, y los megasporófilos aparecen formando masas densas. Poseen una zona pedicular y una zona terminal ensanchada, con distintas formas: serrada, pectiniforme (segmentada como un peine), o pinnada (como en las hojas que poseen folíolos a ambos lados del raquis). Los primordios seminales (entre dos y ocho) se disponen en la zona pedicular del megasporófilo (Figura 3).



Figura 3. Diversidad de estructuras femeninas en los cicadópsidos. De arriba abajo y de izquierda a derecha: masa terminal de *Cycas revoluta*; conjunto de megasporófilos de *Cycas rumphii*; estróbilos de *Zamia pumila* (jpaganpr, <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>), *Ceratozamia mexicana*, megasporófilos de *Cycas revoluta*, de *Cycas circinalis*, de *Dioon edule* (tato Grasso, <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.5/deed.es>), y de *Zamia furfuracea*.

Las semillas que se forman tras la fecundación de las ovocélulas en los primordios seminales poseen una sarcotesta formada por dos capas, una externa de color rosa, naranja o rojo y otra interna pétreo. Las semillas se dispersan a través de los animales, como aves, murciélagos o tortugas (dispersión zoócora) o gracias a las corrientes marinas (dispersión hidrócora).

5 Cierre

A lo largo de este objeto de aprendizaje hemos visto qué caracteres reproductivos poseen los cicadópsidos, en qué consiste su ciclo sexual, y cómo son morfológicamente las estructuras femeninas y masculinas relacionadas con la reproducción. Como resumen, a diferencia de otros grupos de plantas, los cicadópsidos pueden distinguirse reproductivamente por los siguientes caracteres:

- Todas las especies de cicadópsidos son dioicas
- Los sacos polínicos se sitúan en microsporófilos localizados en estróbilos de crecimiento determinado o indeterminado.
- Los primordios seminales se sitúan en megasporófilos que se localizan en estróbilos o masas densas.
- La polinización es anemófila o entomófila (fundamentalmente coleópteros).
- Las semillas poseen una cubierta rígida de colores vivos.

6 Bibliografía

6.1 Artículos:

Nicolalde-Morejón, F.; González-Astorga, J.; Vergara-Silva, F.; Stevenson, D.W.; Rojas-Soto, O.; Medina-Villarreal, A. "Biodiversidad de Zamaceae en México". *Revista Mexicana de Biodiversidad Supl.* 85, pág. S114-S125, 2014. DOI: 10.7550/rmb.3811

6.2 Libros:

Izco J. (Coord.). "Botánica". 2ª edición. Mc Graw-Hill, Madrid, 2004.

Simpson, M.G. "Plant Systematics". Elsevier, London. 2006.

Sitte, P.; Weiler, E.W.; Kadereit, J.W.; Bresinsky, A.; Körner, C. "Strasburger. Tratado de Botánica". Omega, Barcelona. 2004.