

Plantas con semillas (espermatófitos)

Ir a PPT

¿Qué es la semilla?

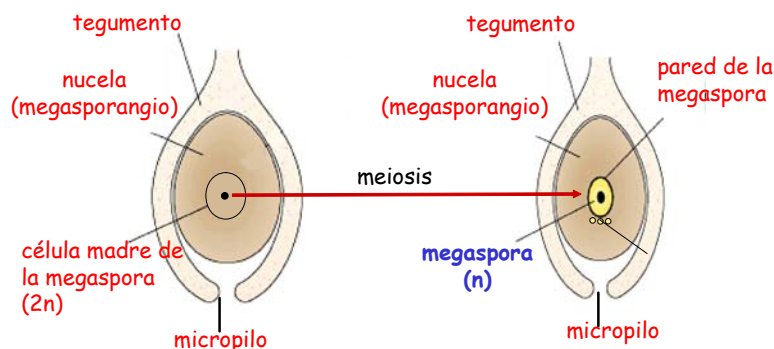
La semilla es una de las adquisiciones más importantes en la evolución de los vegetales (plantas vasculares). Para entender el gran éxito evolutivo que han tenido las plantas con semillas en términos de número de especies y de individuos, es necesario comprender **el origen y función de la semilla**, y las **ventajas evolutivas** que proporciona a las plantas. La semilla consiste en un embrión (esporofito joven) con un tejido nutritivo asociado y rodeado de una cubierta de protección. La semilla reemplaza a las esporas como medio de dispersión de la descendencia y ha permitido que las plantas se independicen del medio acuático para su reproducción al no depender de ésta para el transporte de los gametos. Por otra parte, las semillas proporcionan una gran protección a las delicadas estructuras reproductoras.

Los principales rasgos del ciclo vital de una planta con semillas se resumen a continuación.

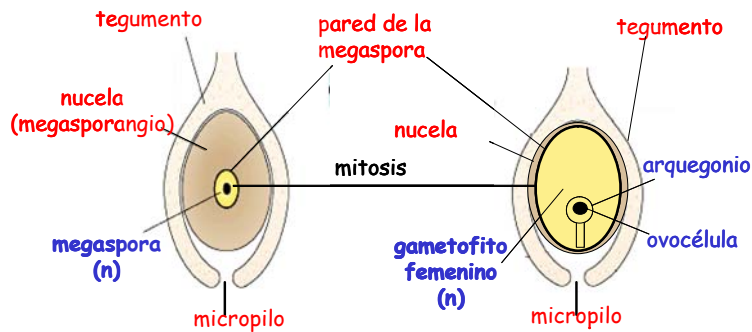
Al igual que los pteridófitos, las plantas con semillas son plantas vasculares con un ciclo vital en el que alterna una generación esporofítica ($2n$) grande, compleja y de larga duración, con una generación gametofítica (n), simple y reducida. En los pteridófitos los gametofitos se desarrollan en el suelo como una generación independiente. El desarrollo del embrión y las primeras fases de crecimiento del nuevo esporofito dependen para su nutrición de ese pequeño gametofito. Sin embargo, en las plantas con semillas, el gametofito femenino (muy reducido) se forma retenido dentro del megasporangio de la planta esporofítica, es decir no vive como una generación independiente.

Las plantas con semillas son heterospóricas, es decir, el esporofito tienen dos tipos de esporangios (megasporangios y microsporangios) que producen dos tipos de esporas (megasporas y microsporas). El megasporangio es indehiscente (no se abre), el microsporangio es dehiscente.

El megasporangio es un tejido denominado **nucela**. Está rodeado por una o dos envueltas protectoras (= **tegumentos**) que dejan una apertura apical (= **micrópilo**). Una célula del megasporangio forma por meiosis una sola megaspóra funcional (n) que permanece dentro del megasporangio. El conjunto de todas estas estructuras es lo que se denomina **óvulo** o **primordio seminal**.



La megaspora se divide por sucesivas mitosis produciendo el gametofito femenino (n) que crece dentro de la pared de la megaspora. Por tanto el gametofito femenino se forma y desarrolla dentro del óvulo, y permanece unido, nutrido y protegido por el esporofito.

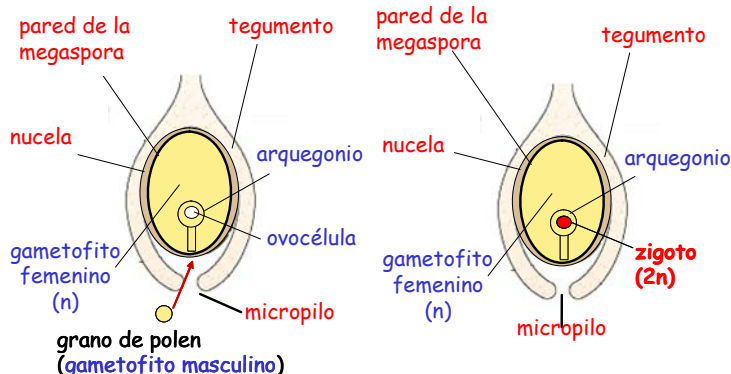


Los microsporangios (**sacos polínicos**) tienen células que se dividen por meiosis dando microsporas (**granos de polen uninucleados**, n). La microspora se divide por mitosis formando unas pocas células que constituyen el gametofito masculino (**grano de polen plurinucleado**). Algunas de las células del gametofito masculino van a dar lugar a los gametos masculinos (espermatozoides o núcleos espermáticos).

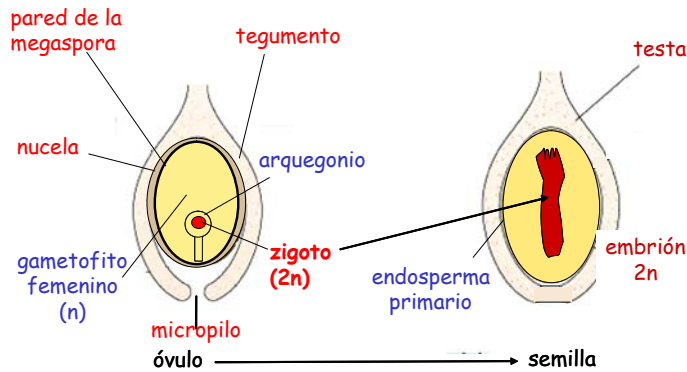


El gametofito masculino queda encerrado (protegido) dentro de la pared del grano de polen. Cuando los sacos polínicos se abren, los granos de polen son liberados y transportados por distintos vectores (agua, viento aire) hasta las proximidades de un óvulo. Por tanto el grano de polen es el vehículo de transporte de los gametos masculinos.

Una vez alcanzado un óvulo, el grano de polen plurinucleado (gametofito masculino) libera los gametos masculinos que fecundan el gameto femenino (**ovocélula**). Como resultado de la fecundación se forma un **zigoto** (2n).



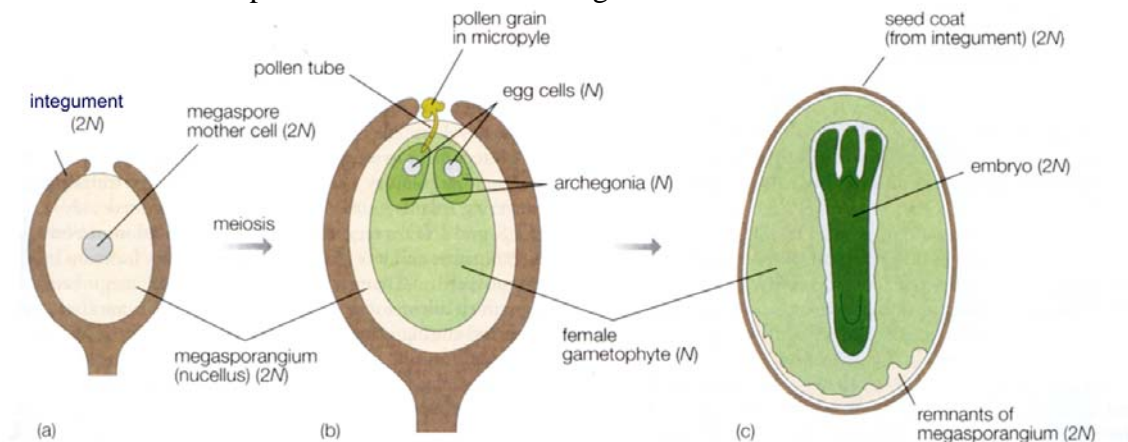
El cigoto se divide por mitosis dentro del óvulo dando lugar a un **embrión** (2n). El embrión durante su desarrollo toma nutrientes del óvulo que le rodea, y éste es a su vez nutrido por el esporofito materno en el que está alojado.



Esto es una diferencia de gran importancia entre el ciclo de los pteridófitos y el de las plantas con semillas. En los **pteridófitos** el desarrollo del **embrión** y las primeras fases de crecimiento del nuevo esporofito dependen para su **nutrición del pequeño gametofito** que vive independiente. En las **plantas con semillas**, el óvulo permite que el **embrión** aproveche para su desarrollo la gran capacidad de fotosíntesis y de absorción de las hojas y raíces **del esporofito materno**.

Cuando ya está formado el embrión, el micropilo del óvulo se cierra y el tegumento se modifica y endurece. En ese momento el óvulo se convierte en **semilla**. Por tanto, la semilla es un óvulo fecundado y maduro, que contiene un embrión (que representa la siguiente generación esporofítica). La semilla completamente formada consta de:

- Una cubierta protectora (**testa**) que deriva de la transformación del tegumento.
- Tejidos procedentes de otras estructuras del óvulo como restos del megasporangio (**nucela**) y parte del gametofito femenino (**endosperma primario**). En el caso de las angiospermas, como veremos de forma más detallada, hay además un tejido que se forma tras la fecundación llamado **endosperma secundario**.
- El **embrión**, que se formó mediante el crecimiento del cigoto, y que dará lugar a un nuevo esporofito cuando la semilla germine.



Comparación de las estructuras del óvulo y la semilla. A) Óvulo en desarrollo. B) Óvulo maduro. C) Semilla madura. Graham et al. (2006)

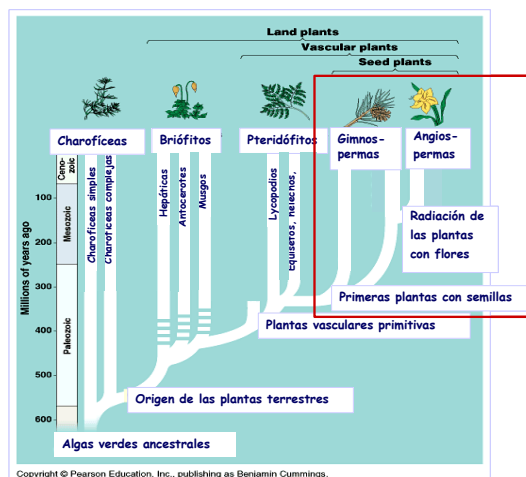
Una vez que la semilla completa su maduración se separa de la planta esporofítica donde se formó, y se dispersa mediante diferentes vectores (aire, agua, viento). Las semillas han desarrollado mecanismos que les permiten permanecer latentes durante mucho tiempo (quiescentes o dormidas) a la espera de que se den las condiciones adecuadas para el desarrollo de una nueva planta. Cuando se dan esas condiciones (luz, humedad, temperatura), la semilla germina, el embrión empieza a dividirse, crece y forma la nueva planta.

Los mecanismos de latencia de la semilla han evolucionado para asegurar la supervivencia del embrión (la siguiente generación) desde el momento en que se dispersa hasta el momento en que germina y la nueva plántula se establece. Estos mecanismos son de muy diversos tipos y cumplen papeles diferenciados según las estrategias reproductivas de las plantas. En unos casos aseguran que las semillas germinen en el momento adecuado, en otros permiten que se forme un reservorio en el suelo (banco de semillas) que asegure que queden algunas remanentes en el suelo. Esto les permite germinar en otro momento si fracasa una primera generación de plántulas.

El conocimiento de los mecanismos de latencia de las semillas (y de las formas de romperlos) es de gran importancia para la agricultura, y la industria de las plantas ornamentales. También es de gran importancia para el desarrollo de Bancos de Semillas (*Seed Banks*), que almacenan muestras de plantas de interés económico o en peligro de extinción. Estos bancos requieren un control periódico de la capacidad germinativa de las muestras que tienen almacenadas, por lo que se necesita conocer como lograr que las semillas salgan de la latencia y germinen. (ej. Millenium Seed Bank Project, Kew, UK; <http://www.kew.org/msbp/index.htm>)

Origen y diversificación de las plantas con semillas

Como vimos en clases anteriores, las plantas vasculares primitivas se separaron tempranamente (Devónico Inferior a Medio, hace unos 400 millones de años) en dos líneas evolutivas. Una línea dió lugar a los lycopodiófitos (pteridófitos con micrófilos) y otra originó las restantes plantas vasculares (pteridófitos con megáfilos y plantas con semillas).



Las primeras plantas con semillas que se conocen datan del Devónico Superior (hace unos 370 millones de años). *Elkinsia polymorpha* es el fósil más antiguo que se conoce de este grupo y consiste en unas ramitas con semillas. El fragmento es pequeño pero

está muy bien preservado, lo que ha permitido conocer numerosos detalles de su anatomía. Otro fósil un poco posterior es *Archaeosperma arnoldii*, en el que se ven cuatro óvulos rodeados por unos apéndices alargados que constituían una especie de cúpula. Estos antecesores presentaban las semillas directamente sobre las ramas, y no disponían de estructuras especializadas a su alrededor. Por el contrario, las plantas actuales presentan las semillas agrupadas en conos o flores.

De esta época son los primeros bosques modernos, con árboles de gran porte, con crecimiento secundario en grosor. Uno de los fósiles más conocidos, y que debió ser muy abundante es *Archaeopteris* ya que se ha encontrado en numerosas localidades con rocas devónicas y a muy distintas latitudes.



Izquierda: reconstrucción de *Archaeosperma arnoldii* mostrando cuatro óvulos rodeados de apéndices alargados. **Resto:** *Archeopteris* sp., hojas, tronco y reconstrucción. Más información sobre *Archaeopteris* (el primer árbol moderno) y otros organismos del Devónico en el siguiente enlace creado por Dennis C. Murphy: <http://www.devoniantimes.org/who/pages/archaeopteris.html>

En el Carbonífero, las plantas con semillas eran muy abundantes y ya se habían diversificado en numerosas líneas evolutivas de las que quedan numerosos restos fósiles. Desde el Pérmico hasta el Jurásico Superior muchas de estas líneas se fueron extinguiendo, y sólo cinco grupos han llegado hasta la actualidad: las cicadas, ginkgos, coníferas, gnetales y angiospermas. El origen de las tres primeras líneas se remonta al Paleozoico, las gnetales y las coníferas modernas aparecieron entre el Triásico y el Jurásico, y las angiospermas, posteriormente, en el Mesozoico. Durante el Cretácico y Jurásico todas las líneas actuales decrecieron en número, excepto las angiospermas que experimentaron una gran radiación. Como resultado, las líneas actuales varían marcadamente en diversidad (número de especies) y en grado de divergencia. Las plantas con semillas actuales se agrupan en cinco divisiones.

- Cycadophyta, 10-11 géneros, 100-160 especies (ej. *Cycas*, *Encephalartos*).
- Gynkgophya, 1 género, 1 especie (*Ginkgo biloba*)
- Pinophyta (= Coniferophyta), 65-70 géneros, 600 especies (ej. *Pinus*, *Larix*, *Abies*, *Cedrus*, *Juniperus*, *Taxus*)
- Gnetophyta, 3 géneros, 70 especies (*Gnetum*, *Ephedra*, *Welwitschia*)
- Magnoliophyta, aprox. 12.000 géneros, 260.000 especies.

Los cuatro primeros grupos son los que tradicionalmente se han denominado Gimnospermas (plantas con semillas desnudas). Cuando veamos los distintos grupos de gimnospermas, estudiaremos las plantas con flores (Div. Magnoliophyta), que tienen los óvulos encerrados dentro de una estructura nueva (el carpelo); en este grupo, los óvulos

fecundados se transforman en semillas y quedan dentro del carpelo que, a su vez, se transforma en fruto.

Referencias

Graham, L.E., Graham, J.M.& Wilcox, , L.W. 2006. Plant Biology. Capítulo 22. Gymnosperms , the first seeds plants. Pearson Prentice Hall.

Mauseth, J.D. 1995. *Botany. An introduction to plant biology*. Capítulo 24. Seed plants I: Gymnosperms.

Stewart, W. N. and G. W. Rothwell. 1993. Paleobotany and the evolution of plants, 2nd ed. Cambridge University Press, Cambridge, UK.