

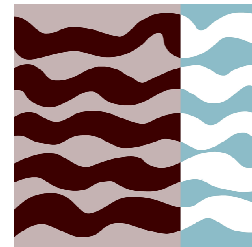
Bases de la producción vegetal

Tema IV-V Espermatofitos: Conceptos generales y sistemática

Ingeniería agrónoma grado en hortofruticultura y jardinería



Universidad
Politécnica
de Cartagena



ETSIA
Cartagena

Jorge Cerezo Martínez



1. Concepto

Los espermatofitos son plantas con semillas. Poseen, al igual que los helechos alternancia de generaciones heteromórficas, con predominio del esporófito sobre el gametófito. Presentan toda una serie de innovaciones frente a los helechos que les han permitido alejarse de los ambientes húmedos que les han permitido alejarse de los ambientes húmedos y colonizar todo tipo de hábitats terrestres.

Sus principales innovaciones son:

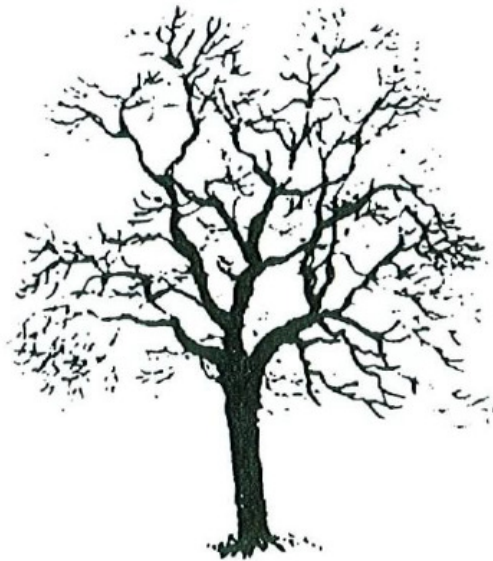
- Reducción de los gametófitos, que permanecen en el interior del esporófito
- Reducción de los anteridios y arquegonios (sólo se reconocen en los grupos más primitivos)
- Inmovilidad de la megáspora, que no sale del esporangio. De esta forma, el gametófito se protege de varias capas de células estériles del esporófito
- La formación de la semilla, que protege y alimenta al embrión en desarrollo
- La independencia del agua para la fecundación

2. Estructura vegetativa

- Las plantas con semillas son plantas bipolares, con un eje caulinar que formará el tallo y otro radical que dará la raíz
- El crecimiento secundario en grosor está generalizado
- Aparecen árboles, arbustos, lianas, hierbas, etc
- La estructura de las formas arbóreas puede ser *Paquicaule*¹ o *Leptocaule*²



Paquicaule



Leptocaule

3. Órganos reproductores: La flor

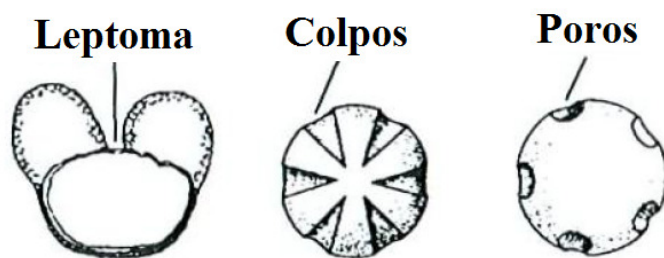
- Los órganos reproductores se sitúan en **microsporófilos** (estambres) y en **megasporófilos** (carpelos). Ambas estructuras se encuentran normalmente sobre braquiblastos³, constituyendo la flor.
- **Flor:** Rama de crecimiento limitado portadora de micro- y/o macrosporófilos

¹ Paquicaule: Tallo con mucho leño en relación a la médula y a la corteza

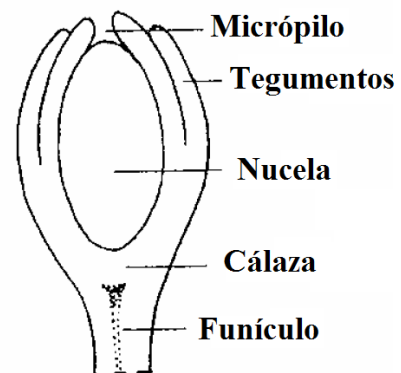
² Leptocaule: Son tallos que contienen poco leño en relación con la médula y la corteza

³ Braquiblasto: Tallo de crecimiento definido

- **Microsporófilo:** Eje portador de sacos polínicos o microsporangios. Los sacos polínicos constan de:
 - Pared externa: Células estériles
 - Células del anillo: Responsables de la apertura del saco
 - Células del tapete: Capa celular para la nutrición del polen
 - Arquesporio: Tejido fértil, constituido por las células madres del grano polen ($2n$), que por meiosis formarán los granos de polen (n)
- **Polen (micróspora):** Posee una pared muy compleja formada por dos capas: La exina (externa) y la intina (interna). En la esporodermis aparecen áreas adelgazadas que son los puntos germinativos que puede ser:
 - Leptomas: Áreas adelgazas de la exina
 - Colpos: Áreas alargadas en donde falta por completo la exina
 - Poros: Áreas redondeadas en donde falta por completo exina



- **Megasporófilo:** Eje portador de primordios seminales u óvulos que contiene los megasporangios (carpelo). Un óvulo consta de:
 - Nucela: Es el megasporangio y está formado por varias capas de células estériles y por el arquesporio (células madre de las megásporas ($2n$) que se producirán megásporas (n) por meiosis)
 - Tegumentos: Tejidos que envuelven a la nucela (normalmente dos)
 - Cálaza: Porción comprendida entre el funículo y la nucela
 - Micrópilo: Apertura que dejan los tegumentos en la apertura apical del óvulo



Tipos de óvulos: En función de la posición de la nucela con respecto al funículo:

- **Átropos (ortótropos):** La nucela está alineada con el funículo
- **Anátropos:** La nucela forma un ángulo de 180° con respecto al funículo
- **Campilótropos:** La nucela forma un ángulo de 90° con respecto al funículo

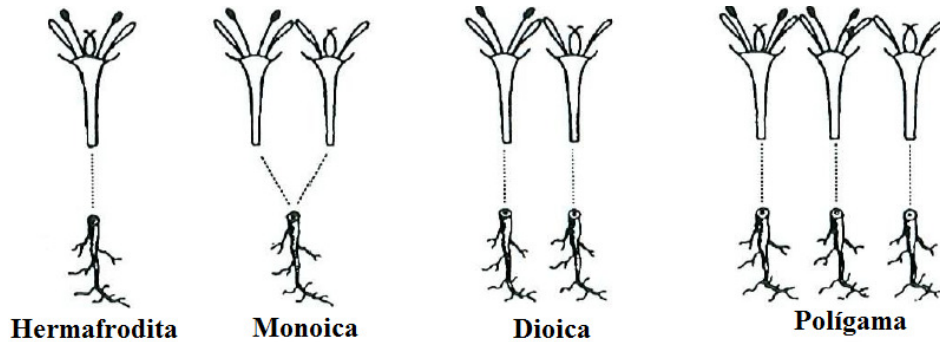


Comportamiento sexual: Las flores, según su comportamiento sexual pueden ser:

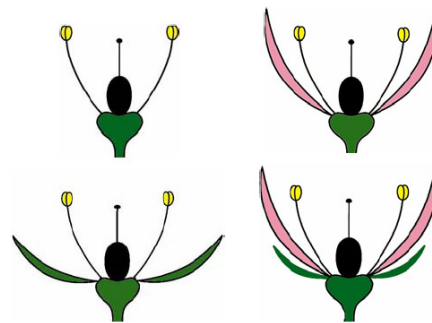
- Hermafroditas: Con estambres y carpelos
- Unisexuales: Con estambres o con carpelos

También según su comportamiento pueden ser:

- Monoicas: En un mismo individuo hay flores masculinas y femeninas
- Dioicas: Las flores masculinas y femeninas se encuentran en distintos individuos
- Polígamas: Con flores hermafroditas y unisexuales en el mismo individuo
- Hermafroditas: Individuos con flores hermafroditas



Perianto: Conjunto de hojas estériles transformadas que protegen la flor (sépalos, pétalos, tépalos)



4. Desarrollo del gametofito masculino

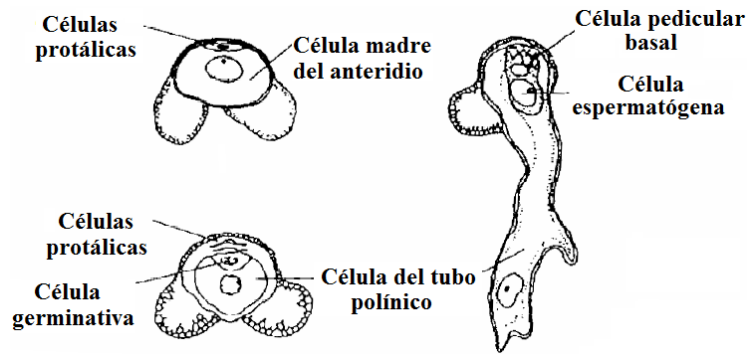
¿A partir de qué estructura se desarrolla un gametofito masculino? ¿De una micróspora? ¿Cuál es la micróspora en los espermatófitos?

Se desarrolla a partir del grano de polen. Empieza cuando los granos de polen están todavía en el saco polínico y termina después de la polinización, sobre el estigma del carpelo: El núcleo (n) del grano de polen se divide varias veces para formar dos espermatozoides pluriflagelados (en Gimnospermas primitivas), o bien dos células espermáticas sin flagelos (en Gimnospermas más evolucionadas y en Angiospermas). Proceso de división:

El núcleo (n) del grano de polen se divide y forma:

- Entre 1-40 células protálicas estériles (sólo en algunas gimnospermas)
- Una célula madre del anteridio. Ésta se vuelve a dividir en dos:
 - La célula del tubo polínico
 - La célula germinativa, generativa o anteridial, que se vuelve a dividir en:
 - Una célula estéril (pedicular basal)
 - Una célula espermatógena

Cuando el grano de polen se pone en contacto con el órgano femenino, la célula espermatógena se divide en dos espermatozoides pluriflagelados (en Gimnospermas primitivas), o bien en dos células espermáticas sin flagelos (en Gimnospermas más evolucionadas y en Angiospermas).



5. Desarrollo del gametófito femenino

Si el desarrollo del gametófito masculino se produce a partir de una micróspora, el gametófito femenino se produce a partir de una megáspora.

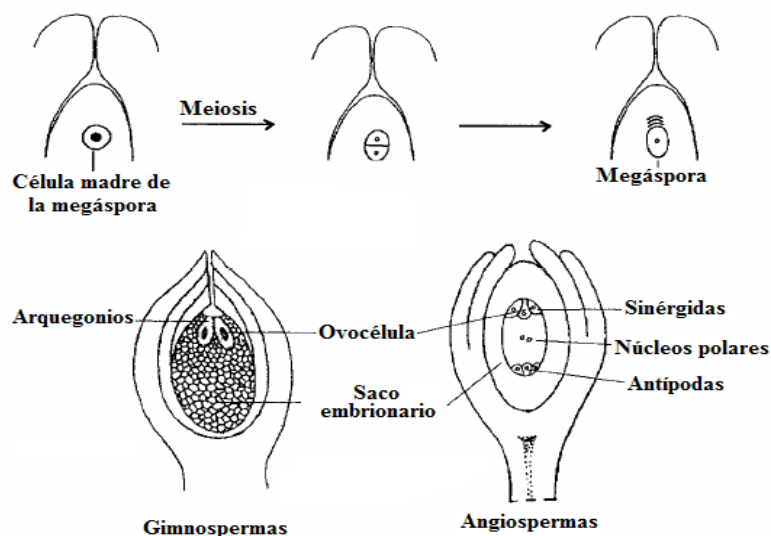
La megáspora se forma en el megasporangio, que recordamos que es la nucela que se encuentra en los primordios seminales u óvulos.

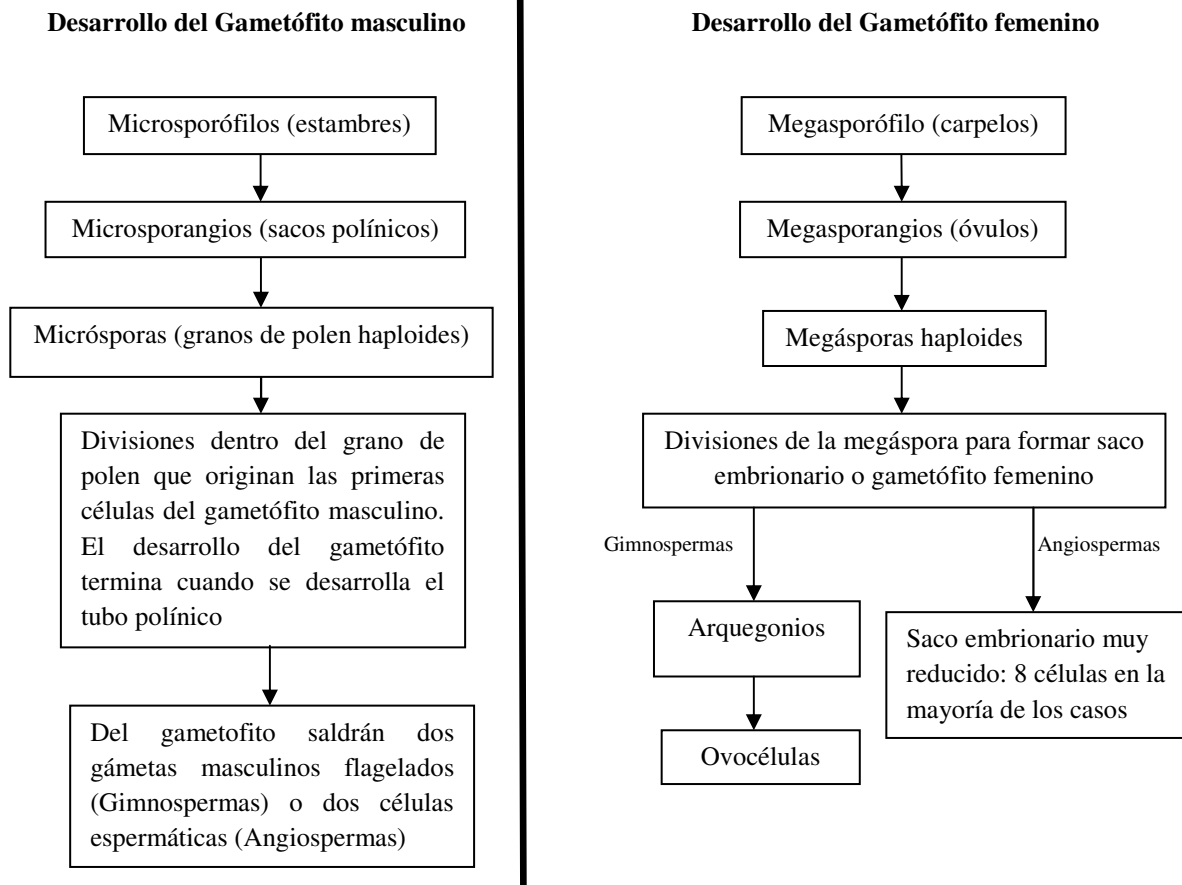
Es decir, en el interior del óvulo se formará el gametofito femenino a partir de una megáspora formada por el megasporangio (la nucela del óvulo).

Se produce en la nucela. La célula madre de la megáspora se divide por meiosis y forma cuatro megásporas (n) de las que se atrofian tres. La megáspora así formada, a diferencia del caso de los helechos nunca sale del megasporangio.

Una vez formada la megáspora se dividirá más o menos veces (según se trate de Gimnospermas o Angiospermas) para formar el gametofito femenino o *saco embrionario*.

- En **Gimnospermas**: El núcleo de la megáspora se divide varias veces formando un saco embrionario con un número de células relativamente elevado. A partir de células estériles próximas al micrópilo se desarrollan los arquegonios, con una ovocélula en su interior.
- En **Angiospermas**: El núcleo de la megáspora se divide hasta formar ocho núcleos constituyendo así un saco embrionario muy diferente al de Gimnospermas. De esos ocho núcleos se forman:
 - Dos Sinérgidas (células próximas al micrópilo que rodean a la ovocélula)
 - La Ovocélula (situada entre las Sinérgidas)
 - Tres Antípodas (células en el polo opuesto a las sinérgidas)
 - Dos Núcleos polares (no forman células y se quedan en posición central en el saco embrionario)





6. Polinización

Es el mecanismo de transporte del grano de polen desde los sacos polínicos hasta los primordios seminales. Puede ser por:

- *Alogamia* (polinización cruzada): Entre flores de distintos individuos de una misma especie
- *Autogamia*: Entre flores de un mismo individuo, o en una misma flor

En general hay tendencia a favorecer la polinización cruzada en la Naturaleza, salvo en plantas de ciclos de vidas muy cortos o en algunas especies tropicales. Los mecanismos que favorecen la Alogamia son los siguientes:

- *Filtros*: Fisiológicos del estilo y estigma
- *Heterostilia*: Diferente longitud de estilos y estambres
- *Dicogamia*: maduración a destiempo de estambres y pistilo
 - *Proterandria*: madura antes el androceo
 - *Proteroginia*: madura antes el gineceo
- *Hercogamia*: Estambres alejados del estigma

Mecanismos que favorecen la Autogamia:

- Flores cleistógamas: No se abren nunca

6.1. Tipos de polinización

- *Anemofila*: A través del viento hay distintas adaptaciones:
 - Polen pequeño, muy abundante, con elevada flotabilidad en el aire
 - Desarrollo de estructuras femeninas para captar el polen del aire (estigmas plumosos, gota polinizante en Gimnospermas)
 - Flores exponiendo al viento sus estambres
 - Flores con el periantio atrofiado, poco vistosas y estambres muy largos
- *Zoofilia*: Por animales hay distintas adaptaciones:
 - Flores vistosas
 - Aparición de nectararios
 - Polen viscoso, para adherirse a los animales
- *Hidrofilia*: Por el agua. Es bastante rara porque las plantas acuáticas suelen ser zoófilas o anemófilas. No obstante, algunas plantas sumergidas poseen polen alargado con capacidad de flotar en el agua.

7. Fecundación

Una vez que el grano de polen se ha depositado en el primordio seminal o en el estigma se inicia la fecundación, que ocurre de forma distinta en Gimnospermas que en Angiospermas.

▪ **Gimnospermas**

Es un proceso largo (varios meses incluso años). Puede ser de dos tipos:

- *Zoidogamia*: Por espermatozoides pluriflagelados (en Gimnospermas primitivas)
 - *Sifonogamia*: Por células espermáticas (en Gimnospermas más evolucionados y Angiospermas)
- Angiospermas

Es un proceso rápido, horas o días. En Angiospermas no se da la Zoidogamia; la fecundación es por *Sifonogamia*. Los granos de polen se depositan en el estigma y el tubo polínico se alarga a través del estilo hasta penetrar en el saco embrionario donde deposita las dos células espermáticas. Una célula espermática fecunda a la ovocélula para dar el cigoto (2n) y la otra se fusiona con los dos núcleos polares, para dar un tejido triploide (3n). Esto es lo que se denomina la ***doble fecundación de Angiospermas***.

8. Semilla

Se puede definir como el primordio seminal maduro. Está formada por:

- **Embrión**: Formado a partir del cigoto
- **Endosperma**: Tejido nutritivo del embrión
 - Primario: Tejido haploide procedente de los restos del gametófito femenino
 - Secundario: Tejido triploide procedente de la fusión de una célula espermática con los dos núcleos polares (Sólo en Angiospermas)
 - **Testa**: Cubierta seminal. Procede de los tegumentos del óvulo

9. Dispersión de frutos y semillas

La dispersión de frutos y semillas puede ser por:

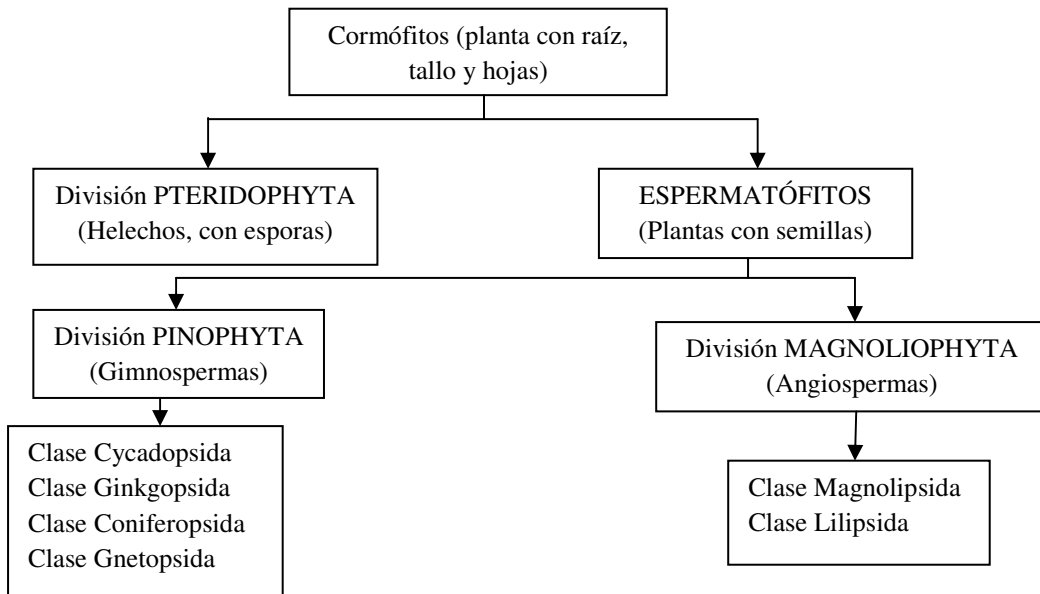
- **Endozoocoria:** Dispersión de semillas por animales en donde las semillas están protegidas a los jugos digestivos
- **Epizoocoria:** Dispersión de semillas animales en donde las semillas se pegan a su piel para ser transportadas
- **Antropocoria:** Dispersión de semillas por acción del hombre
- **Anemocoria:** Dispersión de semillas por la acción del aire
- **Hidrocoria:** Dispersión de semillas por acción del agua
- **Autocoria:** Dispersión activa por parte de la planta

10. La germinación de la semilla

Tras la rehidratación de los tejidos de la semilla se rompe la testa y sale de su interior.

La radícula, a través del micrópilo, que se transformará en la raíz; a continuación aparece el hipocótilo, que es la porción del tallo comprendida entre la radícula y los cotiledones. Por último emergen los cotiledones. Por encima de los cotiledones encontramos la plúmula, yema responsable del crecimiento del tallo

Sistemática de espermatófitos



	Pinophyta	Magnoliophyta
Tipo de tallo	Leñoso (árboles y arbustos)	Leñosas y herbáceas
Haces conductores	Primitivos (traqueidas)	Más desarrollado que en Gimnospermas
Flor	Unisexual, poco vistosa. Anemófilas con estambres peltado o foliáceos con varios sacos polínicos, hojas carpelares abiertas, muy variadas	Con estambres y carpelos típicamente agregados a una misma flor, frecuentemente rodeados de un vistoso perianto. Gran variedad de adaptaciones para la polinización
Primordios seminales	Desnudos, no incluidos dentro de un ovario. Unitegumentados	Encerrados dentro del ovario, órgano que procede del cerramiento de los carpelos. Bitegumentados
Gametos	Menos reducidos que en angiospermas. Presencia de arquegonios en algunos grupos	Muy reducidos. El masculino con la célula del tubo polínico y las dos células espermáticas
Fecundación	Por Zoidogamia o Sifonogamia. Simple	Doble fecundación, generándose endosperma secundario triploide
Embrión	Con más de dos cotiledones	Uno o dos cotiledones