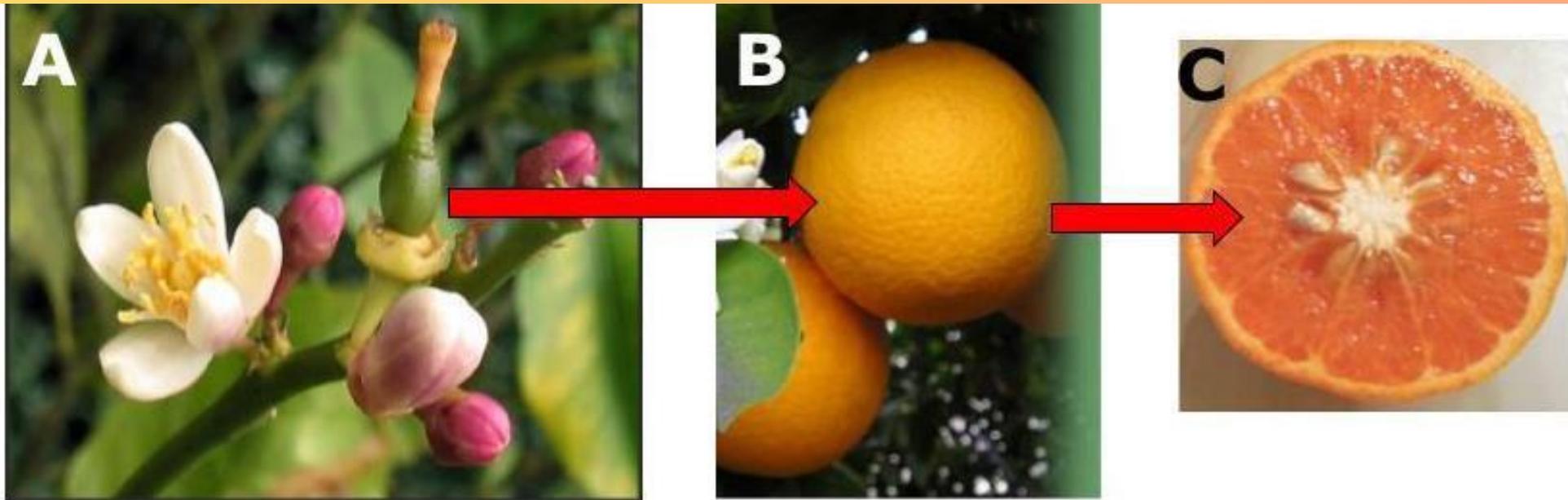


A close-up, top-down view of a large collection of fresh fruits. The assortment includes several red and green apples, bright orange slices, clusters of green and purple grapes, several ripe strawberries, and a few yellow pears. The fruits are densely packed and fill the entire frame, creating a colorful and appetizing background.

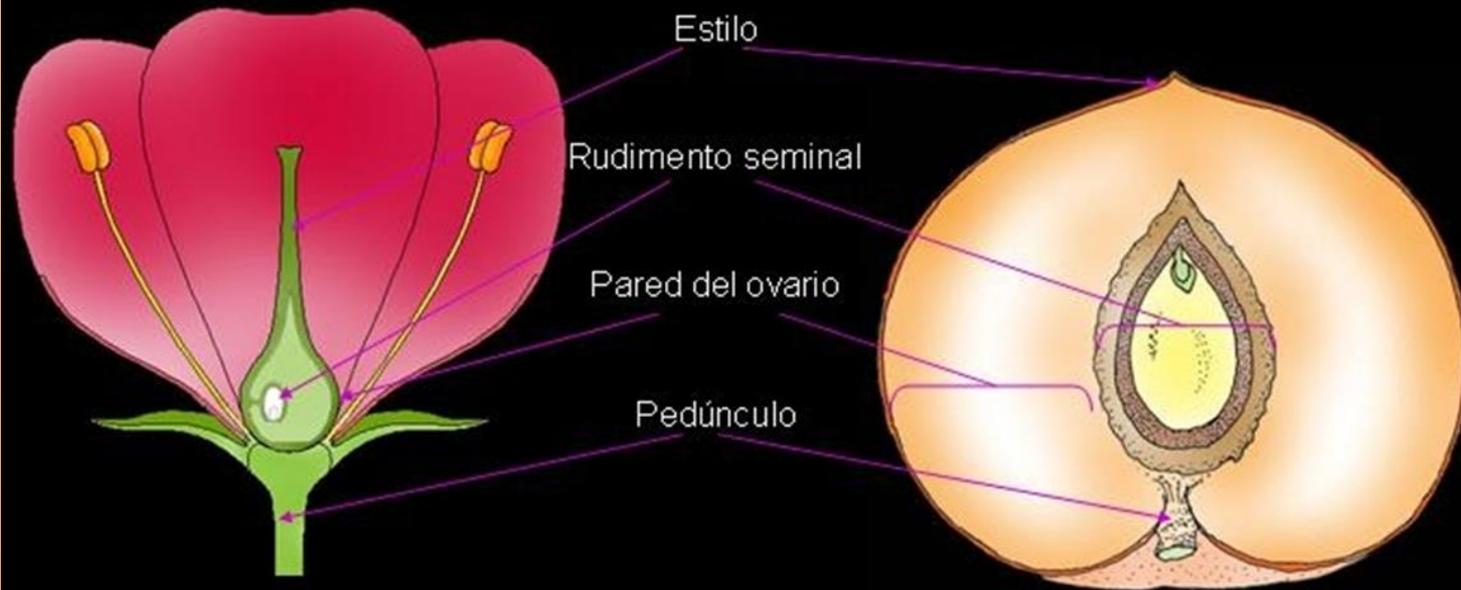
FRUTO

# Fruto

El fruto es el ovario transformado y maduro después de la fecundación

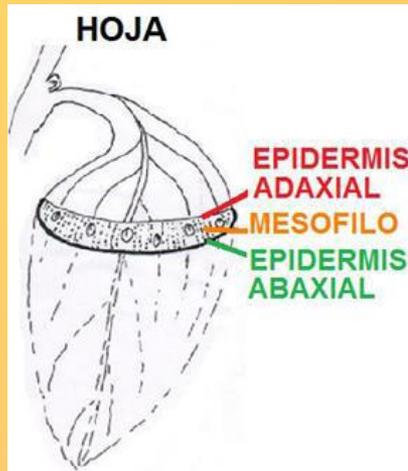


En él se encuentran, las semillas. Principal función es protegerlas durante su desarrollo y dispersarlas.



## Transformación de la hoja carpelar en fruto

Sus partes están definidas por las capas que conforman el carpelo. La hoja carpelar consta de tres partes: epidermis adaxial, mesófilo y epidermis abaxial y son estas las partes que experimentarán cambios y formarán el fruto.



La hoja carpelar o carpelo se modifica al cerrarse y formar el **gineceo**, en el cual, la *epidermis adaxial* o *superior* de la hoja pasa a ser la **epidermis interna** del carpelo, se mantiene el *mesofilo* como **capa media** del carpelo y la *epidermis abaxial* o inferior de la hoja pasa a ser la **epidermis externa** del carpelo

**Estructura:** las paredes del fruto, que son el resultado del desarrollo del o de los carpelos es el denominado **pericarpo**. Se divide en tres capas:

1. **Exocarpo o epicarpo**
2. **Mesocarpo**
3. **Endocarpo**

**1. Epicarpo (Exocarpo).** Es la parte externa del fruto y corresponde a la cara abaxial del carpelo (epidermis y estratos subyacentes).

Se pueden desarrollar pelos ganchudos o una cubierta pegajosa. Liso (ají); con ceras (uvas); glanduloso (naranja); pubescente (durazno); con gloquidios (tréboles); con espinas (chamico).

## Tipos de exocarpo

piloso en el durazno



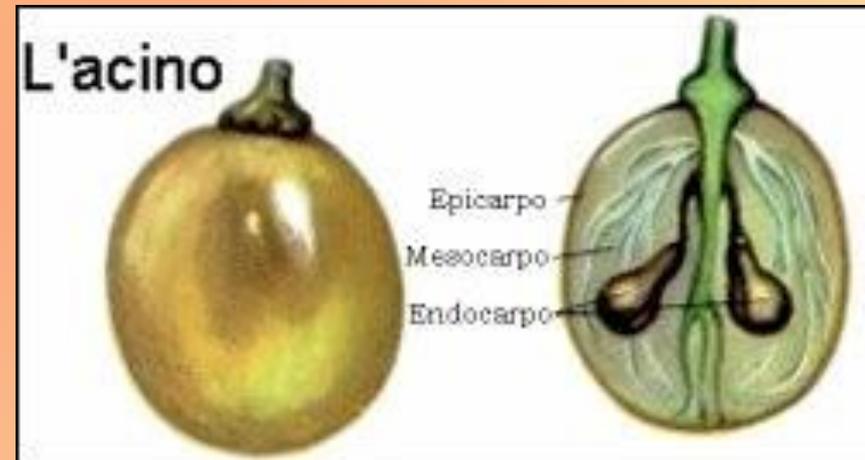
pruinoso en la ciruela

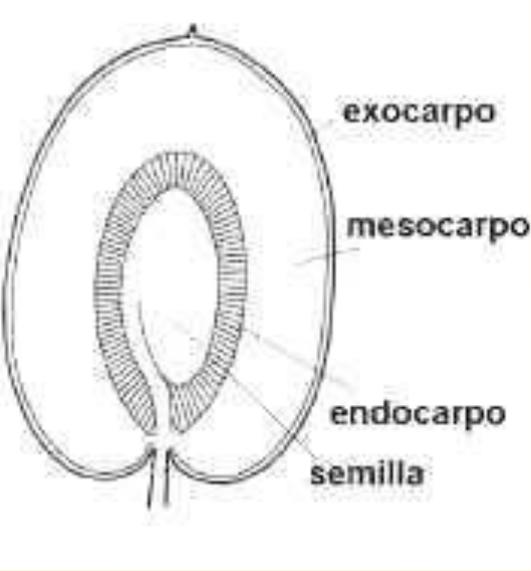


espinoso en  
*Triumfetta sp.*



liso en uva

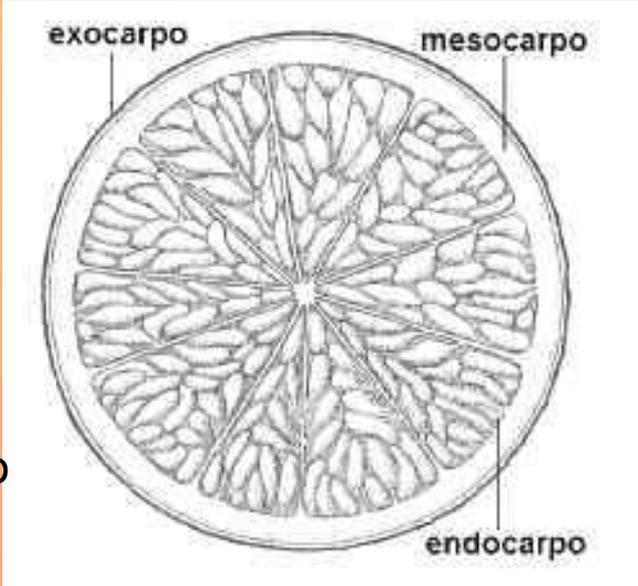




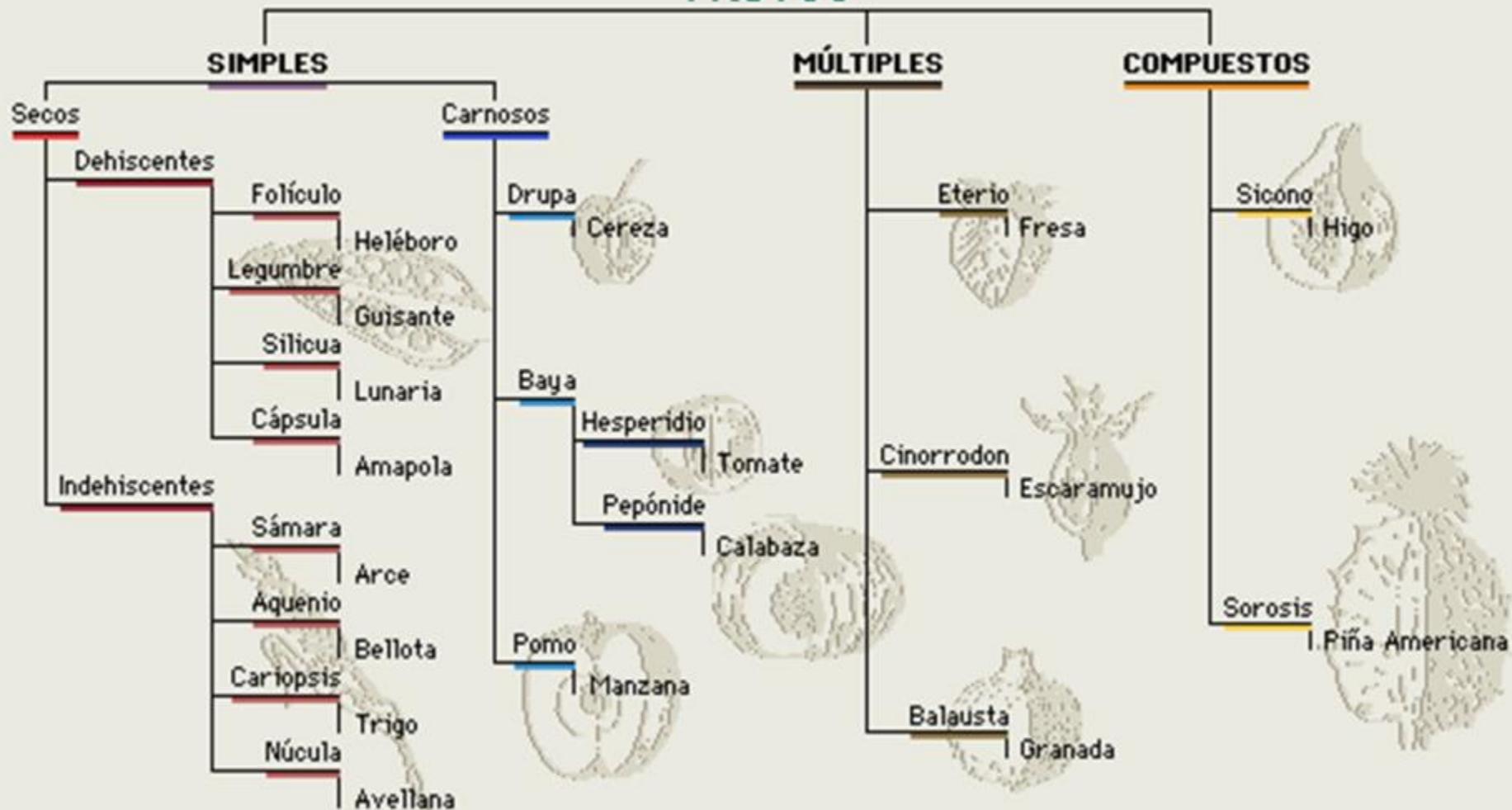
**Mesocarpo.** Es la parte media y corresponde al **parénquima del mesófilo del carpelo**. En los frutos carnosos constituye frecuentemente la pulpa o carne del fruto. Delgado y seco (maíz); grueso y carnoso (durazno y berenjena)

Endocarpo pétreo (carozo) en *Olea europaea*, aceituna

**Endocarpo.** Es la capa interna y corresponde a la **superficie adaxial del carpelo**. Rodea a las semillas, sirve para su protección, y puede ser muy dura, de consistencia pétreo formando el llamado carozo. Habitualmente es uniestrato. Carnoso (vitis); apergaminado (poroto); pétreo u ósea (carozo aceituna); con pelos jugosos (citrus).



# FRUTOS



**Frutos simples** son los que **proceden de una sola flor** y están formados exclusivamente por los carpelos de la misma (cereza, legumbre).

A veces aparecen formando parte del fruto **otras estructuras**, llamadas **accesorias**, que dan lugar a los llamados **frutos complejos**

También son comunes el desarrollo de inflorescencias completas formando las llamadas **infrutescencias** o **frutos compuestos**,

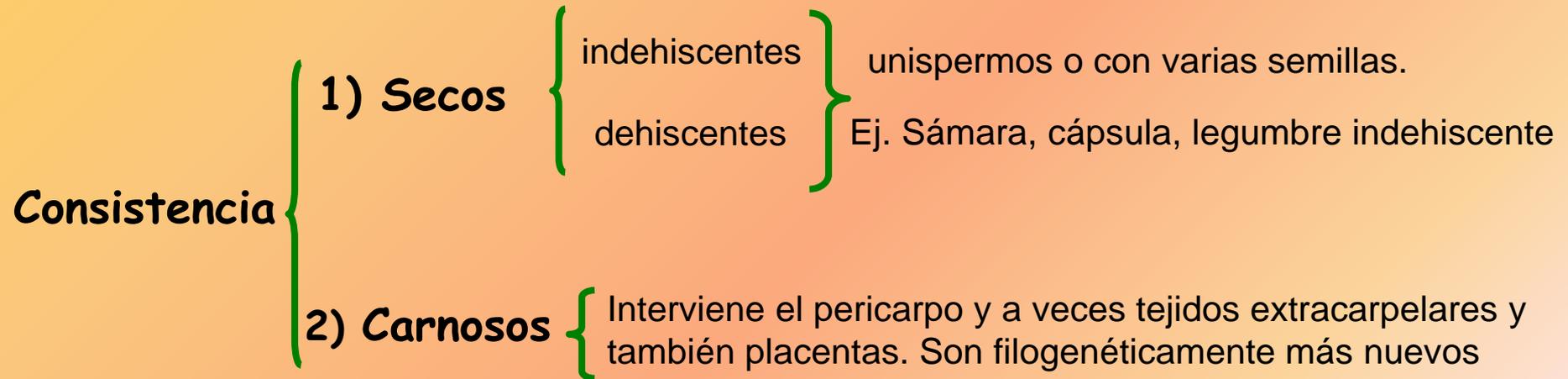
**Frutos compuestos: todas las flores de una inflorescencia** participan en el desarrollo de una estructura que parece un solo fruto pero que en realidad **está formada por muchos frutos**. En ocasiones participan otras partes de la flor o incluso el mismo eje de la inflorescencia (higo, ananá).

**Frutos agregados o múltiples: proceden de flores individuales** con gineceos apocárpicos en los que **cada carpelo produce un fruto individual** (frambuesa)

# Clasificación de los frutos

Se consideran varias características:

- Estructura del ovario: número de carpelos, posición del ovario
- Textura del pericarpo (seco-carnoso)
- Tipo de dehiscencia.
- Relación de los carpelos entre si durante el desarrollo progresivo del fruto.



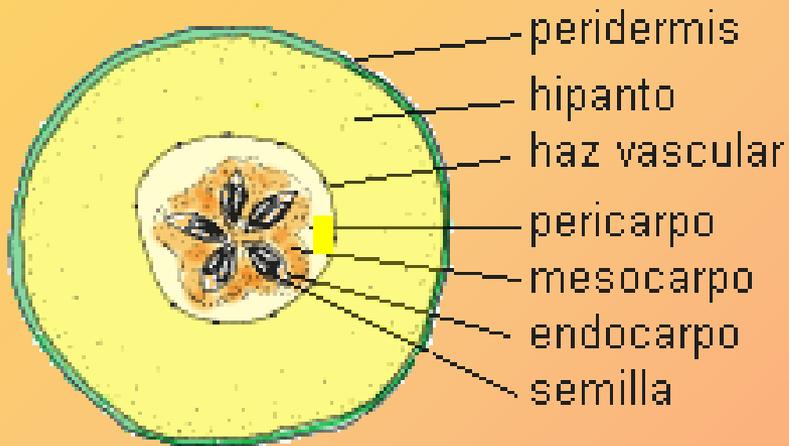
# FRUTOS CARNOSOS

Con **pericarpo** jugoso, carnoso o a veces fibroso que rodea a las semillas.  
Normalmente son frutos que dispersan sus semillas a través de los animales (zoocoria), ya que al ingerirlos, las semillas son dispersadas en las heces

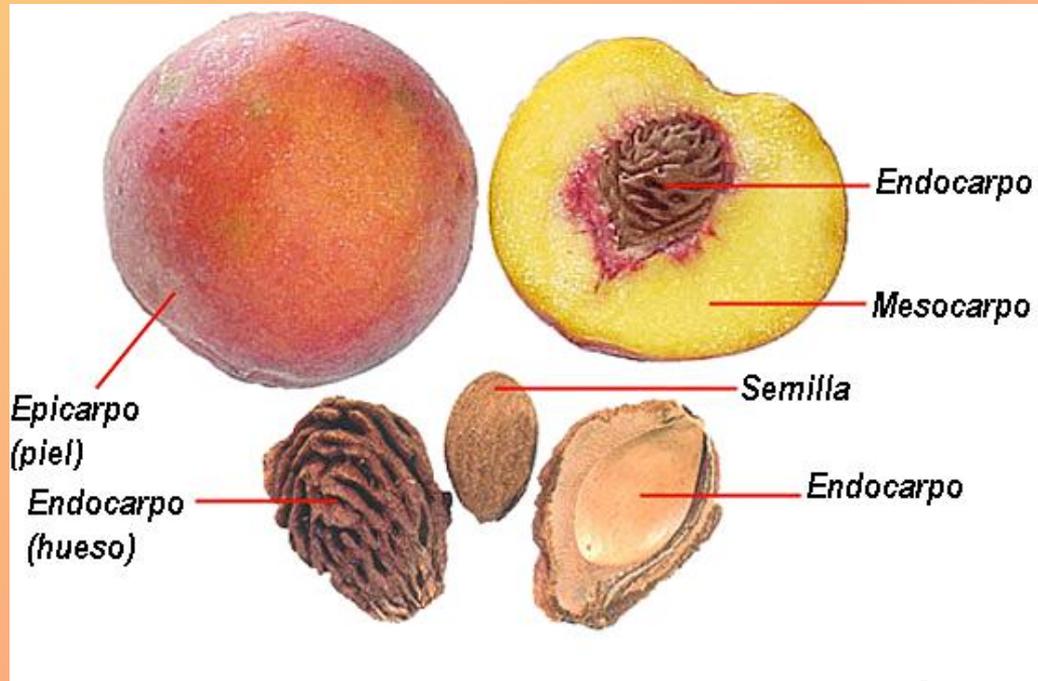




**Baya**: a partir de flores con uno o varios carpelos soldados, generalmente con muchas semillas rodeadas por una pulpa jugosa correspondiente al mesocarpo y endocarpo. Ej. tomate, kiwi

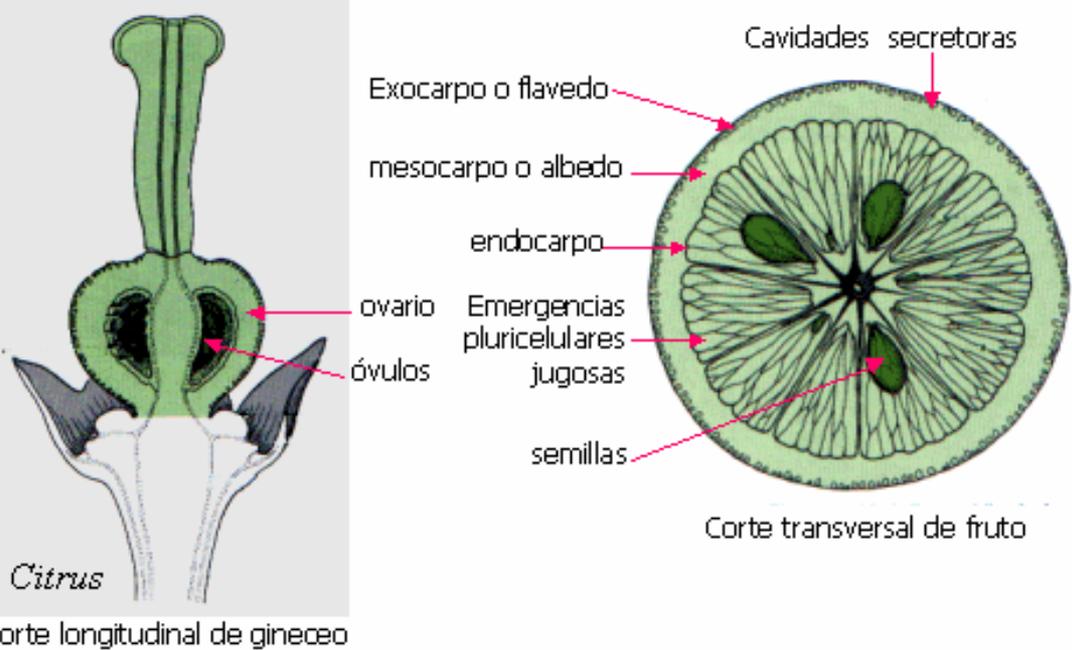


**Pomo**: a partir de una flor con varios carpelos soldados en un ovario ínfero, en el que la parte del receptáculo de la flor que rodea al ovario (hipanto), se hace carnosa simultáneamente al desarrollo del pericarpo. Ej. manzana, pera, membrillo



**Drupa**: a partir de flores con un sólo carpelo o a veces varios soldados, en la madurez contienen casi siempre una única semilla, rodeada por una cubierta leñosa y dura (endocarpo). Ej. durazno, aceituna, ciruela

**Pepónide**: a partir de una flor con varios carpelos soldados en ovario ínfero, pero no hay un desarrollo del hipanto, sino que éste constituye una cubierta endurecida. Ej. Melón, pepino, sandía



**Hesperidio**

En las naranjas, limones y demás cítricos, la pulpa corresponde a pelos que tapizan las cavidades del ovario que se hinchan de jugo en la madurez y rodean a las semillas.

**Fruto partenocarpico : carecen de semilla** como algunos cítricos, el banano y los higos. El fenómeno se debe a que se forman hormonas de crecimiento espontáneamente o a consecuencia de la polinización que actúa como estímulo. Las piezas extracarpelares que pueden integrar el fruto: receptáculo, tubo floral, brácteas y reciben el nombre de **induvias**

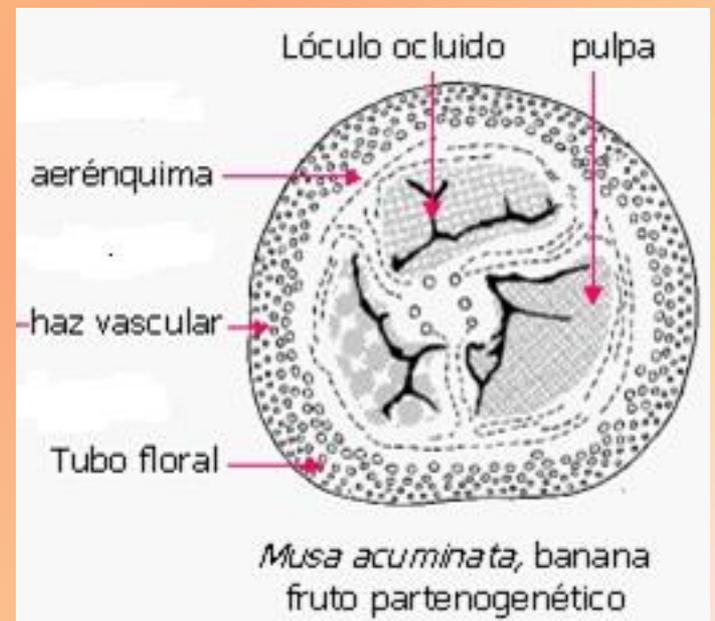
### ***Musa paradisiaca*, banana**

El fruto es una baya de ovario ínfero, y se desarrolla partenogenéticamente, sin producir semillas.

La **pared del fruto**, que deriva del **tubo floral**, está constituida por un parénquima (aerénquima) con haces vasculares acompañados por laticíferos.

Sobre la pared de los carpelos, corren hacesillos vasculares orientados horizontalmente, conectados con los haces carpelares.

Los óvulos degeneran, y los lóculos se ocluyen con una pulpa que se origina a partir de la pared de los carpelos y de los septos, muy rica en almidón.

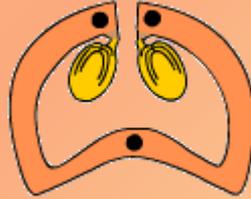


# DEHISCENCIA

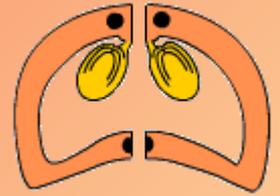
Proceso de apertura espontánea del fruto para dejar salir las semillas.

La dehiscencia puede producirse a través de orificios circulares o poros, o por medio de rajaduras longitudinales o transversales.

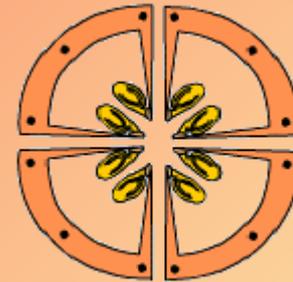
**Sutural simple o ventricida:** el fruto se abre a lo largo de la sutura carpelar.



**Sutural doble:** el fruto se raja longitudinalmente a lo largo de la sutura carpelar y además a lo largo de la vena media.



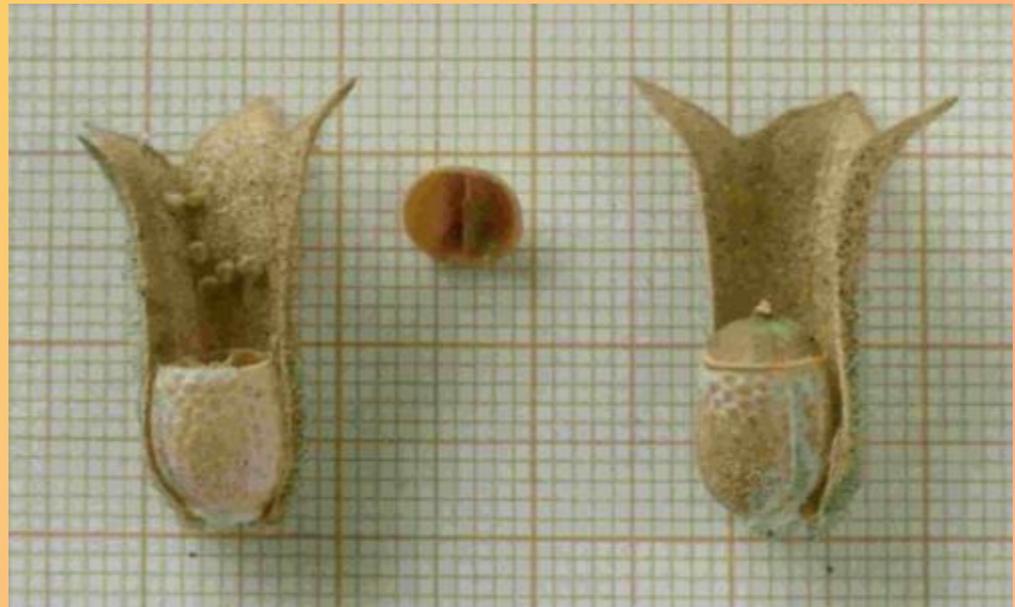
**Septicida:** cuando la apertura ocurre por separación de las paredes carpelares que forman los septos, es decir los tabiques que separan los lóculos en frutos derivados de ovarios con placentación axilar.



**Loculicida (dorsicida):** la rajadura se produce a lo largo de la vena media de los carpelos.



**Circuncisa o Transversal:**  
cuando se produce la separación de la parte apical de la pared del fruto a lo largo de una rotura transversal que afecta a todos los carpelos (pixidio) (*Hioscyamus*).



**Poricida o foraminal:**  
implica la formación de orificios para salida de las semillas (*Papaver*).





# FRUTOS SECOS

- **Dehiscentes**

Legumbre

Folículo

Cápsula { típica  
silicua  
silícula

- **Indehiscentes**

Cariopse

Aquenio { Típico  
Cipsela

Nuez o núcula

Esquizocarpo

# FRUTOS SECOS

## Dehiscentes

### Legumbre o vaina:

Originado a partir de un ovario unicarpelar, **dehiscencia longitudinal doble**, a lo largo de la vena media del carpelo y a lo largo de la sutura ventral. Se abre en dos valvas y con las semillas en una hilera ventral. Estas vainas suelen ser rectas y carnosas.

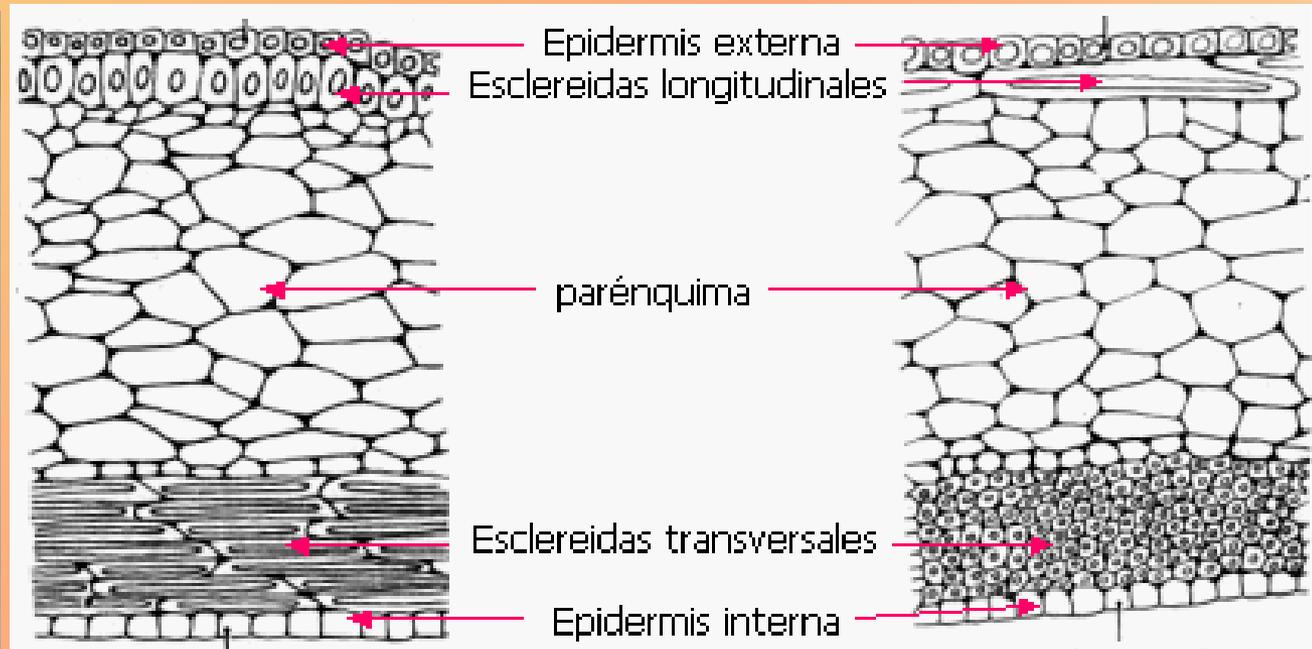
Por lo general poseen una carne interior esponjosa, aterciopelada y de color blanco. Su parte interna corresponde al mesocarpio y al endocarpio del fruto.



El tamaño de las legumbres varía desde un milímetro o poco más hasta medio metro. Su forma, aunque en la mayoría de los casos es alargada y comprimida, como la de las judías, varía muchísimo.

Estos frutos pertenecen a las plantas leguminosas (familia **Fabaceae**) y a pesar del gran número de especies que componen esta familia, las utilizadas para la alimentación humana y del ganado es muy bajo.

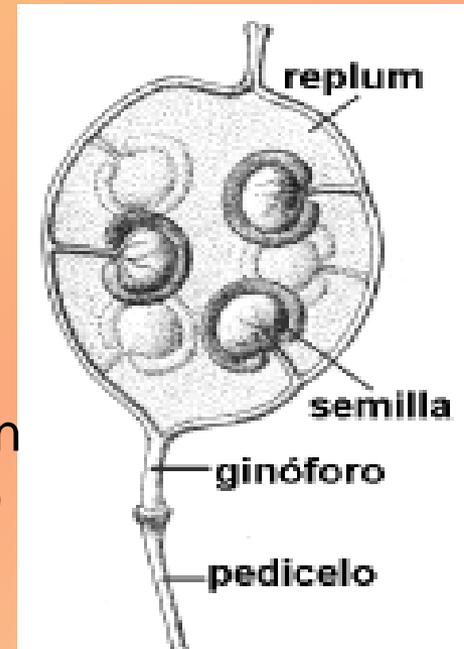
**Alfalfa; porotos; arvejas; Lentejas; Garbanzos; Habas; Lupinos; Soja; maníes**





## Folículo:

se forma a partir de un gineceo súpero, unicarpelar, dehiscencia **longitudinal simple**, a lo largo de la sutura carpelar, uni o pluriseminado.



**Silícula:** con las mismas características, pero el fruto es tan largo como ancho



**Silicua:** fruto alargado, que se origina a partir de un ovario formado por dos carpelos soldados entre sí, con placentación parietal, y un falso tabique llamado replum de origen placentario

# Frutos secos

**Cápsula:** se forma a partir de un ovario súpero, formado por dos o más carpelos, con dehiscencia **septicida**, **loculicida**, **septífraga**, **placentífraga**, **poricida** o **dental**.



Pericarpo de la cápsula del algodón separado en 4 valvas



*Gossypium hirsutum*, algodónero  
Cápsula abierta, dehiscencia loculicida



*Papaver somniferum*, amapola (Dicot.) Cápsula con dehiscencia **poricida**

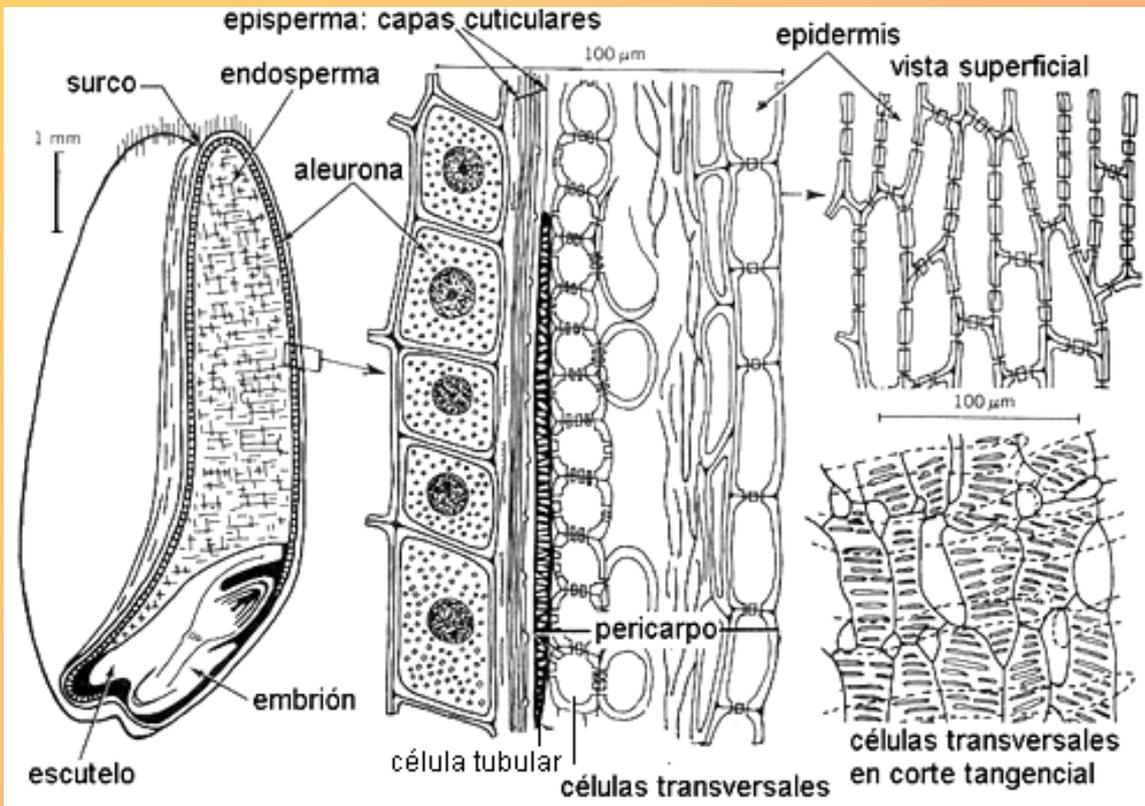


*Silene sp.* (Dicot.) Cápsula con dehiscencia **dental**.

# FRUTOS SECOS

## Indehiscentes

**Cariopse o cariósipide:** ovario súpero, una semilla adosada al pericarpo. Fruto típico de los cereales como el trigo y el maíz



**Aquenio:** ovario súpero, pericarpo sin alas, consistente, una semilla separada del pericarpo. Ej.: *Ranunculaceae*, *Polygonaceae*

**Utrículo:** aquenio con pericarpo tenue



**Aquenio de ovario ínfero (Cipsela):** envuelto por tejido extracarpelar: el tubo floral; más de un carpelo, pericarpo papiráceo o esclerificado; el cáliz persistente constituye el vilano. Ej.: *Lactuca sativa*, lechuga; *Taraxacum officinale*, panadero,

### Cipsela

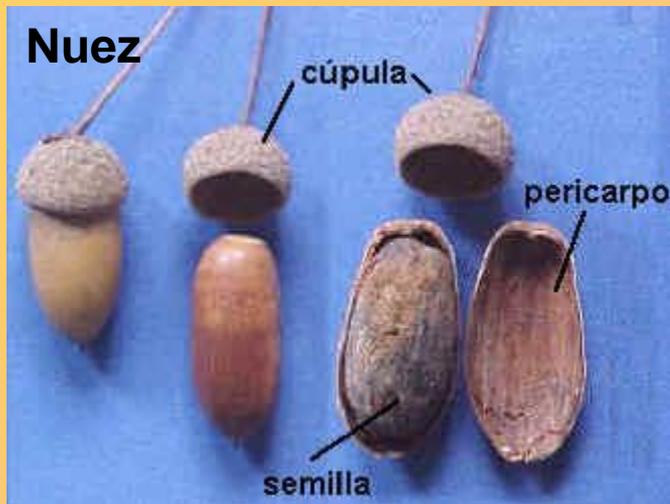


### Aquenio



**Nuez:** proveniente de un ovario ínfero, pluricarpelar. Se desarrolla sólo un carpelo, los otros degeneran, el pericarpo es completamente esclerenquimático, semilla grande, única. Ej.: avellana, *Corylus avellana*.

**Sámara:** ovario súpero, pericarpo con alas.



**Disámara**



**Legumbre indehiscente:** proveniente de un ovario súpero, unicarpelar, pluriseminado. ej. 'timbó' (*Enterolobium contortisiliquum*), fam. Fabaceae.

**Frutos simples** son los que proceden de una sola flor y están formados exclusivamente por los carpelos de la misma (cereza, legumbre). A veces aparecen formando parte del fruto otras estructuras, llamadas **accesorias**, que dan lugar a los llamados **frutos complejos**

También son comunes el desarrollo de inflorescencias completas formando las llamadas infrutescencias o frutos compuestos,

**Frutos compuestos:** todas las flores de una inflorescencia participan en el desarrollo de una estructura que parece un solo fruto pero que en realidad está formada por muchos frutos. En ocasiones participan otras partes de la flor o incluso el mismo eje de la inflorescencia (higo, ananá).

**Frutos agregados o múltiples:** proceden de flores individuales con gineceos apocárpicos en los que cada carpelo produce un fruto individual (frambuesa)

Cuando el fruto está constituido únicamente por el pericarpo se dice que el fruto es **simple**. En muchas ocasiones, sin embargo, aparecen formando parte del fruto otras estructuras, llamadas **accesorias**, que dan lugar a los llamados **frutos complejos**

**Ejemplos de estas estructuras son:**

- la envoltura axial (*Nuphar* sp),
- el cáliz, que se hace acrescente (*Physalis* sp),
- el pedúnculo floral (*Anacardium* sp);
- o que forman una cúpula (*Quercus* sp);



*Nuphar lutea*



*Anacardium orientale*



*Physalis* sp



el receptáculo floral (*Fragaria* sp),

el tálamo invaginado (*Rosa* sp),



*Quercus* sp



Brácteas foliares sobre las que se insertan los frutos (Tilia sp);

Brácteas florales que se adosan a modo de alas (Carpinus y Betula sp);

**Carpinus sp**



El perigonio, que se torna carnoso y envuelve al fruto

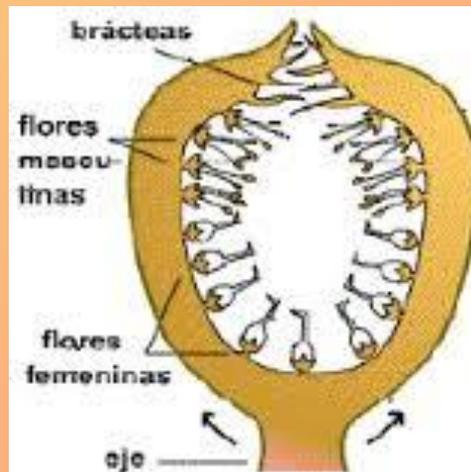


**Morus alba**

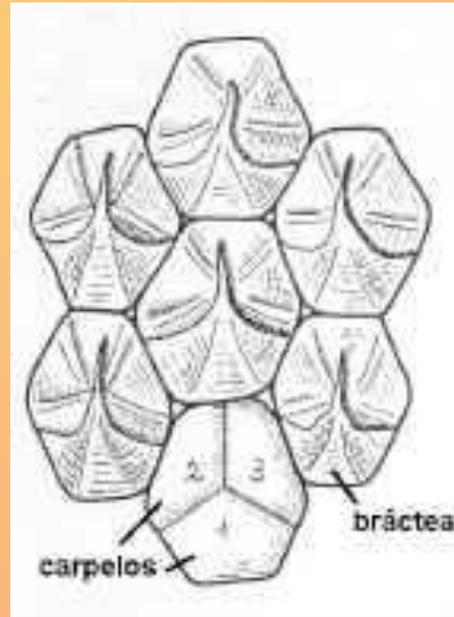
**Frutos compuestos, sincarpas o infrutescencias:** también llamados frutos colectivos o concrecentes, en los que **todas las flores de una inflorescencia participan** en el desarrollo de una estructura que parece un solo fruto pero que en realidad está formada por muchos frutos.

En ocasiones participan otras partes de la flor o incluso el mismo eje de la inflorescencia en su desarrollo, por lo que estaríamos hablando también de frutos complejos.

**Sicón:** en la higuera (*Ficus* sp) los frutos son aquenios, pero la parte carnosa y pulposa corresponde al eje de toda la *inflorescencia*, que se ha convertido en una estructura casi cerrada excepto por la presencia de un poro



**Sorosis:** en las moreras (*Morus* sp) todas las flores de la inflorescencia contribuyen al fruto, pero la parte carnosa corresponde a las piezas periánticas que se vuelven carnosas, constituyendo el conjunto una unidad o infrutescencia llamado vulgarmente mora, pero técnicamente denominado **sorosis**.



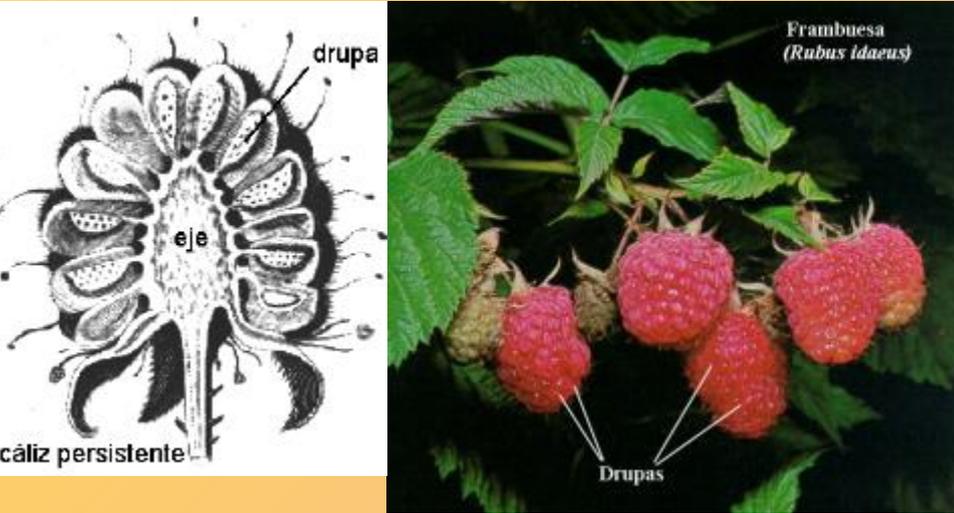
En la piña del ananá, los **sépalos se vuelven carnosos y jugosos y se desarrollan hasta formar el fruto compuesto.**

Resulta de la concrecencia o soldadura de todas las bayas de la inflorescencia. La parte central de la misma es el eje de la inflorescencia que se vuelve carnosa, y la parte que se come lleva los ovarios y las bases fusionadas de las flores.

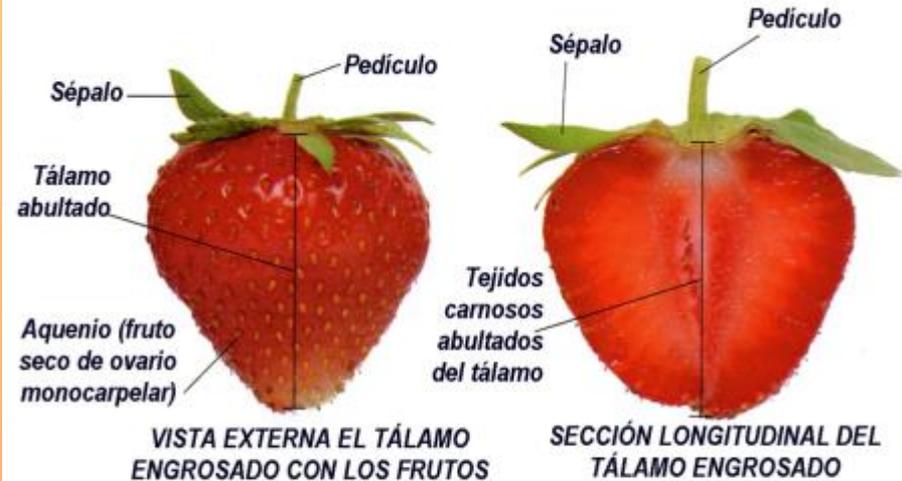


**Frutos agregados:** son frutos que se originan a partir de flores que presentan varios carpelos separados y libres (**apocárpicos**), cada uno de ellos desarrollará una estructura independiente dentro de la misma flor, algunos autores los denominan genéricamente como **eterios**.

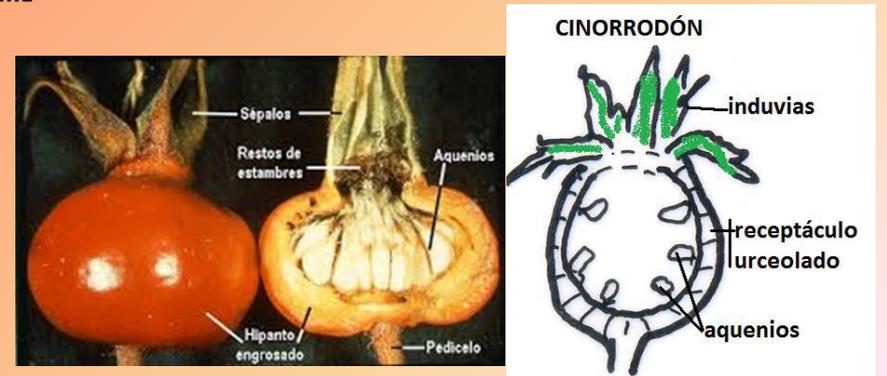
**Pluridrupa de *Rubus idaeus*, frambuesa**



**Conocarpo de frutilla, *Fragaria vesca***



**flor y polifolículo con semillas rojas**  
***Magnolia grandiflora*:**



## FRUTOS DE USO MEDICINAL

**Adormidera** N.C. *Papaver somniferum* (Papaveraceae)

P.U. fruto verde desecado sin las semillas

C.Q. alcaloides: morfina

Usos: analgésico

**Anis verde** N.C. *Pimpinella anisum* (Apiaceae)

P.U. frutos desecado

C.Q. aceite esencial: anetol

Usos: estimulante, aromatizante.

**Apio** N.C. *Apium graveolans* (Apiceae)

P.U. fruto maduro desecado

C.Q. aceite esencial

Usos: estimulante, condimento.

**Arroz** N.C. *Oryza sativa* (Poaceae-Gramineae)

P.U. grano

C.Q. vitamina B1

Usos: fuente de vitamina B1. Alimento.

**Avena** N.C. *Avena sativa* (Poaceae)

P.U. grano

C.Q. almidón

Usos: nutritivo, demulcente.

**Badiana** N.C. *Illicium verum* (Illiciaceae)

P.U. fruto desecado

C.Q. almidón

Usos: aromatizante, estímulo.

Sin.: Anís estrellado.

**Cáscara De** N.C. *Citrus aurantium* (Rutaceae)

**Naranjas** P.U. epicarpio desecado del fruto inmaduro

**Amargas** C.Q. aceites esenciales

Usos: amargo aromático

**Cáscara De** N.C. *Citrus sinensis* (Rutaceae)

**Naranjas** P.U. epicarpio fresco del fruto maduro

**Dulces** C.Q. aceites esenciales

Usos: aromatizante.

**Cicuta** N.C. *Conium maculatum* (Apiaceae)

P.U. fruto desarrollado inmaduro

C.Q. alcaloides: coníina

Usos: depresor motor (actualmente fuera de uso)

**Ciruela** N.C. *Prunus domestica* (Rosaceae)

P.U. fruto

C.Q. azúcares

Usos: laxantes

**Espino Cerval** N.C. *Rhamnus cathartica* (Rhamnaceae)

P.U. fruto

C.Q. antraquinonas

Usos: laxantes.

**Higo** N.C. *Ficus carica* (Moraceae)

P.U. fruto parcialmente seco, sano.

C.Q. glucosa

Usos: laxante, alimento.

**Hinojo** N.C. *Foeniculum vulgare* (Apiaceae)

P.U. fruto

C.Q. aceites esenciales

Usos: estimulante, condimento.

**Limón** N.C. *Citrus limon* (Rutaceae)

P.U. epicarpio del fruto maduro

C.Q. aceites esenciales

Usos: agente aromático y gustativo.

**Malta** N.C. *Hordeum vulgare* (Poaceae)

P.U. grano (fruto de la cebada)

C.Q. maltosa, enzimas

Usos: alimento, elaboración de cerveza, vehículo.

**Olivo** N.C. *Olea europaea* (Oleaceae)

P.U. fruto (aceituna)

C.Q. aceite fijo

Usos: laxante, condimento, obtención de aceite.

**Perejil** N.C. *Petroselinum crispus* (Apiaceae)

P.U. fruto

C.Q. aceites esenciales

Usos: emenagogo, estimulante, diurético, condimento.

**Pimienta Negra** N.C. *Piper nigrum* (Piperaceae)

P.U. fruto desarrollado inmaduro

C.Q. alcaloides: piperin

Usos: estimulante, condimento.

**Pimienta Blanca** N.C. *Piper nigrum* (Piperaceae)

P.U. fruto maduro sin el pericarpio

C.Q. piperina

Usos: estimulante, condimento.

**Pimiento** N.C. *Capsicum annuum* (Solanaceae)

P.U. fruto

C.Q. Principio picante capsaicina

Usos: estimulante, condimento (paprika)

**Pimentón** N.C. *Capsicum frutescens* (Solanaceae)

P.U. fruto

C.Q. capsaicina

Usos: irritante, rubefaciente, estimulante, condimento. Sin.: Chile

**Quenopodio** N.C. *Chenopodium ambrosioides* (Chenopodiaceae)

P.U. frutos

C.Q. aceite esencial: escaridol

Usos: antihelmintico

**Rosa Mosqueta** N.C. *Rosa rubiginosa* (Rosaceae)

P.U. frutos

C.Q. aceite esencial

Usos: en cosmética, obtención del aceite.

**Sen** N.C. *Cassia acutifolia*, *C. angustifolia* (Caesalpinaceae)

P.U. legumbre desecada (mal llamada folículo)

C.Q. antraquinonas

Usos: laxante

**Vainilla** N.C. *Vainilla planifolia* (Orchidaceae)

P.U. fruto capsular (mal llamado "chaucha de vainilla")

C.Q. vainillina

Usos: agente saporífero, esencia aromática.

# SEMILLA

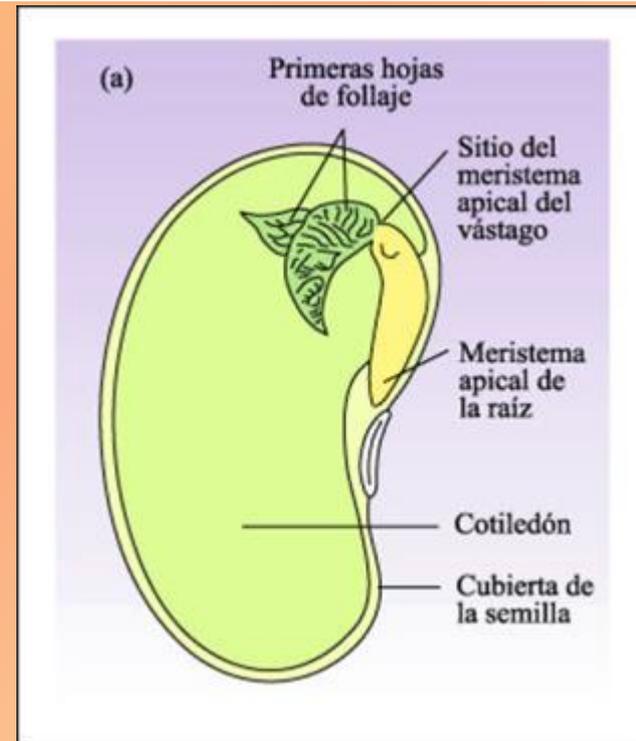
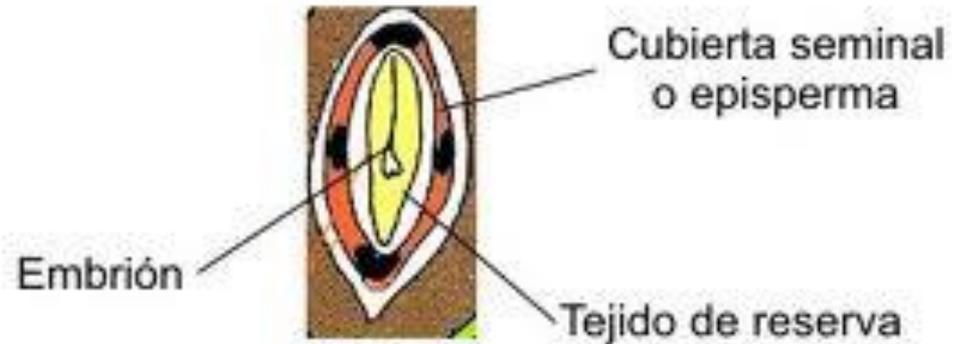


# SEMILLA

La semilla es el óvulo transformado y maduro, después de la fecundación

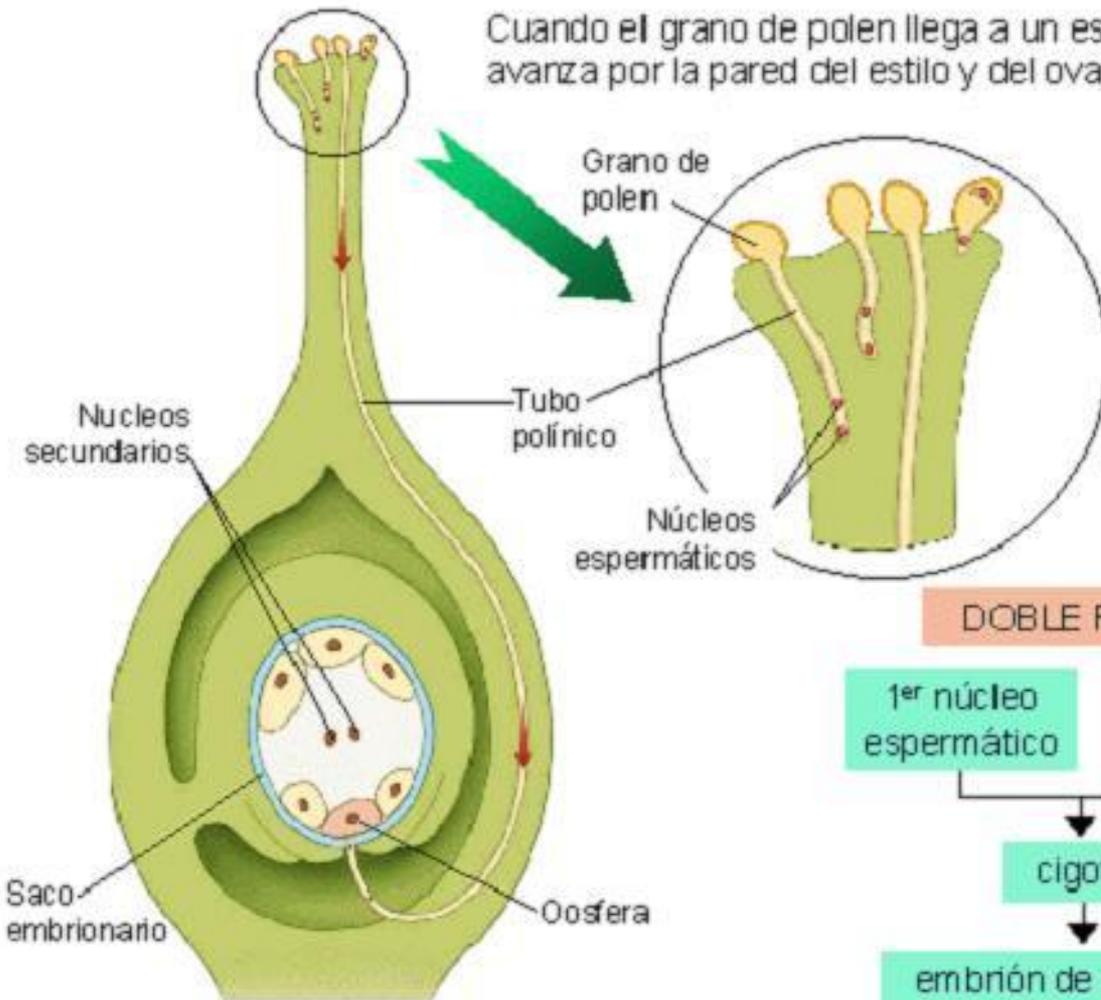
La semilla está formada por el embrión, la cubierta seminal o episperma y a veces tejido de reserva.

## Estructura de la semilla



# Formación de la semilla

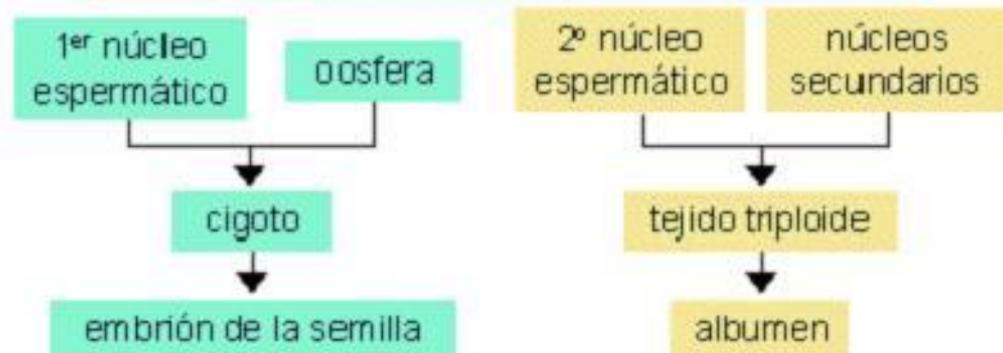
Cuando el grano de polen llega a un estigma se forma el tubo polínico que crece y avanza por la pared del estilo y del ovario hasta llegar al óvulo.



En el interior del óvulo se forma el saco embrionario formado por ocho células haploides una de ellas con dos núcleos.

Por el tubo polínico descienden dos gametos masculinos (**núcleos espermáticos**).

## DOBLE FECUNDACIÓN EN ANGIOSPERMAS



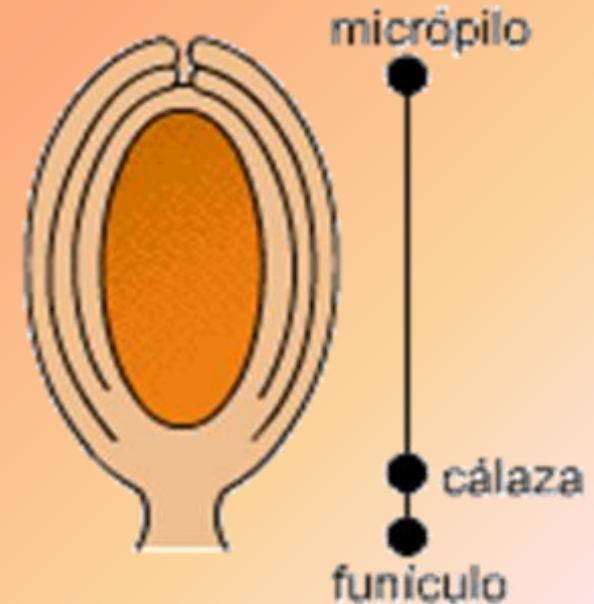
# SEMILLA

## EPISPERMA

La cubierta seminal o episperma se forma a partir de los tegumentos del óvulo. A veces intervienen las capas periféricas de la nucela (parte interna de un rudimento seminal en la cual se desarrolla el saco embrionario).

En el episperma se observan dos capas, **la externa, la testa**, derivada del tegumento externo (dura y resistente) y la **interna, el tegmen**, derivado del tegumento interno del óvulo y/o de la nucela. (mucho más delgado)

- La **testa** está formada por una capa externa de cutícula, una capa interna de subcutícula, y por la fusión de los dos integumentos que rodeaban a la nucela, y forman el **micrópilo**.



# ESTRUCTURA

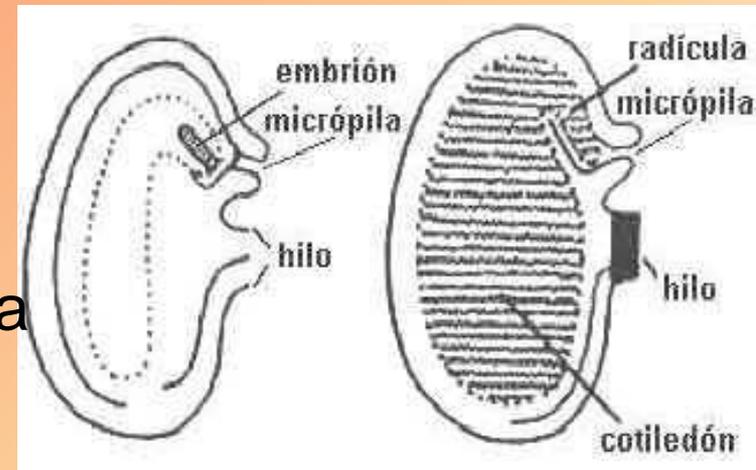
En *Angiospermae* el episperma es generalmente seco. Las semillas de *Orchidaceae* (orden Microspermales, Monocotiledoneae) **son microscópicas**, miden menos de 1mm; presentan una cubierta seminal simple. La **semilla gigante** de la palmera *Lodoicea seychelliarum*, la "nuez de Seychelles", contenida en enormes frutos uniseminados de hasta 20 k de peso.



En muchas semillas, se puede observar la cicatriz dejada por el funículo (filamento que une el rudimento seminal con la placenta) al separarse de la semilla.

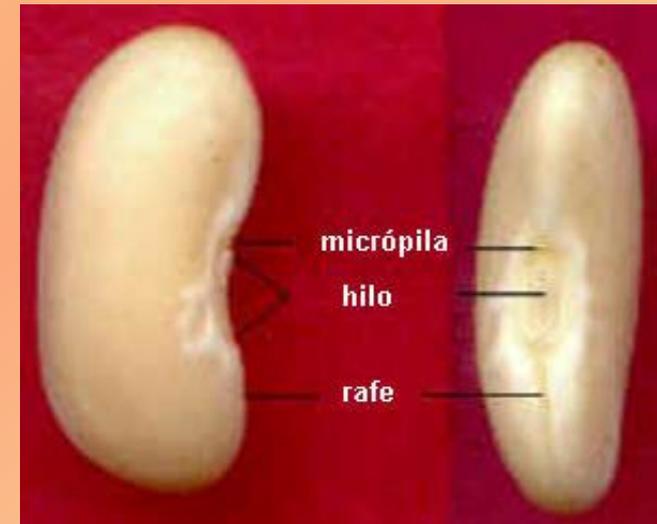
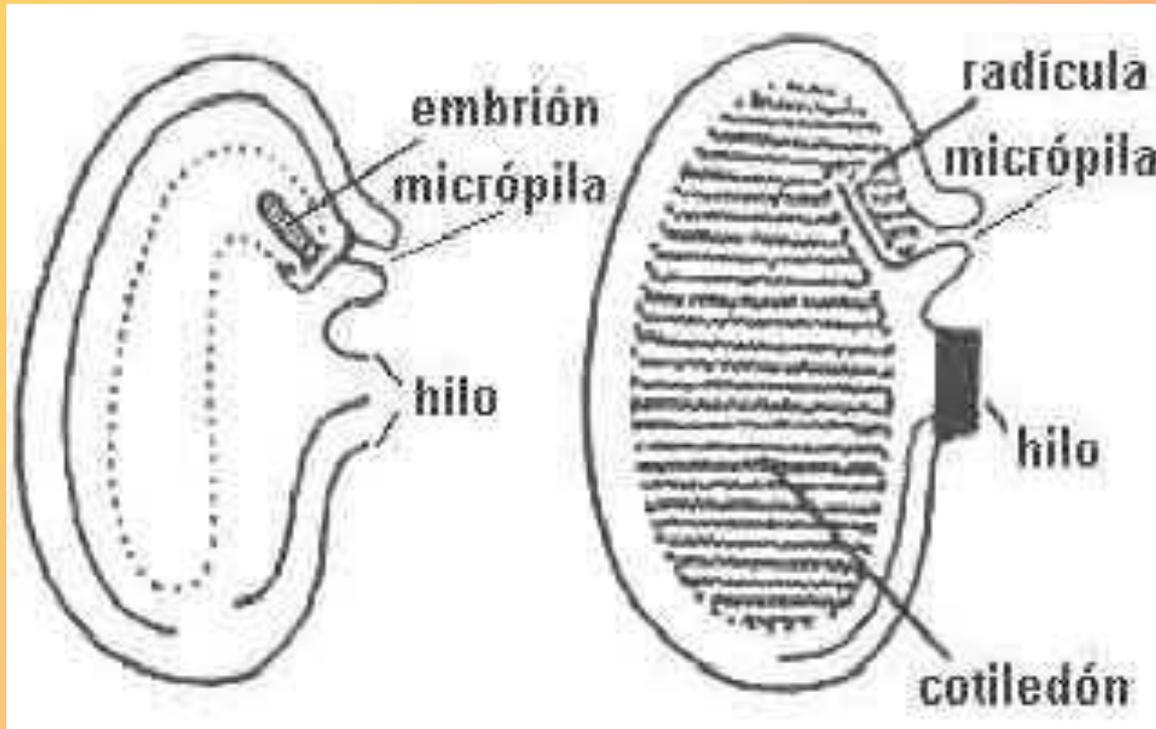
Esta cicatriz se llama **HILO**

- El hilo es la parte más permeable de la semilla



El **micrópilo** puede permanecer como un poro ocluído, como ocurre en *Cucurbita* o *Phaseolus*, o puede obliterarse totalmente como ocurre en la semilla de *Ginkgo*

Corte longitudinal del óvulo, campilótropo, y de la semilla resultante



Morfología externa

- El embrión es una **PLANTITA** en miniatura en estado de vida latente o letargo.
- Se forma generalmente como consecuencia de la **fecundación de la ovocélula**.
- La **doble fecundación** en **Angiospermas** da lugar al desarrollo del **embrión** y del **endosperma**, tejido nutritivo

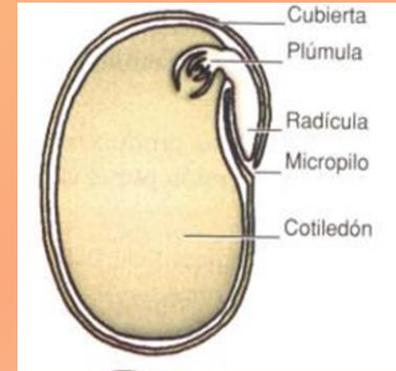
## Embrión

**radícula** dirigida hacia la micrópila

**hipocótilo** que es el corto eje caular

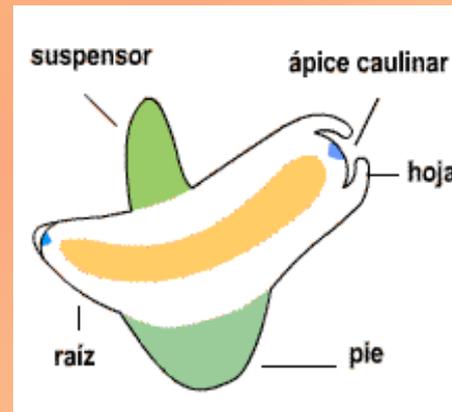
el, los **cotiledones** que son las primeras hojas

**plúmula** o gémula que es el ápice caular y a veces algunos primordios foliares.

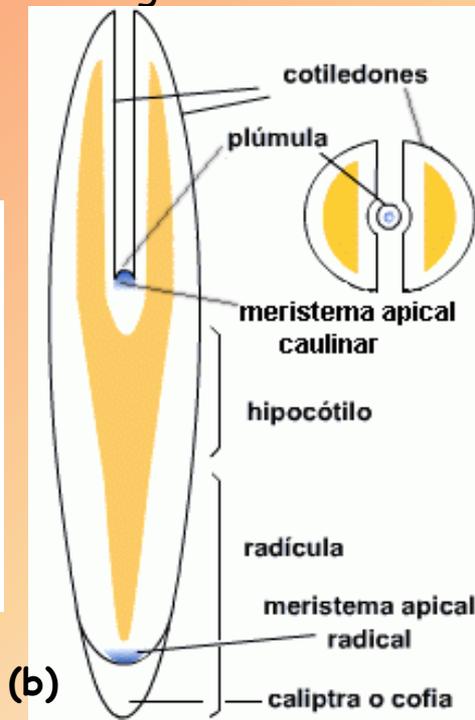


• En las **Pteridófitas (a)** el embrión es **unipolar**: sólo se establece el polo de crecimiento correspondiente al vástago, pues las raíces son adventicias.

• En las plantas con semilla **(b)**, el embrión es **bipolar**: en un polo se desarrolla el vástago, y en el otro la raíz.



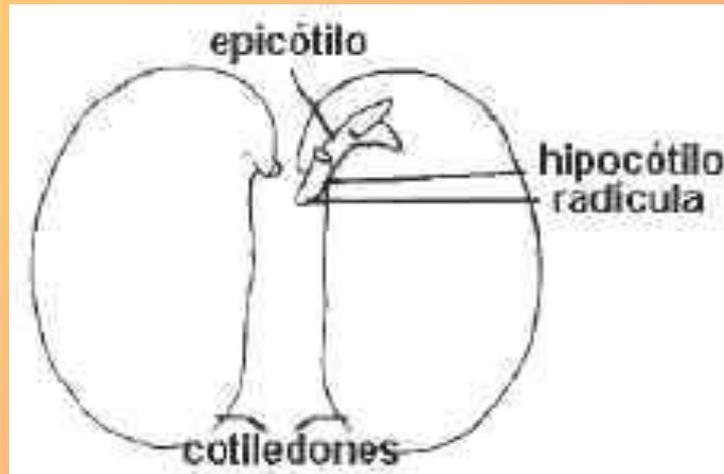
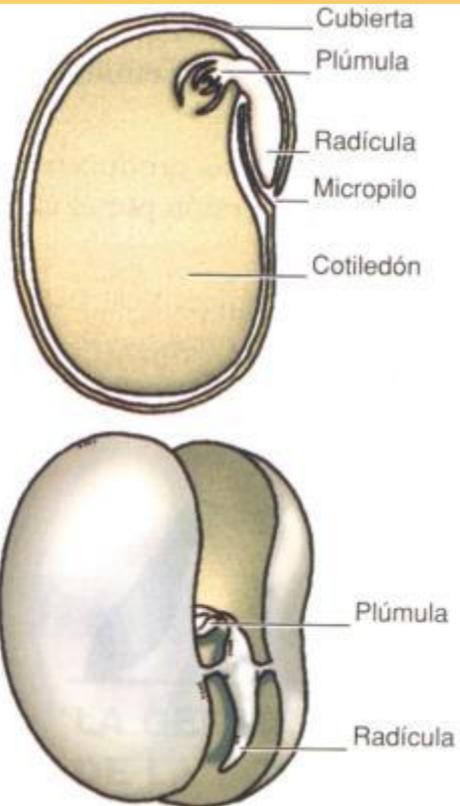
(a)



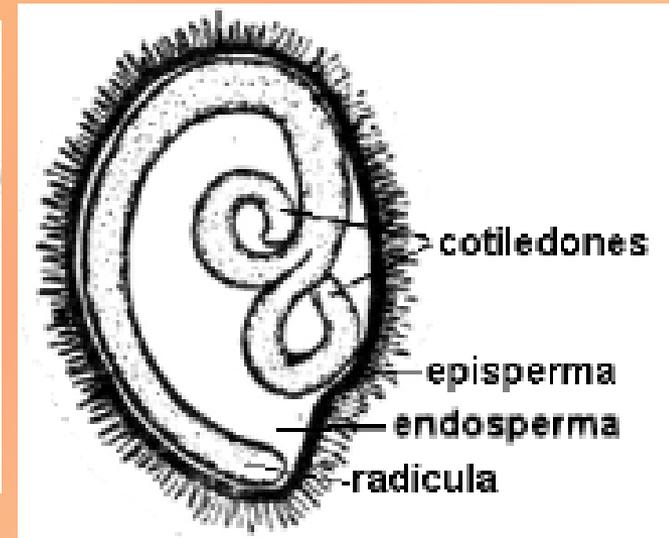
(b)

**Dicotiledóneas:** dos cotiledones que pueden tener diverso aspecto

- foliáceos como en el zapallo y ricino
- carnosos como en el maní y arveja
- con los extremos retorcidos como en el tomate
- plegados de diversas maneras, características para cada género o familia.



Esquema de [Fahn](#) (1989)



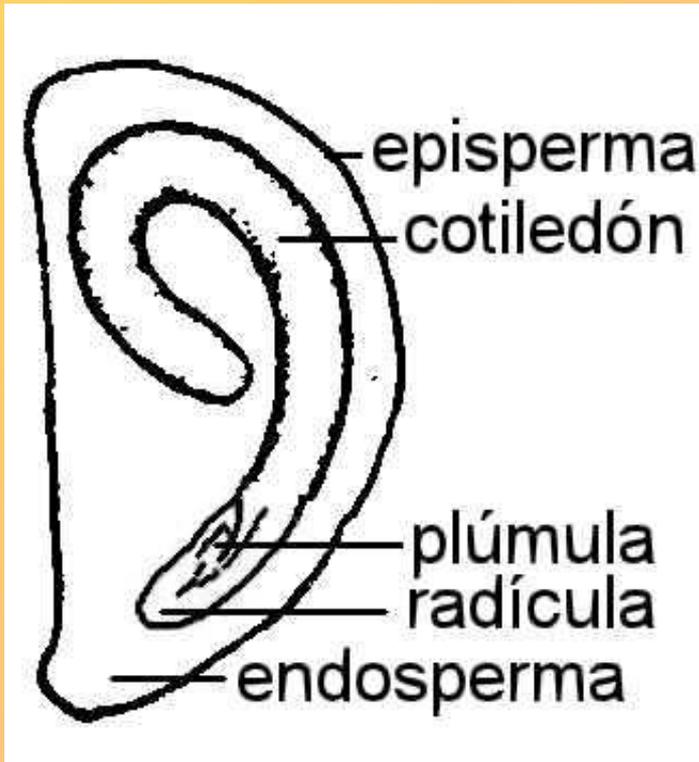
Embrión de *Lycopersicon esculentum*, tomate en corte longitudinal de semilla

Embrión de *Phaseolus sp.*, poroto

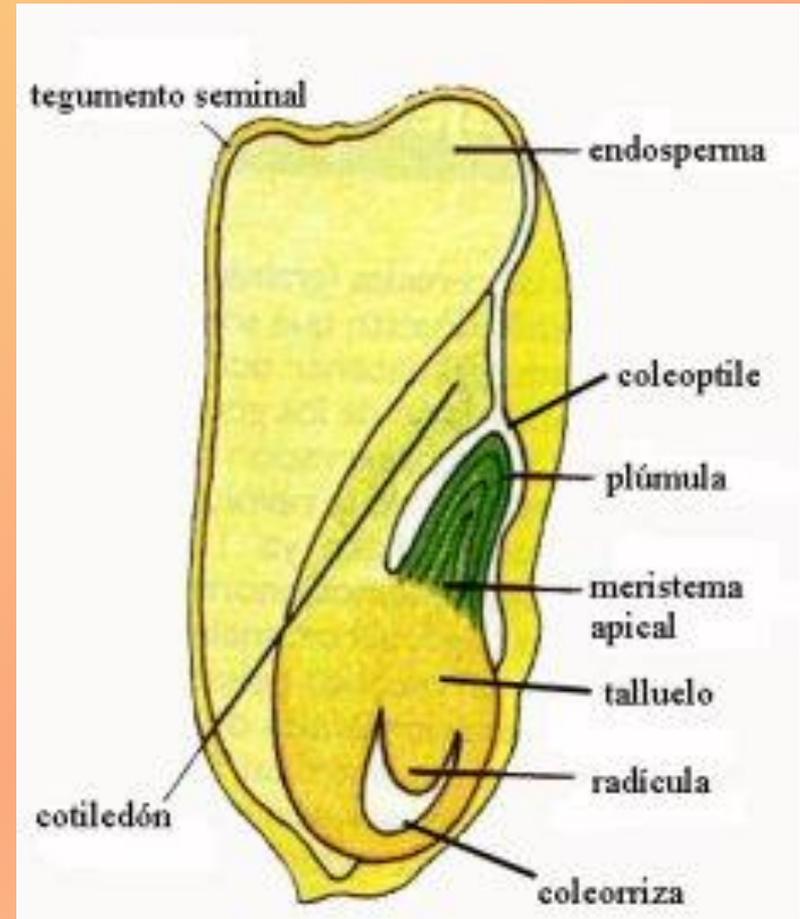
• En las **Gimnospermas** el embrión presenta generalmente dos a varios cotiledones, dos en *Ginkgo* y 5-18 en *Pinus*.

**Monocotiledóneas:** un solo cotiledón: su posición es lateral, igual que la de la plúmula.

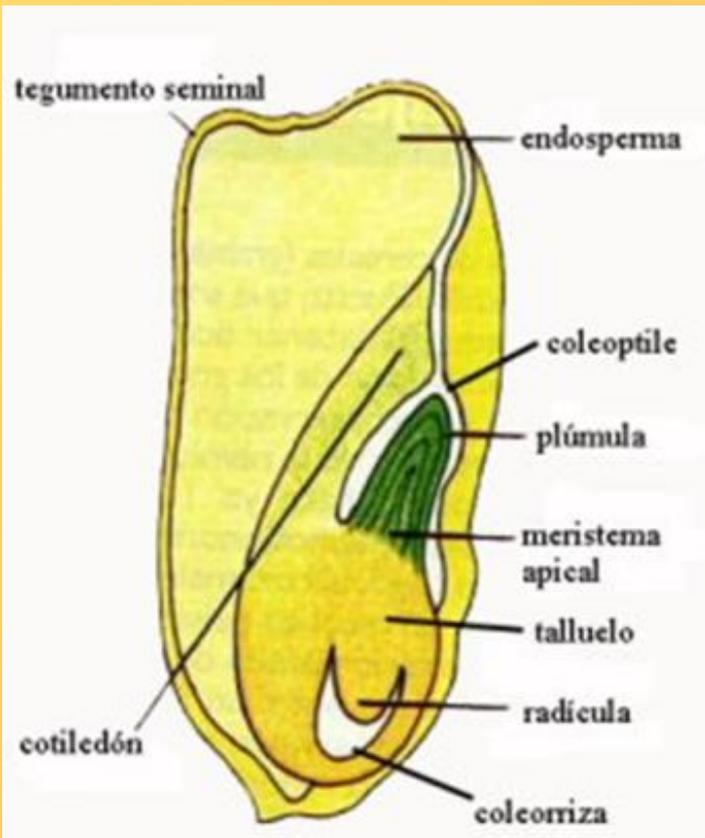
En *Allium* es cilíndrico.



Embrión de *Allium cepa*, cebolla, corte longitudinal de semilla



*Zea* (maíz)



➤ **Gramíneas** el embrión completamente desarrollado es bastante complejo:

✓ **Escutelo:** cotiledón transformado en órgano absorbente, adosado al endosperma. La epidermis abaxial es un epitelio secretor, segrega enzimas que solubilizan las sustancias de reserva, las absorbe y las transporta al embrión.

✓ **Plúmula:** presenta varios primordios foliares;

✓ **Coleóptilo:** es una vaina cerrada que encierra la **plúmula**. Presenta, en el momento de la germinación, un orificio apical por donde saldrá la plúmula.

✓ **Coleorriza:** es la vaina que envuelve la radícula y la caliptra. En embriones jóvenes se continúa con el suspensor.

Se interpreta como la raíz primaria abortiva o degenerada, y es perforada por la radícula en el momento de la germinación.

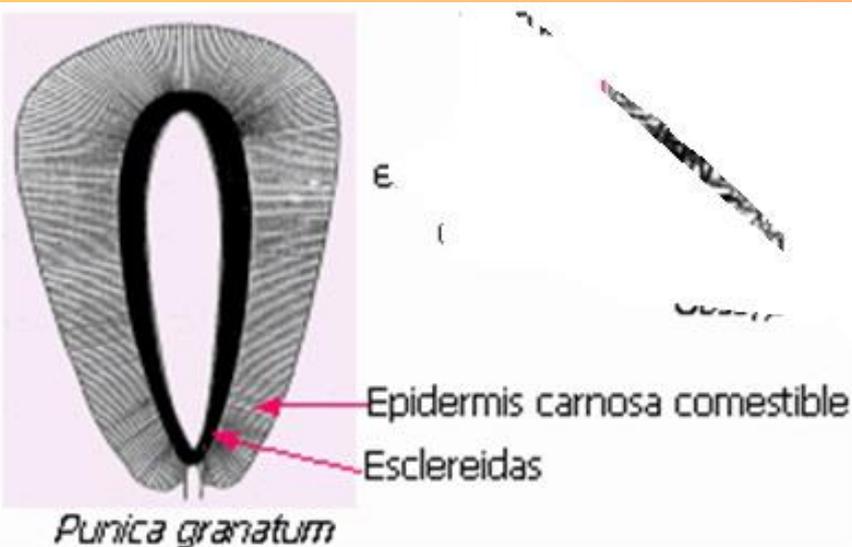
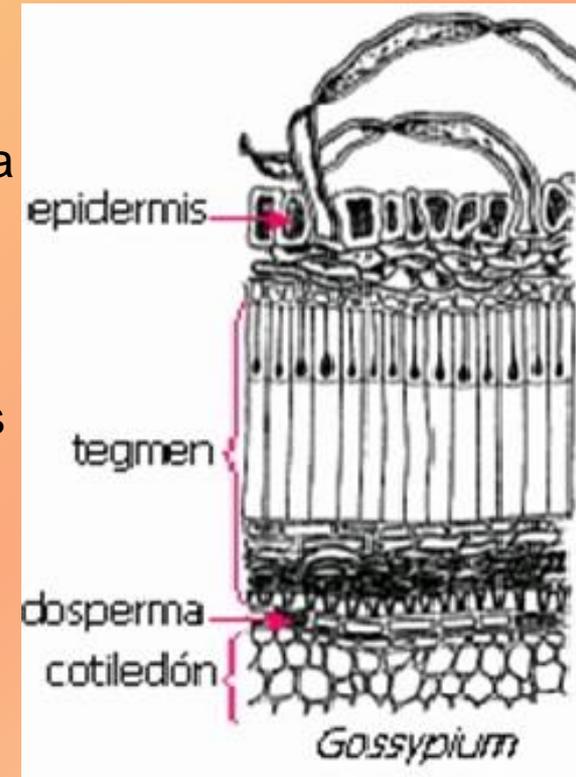
Excepcionalmente, especies de otras familias también presentan esta estructura: *Commelinaceae* (monocotiledóneas), *Cycadaceae* (gimnospermas) y *Lauraceae* (dicotiledóneas).

## Variaciones en el episperma de semillas de Angiospermas

En el episperma la cutícula puede ser muy gruesa como sucede en *Plantago*, además puede ser lisa o labrada.

En *Gossypium* (algodonero) y *Ceiba* (palo borracho) la epidermis seminal desarrolla largos pelos que constituyen la "fibra" del algodón.

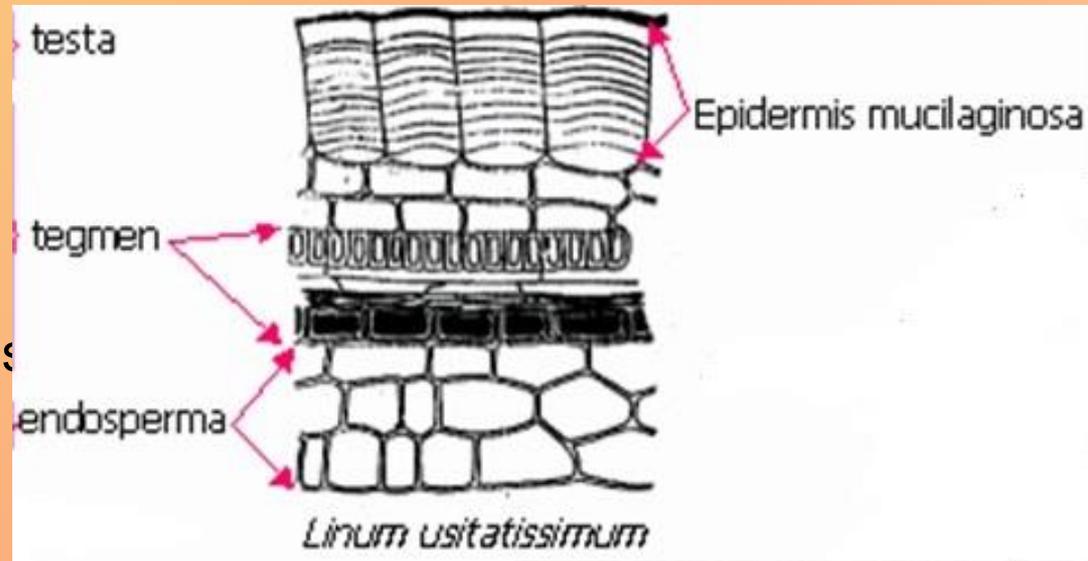
La testa (tegumento externo) está formada por varias capas, una de las cuales está formada de esclereidas columnares dispuestas como una empalizada, sin espacios intercelulares. El tegmen está reducido a la epidermis interna que es la capa más interna del episperma



En el granado, *Punica granatum*, el episperma es carnoso, la capa carnosa comestible es la epidermis: las células se alargan notablemente en sentido radial y se vuelven turgentes. La otra capa es mecánica, formada por esclereidas.

En *Linum usitatissimum*, el lino, el tegumento externo presenta tres capas, la pared externa secundaria de las células epidérmicas radialmente alargadas está formada de una sustancia mucilaginosa que se deposita en estratos hasta llenar el lumen celular. Esta sustancia se hincha fuertemente cuando absorbe agua, y termina por romper las capas externas cutinizadas y la cutícula

Las dos capas internas son parenquimáticas. El tegumento interno posee tres capas: la externa es la capa mecánica, formada por esclereidas orientadas paralelamente al eje mayor de la semilla. Por debajo hay células parenquimáticas alargadas en sentido perpendicular a las esclereidas. Las células de la capa más interna presentan el lumen lleno de pigmentos que determinan el color de las semillas.

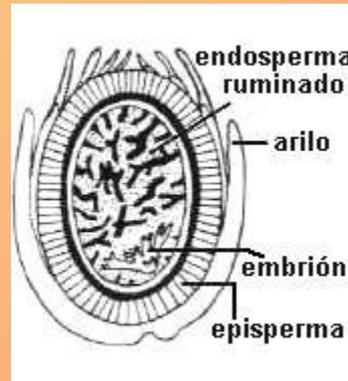
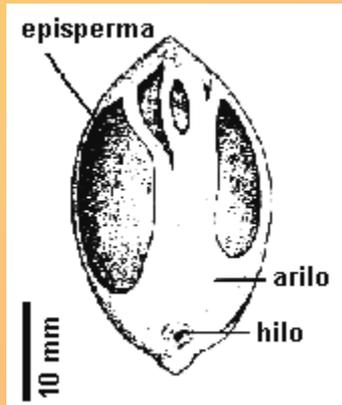
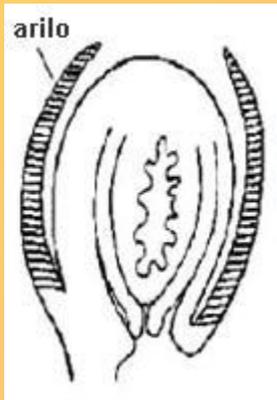


## Apéndices de la semilla

Las semillas pueden presentar apéndices como alas, pelos, arilos, que están relacionados con la dispersión.

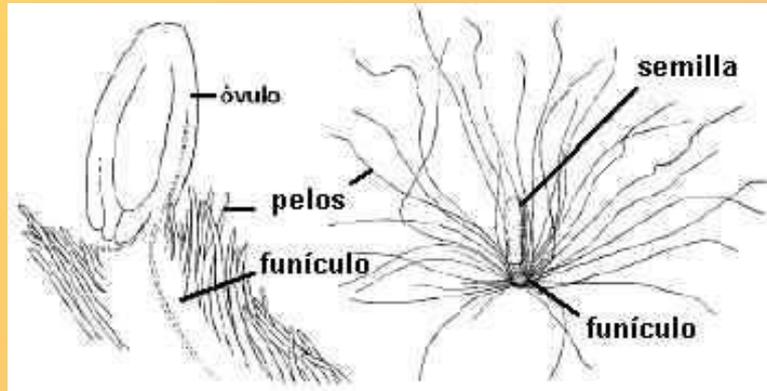
Los pelos son propios de semillas pequeñas, contenidos frecuentemente en frutos de dehiscencia lenta. Los pelos de las semillas del algodón pueden medir de 10 a 65 mm, se utilizan en la industria textil, y se conocen comercialmente como "fibra de algodón".

Los tegumentos o el funículo pueden formar una excrecencia llamada **arilo**



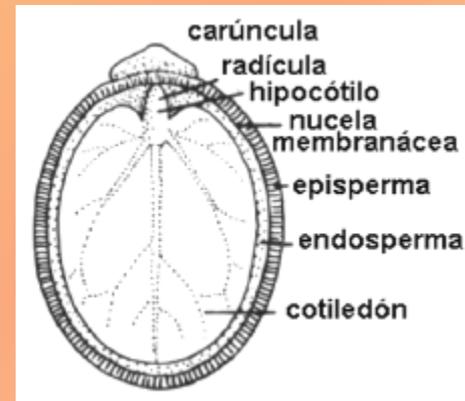
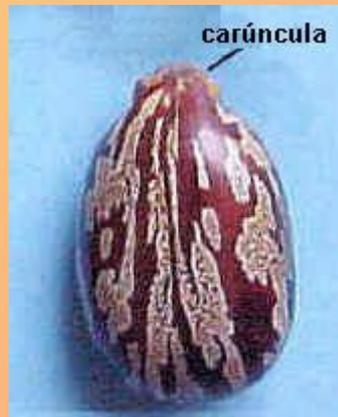
En la "nuez moscada", semilla de *Myristica fragrans*, el arilo se forma alrededor de la micrópila y crece cubriendo toda la semilla; es de color rojizo, y sus células contienen aceites esenciales. Su dilatación contribuye a la dehiscencia del fruto. Se comercializa independientemente en farmacia con el nombre de "macis".

## Semilla de *Salix* sp. Sauce



En el sauce, *Salix*, el [arilo](#) es funicular, se presenta en forma de pelos

## Semilla de *Ricinus communis*, ricino



Es una excrecencia carnosos-esponjosa que aparece a nivel de la micrópila a la cual cubre, es rica en sustancias grasas y proteínas que atraen a las hormigas, por lo tanto la dispersión es entomófila.

# SUSTANCIAS DE RESERVA

Las semillas raramente carecen de sustancias de reserva; las mismas están ausentes en las semillas de Orchidaceae. En *Hymenocallis* (Liliaceae) los tegumentos son verdes y con estomas; el desarrollo embrionario está en conexión con la actividad de este tejido.

En las Gimnospermas no ocurre la doble fecundación, de manera que no hay endosperma verdadero. Las semillas almacenan grasas, aceites y proteínas en el **endosperma primario, protalo** o gametófito femenino **haploide**.

En Angiospermas hay tres posibilidades:

1. **Semillas albuminadas o endospermadas**
2. **Semillas perispermadas**
3. **Semillas exalbuminadas**

## SUSTANCIAS DE RESERVA

En Angiospermas hay tres posibilidades:

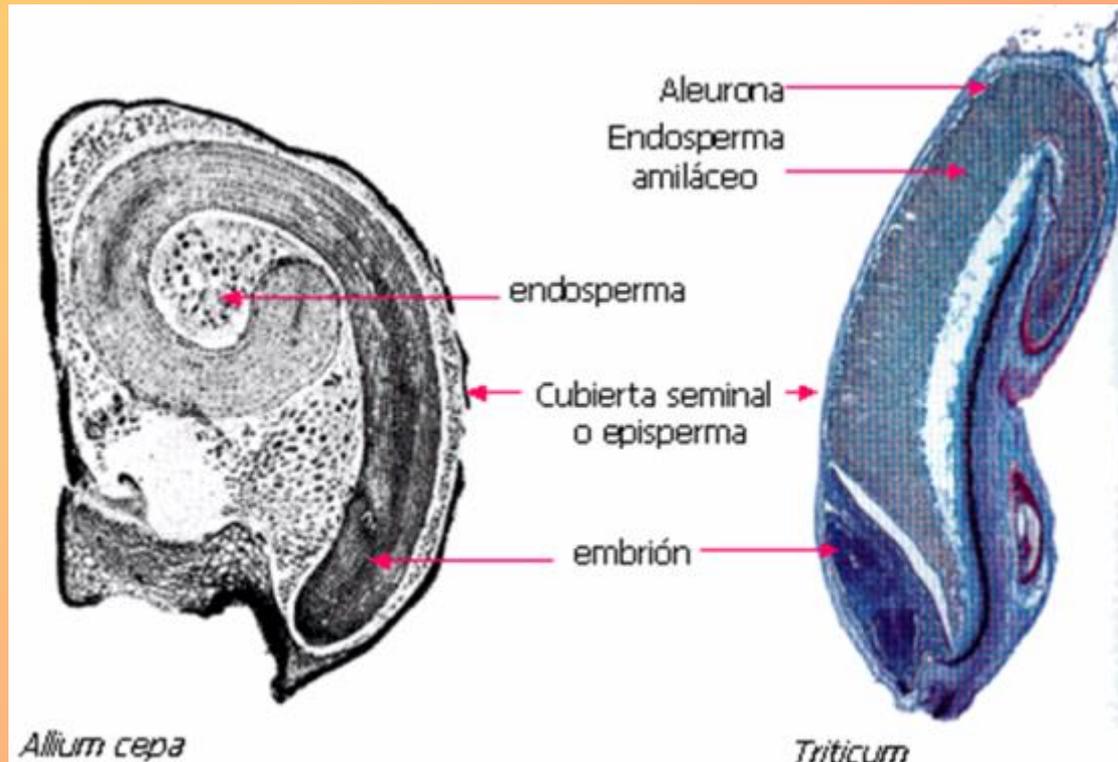
- 1. Semillas albuminadas o endospermadas:** se acumulan en el **endosperma** originado en la doble fecundación. Los embriones presentan frecuentemente cotiledones foliáceos o filiformes. Ej.: *Gramineae*, *Liliaceae*, *Palmae*, *Euphorbiaceae*, *Umbelliferae*.  
En *Myristicaceae*, *Annonaceae* y *Passifloraceae* el endosperma es ruminado: excrecencias del episperma se incrustan en el endosperma determinando que la superficie sea irregular.
- 2. Semillas perispermadas:** el perisperma es el tejido nucelar(2n) que perdura y se carga de sustancias de reserva. Se encuentra en *Chenopodiaceae*, *Amaranthaceae*, *Polygonaceae*, y se considera como un carácter primitivo. Algunas semillas tienen también endosperma, como las de pimienta (*Piper nigrum*), *Nymphaeaceae* y *Zingiberaceae*.
- 3. Semillas exalbuminadas o exendospermadas:** Las sustancias de reserva se acumulan en los **cotiledones**. Ej.: nuez, muchas leguminosas: poroto, arveja y maní. Son las más evolucionadas, el embrión tiene una plúmula con epicótilo desarrollado y varios primordios foliares

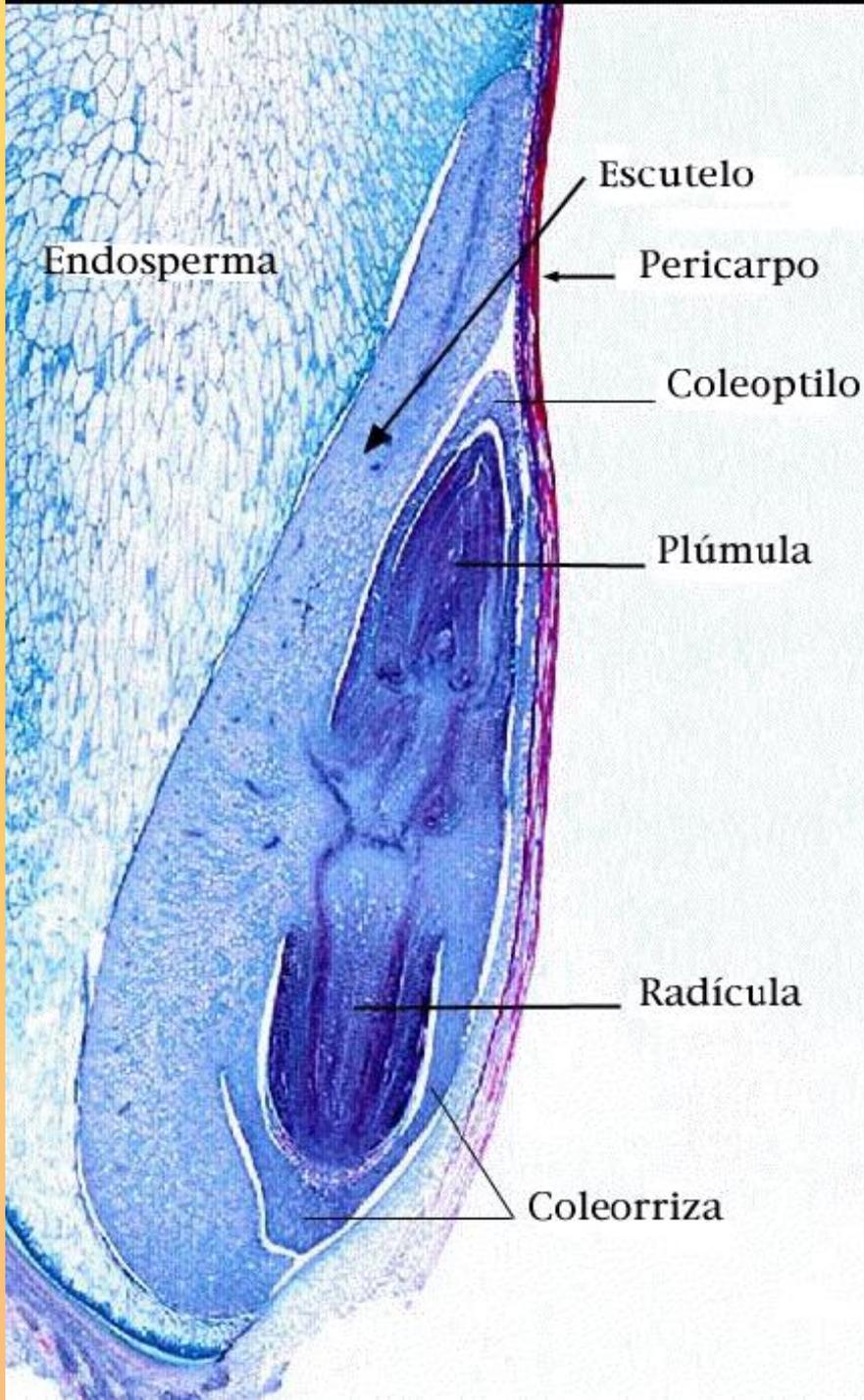
**PROTALADAS:** Las sustancias de reserva se acumulan en el prótalo, que deriva de las numerosas divisiones mitóticas de la megáspora, por consiguiente es **haploide (n)** y que resulta en una estructura homóloga al saco embrionario de las angiospermas, siendo el caso típico de las gimnospermas (*Pinus spp*, *Cedrus spp.*).

## Semillas albuminadas o endospermadas

Las reservas se acumulan en el endosperma originado por la doble fecundación. El tejido es triploide generalmente, a veces con grado de ploidía aún mayor.

Se considera como un carácter primitivo. Algunas semillas tienen también endosperma, como las de pimienta (*Piper nigrum*), Nymphaeaceae y Zingiberaceae.

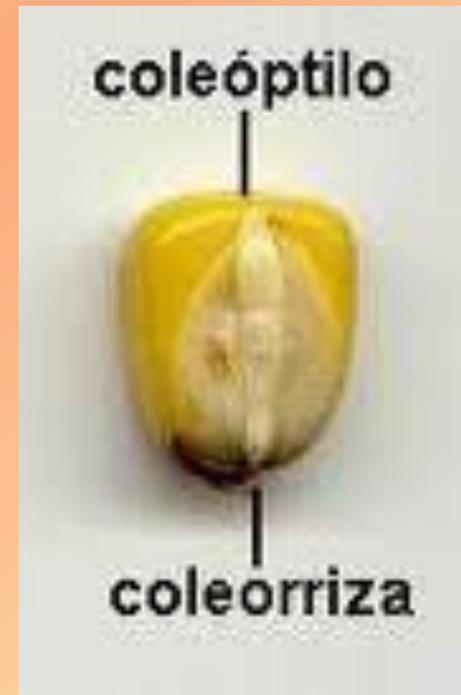




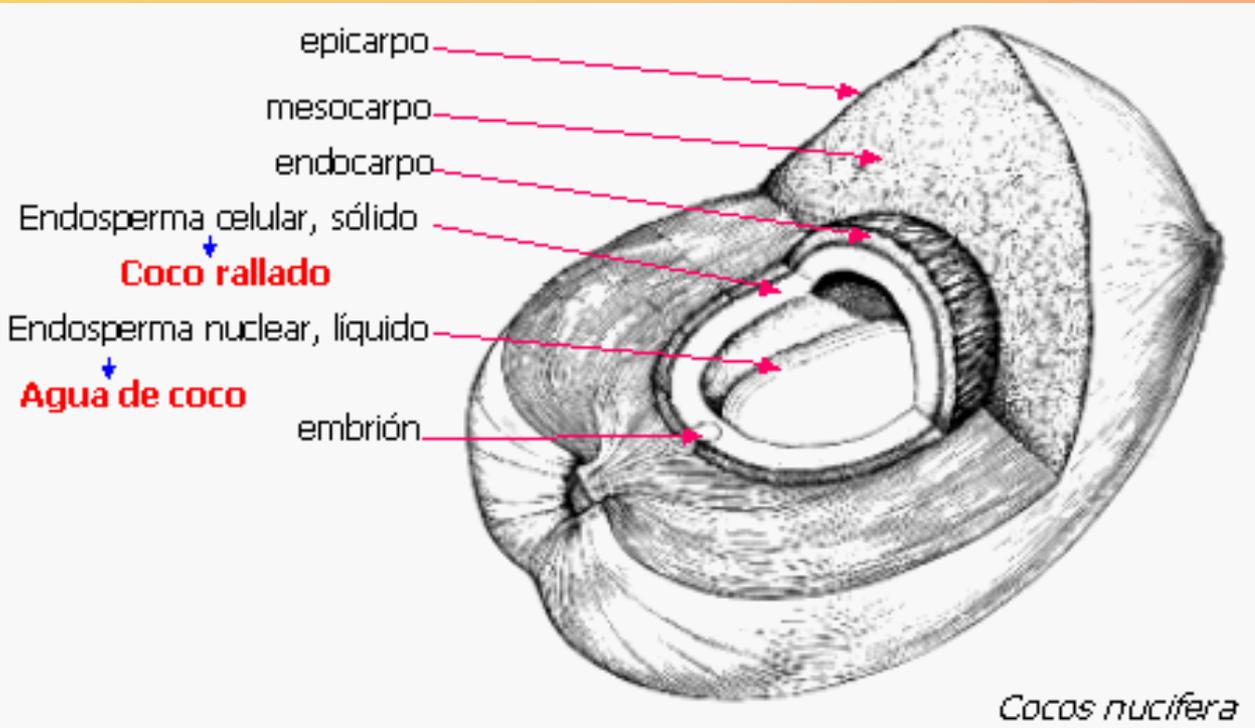
El fruto de maíz comúnmente se llama grano o carióspside.

Coleoptilo: vaina que rodea el meristemo apical y primordios foliares en el embrión de poaceas (gramíneas).

Coleorriza: vaina que encierra a la radícula en el embrión de poaceas (gramíneas)



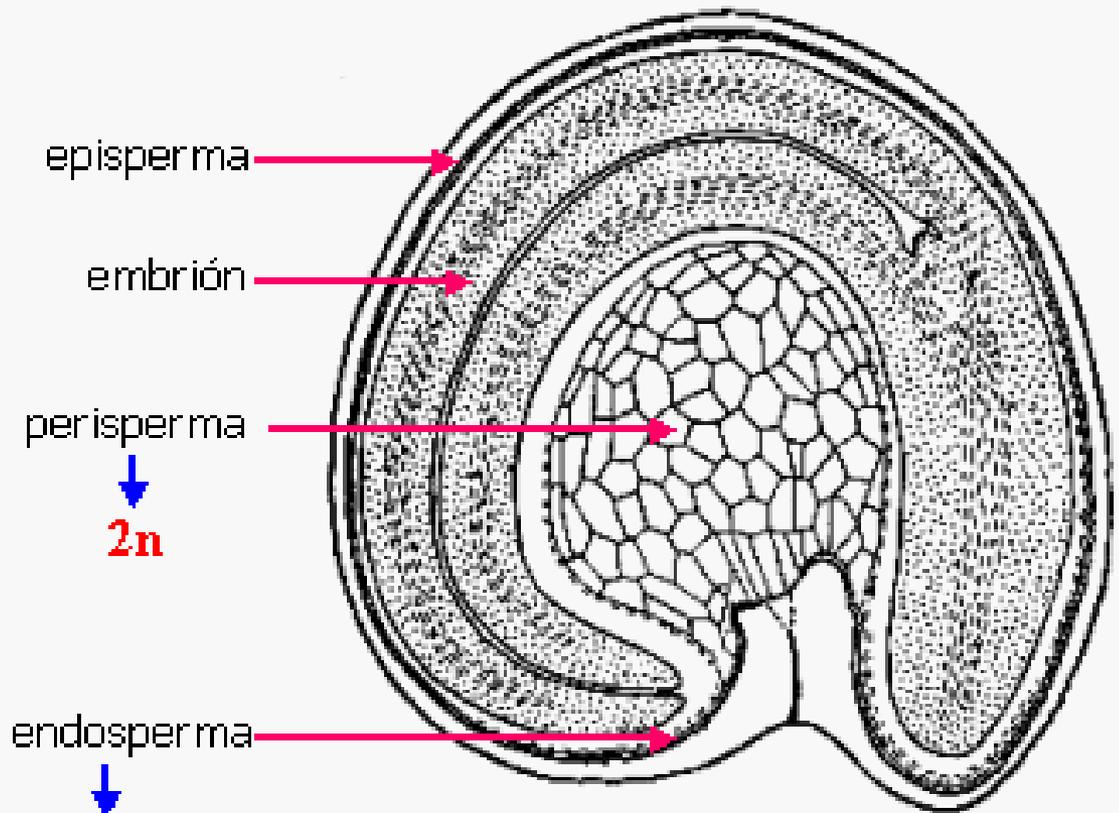
La semilla de *Cocos nucifera* es un caso interesante: su endosperma es parcialmente líquido (nuclear): agua de coco, y se usa como bebida. La porción periférica es carnosa (celular) y muy rica en aceites y vitaminas; comercialmente recibe el nombre de copra y a partir de ella se obtienen el coco rallado y el aceite de coco.



# Semillas perispermadas

Las sustancias de reserva se acumulan en el **perisperma**, es el tejido nucelar que perdura y se carga de sustancias de reserva., cuya dotación cromosómica es  $2n$

Se presenta en semillas de *Amaranthaceae*, *Chenopodiaceae*, *Polygonaceae*. y se considera como un carácter primitivo. Algunas semillas tienen también endosperma, como las de pimienta (*Piper nigrum*), *Nymphaeaceae* y *Zingiberaceae*

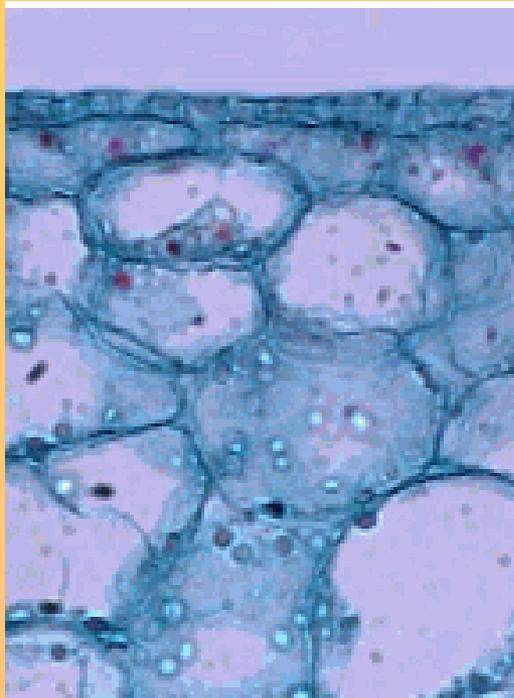


*Beta vulgaris*, remolacha

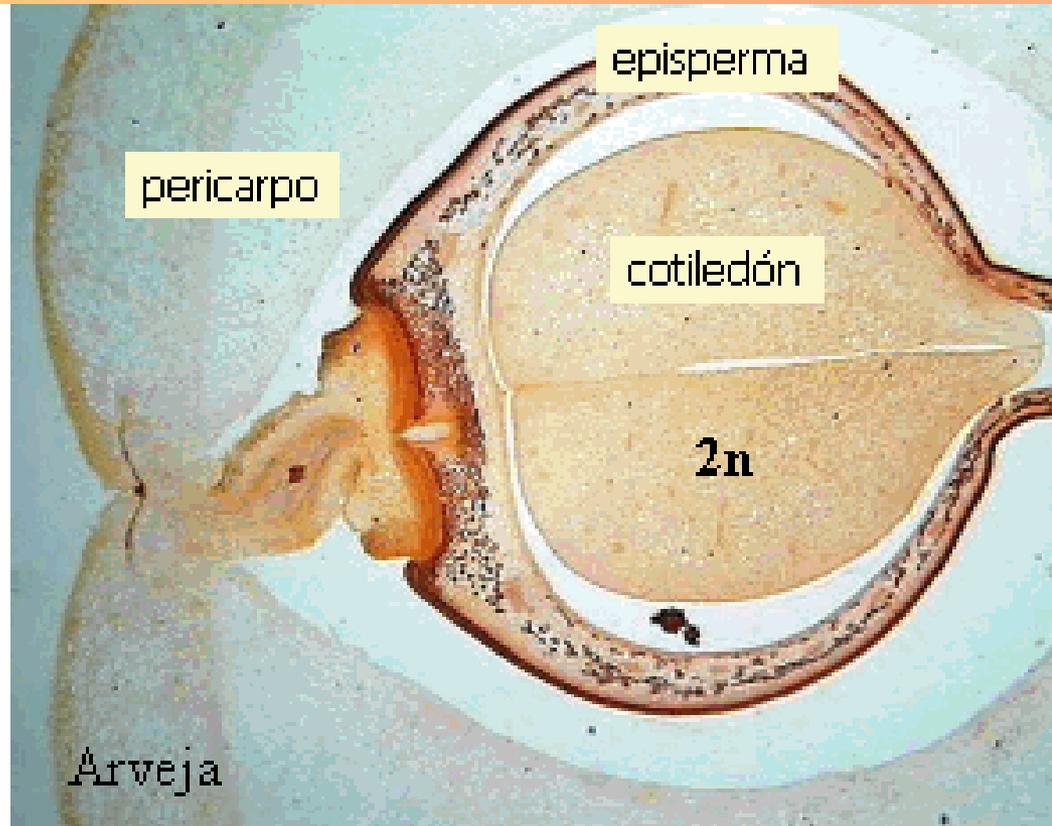
## Semillas exalbuminadas o exendospermadas

En estas semillas, el endosperma se consume durante el desarrollo del embrión. Las sustancias de reserva para la germinación se acumulan en los cotiledones ( $2n$ ), que se vuelven carnosos.

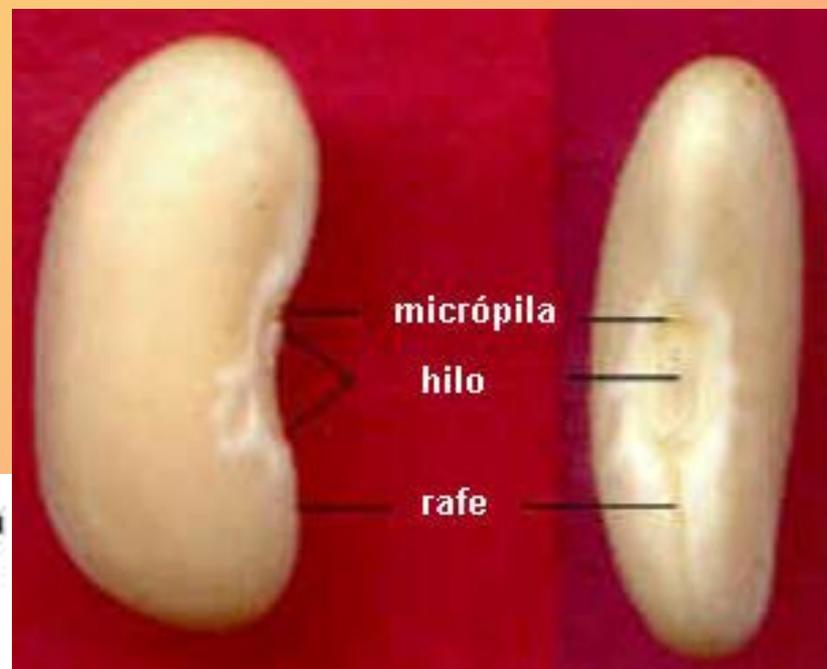
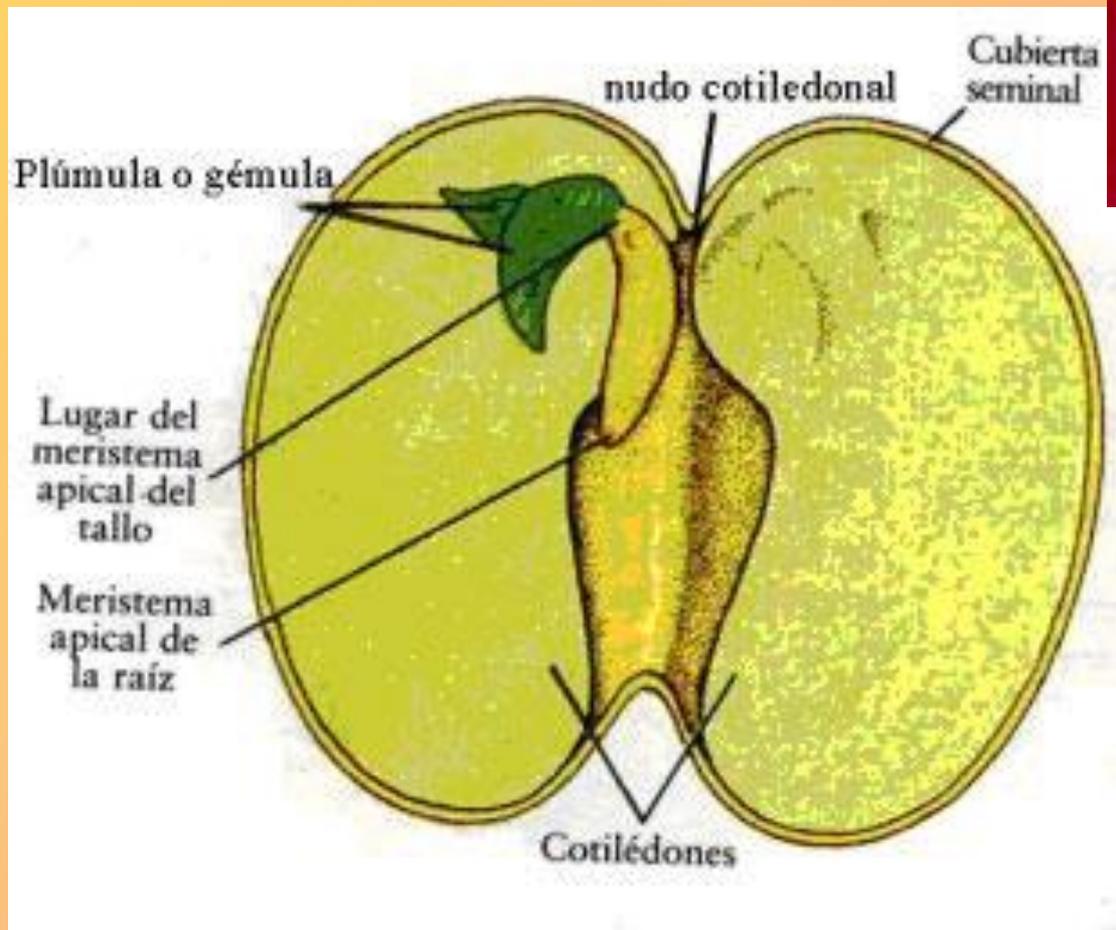
Ej.: nuez, muchas leguminosas: poroto, arveja y maní. Son las más evolucionadas, el embrión tiene una plúmula con epicótilo desarrollado y varios primordios foliares.



Cotiledón,  
parénquima reservante



*Pisum sativum*, arveja, semillas sin endosperma



# Sustancias almacenadas

## Hidratos de carbono

- A) Almidón
- B) Celulosa
- C) Mucílagos

## Proteínas

- A) Gránulos amorfos de gluten
- B) Granos de aleurona

## Lípidos

- A) Mantecas
- B) Aceites

## PORCENTAJE DE HIDRATOS DE CARBONO, PROTEÍNAS Y LÍPIDOS ALMACENADOS EN SEMILLAS DE DISTINTAS ESPECIES

Especie	HC <sup>a</sup>	Proteínas	Lípidos <sup>b</sup>	Almacenamiento
trigo	75	12	2	endosperma
maíz	80	10	5	endosperma
arroz	86	10	2	endosperma
girasol	27	13	24	embrión
soja	26	37	17	cotiledones
maní	12	31	48	cotiledones
colza	6	20	42	embrión
a: principalmente almidón				
b: en cereales los lípidos se almacenan en el escutelo				
modificado de Bewley & Black. 1994.				

# ***Hidratos de Carbono***

**Almidón:** La variación en tamaño y forma del amiloplasto es característica de la especie. Por ejemplo, en los porotos (*Phaseolus* spp.) los gránulos son simples y elípticos, en las cebadas (*Hordeum* spp.) son esféricos de tamaño variable, en el maíz (*Zea mays*) son angulosos mientras que en la avena (*Avena sativa*) y el arroz (*Oryza sativa*) se presentan granos de almidón compuestos.

Las semillas con alto contenido en almidón tienen endosperma farináceo, como las de gramíneas o poáceas.

## **Mucílagos: algarrobo; lino; mostaza;**

Son constituyentes normales del vegetal, producto de su metabolismo, que se acumulan en células especiales dentro de los tejidos por ejemplo en el **tegumento externo de las semillas y en distintos órganos (raíces, bulbos, tubérculos, flores o semillas)**. Se localizan como material de reserva hidrocarbonada o como reserva de agua.

Estos compuestos, en contacto con el agua se hinchan formando soluciones altamente viscosas y geles no adherentes. Algunos de estos mucílagos son capaces de absorber mas de cien veces su peso en agua.

# LÍPIDOS

Las plantas almacenan lípidos en las **semillas** para actuar como fuente de energía en la germinación.

Son la forma de reserva de energía más eficiente ya que los carbonos en los ácidos grasos están más reducidos que en los hidratos de carbono; por lo tanto la oxidación de los lípidos libera el doble de energía.

**Los lípidos se acumulan generalmente en los embriones,** principalmente en los cotiledones como en el caso de maní (*Arachis hypogaea*), soja (*Glycine max*), girasol (*Helianthus annuus*), jojoba (*Simmondsia chinensis*).

Los lípidos vegetales son importantes componentes de la **dieta de humanos y animales.**

Además, son de particular interés para la **industria de pinturas, lubricantes y cosméticos**, que constantemente demandan aceites con una composición específica de ácidos grasos.

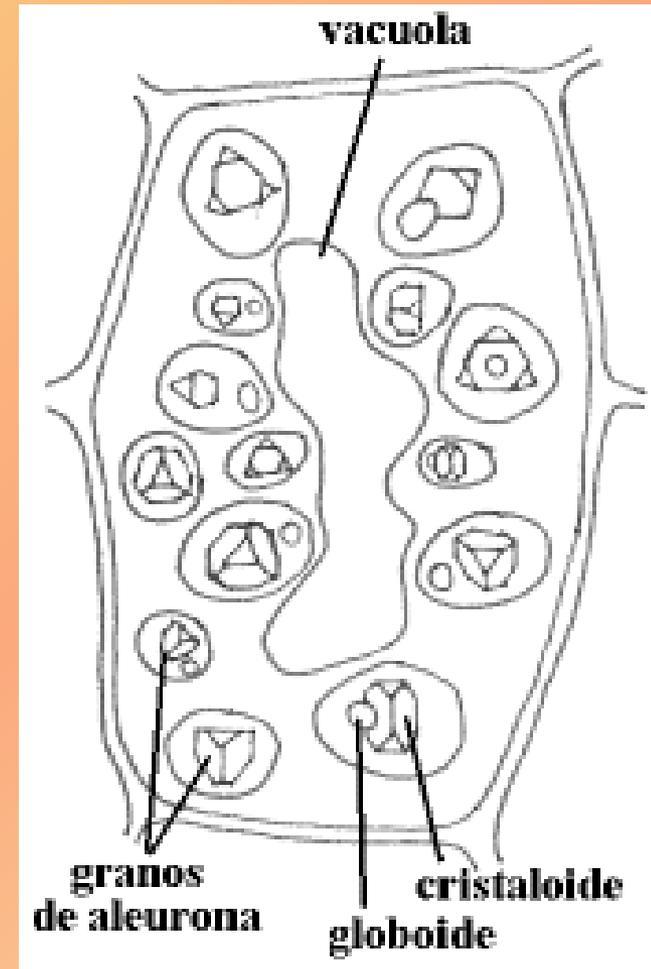
## PROTEÍNAS

Representan alrededor del 8-15% del peso seco de los granos de los cereales y el 40% en las **semillas** de las leguminosas.

Se almacenan como **cuerpos proteicos** sólidos de 0,1 a 0,25 micrómetros de diámetro, rodeados por una membrana simple, pudiendo ser proteínas enzimáticas (metabólicamente activas) o proteínas de reserva.

Se encuentran en los **cotiledones de las leguminosas** (Fabáceas) y **en la capa más externa del endosperma** (capa de aleurona) en **cereales** y en todo el endosperma de las gramíneas (poáceas) rodeando a los gránulos de almidón y entre ellos.

Los **cuerpos proteicos** varían en su composición y pueden presentar inclusiones cristaloides o globoides y cristales de oxalato de calcio como drusas. Durante la germinación las proteínas de reserva son degradadas a aminoácidos



# ACEITES

El primer grupo importante de sustancias lipídicas de origen vegetal de aplicación en farmacia que figuran en tratados oficiales lo constituyen los aceites. En la Real Farmacopea Española y en la Farmacopea Europea están descritos los aceites obtenidos por expresión en frío de semillas y frutos de distintas especies vegetales.

**Aceite de almendra**, obtenido de las variedades *dulcis* y *amara* de la especie *Prunus dulcis* (Miller.) D.A. Webb (Rosaceae), empleado en la fabricación de productos cosméticos y dermatológicos para irritaciones cutáneas;

**aceite de maní**, obtenido de las semillas decorticadas de *Arachis hypogaea* L. (Fabaceae) empleado como excipiente en la preparación de formas farmacéuticas parenterales;

**aceite de oliva**, obtenido por expresión en frío de los frutos maduros de *Olea europaea* L. (Oleaceae) que posee propiedades coleréticas y colagogas, ligeramente laxantes y por vía tópica suavizantes y emolientes, se utiliza también refinado como excipiente para preparaciones inyectables;

**aceite de ricino** que se obtiene de las semillas de *Ricinus communis* L. (Euphorbiaceae) con propiedades laxo-purgantes y empleado en farmacia, ligeramente modificado, como vehículo de preparaciones inyectables y como materia prima para la obtención de numerosos productos industriales (barnices, resinas, aceites lubricantes, ceras, etc.);

**aceite de sésamo** que se obtiene a partir de las semillas maduras de *Sesamun indicum* L. (Pedaliaceae) y posee una actividad laxante suave, empleándose como disolvente de medicamentos y como antioxidante y antiradicalario en preparaciones cosméticas; y

**aceite de soja** que se obtiene a partir de las semillas de *Glycine max* (L.) Merr. y *G. soja* Sieb. y Zucc. (Fabaceae) y se utiliza en clínica como energizante en alimentación parenteral.

## **SEMILLAS DE USO MEDICINAL**

### **ALMENDRO AMARGO**

N. C. *Prunus amygdalus* var. *amara* (Flia. Rosaceae )

P. U. semilla.

C. Q. aceite fijo. Glicósidos cianogenéticos.

Usos: Producción de esencia. Emoliente en cosmética.

### **CACAO**

N. C. *Theobroma cacao* (Flia. Sterculiaceae)

P. U. semilla.

C. Q. teobromina, aceites fijos.

Usos: preparación de chocolate. Estimulante. Manteca de cacao, bases para lápices de labios y supositorios.

### **CAFE**

N. C. *Coffea arabica* (Flia. Rubiaceae)

P. U. semilla.

C. Q. cafeína.

Usos : estimulante del S. N. C.

### **CARDAMOMO**

N. C. *Elettaria cardamomun* ( Flia. Zingiberaceae)

P. U. semilla.

C. Q. aceite esencial: borneol.

Usos: carminativo, aromático, condimento.

### **COCO**

N. C. *Cocos nucifera* (Flia. Araceae)

P. U. endosperma de la semilla.

C. Q. aceite fijo.

Usos: base para ungüento. Alimento (copra: coco rallado)

### **COLCHICO**

N. C. *Colchicum autumnale* (Flia. Liliaceae)

P. U. semilla.

C. Q. alcaloide: colchicina.

Usos: antogotoso, antirreumático.

### **ESTROFANTO**

N. C. *Strofanthus kombe*, *S. hypsidus* (Flia. Apocynaceae)

P. U. semilla desprovista del vilano.

C. Q. glicósidos cardiotónicos: estrofantina G.

Usos: estimulante cardíaco.

### **ENEBRO**

N. C. *Juniperus communis* (Flia. Cupresaceae)

P. U. semilla (mal llamadas “bayas” del Enebro)

C. Q. aceites esenciales.

Usos: diurético. Elaboración de ginebra.

### **GUARANA**

N. C. *Paullinis cupana* (Flia. Spindaceae)

P. U. semilla.

C. Q. cafeína.

Usos: estimulante del S. N. C.

### **RICINO**

**N. C. Ricinus communis (Flia. Euphorbiaceae)**

**P. U. semillas.**

**C. Q. aceite fijo.**

**Usos: purgante.**

.

### **KOLA**

N. C. *Cola nitida* (Flia. Sterculiaceae)

P. U. cotiledón.

C. Q. alcaloides: cafeína.

Usos: estimulante del S. N. C.

### **LINO**

N. C. *Linum usitatissimum* (Flia. Linaceae)

P. U. semilla.

C. Q. aceite fijo, mucílago.

Usos: emoliente, laxante.

### **MANI**

N. C. *Arachis hypogaeae* (Flia. Fabaceae)

P. U. semilla

C. Q. aceite fijo.

Usos: disolvente para inyectables.

### **MOSTAZA BLANCA**

N. C. *Brassica alba* (Flia. -Brassicaceae- Cruciferas)

P. U. semilla.

C. Q. aceite volátil y aceite fijo.

Usos: rubefaciente. Condimento.

# GERMINACIÓN

- Consiste de todos aquellos procesos que llevan a la imbibición de agua e hidratación de la semilla, y al reinicio de su actividad metabólica con la consecuente emergencia de la radícula a través de la cubierta seminal.
- El embrión, que se halla en estado de vida latente dentro de la semilla, reanuda su crecimiento y se desarrolla para formar una plántula.
- La germinación se completa con la emergencia de la radícula. Se pierde la resistencia a la desecación.
- 
- Para que se produzca deben darse condiciones fisiológicas entre las cuales las más importantes son oxigenación, temperatura, luz y humedad: la absorción de agua ocurre a nivel del hilo o la micrópila.

**E** Endosperm rupture - Control 18h

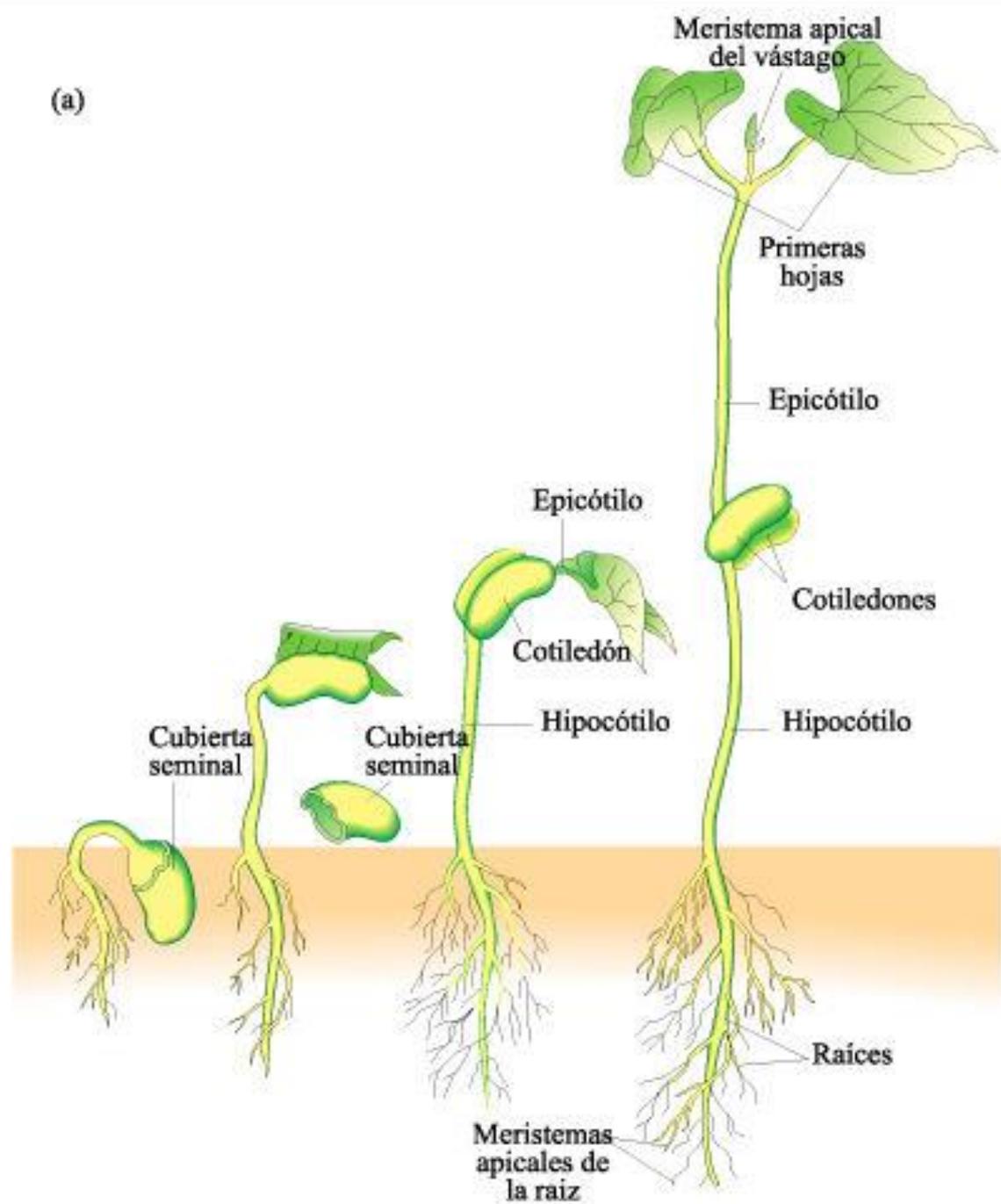
Emerged radicle



Ruptured micropylar endosperm



(a)



Meristema apical del vástago

Primeras hojas

Epicótilo

Epicótilo

Cotiledones

Cotiledón

Hipocótilo

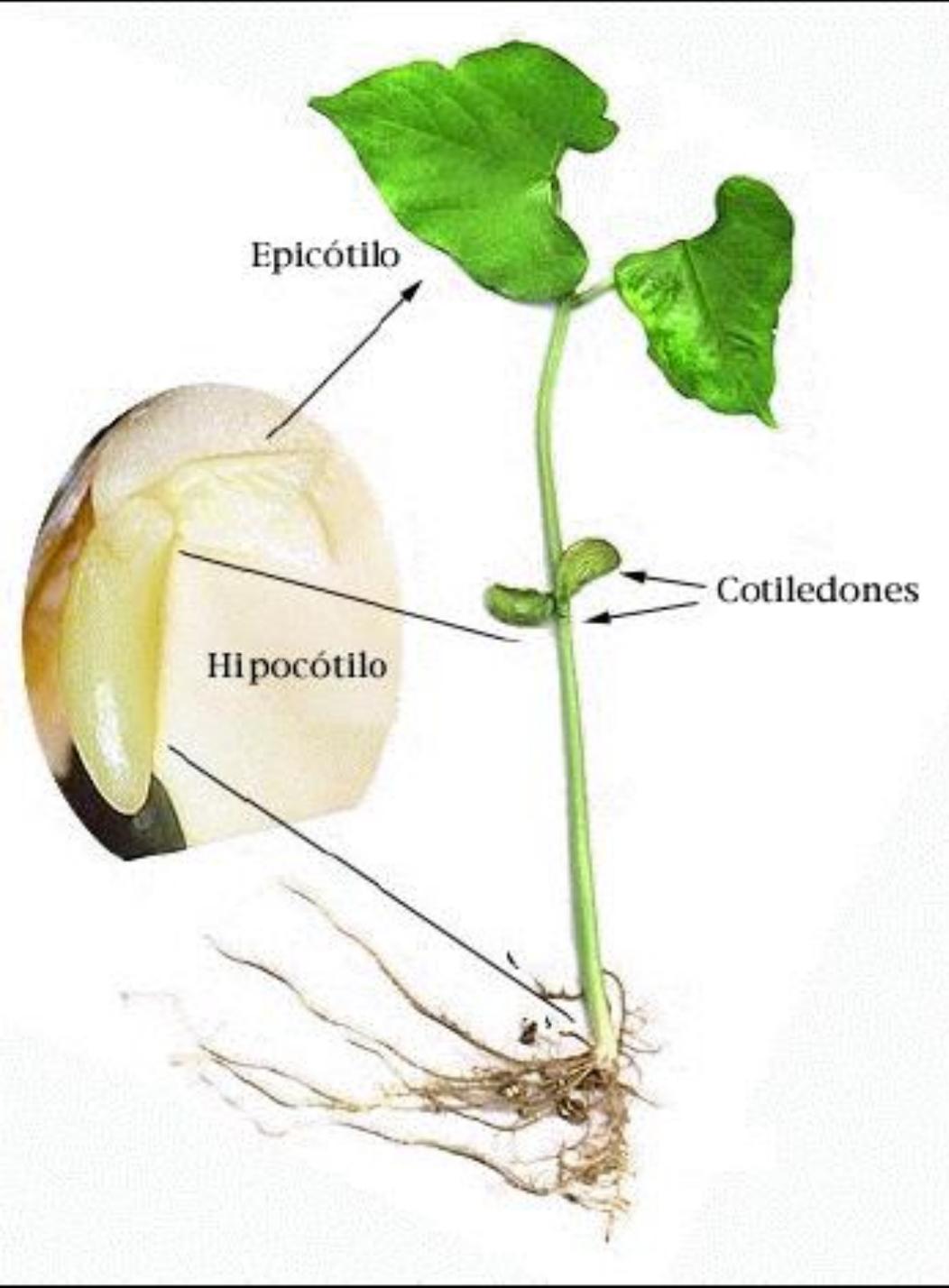
Hipocótilo

Cubierta seminal

Cubierta seminal

Raíces

Meristemas apicales de la raíz



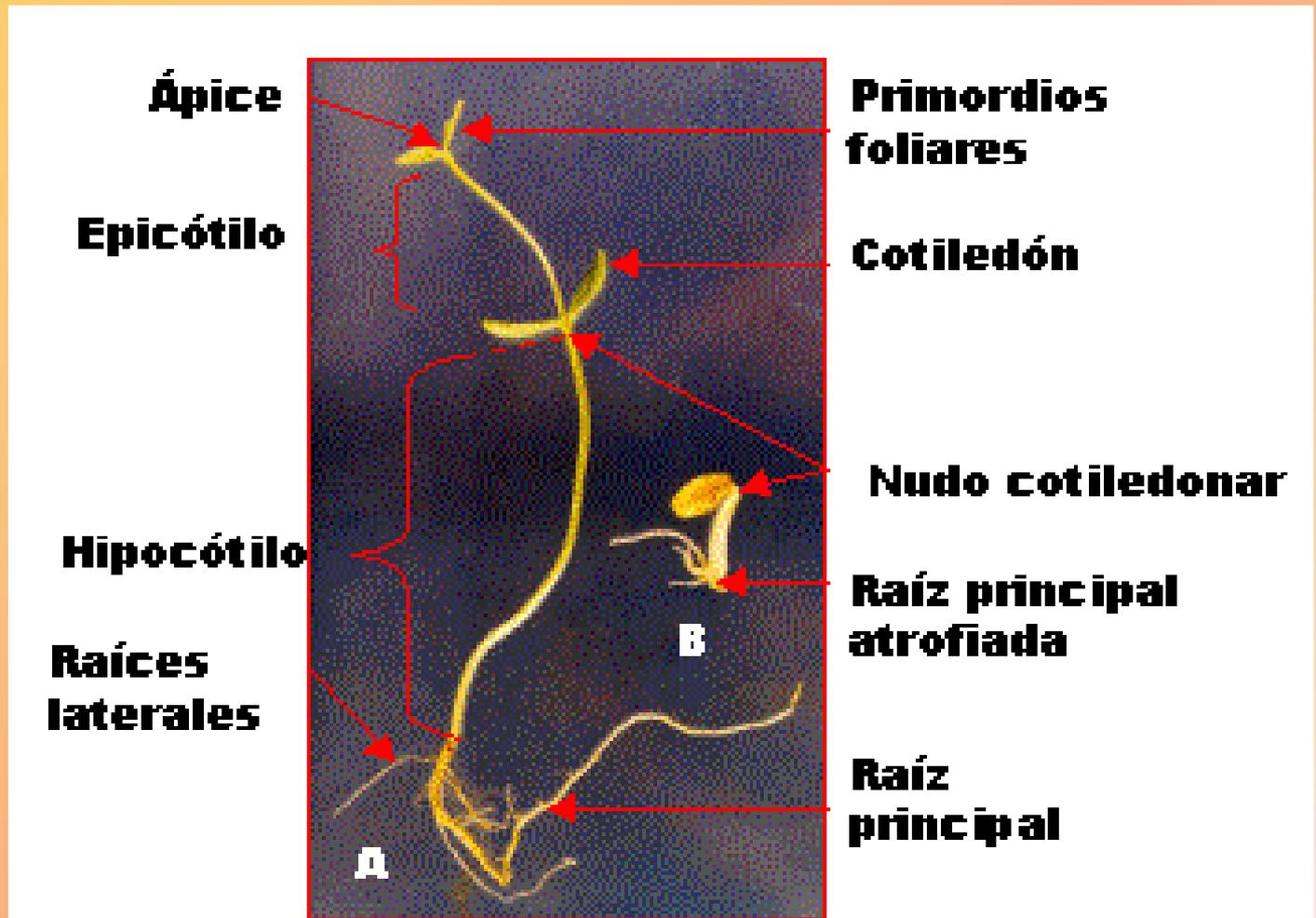
Epicótilo: arriba de los cotiledones

Hipocótilo: por debajo de Los cotiledones.

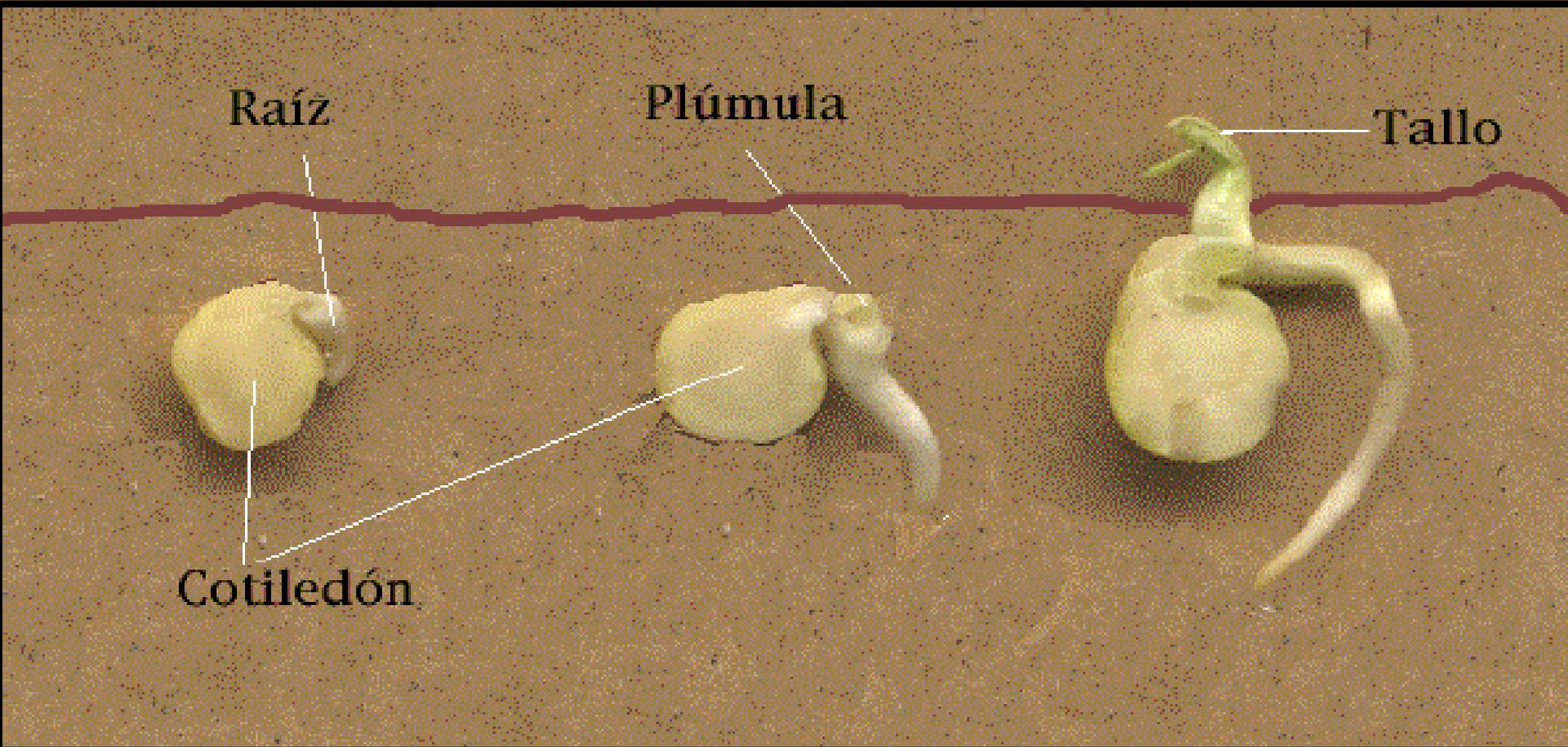
**Germinación epígea:** tipo de germinación en donde el cotiledón o los cotiledones sobresalen de la superficie del suelo



La **germinación es epígea**, cuando al elongarse el hipocótilo los cotiledones se elevan por sobre el suelo. Frecuentemente los cotiledones cumplen función fotosintética por un tiempo más o menos prolongado, según la especie, luego se marchitan y caen. Ej: cebolla, tomate, zapallo



# Germinación hipógea: germinación en la que los cotiledones permanecen bajo el suelo



Si los cotiledones permanecen bajo el nivel del suelo y no se desarrolla el hipocótilo, la **germinación es hipógea**, siendo el epicótilo el que se elonga y eleva a los primordios foliares por sobre el nivel del suelo como en la arveja (*Pisum sativum*).

