



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
FACULTAD DE CIENCIAS



SEMILLA

Morfología y desarrollo

ELABORO: DRA. CARMEN ZEPEDA GOMEZ
UA Anatomía Vegetal 2015



Guía didáctica

- 1) **Portada**
- 2) **Guía didáctica**
- 3) **Guía didáctica**
- 4) **Introducción**
- 5) **Justificación académica**
- 6) **Secuencia didáctica**
- 7) **Objetivos: se describe el objetivo general del tema**
- 8) Se define a la semilla como estructura de una embriofita
- 9) Se mencionan las variantes de tamaño que presentan las semillas
- 10) Explicación del origen de la semilla a partir del rudimento seminal
- 11) Explicación del origen de la semilla
- 12) Explicación del origen de la semilla a partir de la fecundación
- 13) Descripción de la estructuras de una semilla
- 14) Se define el epiderma y su origen
- 15) Se define las funciones del episperma
- 16) Se define el epiderma y sus variaciones
- 17) Se define el epiderma y sus variaciones
- 18) Descripción y definición de las estructuras de la testa
- 19) Descripción y definición de las estructuras de la testa
- 20) Variantes del material de reserva de las semillas
- 21) Clasificación de semillas según su contenido de reserva (Cereales)
- 22) Clasificación de semillas según su contenido de reserva (Oleaginosas)
- 23) Clasificación de semillas según su contenido de reserva (Leguminosas)
- 24) Se define la posición del material de reserva en gimnospermas
- 25) Se define la posición del material de reserva en angiospermas y los tipos de sem
- 26) Se describen e ilustran las semillas albuminadas o endospermadas
- 27) Se describen e ilustran las semillas perispermadas.
- 28) Se describen e ilustran las semillas exalbuminadas o exendospermadas
- 29) Se define al embrión de una planta y su origen



Guía didáctica

- 30) Se describe la estructura del embrión
- 31) Se describe la estructura del embrión
- 32) Se muestra un ejemplo de una semilla de cacahuete
- 33) Se muestra un ejemplo de una semilla de lenteja
- 34) Se identifican las variantes de las semillas de Monocotiledóneas
- 35) Se identifican las variantes de las semillas de Monocotiledóneas
- 36) Se identifican las variantes de las semillas de Monocotiledóneas
- 37) Se ilustra la estructura de las semillas de cereales
- 38) Se muestran micrografías de semillas de cereales
- 39) Se enumeran las características distintivas de las semillas de cereales
- 40) Se identifican las variantes de las semillas de Dicotiledóneas
- 41) Se identifican las fases del desarrollo de un embrión de dicotiledónea
- 42) Se ilustran las estructuras de la fase globular del desarrollo de un embrión
- 43) Se ilustran las estructuras de la fase globular del desarrollo de un embrión
- 44) Se ilustran las estructuras de la fase acorazonada del desarrollo de un embrión
- 45) Micrografía de la fase acorazonada del embrión de dicotiledónea
- 46) Micrografía de la fase acorazonada del embrión de dicotiledónea
- 47) Se detalla el desarrollo del endospermo secundario o albumen en la semilla
- 48) Se marcan las características distintivas del embrión de una gimnosperma
- 49) Se ilustran los grandes pasos de la germinación de semillas de monocotiledóneas y dicotiledóneas
- 50) Se enlistan las fuentes de información consultadas



Introducción

Las angiospermas representan al grupo de plantas que se caracterizan por tener estructuras reproductoras específicas, las flores, en las cuales se produce la reproducción sexual, se forman las semillas y los frutos que las envuelven. El grupo de las angiospermas, con más de 250.000 especies, es un linaje evolutivamente exitoso que conforma la mayor parte de la flora terrestre existente. La flor y como consecuencia la semilla que se produce a partir de ella, es un factor clave en su éxito evolutivo. Es una estructura compleja, cuyo plan organizacional está conservado en casi todos los miembros del grupo, si bien presenta una tremenda diversidad en la morfología y fisiología de todas y cada una de las piezas que la componen.



Justificación

Se han seleccionado a continuación una serie de 51 diapositivas que ilustran la estructura general de la semilla, sus variantes morfológicas, desde su origen, pasando por los tipos y la utilidad para el hombre. Se presenta como material didáctico de apoyo para unidades de aprendizaje básicos y disciplinario. Las unidades de aprendizaje como Anatomía Vegetal, Fisiología Vegetal, Angiospermas e Introducción a la Investigación Biológica, en las cuales uno de los objetivos es introducir al alumno en los eventos básicos del crecimiento de una planta, tendrán con este material un apoyo visual para el desarrollo de las mismas.



Secuencia didáctica



Objetivo

Describir las características estructurales de la semilla y sus variaciones estructurales



¿Qué es una semilla?

- LA SEMILLA es el principal órgano reproductivo de la gran mayoría de las plantas superiores terrestres y acuáticas.

Desempeña una función fundamental en la renovación, persistencia y dispersión de las poblaciones de plantas, la regeneración de los bosques y la sucesión ecológica.



¿Que tamaño tiene una semilla?

- A pesar de que se trata de un órgano vegetal cuyo origen ontogenético es constante y que tiene una función bien definida, hay gran variación en su tamaño.

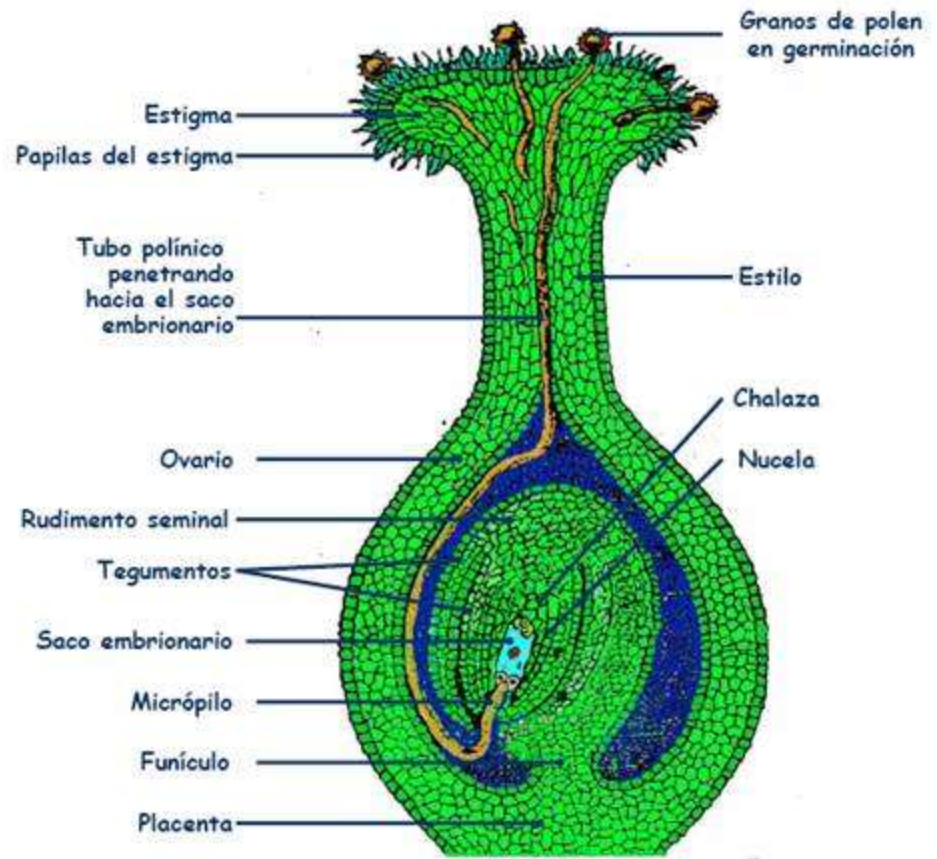


- Hay aproximadamente 11 órdenes de magnitud de diferencia en tamaño entre las semillas más pequeñas y las más grandes que existen en la naturaleza.
- Las semillas de una orquídea pueden pesar 0.1 mg, en tanto que la palma de coco doble del Pacífico produce semillas de 10 kg de peso.

¿De donde procede la semilla?

Procede del rudimento seminal que experimenta profundas transformaciones después de la fecundación de la ovocélula.

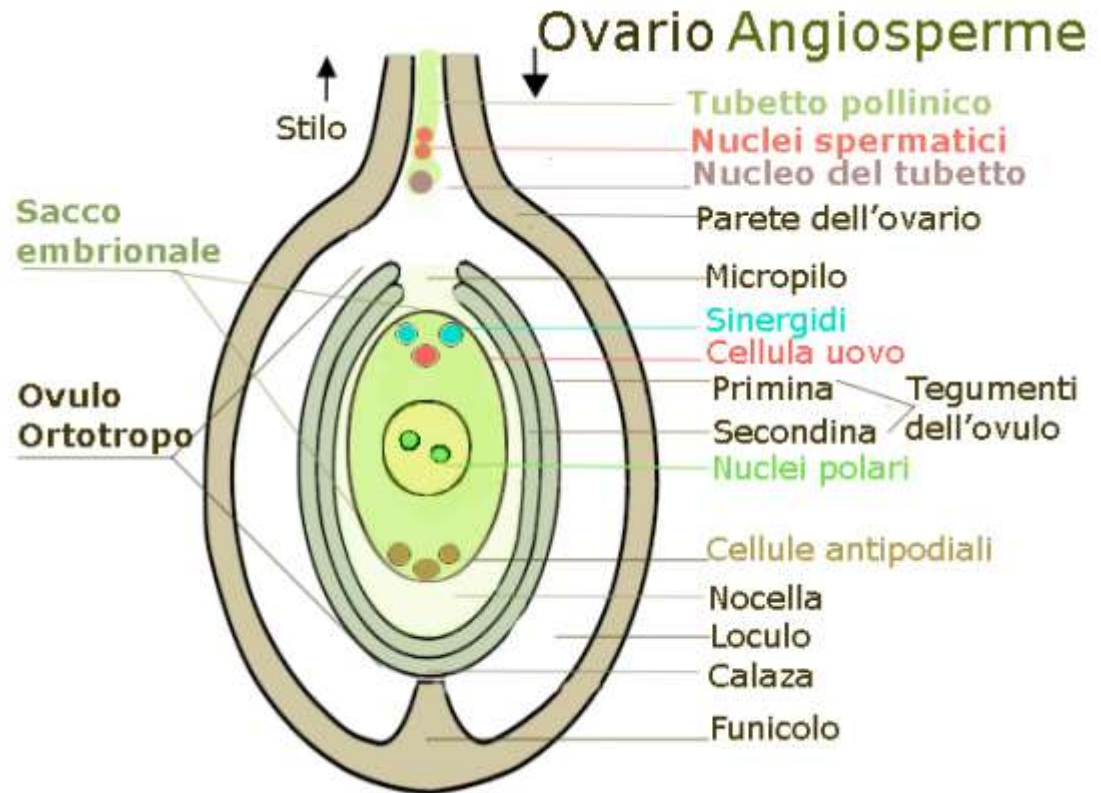
En las gimnospermas las semillas se encuentran desnudas, en las angiospermas están cubiertas por los carpelos formando el fruto.



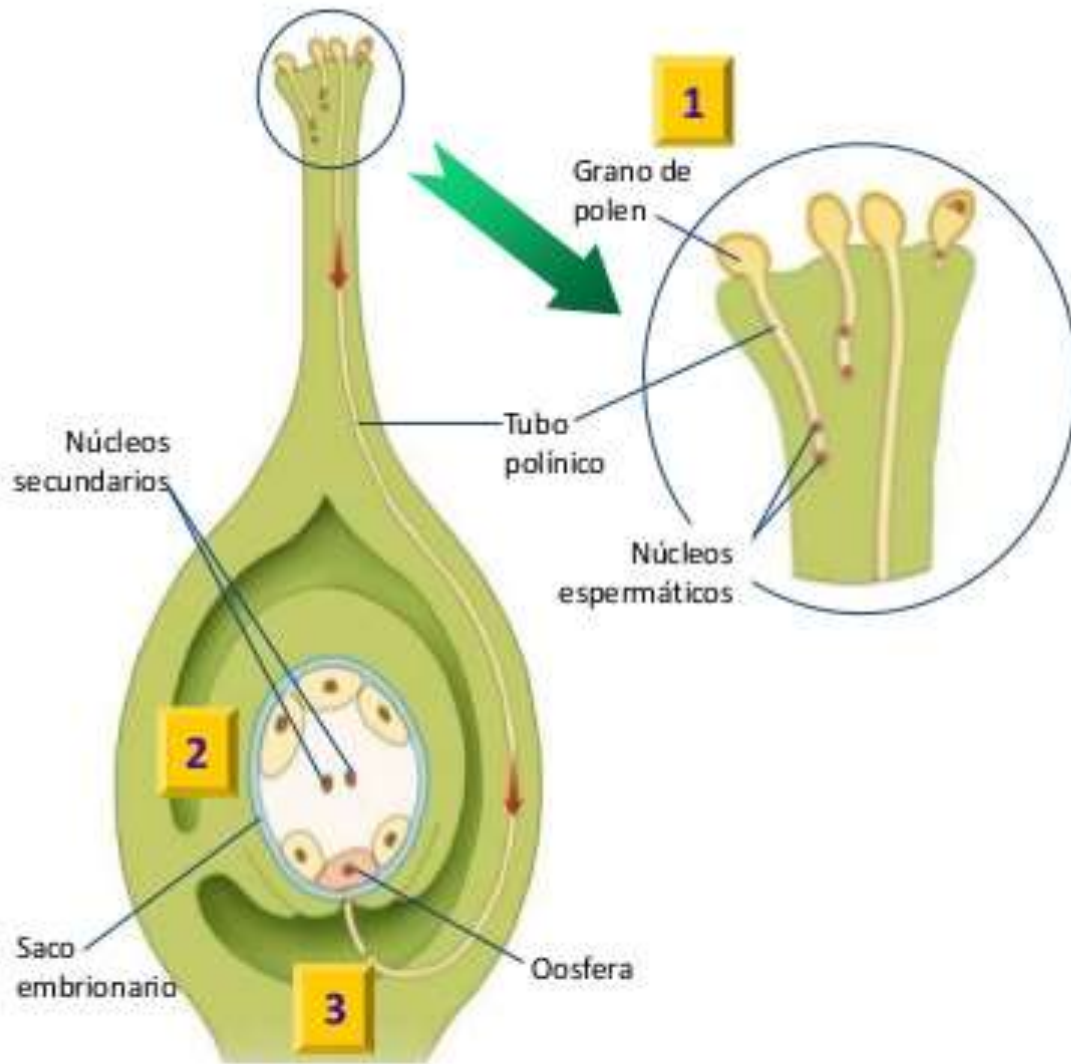
¿De donde procede la semilla?

EN EL RUDIMENTO SEMINAL

- Un **núcleo espermático (n)** se une a la **oosfera (n)**: unión sexual verdadera, se forma el **zigoto (2n)** que dará lugar al **embrión**.
- El otro **núcleo espermático (n)** se une a los **dos núcleos polares (n,n)** del gametófito femenino y forma un **núcleo 3n** que dará lugar al **albumen o endospermo secundario** (reserva nutritiva del embrión).



LA FECUNDACIÓN Y LA FORMACIÓN DE LA SEMILLA



1

Una vez que llega el grano de polen al estigma se desarrolla el tubo polínico que va por el estilo y el ovario hasta llegar al óvulo

2

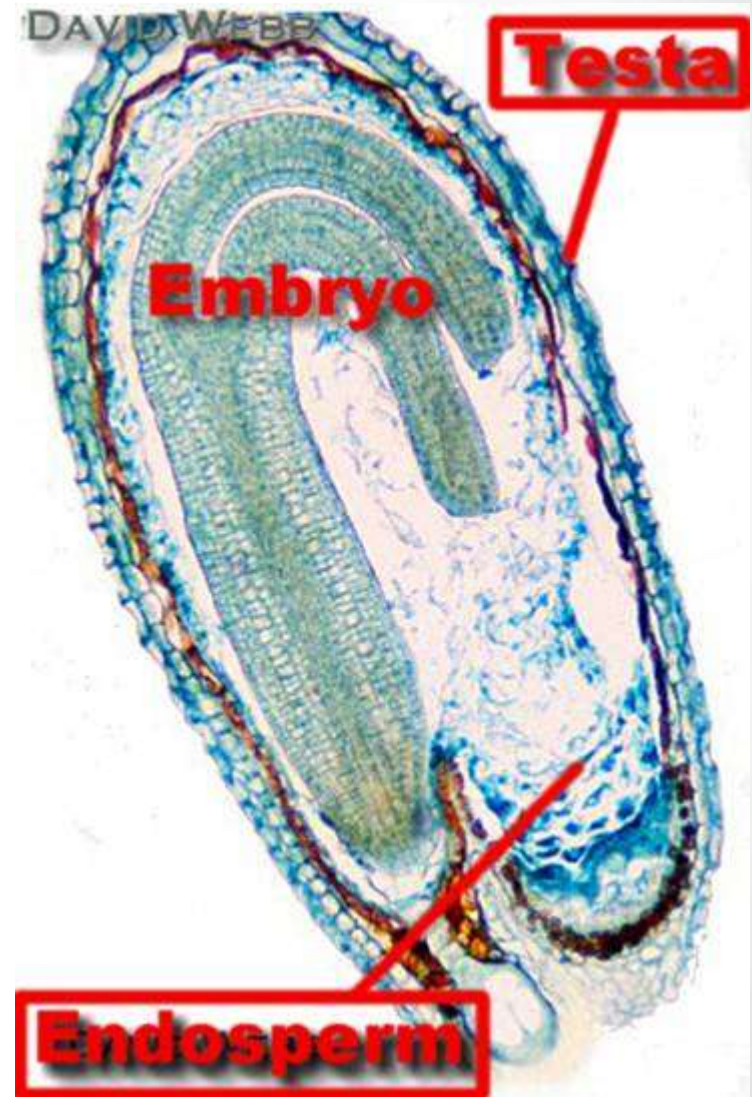
Mientras en el óvulo se desarrolla el saco embrionario: Con 8 núcleos haploides en 7 células. Una con los dos núcleos secundarios y la oosfera

3

Por el tubo polínico bajan los dos núcleos espermáticos que producen una doble fecundación

Estructuras de una semilla

1. Episperma
2. Embrión
3. Tejido de reserva

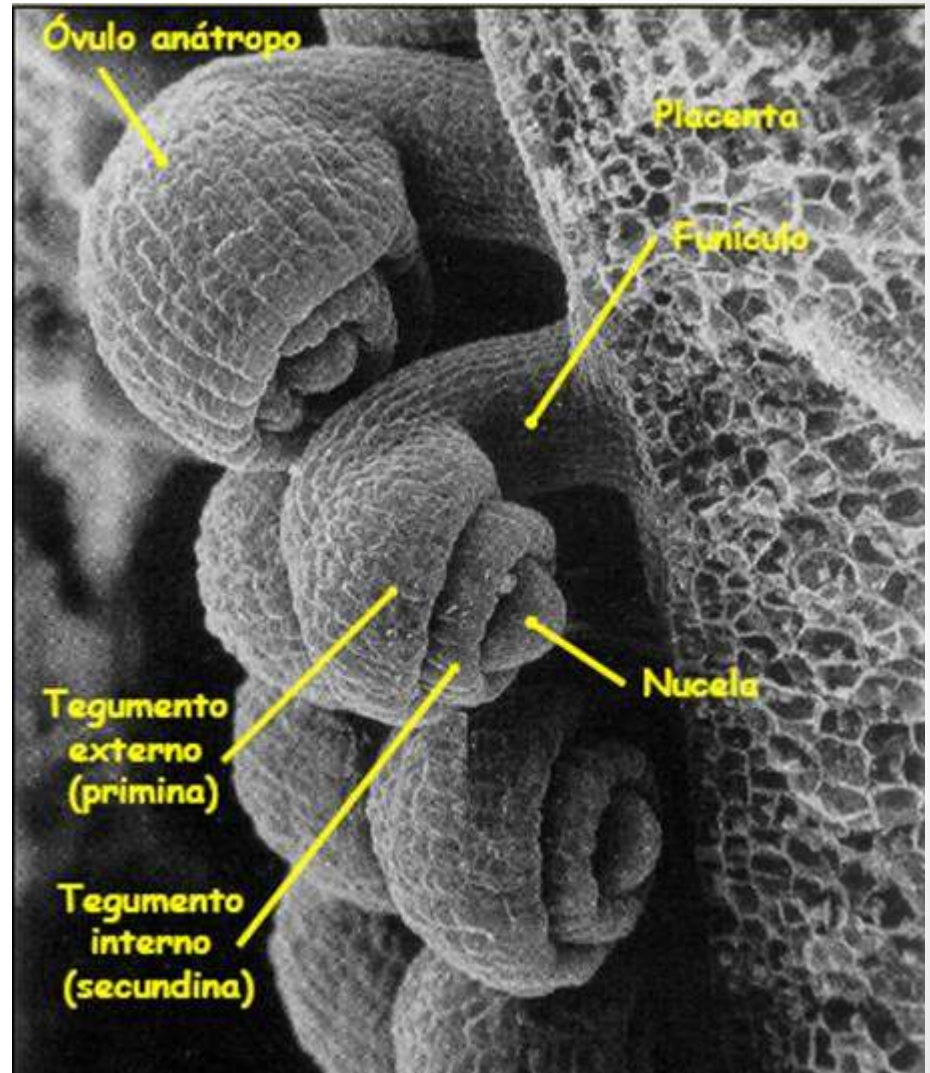


Episperma

- La cubierta seminal se forma a partir de los tegumentos del óvulo. A veces intervienen las capas periféricas de la nucela



foto: s13610



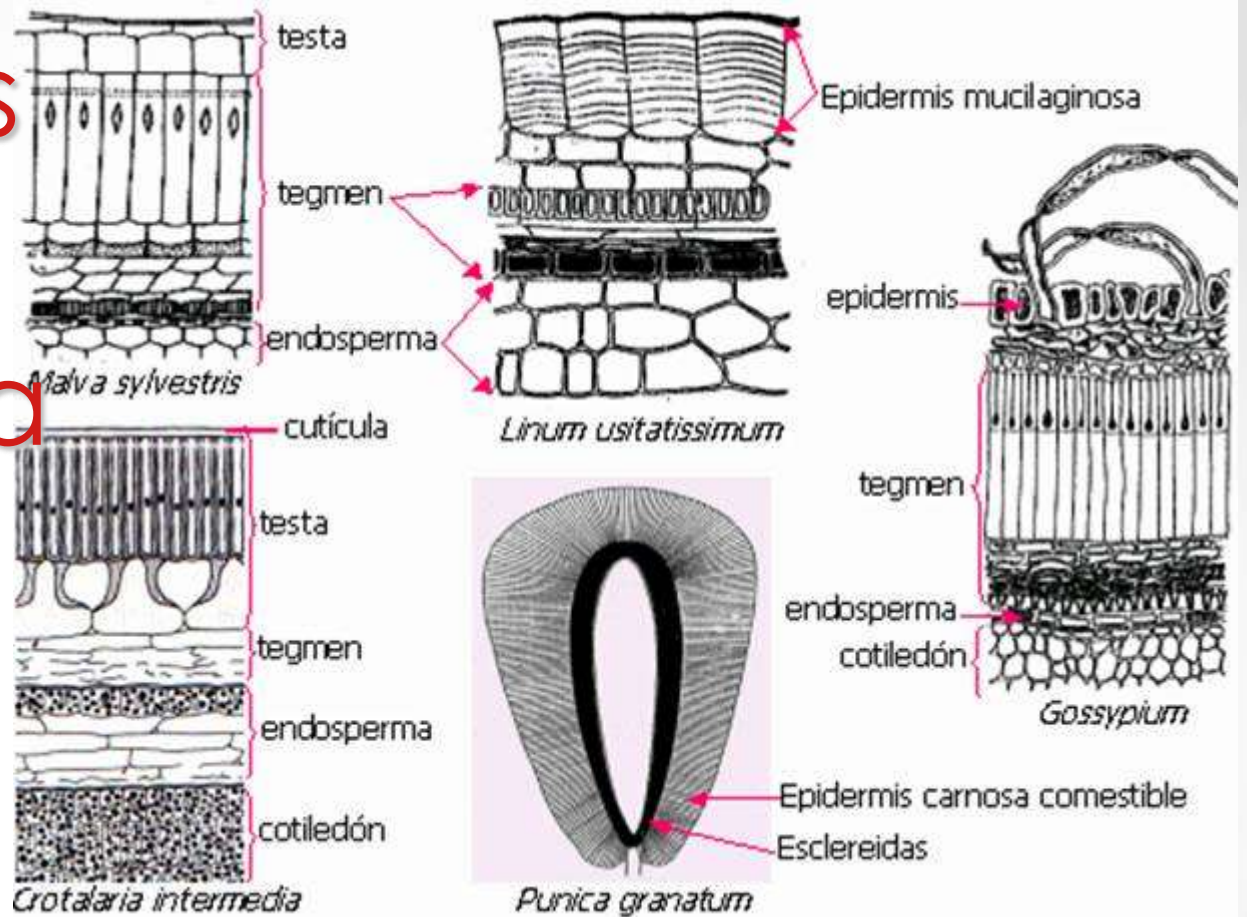
Episperma

Funciones

- ❖ Proteger las partes internas contra choques y abrasiones.
- ❖ Servir como barrera a la entrada de microorganismos en la semilla.
- ❖ Regular la velocidad de rehidratación de la semilla, evitando o disminuyendo posibles daños causados por las presiones desarrolladas durante la absorción.
- ❖ Regular la velocidad de los cambios gaseosos (oxígeno y gas carbónico) .
- ❖ Regular la germinación, causando en algunos casos latencia.



Variantes del Episperma



En algunas gimnospermas con tres capas Sarcotesta, esclerotesta y endotesta

En **angiospermas** suele ser seca y de tres capas

- Externa (primina)
- **TESTA (dura y resistente)**
- Interna (secundina) **TEGMEN (delgada)**

Variantes del Episperma

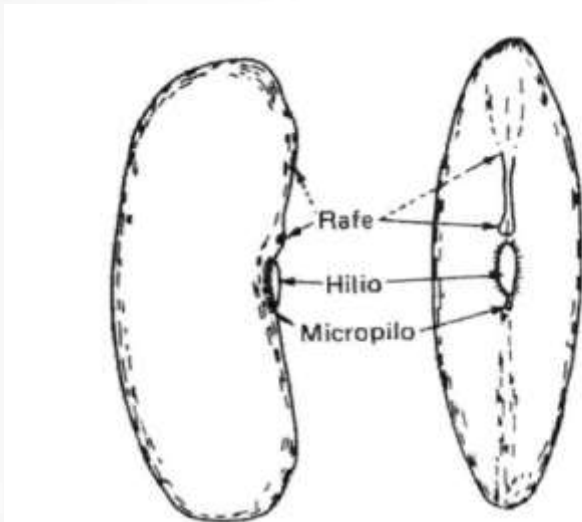
- Se modifica formando

- fibras (algodón),
- mucilaginoso (jitomate),
- endurecida (macroesclereidas : legumbres) o
- carnososo (granada)



Exteriormente en la testa se pueden distinguir:

Micrópilo: es un poro que corresponde al micrópilo del óvulo. En la semilla generalmente es un lugar de ingreso de agua y punto de salida de la radícula.



Hilo: cicatriz que deja el funículo al romperse. El funículo en el óvulo es una especie de cordón umbilical que lo une a la placenta por donde pasan los tejidos de conducción que alimentan al óvulo durante su formación y hasta la madurez de la semilla.

Exteriormente en la testa se pueden distinguir:



Rafe: en los óvulos anátropos, el funículo se suelda al óvulo en un recorrido amplio (casi todo un costado) ese trozo de funículo soldado permanece en la semilla como un reborde o costura.

En las semillas derivadas de óvulos campilótropos en cambio es muy corto y no existe en las semillas derivadas de óvulos ortótropos.

Tejido de reserva

Almidón

- Endospermo farinoso por ejemplo en gramíneas. El mas distribuido.

Proteínas

- Se encuentra en la aleurona de los cereales o como gluten y en algunos cotiledones (soja; *Glycine max*, arveja, lenteja *Lens culinaris*).

Grasas

- Se acumulan en los cotiledones (semillas oleaginosas). Nuez, cacahuate, girasol

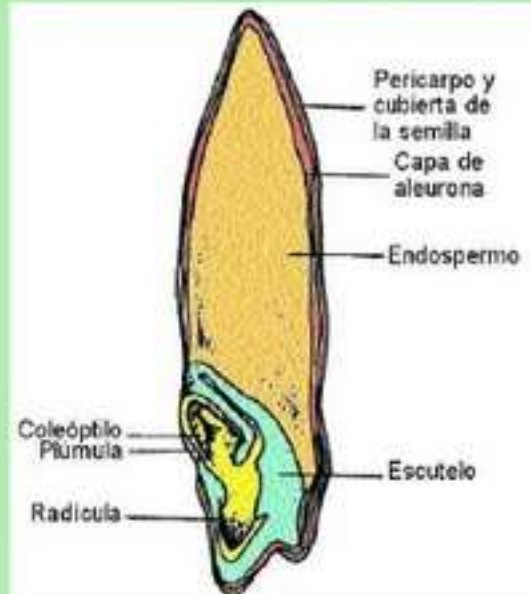
Hemicelulosas

- Se acumulan en las paredes celulares que se vuelven duras y resistentes

Las semillas se clasifican según su contenido de reserva

CEREALES: En este tipo de semillas predominan **los hidratos de carbono**, principalmente, el **almidón**, aunque también contienen proteínas y lípidos. El almidón de los cereales se almacena en el **endospermo**, en forma de granos intracelulares. Las proteínas se almacenan en la capa de **aleurona**.

Azcón-Nieto, J y Talón M. 1993. "Fisiología y Bioquímica vegetal". Interamericana/ McGraw-Hill



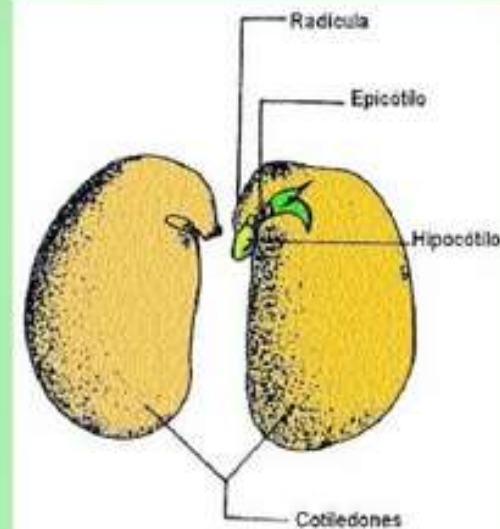
Las semillas se clasifican según su contenido de reserva

• **SEMILLAS OLEAGINOSAS:** En ellas predominan **los lípidos** (triglicéridos). También contienen proteínas y, en general, poseen un bajo contenido en almidón.



Las semillas se clasifican según su contenido de reserva

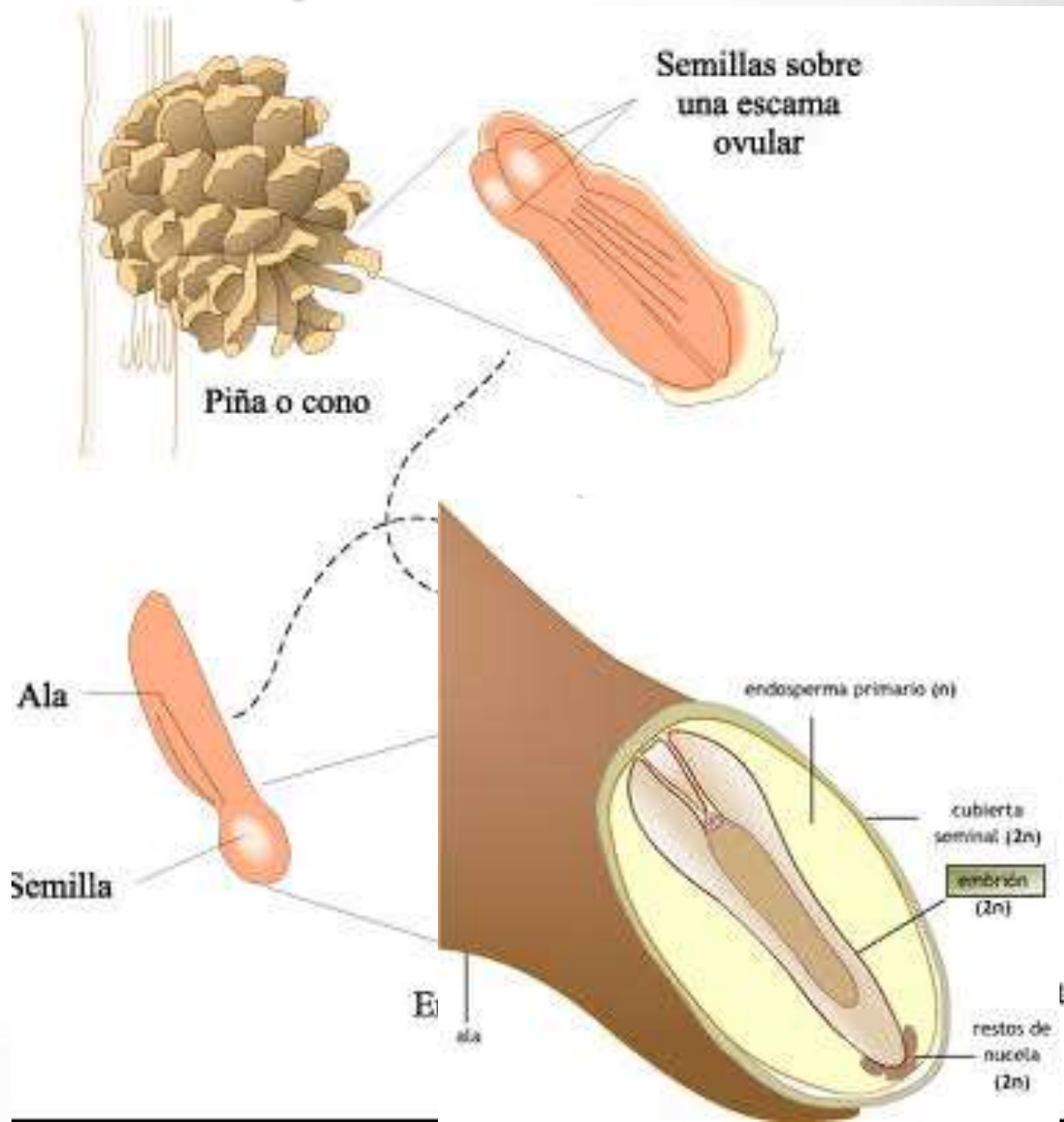
• **LEGUMINOSAS:** Ricas en **proteínas** (albumina y globulina) y **almidón**, pero con un bajo contenido en lípidos. Su utilización para consumo humano es muy importante. Sus proteínas se almacenan en los cotiledones y son deficitarias en el aminoácido **metionina**.



Azcón-Nieto, J y Talón M. 1993. "Fisiología y Bioquímica vegetal". Interamericana/ McGraw-Hill

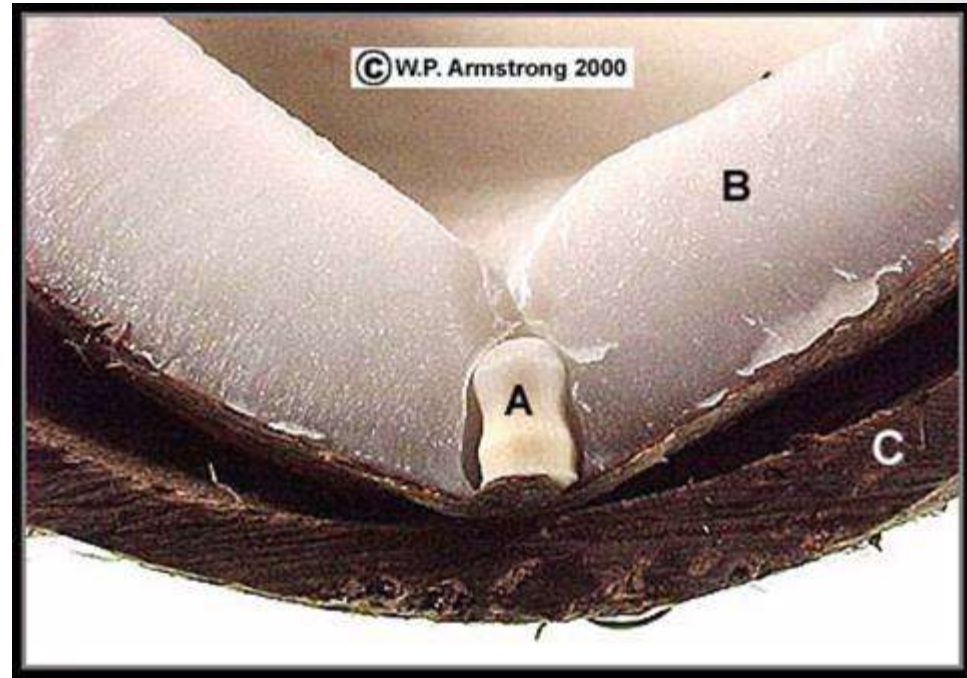
¿Donde esta el tejido de reserva?

- En *Gimnospermas* se almacenan grasas, aceites y proteínas en el **endosperma primario, prótalo o gametófito femenino**, cuya dotación cromosómica es haploide.



¿Donde esta el tejido de reserva?

- En las *Angiospermas* es común.
- Su ausencia, característica de las semillas de *Orchidaceae*, es rara.

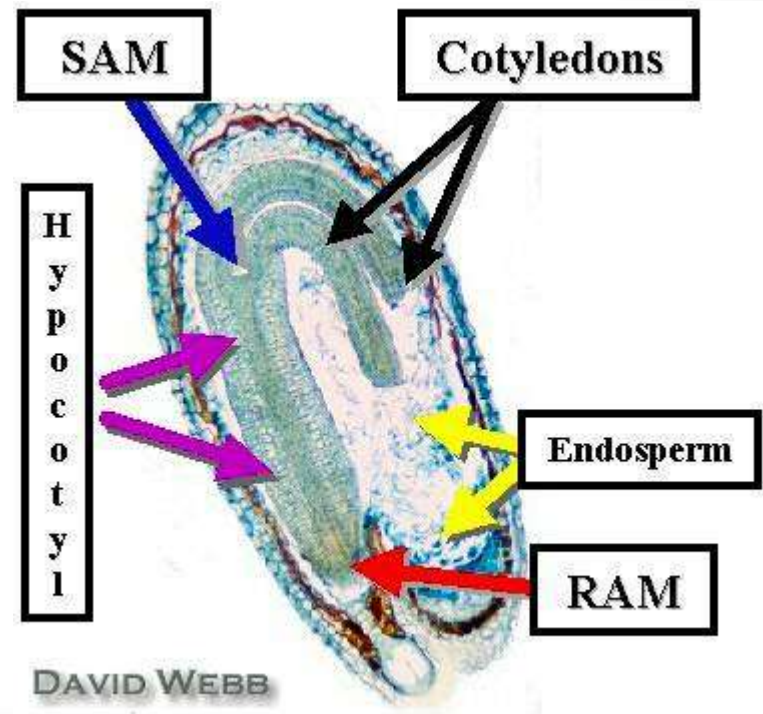
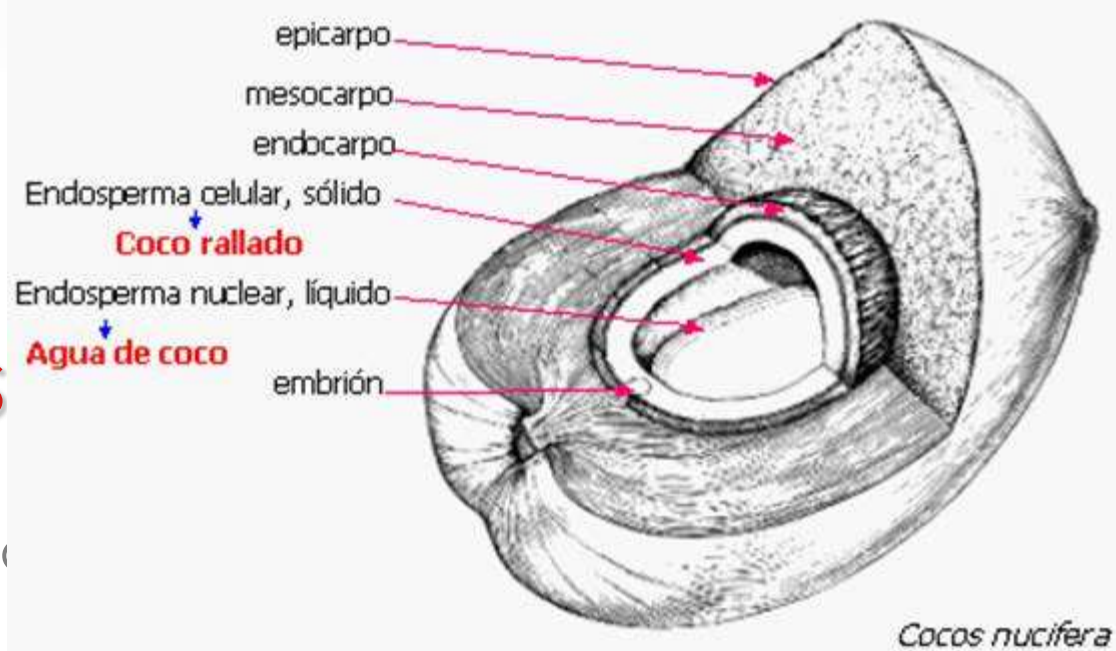


Tipos de semillas

- Albuminadas o endospermadas
- Perispermadas
- Exalbuminadas o exendospermadas

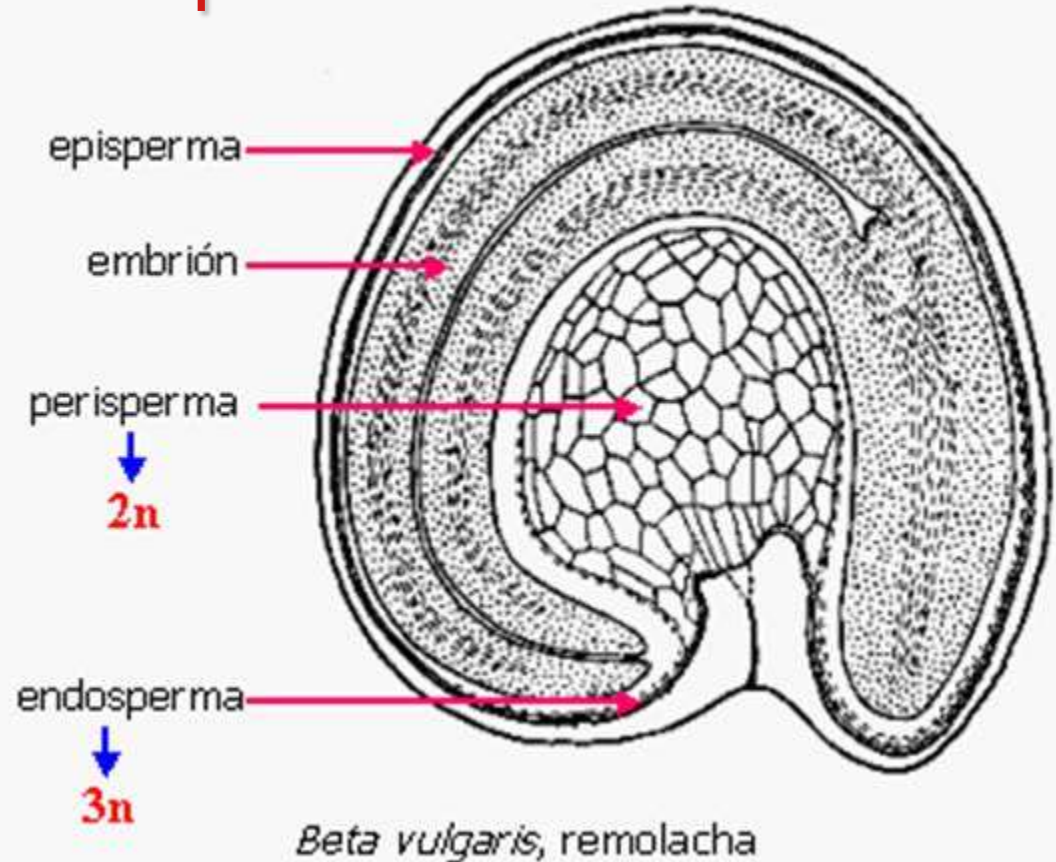
Semillas albuminadas o endospermadas

- Las reservas se acumulan en el endosperma originado por la doble fecundación. El tejido es triploide generalmente.
- A su madurez, tiene una consistencia esponjosa y rodea al embrión.
- Los embriones presentan cotiledones foliáceos o filiformes
- Ejem: Poaceae, Liliacea, Apiaceae, Anonaceas



Semillas perispermadas.

Las sustancias de reserva se acumulan en el **perisperma**,
Se presenta en semillas de *Amaranthaceae*,
Chenopodiaceae,
Polygonaceae.

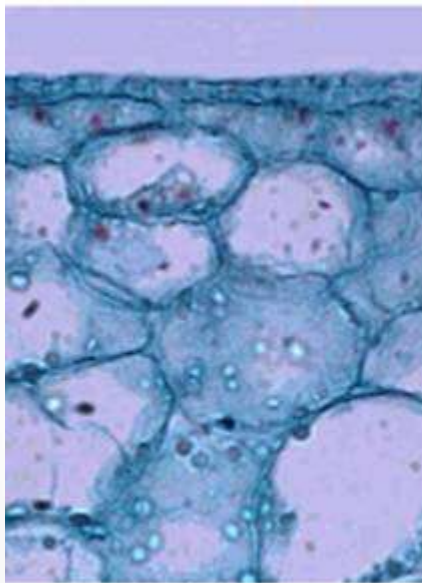


El **perisperma** es el tejido nucelar que resulta de las numerosas mitosis que se producen en la nucela del óvulo, y por lo tanto su dotación cromosómica es diploide ($2n$). Perdura y se carga de sustancias de reserva.

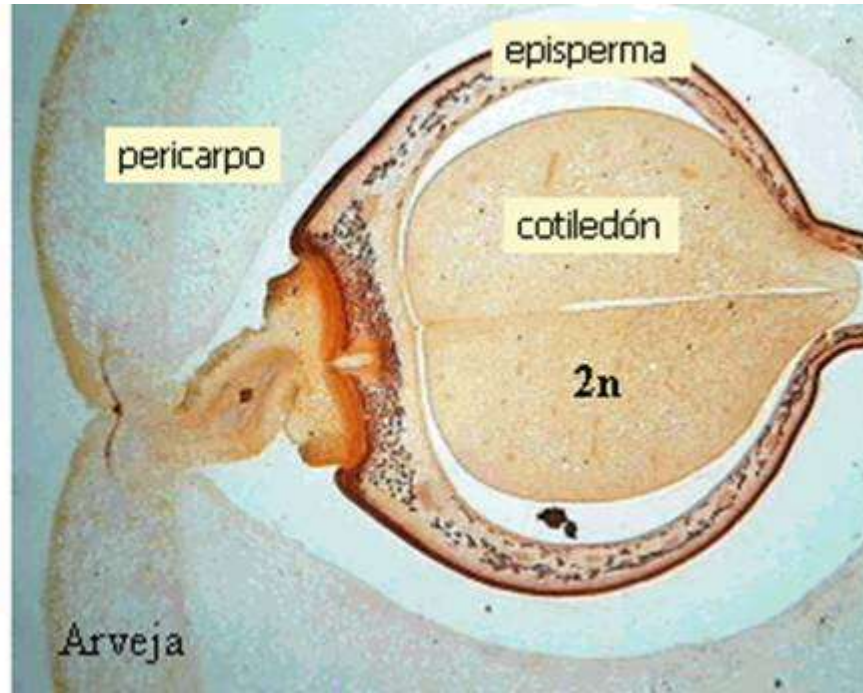
Pimientos, acelgas

Semillas exalbuminadas o exendospermadas

El endosperma se consume durante el desarrollo del embrión. Las sustancias de reserva para la germinación se acumulan en los cotiledones, que se vuelven carnosos. El embrión con plúmula con epicotilo desarrollado. Ejem. Nuez, leguminosas.



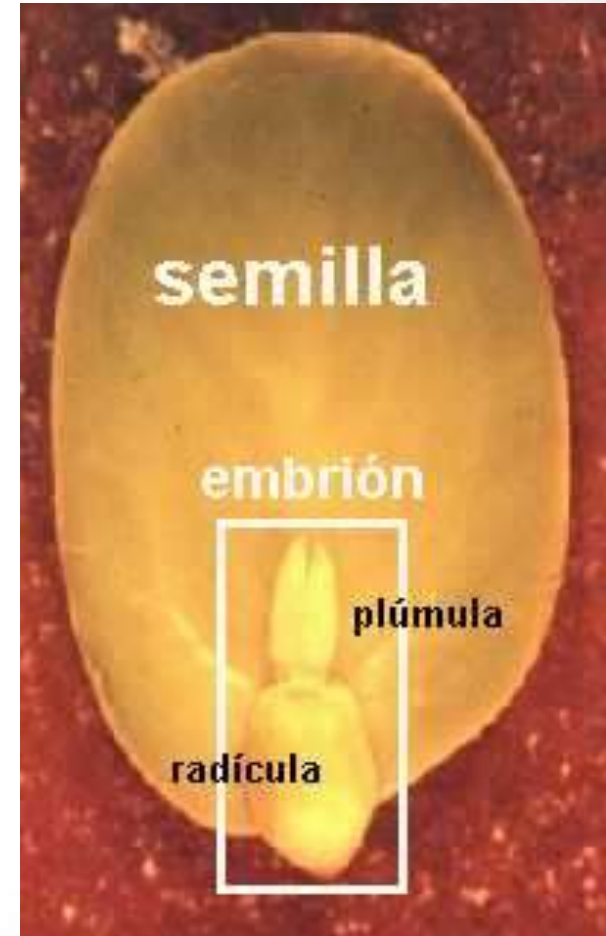
Cotiledón,
parénquima reservante



Arveja

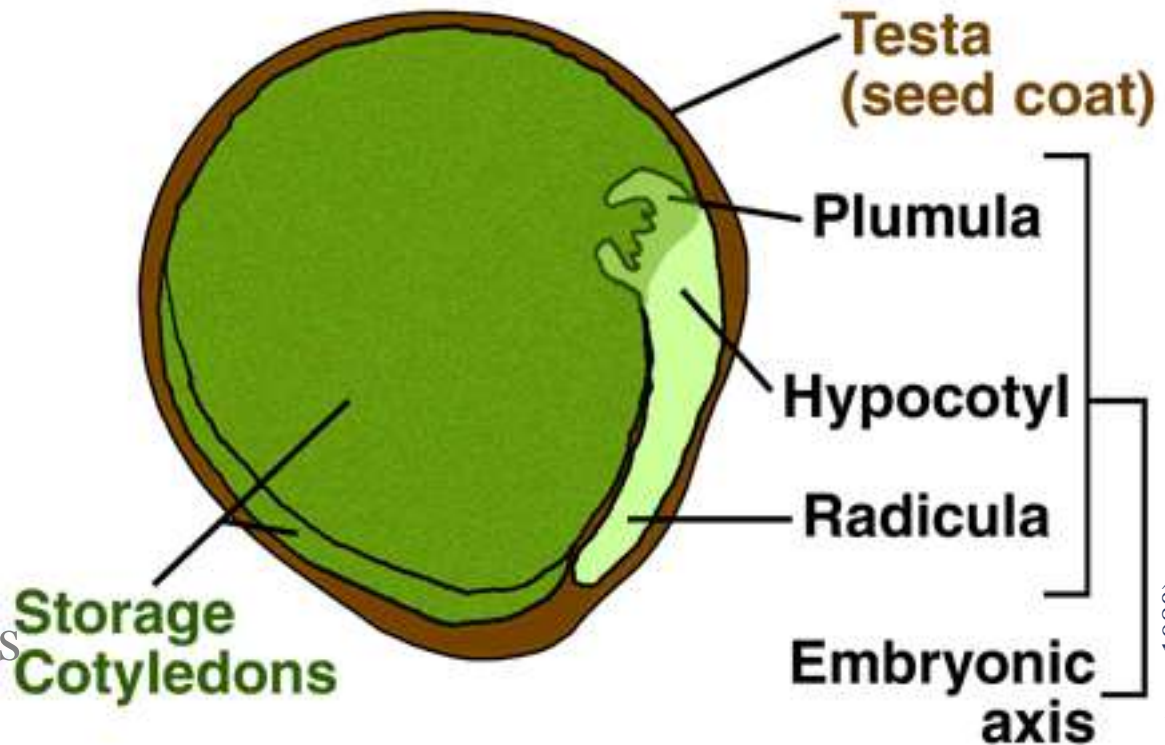
¿Qué es el embrión de una planta?

- Es el bosquejo de la futura planta que se encuentra todavía dentro de la semilla, es algo así como una planta en miniatura en estado de vida latente.
- El embrión mayormente es el resultado de la fecundación de la oófera (gameto femenino de las espermatofitas, ubicada en el saco embrionario dentro del óvulo y rodeado por dos células llamadas sinérgidas).



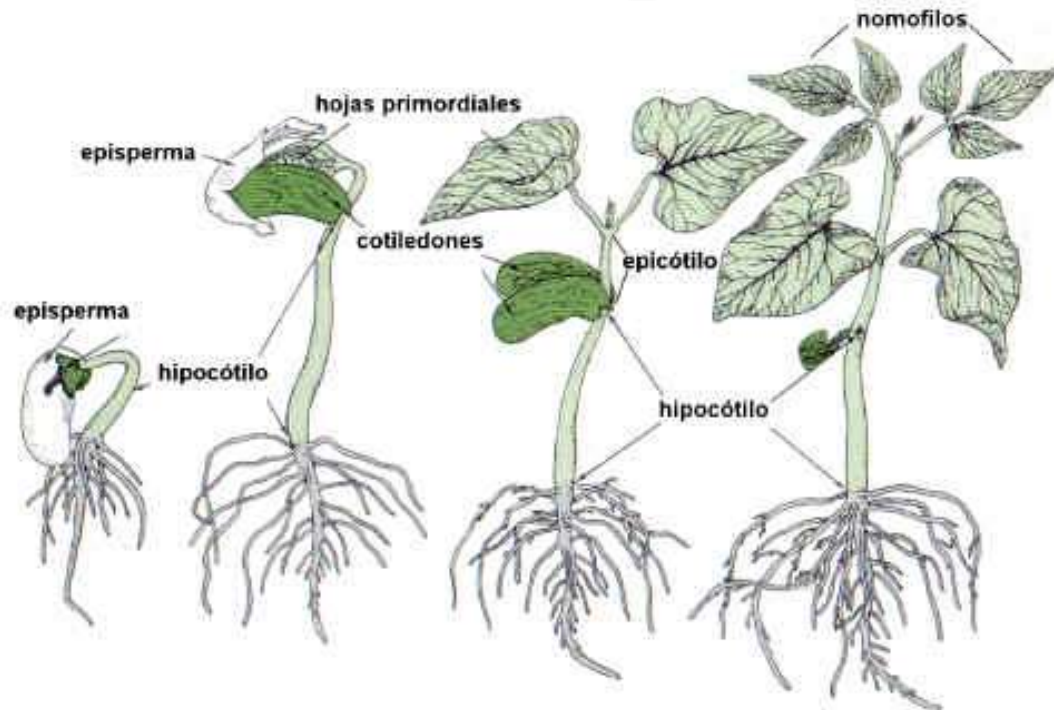
¿Como esta constituido embrión de una planta?

El embrión está formado por la **radícula** dirigida hacia la micrópila, el **hipocótilo** que es un vástago corto, los **cotiledones** que son las primeras hojas y la **plúmula** o gémula que es el ápice caulinar y a veces algunos primordios foliares.

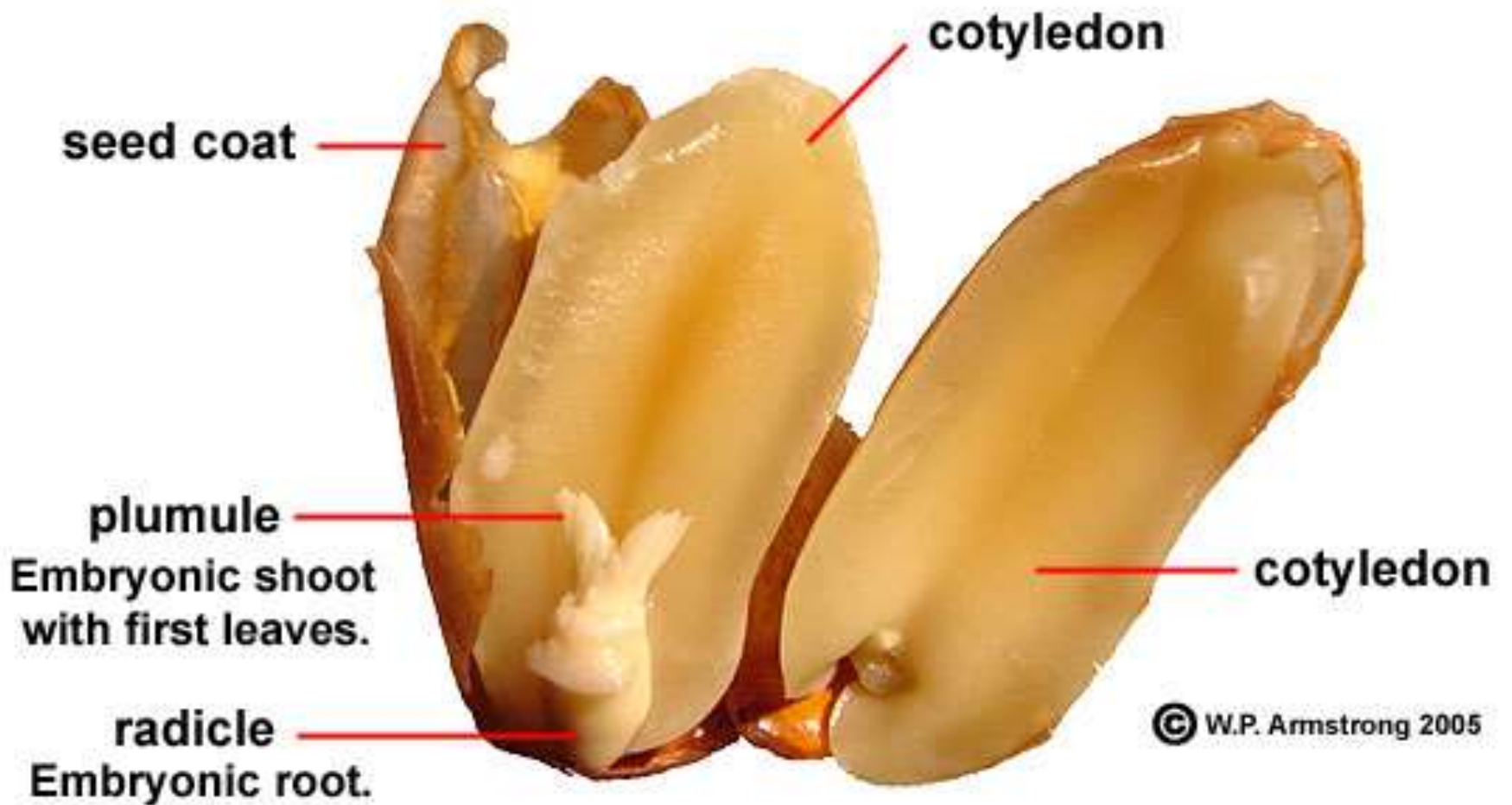


Pisum sativum

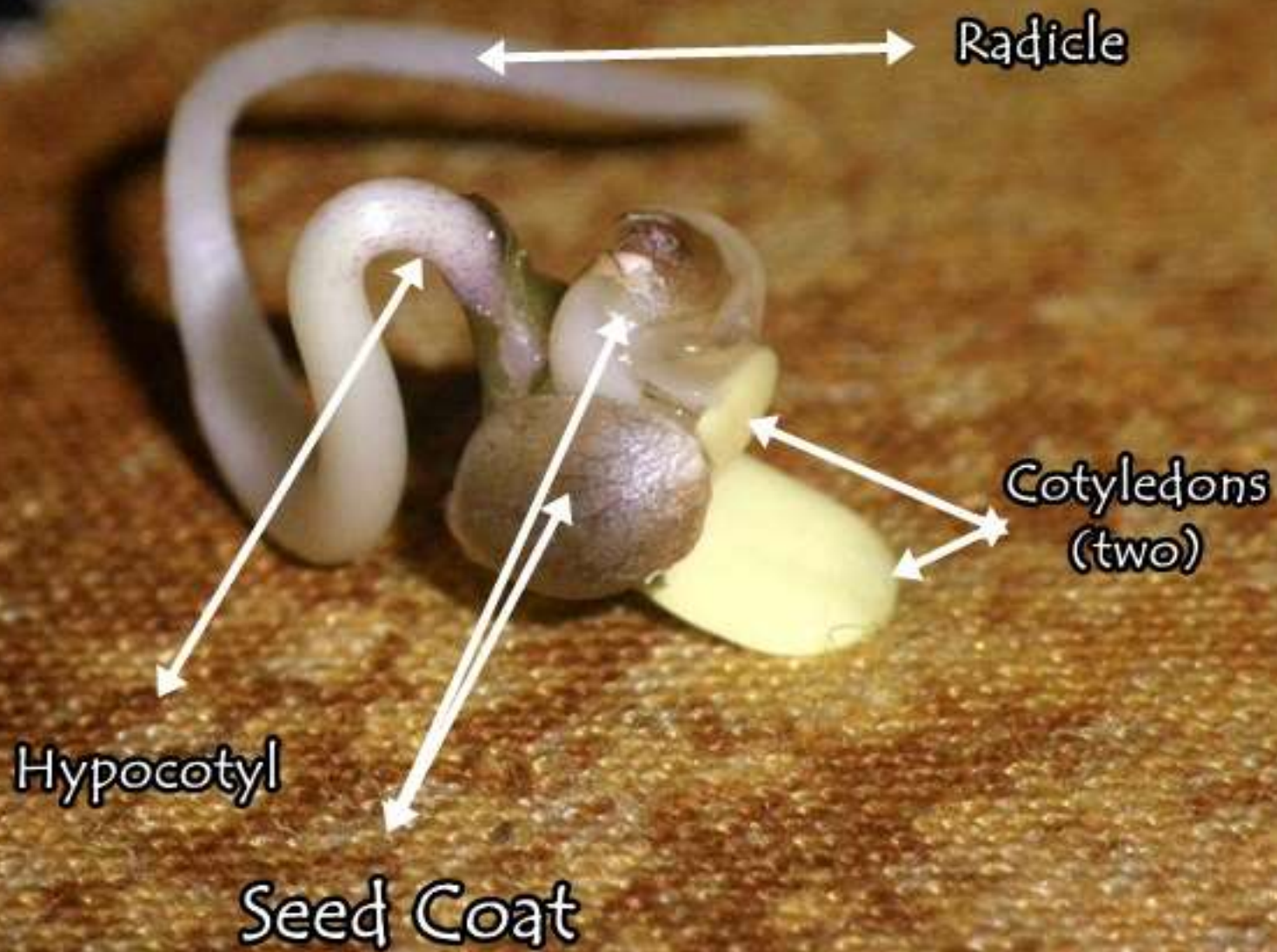
¿Embrión vs. plántula?



- La radícula es la parte del embrión que emerge primero. Una vez fuera se convierte en una auténtica raíz, produciendo pelos absorbentes y raíces secundarias.
- La plúmula es una yema, se encuentra a lado opuesto de la radícula.
- El hipocotilo es el espacio entre la radícula y la plúmula. Se divide a su vez en el eje hipocotíleo, situado a continuación de la radícula y el eje epicotíleo, situado por encima de los cotiledones. Se convierte en un tallo.
- cotiledones, que adquieren la función de primeras hojas o de reserva alimenticia, a veces ambas cosas a la vez.



Peanut Seed (*Arachis hypogaea*)



Radicle

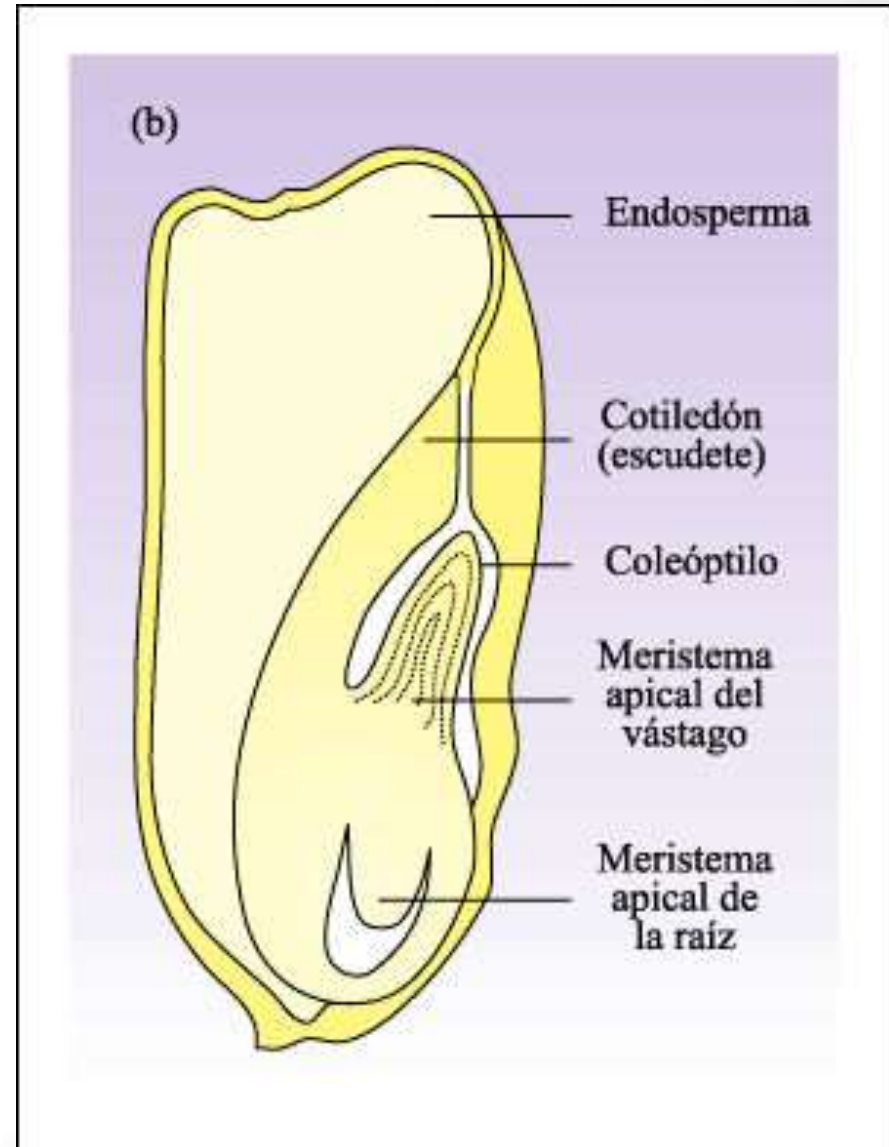
Cotyledons
(two)

Hypocotyl

Seed Coat

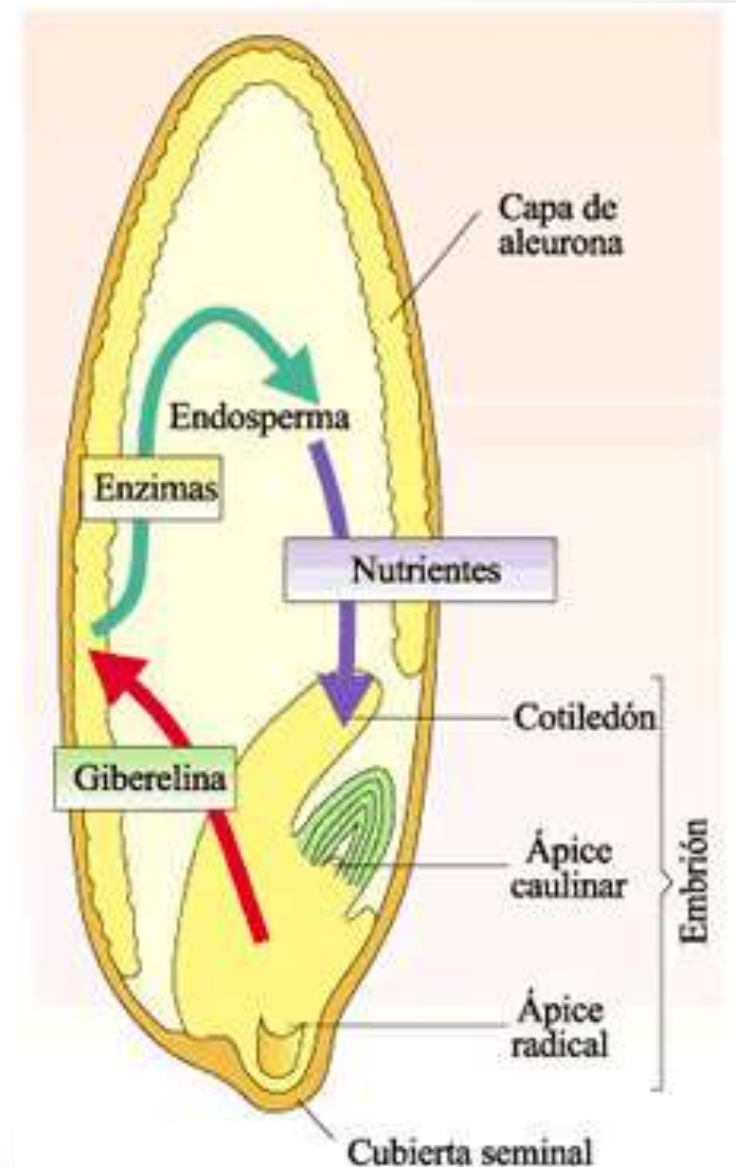
Semillas de Monocotiledóneas

- El embrión se presenta ocupando el tercio inferior de la semilla y se encuentra rodeado por una sustancia harinosa: el endosperma.
- Embrión es asimétrico.
- La presencia de la sustancia de reserva en el endosperma indica que estas semillas son albuminadas o endospermadas.
-



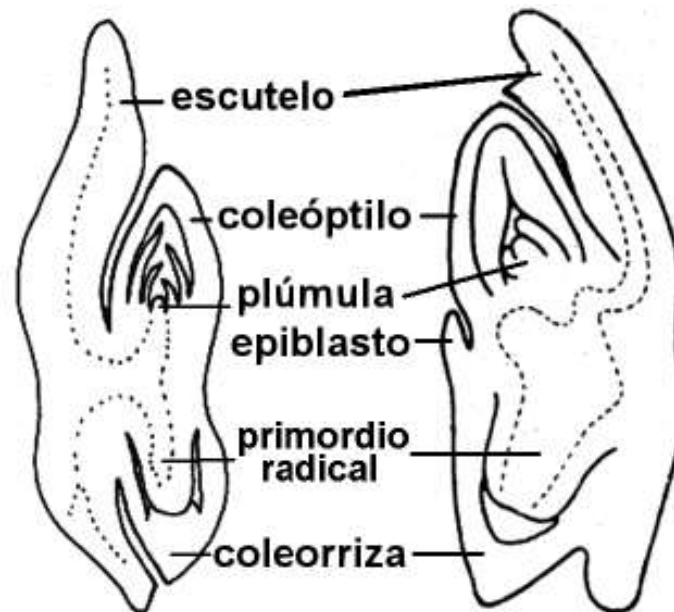
Semillas de Monocotiledóneas

- En el embrión puede distinguirse un pequeño cotiledón, que se halla adosado al endosperma, unido al talluelo por el nudo cotiledonal.
- El cotiledón de las monocotiledóneas produce enzimas que ayudan a solubilizar las sustancias de reserva para que puedan ser aprovechadas por el embrión.
- embrión.



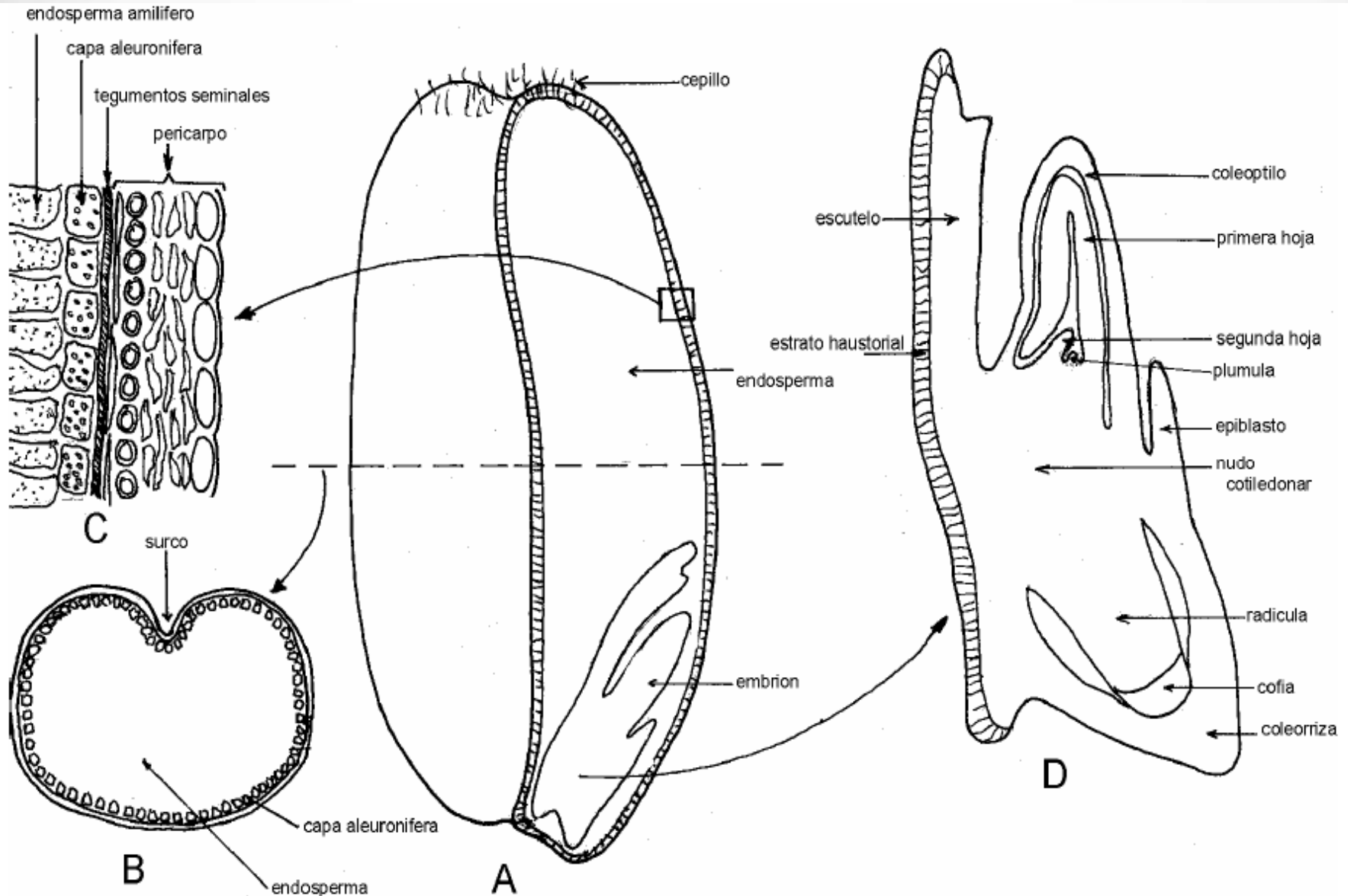
Semillas de Monocotiledóneas

- La radícula o raíz embrionaria está protegida por una estructura a modo de capuchón llamada **coleorriza**, que se desgarrará durante la germinación. La plúmula también se halla protegida por otra envoltura, el **coleóptilo**, formado por parte del cotiledón y que protege a las primeras hojas en su ascenso hacia la superficie.

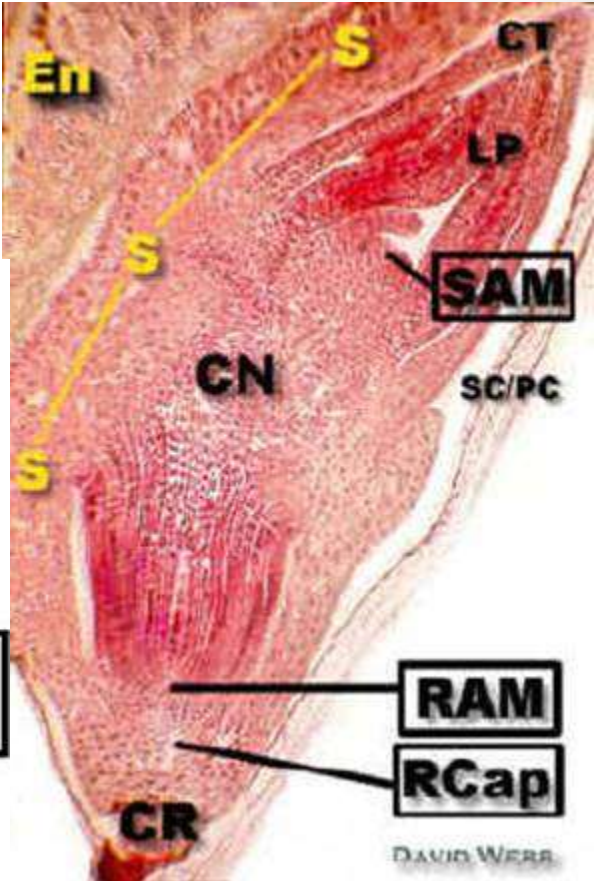
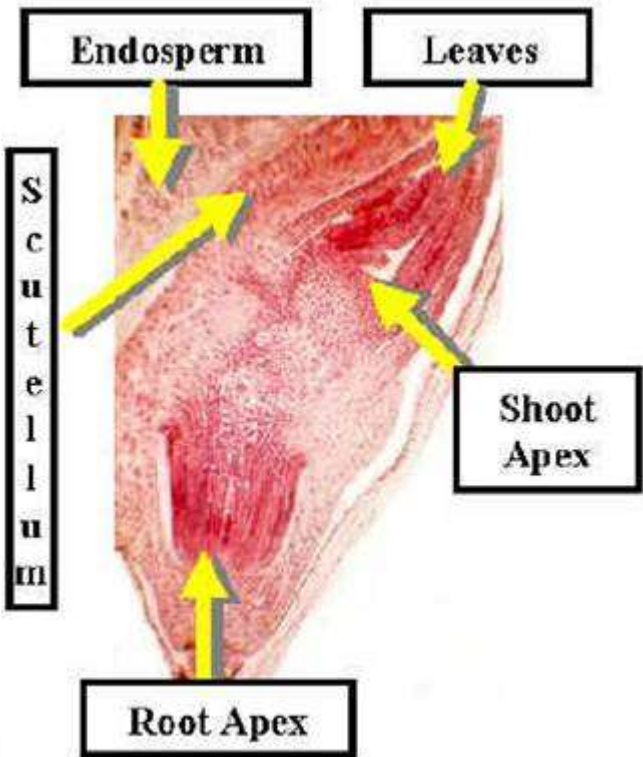
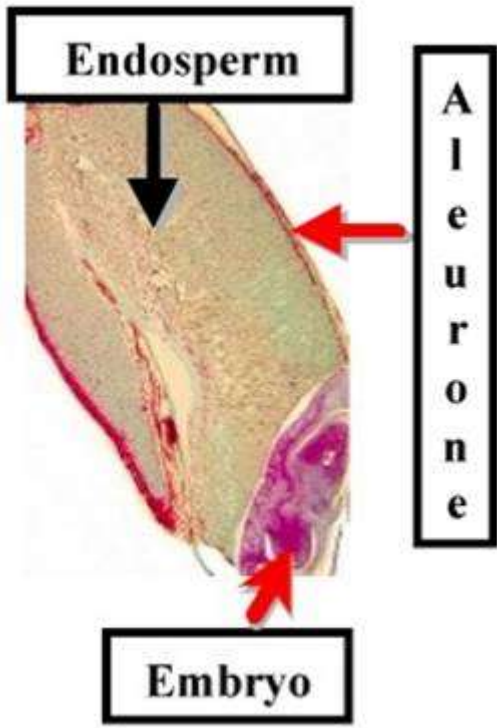
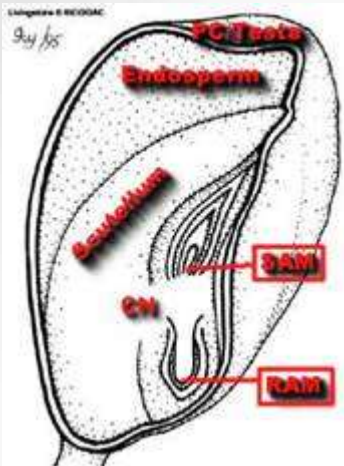


Pericarpo constituido de capas colapsadas

Semillas de cereales



Semillas de cereales

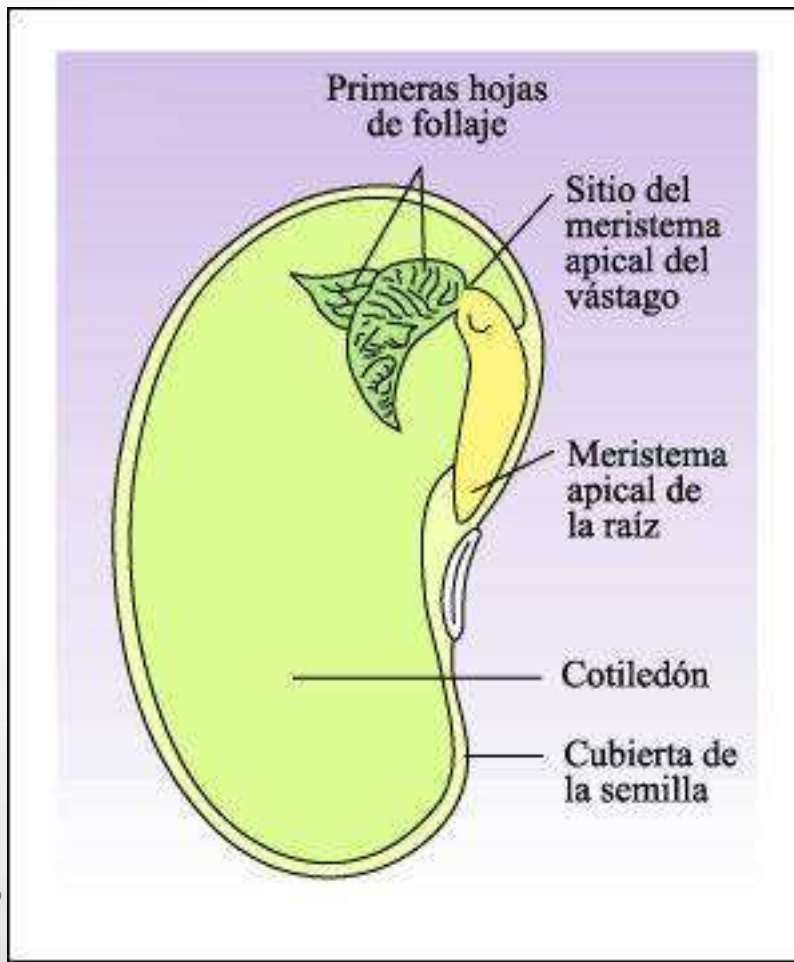


Semillas de cereales

1. Cotiledón denominado escutelo se ubica en el nudo cotiledonar
2. Endosperma grande respecto del resto del embrión
3. Epiblasto si presente, una expansión pequeña, quizás vestigios de un segundo cotiledón
4. Radícula protegida por un estuche o dedal (coleorriza).
5. Plúmula en el extremo del epicótilo y protegida por un estuche o dedal (coleóptilo)
6. El coleóptilo nace en un nudo del epicótilo denominado nudo coleoptilar.
7. El embrión de algunas gramíneas, maíz, avena, etc, desarrolla un entrenudo ubicado entre el nudo cotiledonar y el nudo coleoptilar, sería el primer entrenudo de la plántula y se denomina mesocótilo.

Semillas de Dicotiledóneas

- Con hilum, micropilo y rafe definidos

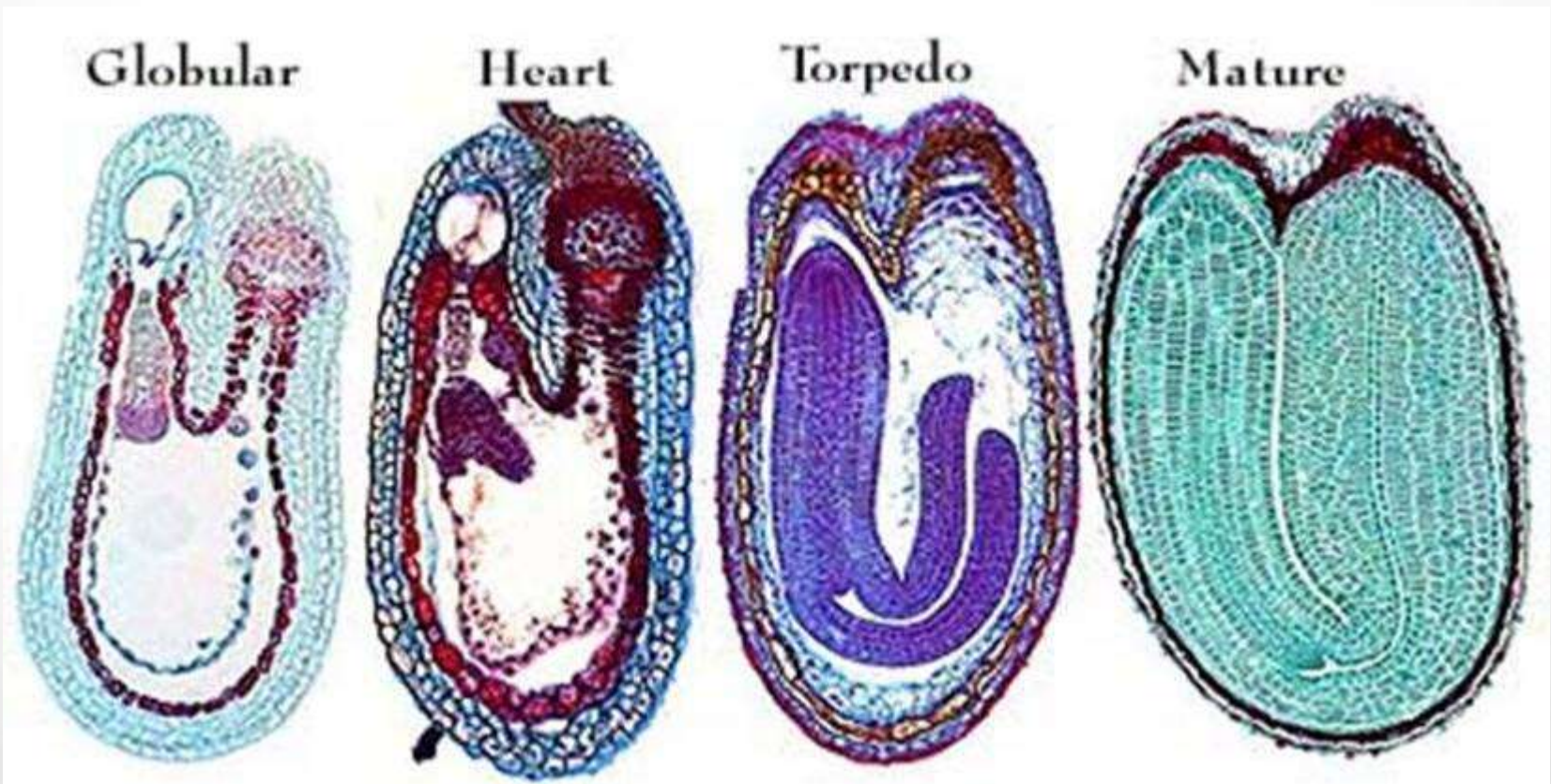


- Poseen semillas exalbuminadas o exendospermadas,
- El embrión acumula las sustancias de reserva en sus cotiledones. Este es uno de los motivos por el cual éstos se encuentran tan desarrollados. En este caso, el endosperma como tal deja de existir.

Desarrollo del embrión en dicotiledóneas

Estados

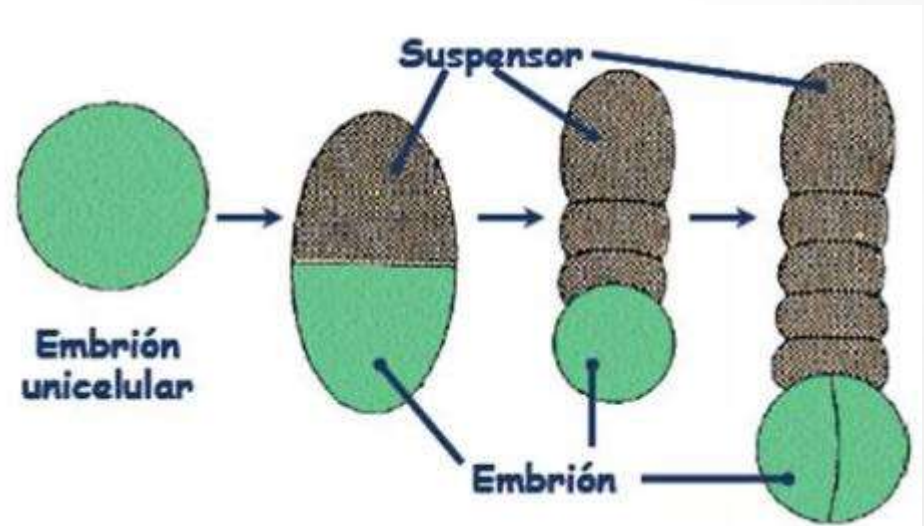
1. **Globular**
2. **Acorazonado**
3. **Torpedo**
4. **Maduro**



Desarrollo del embrión

1. El cigoto ($2n$)
2. Por mitosis produce 2 células
 - El **suspensor** del embrión (la más **externa**) o **embrióforo**,
 - El futuro **embrión** (la más **interna**).
3. En dicotiledóneas, el suspensor se alarga por varias mitosis
 1. la célula más externa es más grande: **célula basal**.
 2. El suspensor forma finalmente 5 células en hilera: **tejido de penetración e hipófisis**.
4. El embrión se divide inicialmente mediante un tabique que separará los dos futuros cotiledones.

Estado Globular

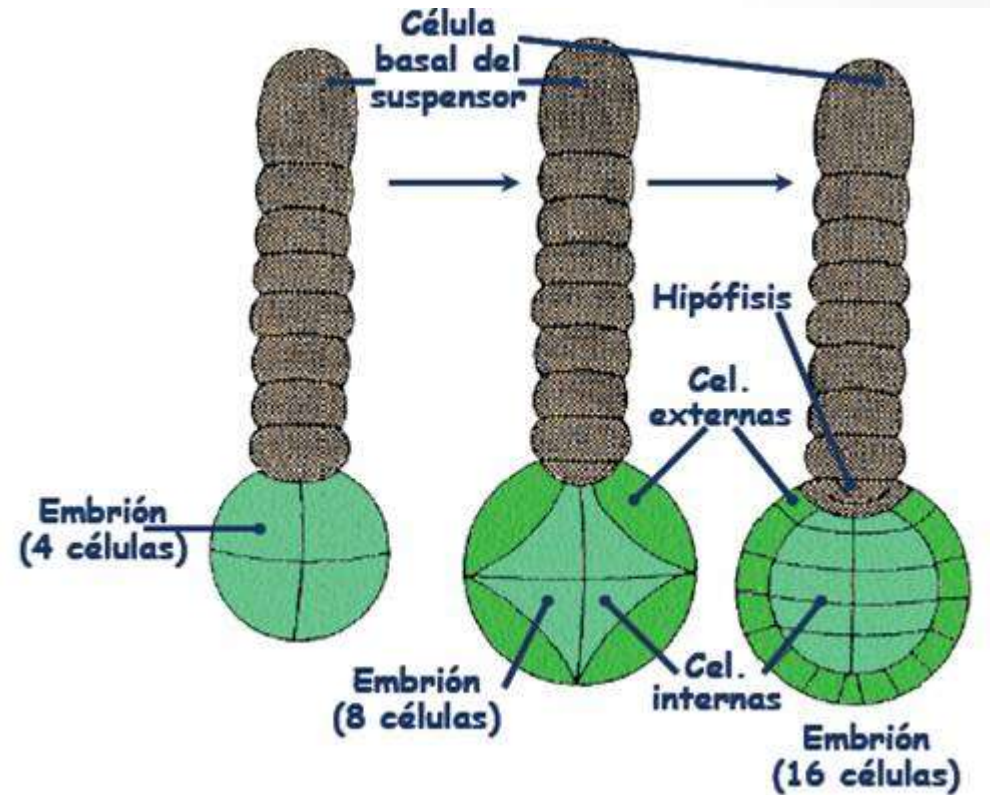


Desarrollo del embrión

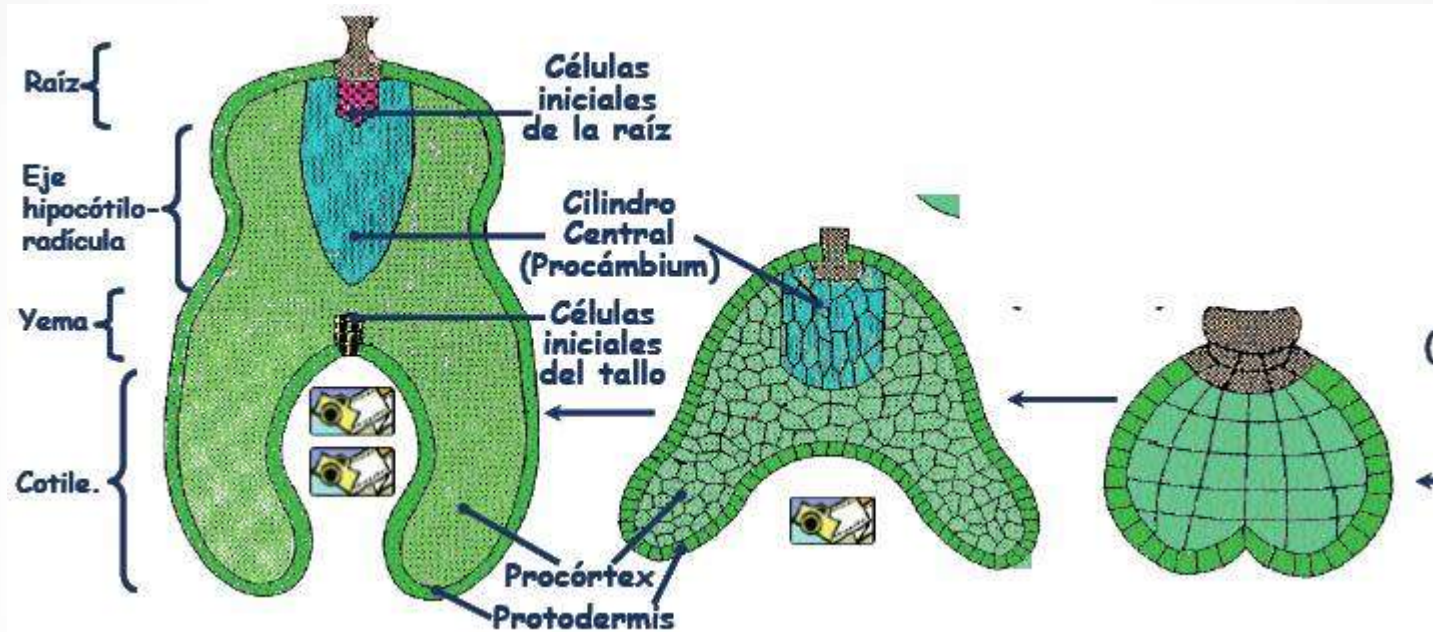
Estado Globular

5. Sucesivas **divisiones mitóticas** producen **8 células**, y más tarde **16**.

- Las 8 más periféricas formarán la epidermis de los cotiledones, el eje hipocótilo y parte de la caliptra.
- Las 8 más internas formarán los tejidos internos.



Desarrollo del embrión



1. Sucesivas **divisiones mitóticas** producen **8 células**, y más tarde **16**.
 1. Las 8 más periféricas formarán la epidermis de los cotiledones, el eje hipocótilo y parte de la caliptra.
 2. Las 8 más internas formarán los tejidos internos.

Estado acorazonado

Formación del Embrión (3)



Tejido nucelar

Célula basal del suspensor
Suspensor del embrión

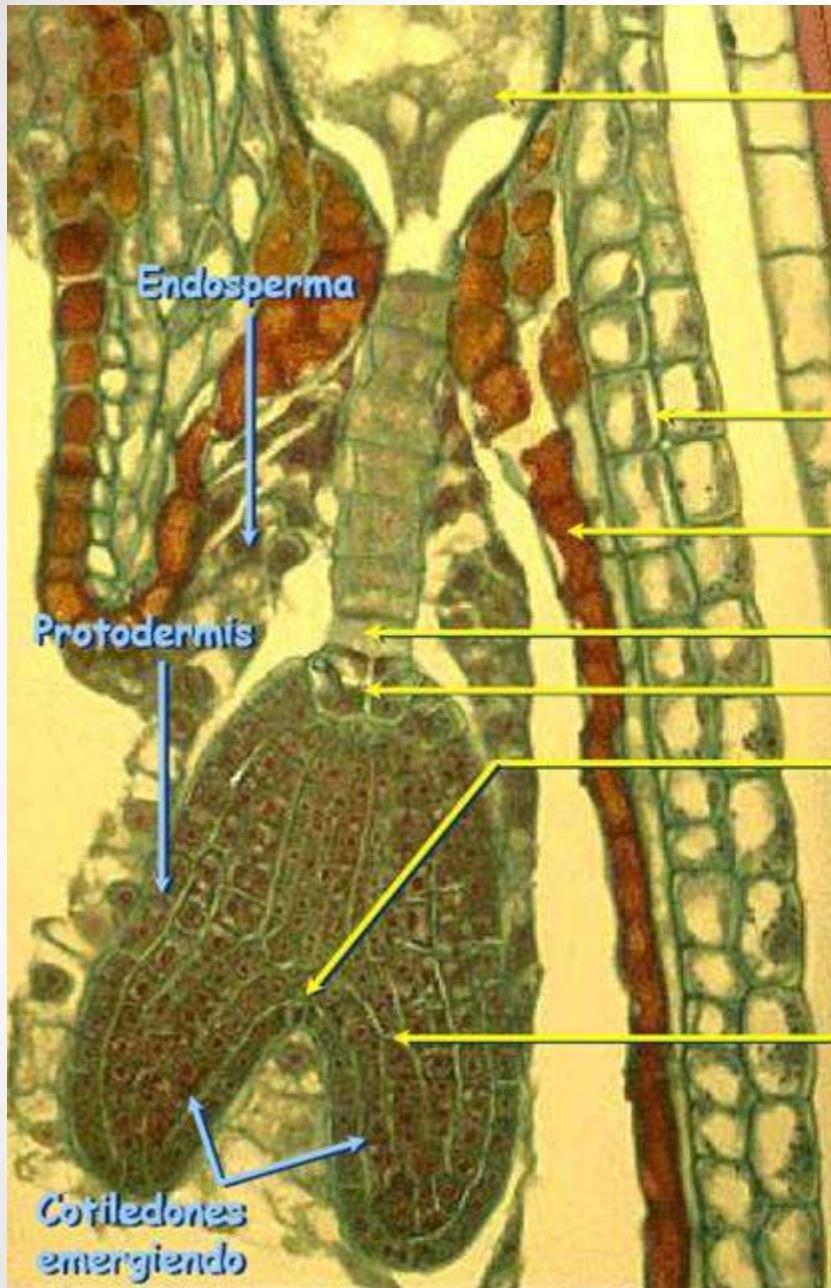
Embrión (en forma de corazón)

Tegumentos seminales

Endotelio

Desarrollo del embrión de *Capsella* sp. Fase donde el embrión tiene forma de corazón debido a la emergencia de los cotiledones.

Formación del Embrión (4)



Célula basal del suspensor

Tegumentos seminales

Endotelio

Hipófisis

Ápice radicular

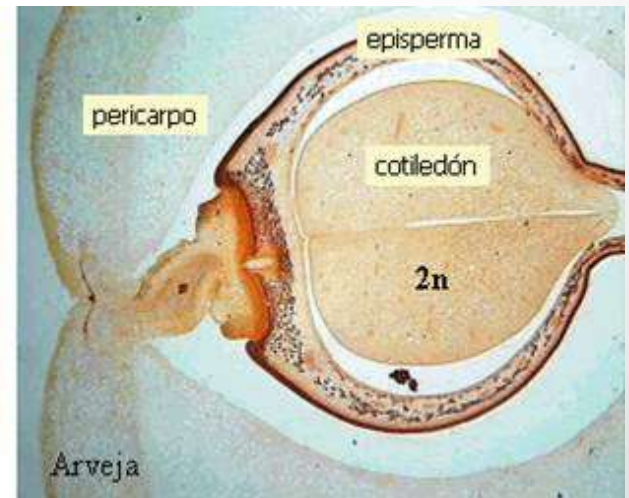
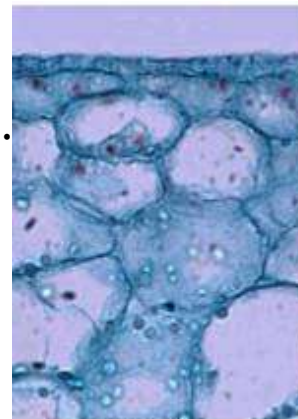
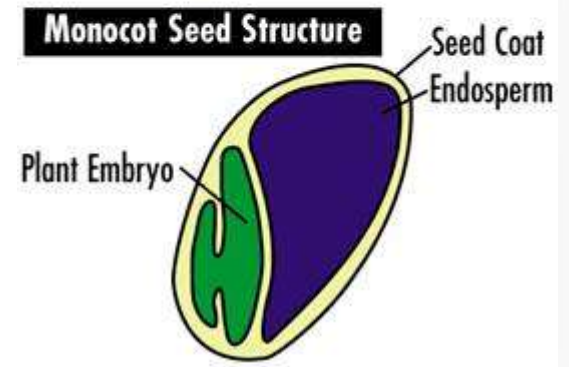
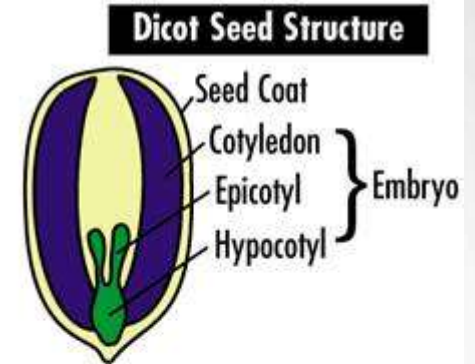
Ápice caulinar

Procámbium

Desarrollo del embrión de *Capsella* sp. Fase donde el embrión tiene forma de corazón debido a la emergencia de los cotiledones. Detalle ampliado.

Desarrollo del endospermo secundario o albumen.

- De la segunda fecundación se forma un **núcleo 3n** que comienza a sufrir divisiones nucleares antes que el cigoto. Se produce un **tejido con células 2n y n**.
- **Función: Acumular reservas** para el desarrollo del embrión.
- Según el tipo de reservas, el albumen puede ser: oleaginoso, córneo, mucilaginoso, amiláceo, etc.
- Si los cotiledones son grandes, el albumen se consume rápido. Si son pequeños, permanece en la semilla hasta la germinación.



Semillas de Gimnospermas:

- **Episperma del integumento**

(tejido diploide del esporofito madre)

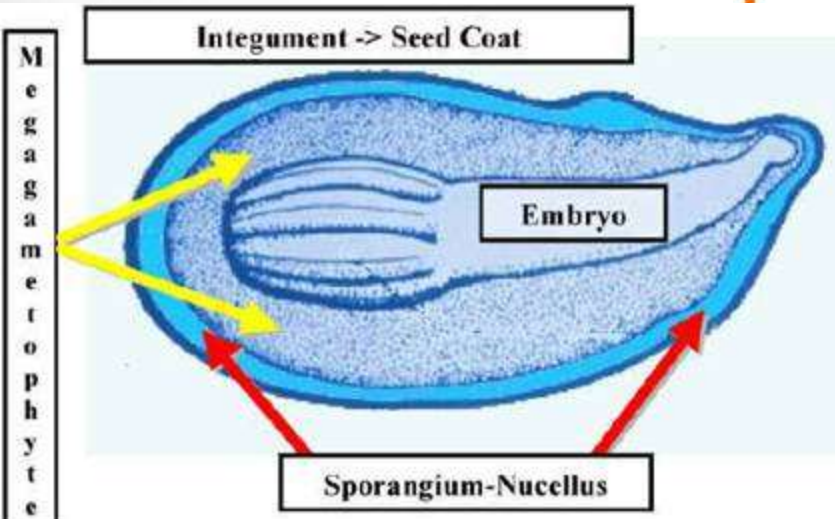
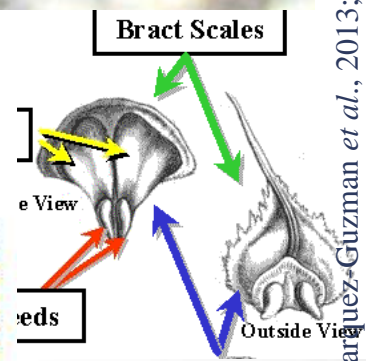
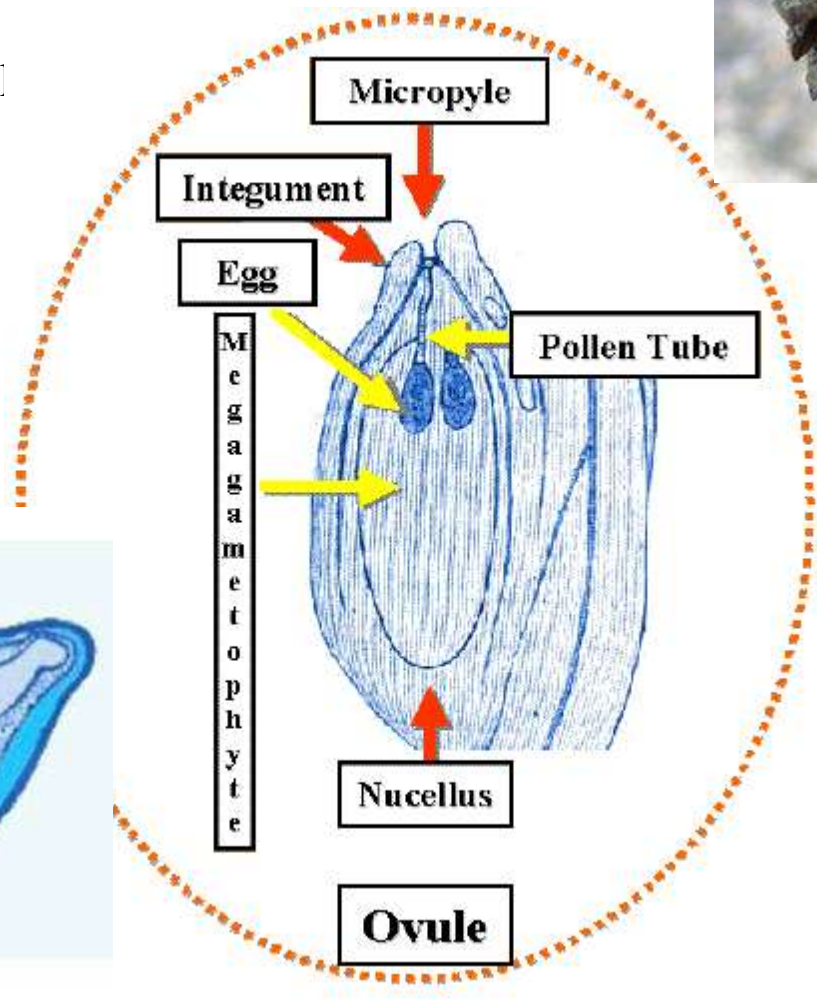
- **Resto nucelar**

(megasporangio; tejido diploide del esporofito madre)

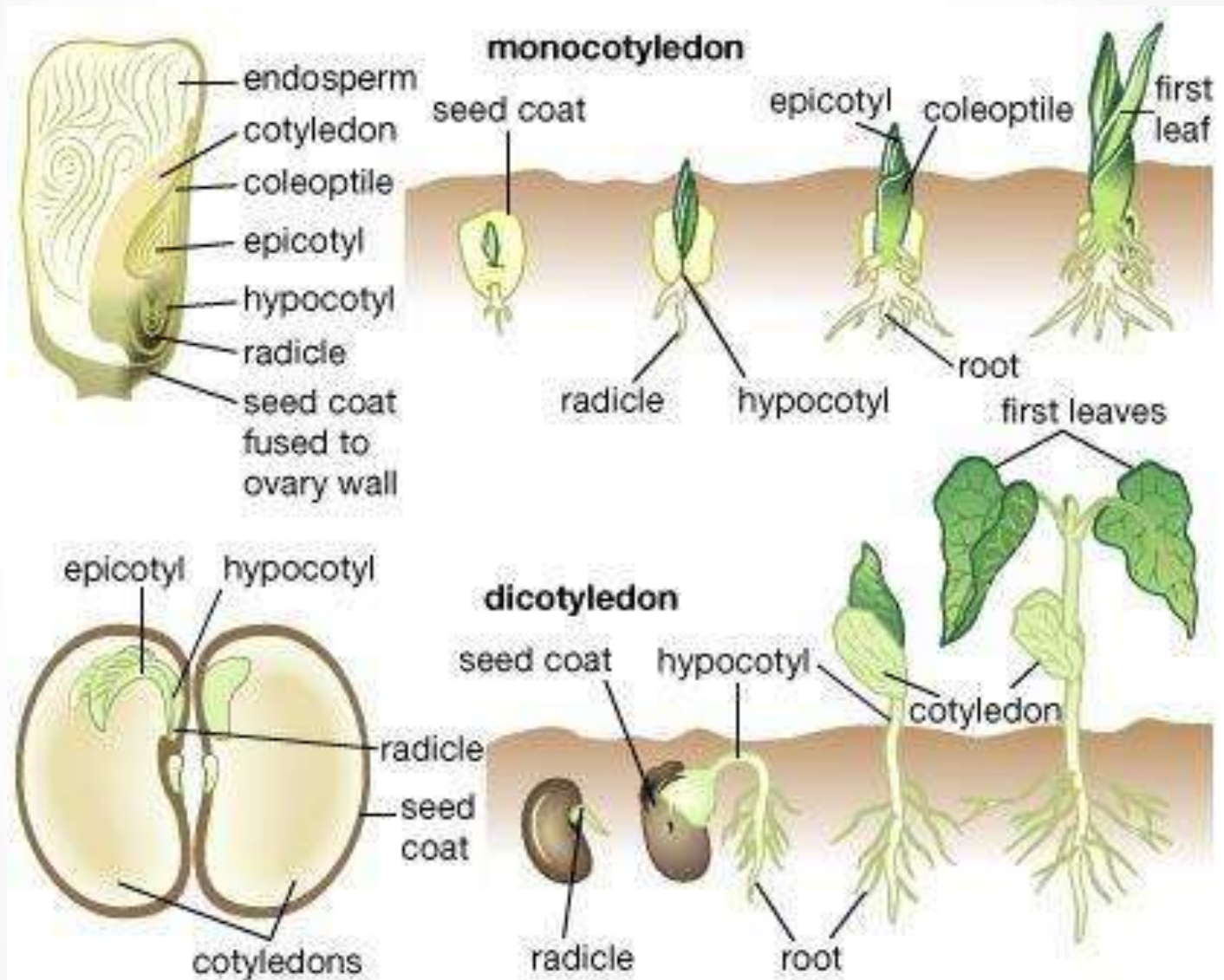
- **Endospermo primario**

(megaprótalo haploide)

- **Embrión diploide**



Germinación



Fuentes de información

La siguiente literatura sirve de base para conocer más sobre el tema y se uso para integrar este material didáctico.

- Azcárraga, M.R; Jacquez, M.P; Bonfil, C.A Y Sandoval, E. 2010. Atlas De Anatomía Vegetal. Ed. UNAM Cuautitlán. 279 Págs.
- Becerra, L.N; Barrera, E Y Marquínez, X. 2002. Anatomía Y Morfología De Los Órganos Vegetativos De Las Plantas Vasculares. Ed. Universidad Nacional De Colombia. 276 Págs.
- Esau, K. 1980. Anatomía Vegetal. Omega. Barcelona, España. 720 Págs.
- Esau, K. 1995. Anatomía De Las Plantas Con Semilla. Hemisferio Sur. 511 Págs.
- Fahn, A. 1974. Plant Anatomy. Pergamon Press. Oxford. England. Anatomía Vegetal. Blume. Madrid, España. 643 Págs.
- Gifford E. Y A. S. Foster 1988. Morphology And Evolution Of Vascular Plants. Ed. Freeman. Nueva York
- Márquez-Guzman J. Collazo O. M., Martínez G. M., Orozco S. A. y Vázquez S. S. (Editoras) 2013. Biología de Angiospermas. Facultad de Ciencias UNAM. México D.F.
- Stevenson F. Y Mertens 1980. Anatomia Vegetal. Serie Instrucción Programada. Limusa México. Qk641/S83