

## Fisiología de la reproducción sexual en plantas superiores

Floración. Iniciación y desarrollo de la flor.  
Determinación y expresión del sexo.  
Polinización y fecundación.  
Embriogénesis y Fructificación en especies arbóreas.  
Formación y maduración del fruto y de las semillas.  
Germinación: factores que la afectan.  
Regulación de la germinación.  
Movilización de reservas

## Floración

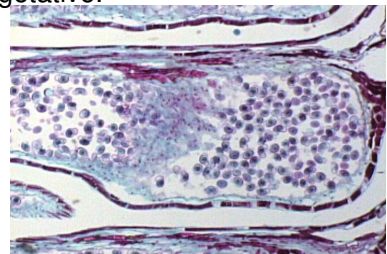
- Antesis: inicio de la floración o apertura del capullo, normalmente en la primavera
- preámbulo: diferenciación de las yemas en vegetativas y reproductivas
  - (preletargo, letargo y postletargo).
- Esta diferenciación puede ocurrir durante el verano, o ya entrado el otoño, coincidiendo con la parada vegetativa.
- Para la iniciación floral influyen factores ambientales, tales como la temperatura, la intensidad de la luz y su fotoperíodo

## Floración

- Además, la luz interviene a través de la tasa fotosintética, que aporta la reserva nutritiva necesaria para el proceso.
- Otros factores influyen en el proceso:
  - efecto promotor de la poda de raíces o de la copa
  - anillado del tallo
  - fertilización
  - aplicación exógena de reguladores de crecimiento

## desarrollo de la flor

- Algunos estróbilos masculinos de las Pináceas no producen células madre de las microsporas hasta el otoño, tras el período vegetativo.



## desarrollo de la flor

- algunas cupresáceas desarrollan completamente los estróbilos masculinos antes del letargo.
- En álamo temblón, las yemas femeninas se inician al final del verano, pero no maduran hasta la siguiente primavera.
- Las bajas temperaturas invernales causan VERNALIZACIÓN, y generan cambios en el contenido en hidratos de carbono y reguladores de crecimiento, que favorecen la floración



## expresión del sexo

- Forestales: mayoría monoicas.
- forestales dioicas: acebo, sauces, álamos y chopos (frondosas), enebros (coníferas).



## disposición de los tipos de flor

- Por diferencias que se establecen en la copa de los árboles en cuanto al gradiente de iluminación, o bien de auxinas sintetizadas en el ápice.
- En las Pináceas, los conos femeninos están en la parte apical de la copa, mientras que los estróbilos masculinos se concentran principalmente en las ramas inferiores.
- mecanismo para reducir la endogamia



## Polinización y fecundación:

La dispersión del polen depende del tamaño.

- Cuando es grande, como en los pinos y abetos, el 90% cae en un radio de 100 m.
- Si la masa forestal es espesa, la dispersión es aún más difícil.
- En las entomófilas, su transporte es en distancias cortas de 10 a 15 m, realizado en su mayor parte por himenópteros.



## Embriogénesis y formación del fruto y de la semilla

- el cigoto se desarrolla por divisiones, constituyendo el embrión
- lo nutren el megagametofito, o bien el endosperma.
- En Angiospermas, el crecimiento del ovario se produce por divisiones celulares hasta la antesis, pero tras la fecundación crece por alargamiento celular, probablemente bajo la acción de auxinas aportadas por el polen.
- Desarrollado, queda en reposo hasta la germinación de la semilla.

Fructificación:  
gran demanda  
de recursos  
nutricionales



- va en detrimento del desarrollo vegetativo.
- Su cese puede coincidir con la iniciación de yemas florales.
- cloroplastos -> cromoplastos, ricos en carotenoides, antocianinas y compuestos aromáticos.

## climatérico

- climatérico: elevación de la tasa respiratoria del fruto, acompañada de aumento del contenido de etileno.
- Muchos de estos cambios los produce etileno sintetizado por el fruto.
  - Etileno mejora la permeabilidad de las membranas y ablanda el fruto, estimulando la síntesis proteica y de enzimas respiratorios.
  - Para la conservación de frutos, se enriquece con CO<sub>2</sub>, que inhibe el etileno.

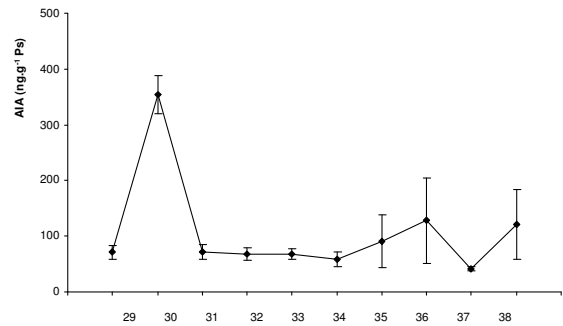
## Desarrollo de la semilla

- Tras la fecundación, se produce un rápido crecimiento y diferenciación entre endosperma y embrión.
- Posteriormente, hay transición de un estado de gran actividad metabólica y crecimiento a un estado de reposo.
- Finalmente, tiene lugar la reanudación de la actividad del embrión para formar la plántula.
- La semilla comprende el desarrollo del embrión, la acumulación de reservas, una parada en su actividad, y su desecación.
- Puede sobrevivir largos períodos desecada, hasta encontrarse en condiciones favorables para la germinación, gracias a mecanismos de letargo.

### Cambios en la actividad de las hormonas durante el desarrollo de la semilla:

- **Embriogénesis temprana:**
- citoquininas provenientes de la raíz, o del suspensor.
  - grandes concentraciones en endosperma líquido (por ej.: guisante y maíz), coincidiendo con la tasa máxima de mitosis.
  - En cebada, la abundancia de citoquininas en esta fase supone mayor tamaño de la semilla.
- Las giberelinas y el AIA se acumulan en el endosperma durante el desarrollo, para disminuir en la madurez.
- El AIA es más abundante en el embrión de alcornoque y de roble durante su fase temprana, disminuyendo luego.

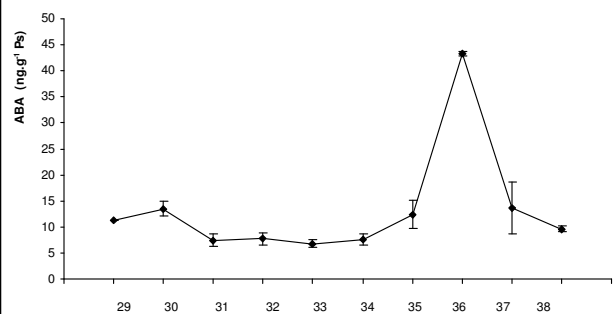
nivel de AIA respecto a peso seco (Ps) del embrión de roble, durante su desarrollo (nº semana del año).



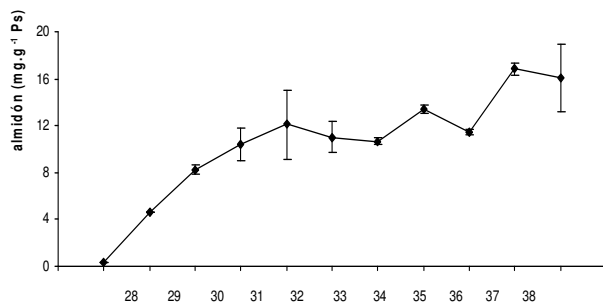
### Embriogénesis tardía

- descenso en contenido y actividad de AIA y GAs
- ascenso en contenido o actividad de ABA, que alcanza su máximo a la vez que el peso máximo de la semilla, alcanzando la maduración
- Luego, el ABA desciende bruscamente tras la acumulación de reservas y al empezar la desecación (descenso del 80 al 50 % Hr).
- El papel del ABA es evitar una germinación precoz del embrión inmaduro, manteniéndolo en letargo hasta la suficiente acumulación de reservas
- Puede provenir de hojas maduras, o bien ser transportado desde la raíz.
- En la semilla termina por inmovilizarse

evolución del ABA durante el desarrollo del embrión de roble (nº semana del año). Ps: peso seco.



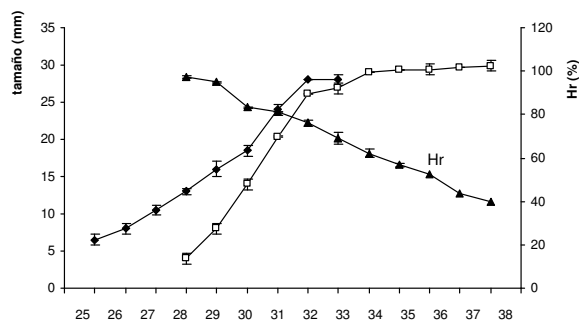
acumulación de almidón respecto a peso seco (Ps), durante el desarrollo del embrión de roble (nº semana del año)



## Germinación de semillas

- reanudación del crecimiento del embrión, que se ha suspendido por el letargo.
- el embrión se convierte en plántula = nascencia.
- Viabilidad: tiempo que ésta conserva su capacidad de germinar.
- Las semillas ortodoxas, como por ejemplo los piñones, admiten prolongada conservación sin perder viabilidad.
  - Se desecan a Hr = 8 a 15%.
  - permanecen viables durante muchos años mediante conservación en ambiente seco a baja temperatura (4 °C).
- semillas recalcitrantes: no admiten desecación
  - Hr sólo baja hasta 30 ó 40 %
- limita su conservación a unos pocos meses.
- Recalcitrantes: hayucos, castañas y bellotas

(▲) evolución del contenido en humedad (Hr, %) del embrión de roble, (◆) tamaño (mm) del fruto; y (□) tamaño en longitud (mm) del embrión, durante su desarrollo (nº semana del año).



## desecación del embrión

- La desecación desencadena el paso de la maduración del embrión a la fase de germinación, una vez que se rehidrata.
- La desecación no es indispensable.
- Osmoacondicionado: Un choque osmótico con sorbitol o sacarosa 10%, (-0,72 MPa), inhibe la germinación y mantiene los embriones de trigo en la fase de maduración.
- el choque osmótico produce un aumento de la concentración de ABA.
- El ABA impide la germinación precoz, y promueve acumulación de reservas.
- en soja, a los 21 días, la concentración de ABA es de 10 mg/Kg de peso fresco. Si dicha concentración disminuye a la tercera parte por lavado, se produce germinación precoz.