

Atlas de Histología Vegetal y Animal

Órganos vegetales CONOS

Manuel Megías, Pilar Molist, Manuel A. Pombal

Departamento de Biología Funcional y Ciencias de la Salud.

Facultad de Biología. Universidad de Vigo

(Versión: Abril 2024)

Este documento es una edición en pdf del sitio
<http://mmegias.webs2.uvigo.es/inicio.html>.

Todo el contenido de este documento se distribuye bajo
la licencia Creative Commons del tipo BY-NC-SA
(Esta licencia permite modificar, ampliar, distribuir y usar
sin restricción siempre que no se use para fines comerciales,
que el resultado tenga la misma licencia y que se nombre
a los autores)

La edición de este documento se ha realizado con el software \LaTeX
(<http://www.latex-project.org/>), usando Texstudio
(www.texstudio.org/) como editor.

Contenidos

1	Introducción	1
2	Conos	3

1 Introducción

En esta sección del Atlas vamos a describir los órganos de las plantas vasculares, y cómo se organiza los tejidos en cada uno de ellos. Se estima que hay más de 250 mil especies de plantas vasculares. Sus ancestros son probablemente las algas verdes, puesto ambos, plantas vasculares y algas verdes, tienen clorofila a y b, almacenan almidón verdadero en los cloroplastos, tienen células con flagelos móviles, tienen fragmoplasto y forman una placa celular durante la división celular. Las algas más próximas evolutivamente parecen ser las de la familia Charophyceae. Sin embargo, las plantas vasculares han creado por sí solas un cuerpo muy complejo, resultado de una larga evolución, que presenta órganos muy especializados y adaptados a la vida terrestre.

Estos órganos son la raíz, que además de fijar la planta al suelo, toma de éste el agua y las sales minerales disueltas, el tallo, que sirve de soporte a las hojas, flores y frutos, y conduce el agua y las sales minerales desde la raíz a las hojas y las sustancias elaboradas en las hojas a las zonas de crecimiento y a las raíces. Las hojas son órganos especializados en captar energía solar, producir sustancias orgánicas por medio de la fotosíntesis y liberar vapor de agua mediante la transpiración, además de estar diseñadas para ofrecer poca resistencia al viento.

En la fase reproductiva de algunas plantas aparecen las flores o inflorescencias, las cuales son consideradas como órganos o, según algunos autores, como un conjunto de órganos que se dividen en parte estéril y en parte fértil. En las flores se forman las macroesporas o gametos femeninos y las microesporas o gametos masculinos. En ellas tiene lugar la fecundación que da lugar a un embrión, el cual quedará latente hasta la germinación. La semilla, también originada en la flor, está formada por el embrión y por tejido nutritivo. La semilla está rodeada por tejidos, carnosos o no, que forman conjuntamente el fruto. La germinación, desarrollo del embrión de la semilla, dará lugar a una nueva planta.

Prácticamente todos los órganos están formados por tres sistemas de tejidos:

El sistema de **protección**, formado por epidermis y peridermis, se sitúa en la parte superficial de los órganos.

El sistema **fundamental**, formado por parénquima y por los tejidos de sostén, se dispone debajo del sistema de protección, y en tallos y raíces se extiende hasta la médula.

El sistema **vascular**, formado por los tejidos conductores xilema y floema, se dispone en diferentes partes y con diferentes organizaciones según el órgano y tipo de planta.

Estos sistemas se distribuyen de manera característica según el órgano, la fase del desarrollo de la planta y según el grupo de plantas a la que pertenezca dicho órgano.

La organización interna de estos sistemas de tejidos en tallos y raíces es variable dependiendo de si el crecimiento es primario o secundario. El crecimiento primario se da en monocotiledóneas y dicotiledóneas herbáceas, además de en los tallos jóvenes de dicotiledóneas leñosas y gimnospermas. El crecimiento secundario se da en dicotiledóneas leñosas y gimnospermas. Las diferencias entre un tipo de crecimiento y otro se basan en la organización de los haces vasculares y de los meristemas. En el crecimiento primario se produce sobre todo crecimiento en longitud mientras que en el secundario se produce sobre todo crecimiento en grosor. Aunque el crecimiento secundario está restringido a plantas actuales con semillas, los fósiles indican que los helechos y los licopodios, plantas sin semillas, tuvieron crecimiento secundario, no dejando ningún descendiente. Las plantas con semillas parece que descubrieron el crecimiento secundario hace unos 400 millones de años.

Vamos a describir las diferencias entre órganos de gimnospermas y angiospermas, y dentro de estas últimas distinguiremos entre monocotiledóneas y dicotiledóneas.

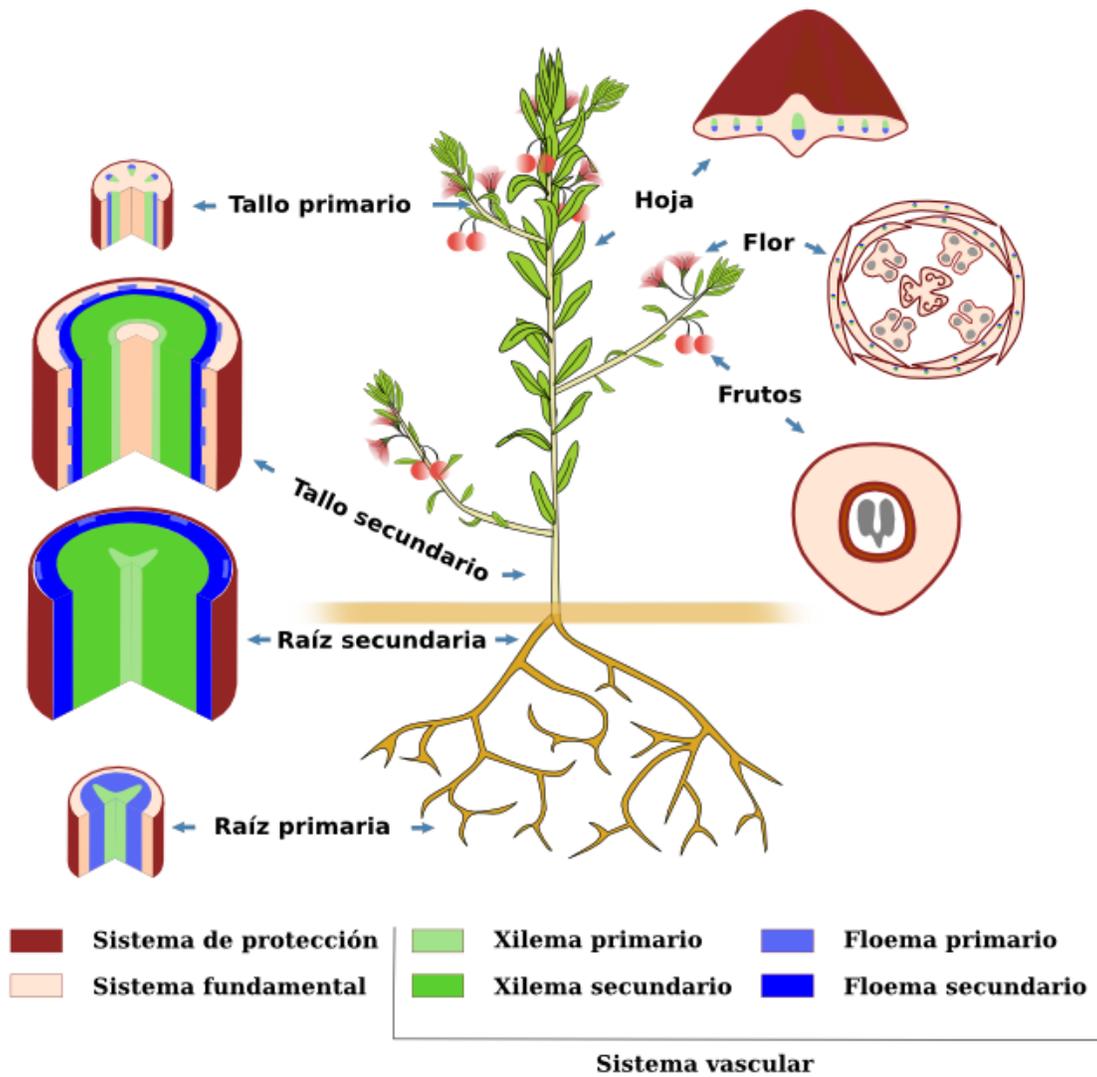


Figura 1: Esquema de los principales órganos de una planta vascular dicotiledónea..

2 Conos

Las gimnospermas incluyen a aquellas especies de plantas, sobre todo árboles, que producen semillas desnudas (a diferencia de las plantas con flores o angiospermas), es decir, son semillas que no están encerradas en un ovario. Por tanto no producen flores ni frutos. Las gimnospermas incluyen a las cicadas, el yingo, coníferas y gnetofitas. Las estructuras reproductivas masculinas y femeninas forman unas estructuras denominadas conos. Las semillas se desarrollan en los conos femeninos. En los pinos los conos femeninos se llaman piñas. Sin embargo, la diversidad morfológica de las estructuras reproductoras es tan abundante que aquí nos centraremos sobre todo en las coníferas, y más precisamente en las pináceas.

Ciclo de vida

Igual que las angiospermas, el ciclo de vida de la gimnospermas incluye alternancia de fases: consta de una fase dominante diploide de esporofito y otra haploide de gametofito de vida muy corta. La producción de gametos ocurre durante la fase haploide o gametofito, mientras que las esporas se dan en la fase de esporofito. El esporofito es lo que conocemos como el árbol o la planta con todas sus partes: tronco, raíces, hojas y piñas o conos. El esporofito produce células haploides por meiosis, las cuales producen el gametofito. A estas células haploides se les llama esporas. Hay de dos tipos: megasporas o esporas femeninas y microsporas o esporas masculinas.

Se desarrollan estructuras reproductivas separadas para producir el polen y los óvulos. Es decir, producen heteroesporas. Por ejemplo, en los pinos tenemos los conos femeninos, normalmente localizados en la parte superior del árbol, y que conocemos como piñas, y los masculinos en las partes inferiores. De esta manera se dificulta la autopolinización. Sólo en algunos grupos de gimnospermas, como las cicadas, se produce cada tipo de gameto en plantas diferentes.

Generalmente los granos de polen, que son los gametofitos masculinos, son liberados y transportados por el viento hasta los conos femeninos, donde se produce la fecundación, y tras ella se desarrolla la semilla, que en los pinos es el denominado piñón.

Antes de la existencia de los granos de polen en las plantas, la fecundación estaba restringida a ambientes acuáticos. En gimnospermas hay dos tipos de fecundación: zooidogamia y sifonogamia. La zooidogamia se da en el yingo y las cicadas (gimnospermas) en las cuales el tubo polínico generado por el grano de polen libera los gametos masculinos que son flagelados en el gametofito femenino, donde nadarán hasta encontrar el gameto femenino. En la sifonogamia, en las coníferas y gnetofitas, se libera un gameto no flagelado en el gametofito femenino. La sifonogamia es la que practican también todas las angiospermas conocidas.

Cono femenino

El cono femenino es el órgano reproductor femenino de las coníferas (y de las gymnospermas en general) (Figura 2). Está formado por un eje central al cual se unen unidades formadas por una bráctea, una escama y un macroesporangio. Por eso se dice que es un órgano compuesto. La bráctea y la escama son hojas modificadas. La bráctea se sitúa hacia afuera y la escama hacia adentro. A las escamas se les llama también macroesporófilas u ovulíferas. El macroesporangio es donde se formará el gametofito femenino, el gameto femenino y, tras la fecundación, se generará la semilla. Esta unidad bráctea-escama-esporangio se repite en todas las coníferas, pero con variaciones en el tamaño y forma de sus componentes. En los pinos, por ejemplo, las brácteas son muy pequeñas en comparación con las escamas. A veces las brácteas son tan pequeñas que hay que verlas con el microscopio. En algunas especies de gimnospermas como las araucarias parecen haber perdido las escamas y el esporangio se genera sobre la bráctea.

Megasproa

Las megasporas se producen en unas estructuras llamadas megasporangios, localizados en los conos femeninos, donde se desarrollará el gametofito femenino. Los gametos femeninos se forman a partir de la célula madre de la megaspora por procesos de división meiótica y mitótica que son diferentes según el grupo de gimnospermas. El micropilo del gametofito femenino, por donde entrarán los gametos masculinos, se orienta hacia el eje central de la piña. Después de la fecundación los escamas se liberan y son arrastra-



Figura 2: Conos femeninos en distinto estado de desarrollo (*Pinus pinaster*)

dos por el viento llevando la semilla, que al caer al suelo germinará.

Cono masculino

Los conos de polen son más pequeños que los femeninos (Figura 3). El cono masculino también tienen un eje central al cual se unen las hojas modificadas que contienen los microesporangios. A estas hojas modificadas se les llaman microesporófilos. En las coníferas el cono es simple, es decir, sólo contiene un esporófilo, sin que haya otras brácteas u hojas modificadas.

Microespora

Las microesporas se producen en los microesporangios y se desarrollan en granos de polen. La microesporogénesis (meiosis y desarrollo de la espora) lleva a la formación de la microespora, que se transforma en el grano de polen. El grano de polen es el gametofito masculino inmaduro. El grano de polen de las gimnospermas tiene una capa externa o exina y una interna o intina. La exina tiene un carácter protector, mientras que la intina está más relacionada con la germinación y extensión del tubo polínico. La exina tiene menos grosor en la zona distal que en la proximal (donde la microespora se une en la tetrada durante



Figura 3: Cono masculino (*Pinus pinaster*).

meiosis). En el microesporangio se produce la meiosis que da lugar a células haploides, aunque también irán células diploides. Los granos de polen se pueden liberar conteniendo desde 1 a 5 células, incluso algunos con 40 células. El proceso varía en diferentes grupo de gimnospermas.

Polinización y Fecundación

El grano de polen es arrastrado por el viento hasta los conos femeninos. Para llevar el polen hasta el óvulo y que entren en contacto, algunos grupos, como los abetos, requieren del agua de lluvia, mientras que en píceas se produce gracias a un exudado de una gota de polinización para facilitar este movimiento. Después se produce la germinación del grano de polen, que comienza con la hidratación y emisión del tubo polínico, y que puede ocurrir varias semanas después de la polinización en algunas especies. Además, el tiempo entre la polinización y la fecundación (fusión de los dos gametos) puede variar desde horas hasta

meses. En las gimnospermas la formación de los gametos masculinos ocurre tras la polinización, al contrario que en angiospermas.

Mediante la emisión de enzimas digestivas, el tubo polínico llega hasta el óvulo, se abre y libera los dos núcleos espermáticos. Uno de ellos se fusiona con el óvulo para formar el cigoto y el otro se desintegra. En algunas gimnospermas se pueden fecundar más de un óvulo y se llama poliembrionía, mientras que en otras un proembrión inicial se puede dividir en varios y cada una de esas partes dar a embriones diferentes, denominada poliembrionía segmentada. En cualquier caso, sólo uno de los embriones sigue adelante, y los otros abortan.

Bibliografía

Conway S. 2013. Beyond pine cones: an introduction to gymnosperms. *Arnoldia*. 70(4).

Fernando DD, Quinn CR, Brenner ED, Owens JN. 2010. Male gametophyte development and evolution in extant gymnosperms. *International journal of plant developmental biology*. 4: 47-63.

Losada JM, Leslie AB. 2018. Why are the seed cones of conifers so diverse at pollination? *Annals of botany*. 121: 1319-1331.