



Los coniferópsidos: caracteres reproductivos

Apellidos, nombre	Ferriol Molina, María ¹ (mafermo@upvnet.upv.es)
Departamento	¹ Dpto. Ecosistemas Agroforestales
Centro	Universitat Politècnica de València



1 Resumen de las ideas clave

Los coniferópsidos o coníferas son gimnospermas o plantas con semillas desnudas y sin flores verdaderas. Desde el punto de vista reproductivo, las coníferas son alógamas, y pueden sufrir depresión por consanguinidad. Son especies monoicas o dioicas, con estructuras sexuales masculinas y femeninas diferenciadas. Las estructuras masculinas son generalmente conos simples, capaces de producir millones de granos de polen que se dispersan gracias al aire. Las estructuras femeninas son conos compuestos, y éste es el carácter único y común a todas las coníferas. En algunos casos, el cono compuesto ha evolucionado a cono simple o a otro tipo de estructura carnosa y coloreada. Los primordios seminales poseen generalmente varios arquegonios que permiten una poliembrionía, aunque finalmente el embrión más competitivo es el que sobrevive, dentro de una semilla que suele ser alada.

2 Introducción

Los coniferópsidos (Clase Coniferopsida), llamados comúnmente coníferas, conforman, junto a los cicadópsidos, los gnetópsidos, y los ginkgópsidos, el gran clado de las gimnospermas. Éstas se originaron hace unos 320 millones de años y son las plantas con semillas más primitivas que han persistido hasta la actualidad. En las gimnospermas no hay flores propiamente dichas. Los primordios seminales se encuentran en contacto con el aire, a diferencia de las angiospermas, que surgieron evolutivamente más tarde, y en las que los primordios seminales se encuentran protegidos por las paredes del ovario de la flor.

Las coníferas conforman el grupo más diverso de todas las gimnospermas, incluyendo entre 550 y 700 especies según distintos autores. Todas las coníferas actuales son leñosas, la mayoría arbóreas y con crecimiento monopódico. La madera tiene el xilema compuesto por traqueidas y generalmente posee conductos resiníferos. Las hojas son todas simples, de forma acicular, acintada o escamosa, y suelen ser perennes y presentar adaptaciones a la sequía y a la herbivoría. Sin embargo, el carácter común a todas ellas es la presencia de conos unisexuales, que en el caso femenino son estructuras compuestas portadoras de los primordios seminales. En el presente artículo docente se profundiza en los caracteres reproductivos de las coníferas, así como en la diversidad de formas que muestran las distintas especies.



3 Objetivos

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

- Describir la estructura de los conos masculinos y femeninos de las coníferas.
- Entender el ciclo reproductivo de las coníferas.
- Reconocer en campo una conífera gracias a sus caracteres reproductivos.

4 Desarrollo

Todas las especies de coníferas poseen estructuras reproductivas unisexuales, que generalmente aparecen en el mismo individuo (monoecia o especie monoica) o menos frecuente en individuos distintos, unos con estructuras femeninas únicamente y otros con estructuras masculinas únicamente (dioecia o especie dioica). Estas estructuras se denominan conos (o estróbilos), que dan nombre al grupo de coníferas. Cada cono está compuesto por un eje de crecimiento determinado, donde se disponen de manera helicoidal o verticilada los esporófilos (hojas modificadas portadoras de esporangios).

La mayoría de las coníferas alcanzan su edad reproductiva a los 10 - 25 años, y mantienen la capacidad reproductiva durante toda su vida, llegando a cientos o miles de años.

4.1 Cono masculino

En las coníferas, los conos masculinos son simples. Suelen ser pequeños y se localizan solitarios o agrupados en el extremo de las ramas. Cada cono posee un eje, en el que los esporófilos se disponen de manera helicoidal, y más raramente opuesta decusada. Cada esporófilo consta de una bráctea con 2 a 15 esporangios masculinos o sacos polínicos que producen el polen (Figura 1).



Figura 1. Estructura y diversidad de conos masculinos. De arriba abajo y de izquierda a derecha. Cono masculino de pino, con esporófilos dispuestos helicoidalmente alrededor del eje. Sección de cono masculino de pino vista en el binocular. Cono masculino de pino abierto. Conos abierto y cerrado de ciprés, puede observarse que los esporófilos se disponen de manera opuesta decusada alrededor del eje y que debajo de cada bráctea hay 6 sacos polínicos. Conos masculinos agrupadas al final de una rama de pino. Conos masculinos agrupadas al final de una rama de abeto. Conos masculinos solitarios al final de cada rama de Wollemia nobilis. Conos masculinos solitarios a lo largo de una rama de cedro.

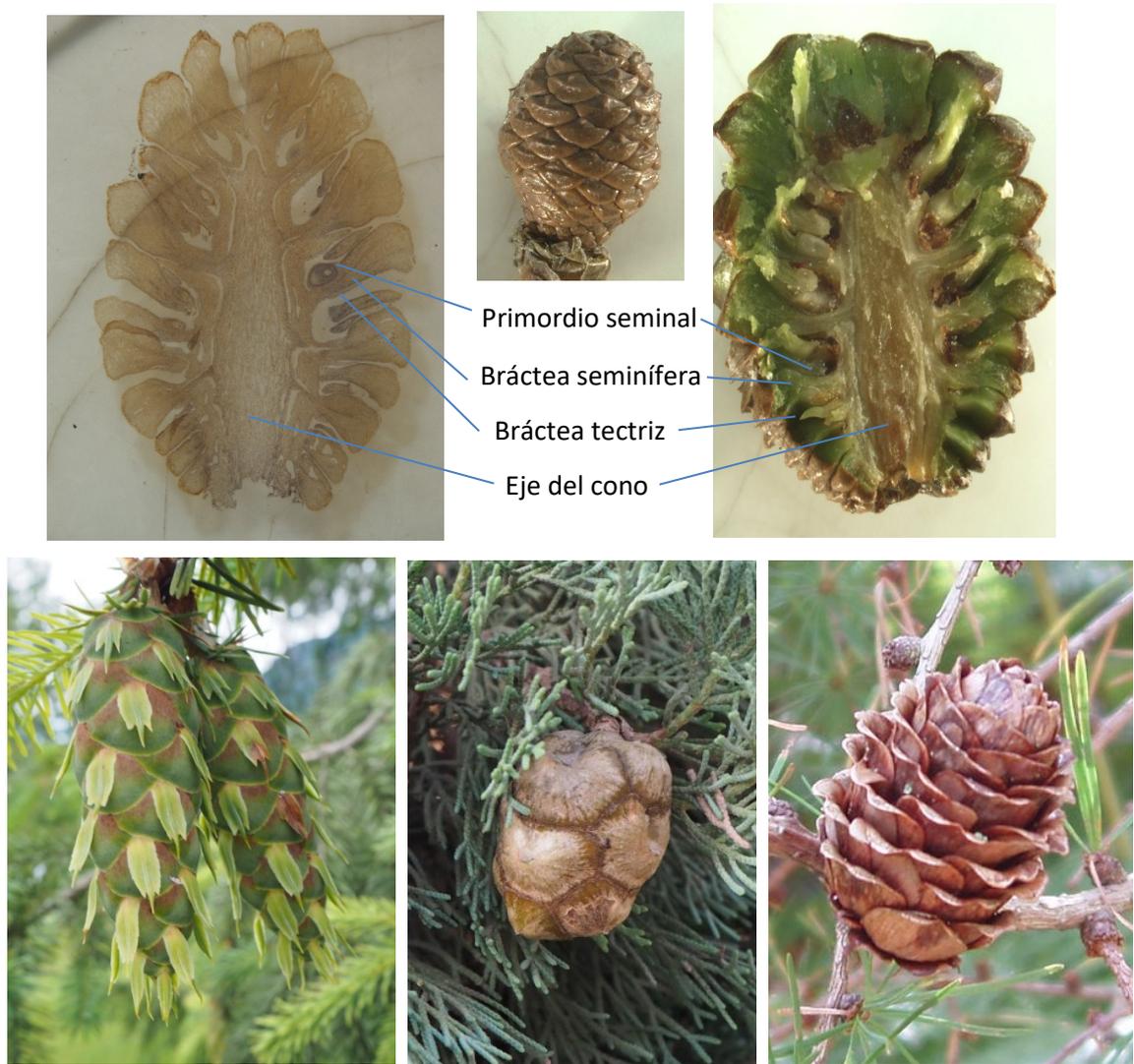
Este cono masculino, tal como se ha descrito, tiene una excepción en la familia Taxaceae, en la que la estructura reproductiva no es un cono, sino que es un eje del que surgen pedículos con sacos polínicos dispuestos radialmente, formando esferas (Figura 2).



Figura 2. Estructuras masculinas de *Taxus baccata*.

4.2 Cono femenino

Los conos femeninos de las coníferas son estructuras compuestas, a diferencia de todos los demás grupos de gimnospermas. Un cono simple consta de un eje alrededor del cual se disponen brácteas de un solo tipo, mientras que en un cono compuesto hay distintos tipos de brácteas. En el cono femenino de las coníferas hay dos tipos de brácteas, en disposición helicoidal u opuesta y decusada sobre el eje. La bráctea llamada seminífera lleva en su axila generalmente dos primordios seminales que luego se transformarán en semillas. En su origen, cada bráctea seminífera era una ramificación lateral con hojas escamosas. La bráctea seminífera se apoya encima de la bráctea llamada tectriz, que procede de la modificación de una hoja. En los conos maduros de muchas especies, las brácteas tectrices son más cortas y pequeñas que las brácteas seminíferas, y no son visibles. Sin embargo, algunas especies tienen conos femeninos con las brácteas tectrices más largas que las brácteas seminíferas (Figura 3).



*Figura 3. Estructura y diversidad de conos compuestos femeninos de coníferas. De arriba abajo y de izquierda a derecha. Sección de cono femenino de pino vista en el binocular. Cono femenino de pino cerrado. Cono femenino de pino abierto. Cono en desarrollo de *Pseudotsuga menziesii*, en el que se aprecia que la bráctea tectriz es más larga que la bráctea seminífera. Cono de ciprés, con brácteas dispuestas en posición opuesta. Cono maduro de alerce, con brácteas dispuestas helicoidalmente alrededor del eje, en el que las brácteas tectrices no son visibles.*

Existen en la actualidad algunas familias de coníferas que no muestran conos compuestos. En Cupressaceae y Araucariaceae, las brácteas seminíferas desaparecieron a lo largo de la evolución y sólo quedaron las tectrices, que son las que forman el cono (en Araucariaceae las brácteas tectrices están incluso soldadas a la semilla). En Taxaceae, Cephalotaxaceae, Podocarpaceae, así como en el género *Juniperus* de Cupressaceae, las estructuras femeninas son carnosas y coloreadas, similares a los frutos de angiospermas (Figura 4). Sin embargo, estas estructuras nunca proceden de las paredes del ovario como en las angiospermas, y hay robustas evidencias científicas que apoyan el hecho de que proceden por evolución de conos compuestos. Su presencia se debe a la adaptación de las especies a la atracción y posterior

dispersión de las semillas por parte de distintas especies de aves y roedores, fenómeno que se conoce como zoocoria. En *Juniperus*, son brácteas que se hacen carnosas y se fusionan envolviendo a las semillas. En Taxaceae, la semilla está recubierta por un arilo, mientras que en Podocarpaceae, es el epimatío el que rodea a la semilla haciéndose carnoso, o bien las brácteas de otros óvulos abortados que se sueldan y se hinchan formando un receptáculo coloreado.



Figura 4. De izquierda a derecha: conos femeninos de Taxaceae (*Taxus baccata*), Cupressaceae (*Juniperus oxycedrus*) y Podocarpaceae (*Podocarpus* spp., imagen de JamesDeMers en Pixabay).

4.3 Polinización y fecundación

En las coníferas, la polinización ocurre en primavera y es siempre anemófila. Es por ello por lo que generalmente la producción de polen es enorme: se necesita producir millones de granos de polen para que alguno alcance el primordio seminal. Además, en muchas especies, los granos de polen poseen sacos aeríferos que les ayudan a dispersarse con el aire y también a flotar sobre la gota micropilar (Figura 5).



Figura 5. Granos de polen de pino, en los que se aprecian dos flotadores o sacos aeríferos.

Las coníferas son alógamas y la autopolinización provoca depresión por consanguinidad, que conlleva aborto de embriones, retrasos en la germinación y en el crecimiento, una mayor propensión a enfermar, y mayores tasas de mortalidad. Al no tener sistemas de autoincompatibilidad como las angiospermas, las coníferas han de desarrollar otras estrategias para evitar la autogamia. En las especies monoicas, los conos masculinos suelen estar en la parte externa o inferior de la copa, mientras que los conos femeninos se localizan en la parte superior (Figura 6). De esta forma, se intenta evitar que los granos de polen caigan por gravedad fecundando los primordios seminales del mismo individuo.

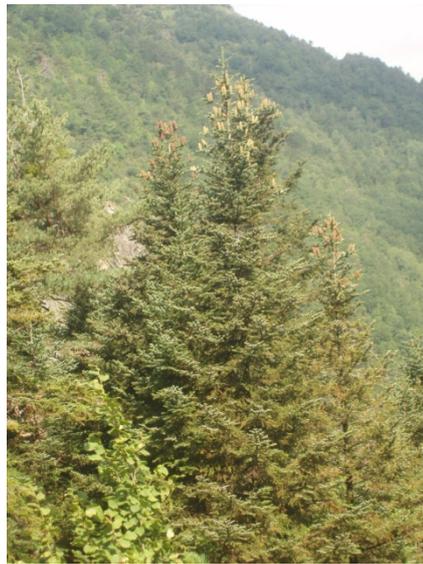


Figura 6. En el abeto blanco (Abies alba) los conos femeninos se disponen en la parte alta de las copas, mientras que los masculinos quedan por debajo.

Cuando el grano de polen llega hasta el primordio seminal, comienza a crecer el tubo polínico en un momento en el que todavía no se ha formado el gametofito femenino. Lo hace muy lentamente, y precisa del aporte nutritivo de las células de la nucela que acaba agotándose. En las coníferas, al igual que en las angiospermas y a diferencia de los otros grupos de gimnospermas, las células espermáticas no poseen flagelos. La célula espermática alcanza la ovocélula localizada en el arquegonio únicamente gracias al crecimiento del tubo polínico, lo que se conoce por sifonogamia. Desde la polinización hasta la fecundación, puede transcurrir un año.

El gametofito femenino contiene de uno a diez arquegonios (a veces más) con una ovocélula en cada uno de ellos. Exuda una gota polinizante por el micropilo que ayuda a los granos de polen a entrar en el arquegonio. Como son varios los granos de polen que pueden germinar, pueden darse múltiples fecundaciones en un mismo primordio seminal. Este fenómeno se denomina poliembriónía. La poliembriónía es otra estrategia para hacer frente a la autopolinización y a la consiguiente depresión por consanguinidad, ya que habitualmente sólo el embrión más competitivo es el que prospera, normalmente procedente de fecundación cruzada.



El tegumento del primordio seminal tiene generalmente tres capas, y la intermedia suele generar en la semilla una testa dura. En muchas coníferas, las semillas son aladas como adaptación a su dispersión por el viento.

4.4 Reproducción asexual

En las coníferas, la reproducción asexual es muy poco frecuente. Ocurre mediante la producción de retoños. Algunas especies rebrotan tras ser taladas o quemadas, ocupando rápidamente los claros de vegetación. Algunos ejemplos son *Cunninghamia lanceolata* (Cupressaceae), *Pseudotsuga menziesii* (Pinaceae) o *Pinus canariensis* (Pinaceae).

5 Cierre

A lo largo de este objeto de aprendizaje se ha descrito la diversidad de formas que presentan tanto los conos masculinos como los conos femeninos de las coníferas. La presencia de un cono femenino compuesto es el carácter común y único a todas las coníferas. Sin embargo, este rasgo es a veces difícil de observar en campo ya que en muchas especies las brácteas seminíferas tapan a las tectrices en los conos maduros. Otras veces, el cono compuesto femenino ha evolucionado a formas distintas, como conos aparentemente simples o estructuras carnosas. Es por tanto importante para el reconocimiento de las coníferas el estudio de las distintas familias y la consideración de otros caracteres de tipo vegetativo.

6 Bibliografía

6.1 Libros:

Farjon, A. "A natural history of conifers", Timber Press, Portland, London, 2008.

Izco, J. (Coord.). "Botánica". 2ª edición. McGraw Hill-Interamericana, Madrid, 2010.

Neale, D.B., Wheeler, N.C. "The conifers: Genomes, variation and evolution". Springer Nature, 2019,

Simpson, M.G. "Plant systematics". 3ª edición. Academic Press, Edinburgh, London, Oxford, y Amsterdam, 2019.

Sitte, P., Weiler, E.W., Kadereit, J.W., Bresinsky, A., Korner, C. "Strasburger. Tratado de Botánica." 35ª edición. Omega, Barcelona, 2003.