

Morfología de Plantas Vasculares

Tema 6: Fruto

Tema 6.1: Fruto. Características generales

Momordica charantia, fruto desarrollado de una flor con ovario ínfero

En sentido estricto el fruto es el ovario transformado y maduro después de la fecundación.



Los pétalos poseen una zona de abscisión en su base y se desprenden muy rápidamente de la flor. Por el contrario, los sépalos permanecen a menudo en su lugar. Los estambres se marchitan y caen, aunque pueden persistir más o menos largo tiempo alrededor del fruto

El tubo floral o el receptáculo pueden volverse carnosos como ocurre en muchas Rosáceas (manzana, pera, frutilla).

Fruto de *Fragaria vesca*, frutilla



En el caso de los frutos derivados de ovario ínfero, la porción extracarpelar recibe el nombre de **clamidocarpo**.

En un cierto número de especies, otras partes de la flor o de la inflorescencia se asocian al gineceo para producir el fruto. Cuando las partes de la flor que persisten en el fruto no son concrecentes con él se llaman **induvias**.

El cáliz puede acompañar al fruto en su desarrollo, como por ejemplo en *Physalis*, donde es acrescente formando una envoltura inflada.

El perigonio puede volverse carnoso como en las moras (*Morus*), donde constituye la parte comestible.

Physalis peruviana

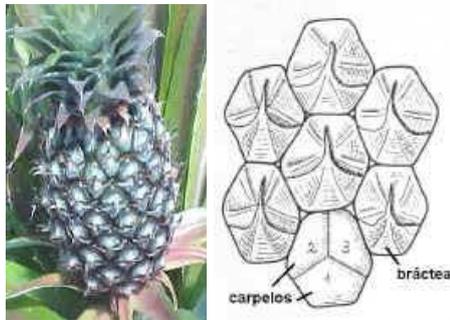


Morus nigra, mora

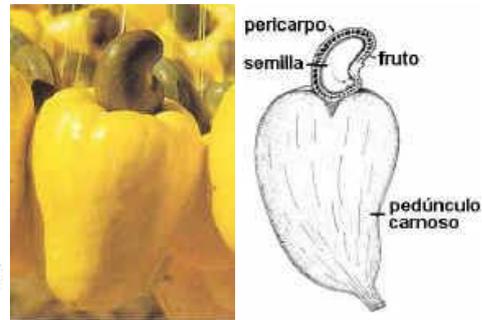


Las brácteas también pueden formar parte del fruto como en la nuez del roble (*Quercus robur*) y el avellano (*Corylus avellana*). Pueden participar las ramas de la inflorescencia como en el palito dulce (*Hovenia dulcis*), o el pedúnculo como en el fruto del cajú, *Anacardium occidentale*. La "castaña de cajú" que se consume tostada, es la semilla; el pedúnculo carnoso es comestible cuando fresco, se utiliza en Brasil para elaborar dulces, jugos, helados y licores.

Ananas sativa, ananá, fruto politalámico con brácteas persistentes



Anacardium occidentale, cajú



En el crecimiento del ovario para formar un fruto intervienen las hormonas de crecimiento: auxina o ácido indolacético, giberelinas, citocininas, etileno. La auxina es formada por el grano de polen y por el óvulo fecundado. La mayoría de los frutos implican la formación de semillas, pero ciertas plantas pueden producir frutos sin que ello ocurra. Estos frutos se llaman **partenocárpicos**: bananas, higos, naranjas de ombligo. El fenómeno se debe a que se forman hormonas de crecimiento espontáneamente o a consecuencia de la polinización que actúa como estímulo. Se ha logrado producir melones, ananás y tomates sin fecundación previa con la inyección de auxinas al ovario.

PARED DEL FRUTO

En sentido estricto, el **pericarpo** es la pared del ovario; en sentido amplio puede abarcar también los tejidos extracarpelares asociados. Para salvar esa diferencia Katherine Esau utiliza la expresión "pared del fruto".

Con sentido descriptivo, y sin relación con la ontogenia, se pueden utilizar los siguientes términos: **exocarpo**, **mesocarpo** y **endocarpo**.

El exocarpo o epicarpo comprende la epidermis solamente, o la epidermis y los tejidos subyacentes.

La superficie puede tener aspectos muy distintos:

1. **lisa** en *Capsicum annuum*, pimiento o *Prunus avium*, cereza.
2. **pruinosa** (con ceras) en *Vitis vinifera*, vid y *Prunus domestica*, ciruela.
3. **pilosa** como en *Prunus persica*, durazno.
4. con **pelos ganchosos** o **espinas ganchosas** como en *Desmodium* y *Melilotus*
5. **espinas** como en *Datura ferox*, chamico.

Tipos de exocarpo

liso en el guapurú



pruinoso en la ciruela



piloso en el durazno



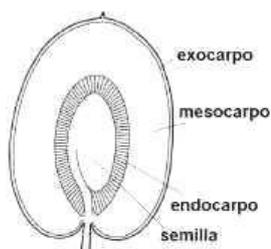
espinoso en *Triumfetta* sp.



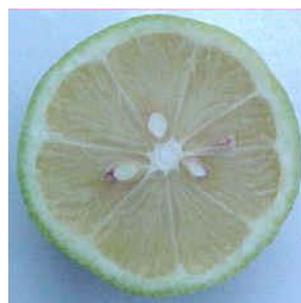
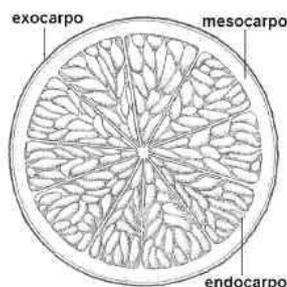
El mesocarpo puede ser escaso como en los frutos secos, o carnoso como en *Prunus persica* o en la berenjena, *Solanum melongena*.

El endocarpo puede ser carnoso como en la uva (*Vitis vinifera*), apergaminado como en las vainas de las arvejas, pétreo como en la aceituna (*Olea europaea*), con pelos jugosos como en los frutos cítricos (*Citrus* spp.)

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



Endocarpo con pelos pluricelulares jugosos en *Citrus limon*



La **consistencia** de la pared del fruto determina la asociación de los frutos en dos grupos básicos:

1) Secos, con pericarpo de estructura semejante al episperma. Pueden ser indehiscentes o dehiscentes, unispermos o con varias semillas. En el caso de los frutos indehiscentes los tegumentos del óvulo en su mayor parte desaparecen o se funden con el pericarpo.

Frutos secos

Sámara:
Tipuana tipu, tipa



Cápsula: *Aspidosperma quebracho-blanco*,
quebracho blanco



Legumbre indehiscente
Acacia aroma



2) Carnosos, en ellos interviene el pericarpo y a veces tejidos extracarpelares y también placentas. Son filogenéticamente más nuevos. Pueden tener cáscara (histológicamente diferenciada) como la naranja, o no tenerla como el tomate.

Frutos carnosos

Pomo:
Malus sylvestris, manzana



Baya: *Persea americana*, palta



Hesperidio:
Citrus aurantium, naranja



Drupa: *Olea europaea*, aceituna



Tema 6.2: Dehiscencia del Fruto

Es el 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. Se distinguen distintos tipos:

Tipos de dehiscencia

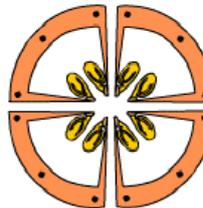
- **Sutural simple o ventricida:** el fruto se abre a lo largo de la sutura carpelar. Ej.: folículo.



- **Sutural doble:** el fruto se raja longitudinalmente a lo largo de la sutura carpelar y además a lo largo de la vena media. Ej.: vaina o legumbre de las Leguminosas.

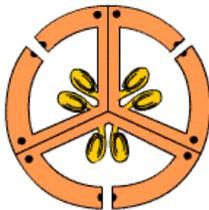


- **Septicida:** cuando la apertura ocurre por separación de las paredes carpelares que forman los septos, es decir los tabiques que separan los lóculos en frutos derivados de ovarios con placentación axilar. Ej.: *Colchicum*, *Martynia*



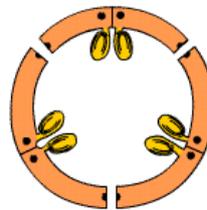
- **Loculicida (dorsicida):** la rajadura se produce a lo largo de la vena media de los carpelos. Puede darse en frutos uniloculares (Turneraceae, Violaceae) o pluriloculares (*Allium*, *Cupania*, Amaryllidáceas, Iridáceas). El fruto puede permanecer entero o se fragmenta en valvas, correspondiendo cada una a las mitades de dos carpelos contiguos; cuando la placentación es axilar, cada valva presenta el septo en su parte media.

Dehiscencia loculicida ovario trilocular

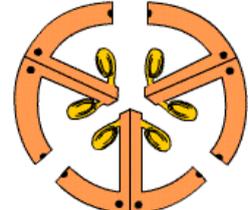


Fruto fragmentado en valvas

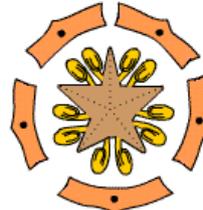
Ovario unilocular



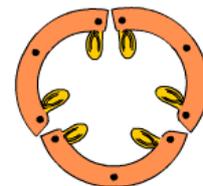
Ovario trilocular



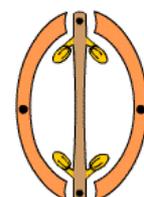
- **Septífraga:** cuando la rotura tiene lugar en los septos, sobre planos paralelos al eje del fruto. Las porciones internas y las semillas quedan unidas a una columna axial. Ej.: *Cedrela*.



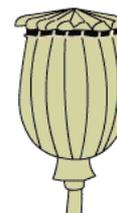
- **Placenticida:** cuando el fruto se raja a lo largo de la parte media de las placentas. Ej.: *Gentiana*.



- **Placentífraga:** cuando el fruto se abre por medio de dos hendiduras paralelas, muy próximas a las placentas, como sucede en la silicua de las Brassicáceas.



- **Poricida o foraminal:** implica la formación de orificios para salida de las semillas. Ej.: *Antirrhinum majus*, conejito; *Papaver somniferum*,. amapola

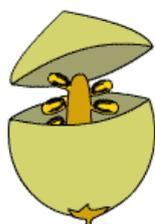


- **Circuncisa o Transversal:** cuando se produce la separación de la parte apical de la pared del fruto a lo largo de una rotura transversal que afecta a todos los carpelos (pixidio). Ej.: *Portulaca*, verdolaga.

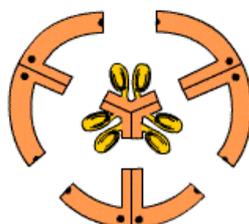
- **Biscida:** cuando se combinan dos tipos de dehiscencia, como septicida y septífraga como en las cápsulas de *Rhododendron*; loculicida y septífraga, como en las cápsulas de ovario ínfero de *Belamcanda*

- **Dental:** cuando se forman algunos dientes por separación de una porción apical de los carpelos. Ej.: *Caryophyllaceae*, *Silene italica*.

Circuncisa



Biscida



Dental



Tema 6.3: Clasificación de Frutos Dehiscentes

La clasificación que usamos es la de Weberling y Schwantes (1987), con algunas modificaciones. Los **frutos monotalámicos** provienen de una sola flor; los que provienen de dos o más flores unidas se llaman múltiples o **politalámicos**.

Entre los **monotalámicos** se distinguen :

- ✗ **frutos simples**, formados a partir de gineceos unicarpelares o sincárpicos y
- ✗ **frutos colectivos o agregados**, provenientes de gineceos apocárpicos.

Capsicum frutescens, ají picante.
Flor de ovario sincárpico, fruto derivado: baya



Rosa sp. Flor de ovario apocárpico y fruto derivado: cinorrodon, joven y maduro



Morus nigra, morera. Inflorescencia femenina y fruto politalámico derivado: drupa múltiple



Otros caracteres que se toman en cuenta para la clasificación natural de los frutos son la estructura del gineceo (número de carpelos, posición del ovario), la textura del pericarpio (seco o carnosos), el tipo de dehiscencia. También se tiene en cuenta la relación que mantienen los carpelos entre sí durante el desarrollo progresivo del fruto, por ejemplo en el caso de los frutos esquizocárpicos.

Los tipos de fruto de importancia agronómica, son: **Aquenio, Nuez, Cariopse, Sámara, Legumbre indehisciente, Geocarpo, Lomento, Cápsula, Legumbre, Pomo, Baya, Pseudobaya, Pepónide, Drupa, Hesperidio, Conocarpo, Sorosis, Sicono.**

CLASIFICACIÓN DE FRUTOS: grandes grupos

- Frutos **monotalámicos** provienen de una sola flor
 - frutos **simples**, formados a partir de gineceos unicarpelares o sincárpicos
 - **secos**
 - **dehiscentes**
 - **indehiscentes**
 - **carnosos**
 - frutos **colectivos** o agregados, provenientes de gineceos apocárpicos
- Frutos politalámicos (o múltiples) provienen de la unión de dos o más flores

FRUTOS MONOTALÁMICOS FRUTOS SIMPLES SECOS **DEHISCENTES**

Folículo de *Grevillea robusta*, roble sedoso

Folículo de *Asclepias nigra* (dibujo de Mirbel (1815))

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



Legumbre de *Glycine max*, soja



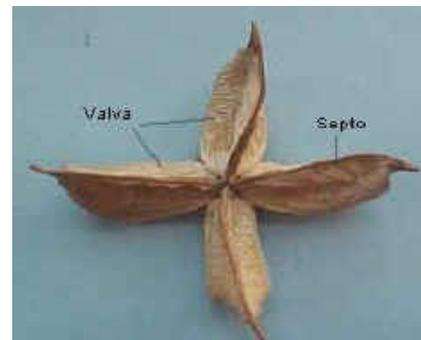
2. **Legumbre o vaina:** originado a partir de un ovario unicarpelar, **dehiscencia longitudinal doble**, a lo largo de la vena media del carpelo y a lo largo de la sutura ventral. Ej.: *Parapiptadenia rigida*, angico

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

Gossypium hirsutum. Cápsula abierta, dehiscencia loculicida



Pericarpo de la cápsula del algodónero separado en 4 valvas



Papaver somniferum, amapola. Cápsula con dehiscencia poricida



Silene sp. Cápsula con dehiscencia dental



Cedrela tubiflora, cedro misionero. Cápsula con dehiscencia septífraga



3a. **Pixidio:**

cápsula de dehiscencia circuncisa u operculada.

Ej.: *Portulaca oleracea*, verdolaga

Portulaca sp.
Cápsula con el opérculo (2 mm)



Cápsula dehiscente



3b. **Cápsula de ovario ínfero** (diplotegia): la que proviene de una flor con dicho tipo de ovario. Ej.: *Eucalyptus* (**dehiscencia dental**), *Belamcanda chinensis* (**dehiscencia loculicida** y **septífraga**), *Aristolochia sp.* (**dehiscencia septicida**).

Eucalyptus sp.



Belamcanda chinensis



Aristolochia sp.



4. **Silicua:** fruto alargado, 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. La dehiscencia es **placentífraga**. Ej.: *Cardamine*.

4a. **Silícula:** con las mismas características, pero el fruto es tan largo como ancho. Ej.: *Iberis*, *Lunaria*.

Silicua de *Sisymbrium*

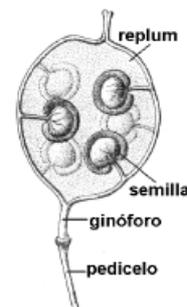


Lunaria annua, moneda del papa

Silícula, aún indehiscente



Silicua con las valvas desprendidas



Dibujo de Parodi(1978)

5. **Esquizocarpo:** fruto pluricarpelar, originado de un ovario sincárpico, que al llegar a la madurez se descompone en porciones llamadas mericarpos, que pueden ser los carpelos o partes de los mismos.

Conjunto de esquizocarpos con sus cálices persistentes.



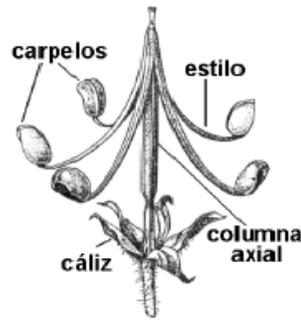
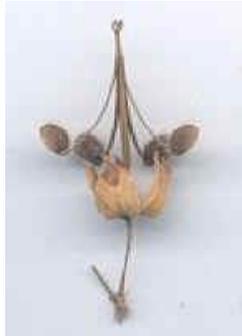
Abutilon umbelliflorum

Esquizocarpo formado por 10 mericarpos plurispermos, dehiscentes.



5a. **Regma:** Fruto esquizocárpico procedente de un gineceo en el cual todos los estilos se sueldan en un solo cuerpo. A la madurez y debido a tensiones higroscópicas, los carpelos se separan, cada uno con su estilo persistente, se abren, y catapultan las semillas.

Regma de *Geranium*



Dibujo de Font Quer (1970)

Brachychiton populneum, braquiquito, plurifolículo esquizocárpico. Los carpelos se separan tempranamente durante el desarrollo del fruto originando cada uno un folículo plurispermo.



Tema 6.4: Clasificación: Frutos simples secos indehiscentes

- frutos monotalámicos provienen de una sola flor
 - frutos **simples**, formados a partir de gineceos unicarpelares o sincápicos
 - secos**
 - dehiscentes
 - indehiscentes**
 - carneosos
 - frutos colectivos o agregados, provenientes de gineceos apocápicos
- frutos politalámicos (o múltiples) provienen de la unión de dos o más flores

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

8a. Utrículo: aquenio con pericarpo tenue. Ej.: *Carex*, *Fagopyrum esculentum*.

8c. 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

Aquenio de ovario ínfero de *Helianthus annuus* (girasol) tamaño natural: 1 cm de longitud



Corte longitudinal de una porción del capítulo del girasol, con frutos jóvenes.



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

Cariopse de *Zea mays*



Cariopse de trigo, *Triticum* sp.



10. Sámara: ovario súpero, pericarpo con alas.

Sámara de *Tipuana tipu*, tipu.



10a. Disámara: fruto esquizocárpico de dos carpelos, a la madurez se separa en dos mericarpos alados. Ej.: arce.

10b. Trisámara: fruto esquizocárpico, 3 carpelos, pericarpo alado.

Disámara de *Acer* sp., arce

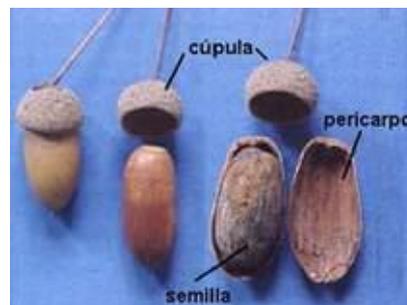


Trisámara de *Serjania glabrata*,



11. 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*.

Nuez de *Quercus robur* (roble) con una cúpula originada por la fusión de brácteas involucrales.



12. Legumbre indehiscente: proveniente de un ovario súpero, unicarpelar, pluriseminado. El fruto tiene maduración aérea.

12a. Geocarpo: es una legumbre indehisciente de maduración subterránea.

Enterolobium contortisiliquum, timbó



Arachis hypogaea, maní



13. Lomento: legumbre indehisciente, pluriseminada, con tabiques transversales que permiten la desarticulación del fruto en artejos uniseminados.

Lomentos de *Mimosa pellita*



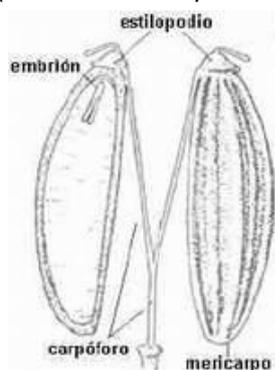
Lomentos de *Desmodium incanum*, pega-pega (tamaño natural 3-4 cm long.)



14. Cremocarpo: fruto esquizocárpico, con un eje llamado carpóforo dividido en el ápice en dos ramas de las que cuelgan los dos mericarpos a la madurez. Ej.: eneldo, *Anethum graveolens*.

15. Balaústa: fruto proveniente de ovario ínfero, pericarpo coriáceo, carpelos dispuestos en dos estratos, semillas con episperma jugoso.

Cremocarpo de *Carum*
(*Umbelliferae* / *Apiaceae*)



Esquema de Font Quer(1970)

Balaústa: granada, *Punica granatum*



Tema 6.5: Clasificación: Frutos Simples Carnosos

- frutos monotalámicos provienen de una sola flor
 - frutos **simples**, formados a partir de gineceos unicarpelares o sincárpicos
 - secos
 - **carnosos**
 - frutos colectivos o agregados, provenientes de gineceos apocárpicos
- frutos politalámicos (o múltiples) provienen de dos o más flores unidas

16. Baya: deriva de un ovario súpero, se caracteriza por el pericarpo carnoso-jugoso. Ej.: uva, *Vitis vinifera*. En el tomate las placentas proliferan llenando los lóculos con un tejido carnoso que envuelve totalmente las semillas, y luego sufre degeneración mucilaginosa.

Baya de *Lycopersicon esculentum*, tomate, entera y en corte transversal



Actinidia chinensis, kiwi, baya con semillas negras de *Carica papaya*, mamón, baya con semillas negras de placentación axilar.



17. Pseudobaya: se diferencia de la anterior por proceder de un ovario ínfero. El receptáculo es más consistente que los carpelos. Ej.: banana

Pseudobaya: *Musa paradisiaca*, banana (Musaceae)

Flores de ovario ínfero.

Frutos inmaduros

Fruto maduro en corte transversal, entero y en corte longitudinal



18. Baya dehiscente: varios carpelos, pericarpo carnoso, dehiscencia elástica por fuerzas de turgencia distintas en las capas internas y externas. Ejs.: *Cyclanthera*, *Momordica charantia*.

19. Pepónide: baya derivada de un ovario ínfero, propia de la familia Cucurbitáceas. No se distingue la pared del ovario de los tejidos extracarpelares aparentemente de origen apendicular (no hay haces invertidos). Epicarpo endurecido en mayor o menor grado. Los márgenes de los carpelos se han incurvado primero hacia el centro (centrípetamente) y luego hacia el exterior (centrífugamente), de manera que cada lóculo queda dividido. Las placentas también se curvan y extienden centrípetamente, los óvulos quedan como incrustados en el tejido de origen carpelar que llena el lóculo

Variaciones: el epicarpo puede ser herbáceo, y presentar epidermis con cutícula y estomas; el tejido subepidérmico puede ser parenquimático, colenquimático o esclerenquimático. Durante la maduración del fruto, los cloroplastos se transforman en cromoplastos. El mesocarpo es parenquimático, puede permanecer o se desgarrar dejando una cavidad central como ocurre en el melón. En la esponja vegetal, *Luffa cylindrica*, el mesocarpo es fibroso.

Momordica charantia, baya dehiscente



Cucurbita sp., pepónide



Corte transversal de pepónide *Cucumis sativus*, pepino



20. Hesperidio: es también una baya modificada, característica del género *Citrus*. El exocarpo o epicarpo, también llamado **flavedo**, es la porción coloreada, glandulosa; presenta cavidades con aceites esenciales. El mesocarpo es corchoso, recibe el nombre de **albedo** por su color blanco. El endocarpo presenta pelos o emergencias pluricelulares que contienen el jugo. Los tabiques que separan los lóculos están formados por el endocarpo y el mesocarpo. En algunas especies como la mandarina el mesocarpo es laxo, permitiendo separar fácilmente la cáscara, formada por el exocarpo y las capas más externas del mesocarpo. Ej.: *Citrus spp.*

Hesperidio de *Citrus aurantium*

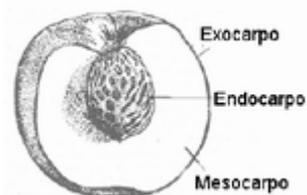


21. Drupa: Deriva de un ovario unicarpelar, con la sutura marcada como un surco pronunciado (durazno) especialmente en el carozo. El endocarpo, vulgarmente llamado hueso o carozo, es esclerenquimático. El mesocarpo es carnoso o fibroso, durante la maduración del fruto disminuye la proporción de ácidos y aumentan los azúcares. El epicarpo puede ser glabro y lustroso, como en la ciruela, o piloso, como en el durazno. Ej.: *Olea europaea*, aceituna.

Drupa: *Prunus domestica*, ciruela, entera y en corte longitudinal.



Drupa: durazno, *Prunus persica*



22. Trima: drupa dehiscente, dos carpelos, mesocarpo carnoso, dehiscencia irregular de la porción carnosa. Las "nueces" representan el hueso conteniendo la semilla, comestible; las sustancias de reserva oleaginosas están acumuladas en los cotiledones, con varios lóbulos.

Trima de *Juglans regia*, nogal

Frutos



Corte transversal de fruto inmaduro



Corte longitudinal del endocarpo conteniendo la semilla con cotiledones carnosos



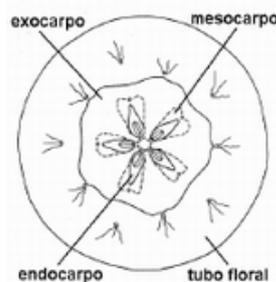
Imagen de "Lecciones Hipertextuales de botanica
<http://www.unex.es/botanica/hamamelidae/juglanda.htm>

23. Pomo: proveniente de un ovario ínfero, la pared formada por tejido carpelar más el tubo floral de origen apendicular. El ovario es pentacarpelar, los carpelos están unidos entre sí por su cara **externa**, determinando un solo lóculo pentalobado. Los carpelos son apergaminados con 2 semillas rodeados por tejido apendicular carnoso.

Pomo de *Malus sylvestris*, manzana



Pomo en corte longitudinal y transversal



24. Nuculanio: varios carpelos con endocarpo leñoso rodeados por el tubo floral carnoso y soldados a él. Es una drupa con varios huesos. Ej.: *Mespilus germanica*, níspero.

tema 6.6: Clasificación: Frutos Colectivos y Politalámicos

Clasificación de frutos

- frutos monotalámicos provienen de una sola flor
 - frutos simples, formados a partir de gineceos unicarpelares o sincárpicos
 - secos
 - dehiscentes
 - indehiscentes
 - carnosos
 - frutos **colectivos o agregados**, provenientes de gineceos apocárpicos
- frutos **politalámicos** (o múltiples) provienen de dos o más flores unidas

Frutos Colectivos o agregados

Estos frutos derivan de ovarios apocárpicos o dialicarpelares.

3. **Plurifolículo**: cada carpelo origina un folículo, que quedan libres sobre el eje.

Ej.: *Helleborus spp.*

Magnolia grandiflora: flor joven, flor madura y plurifolículo con semillas rojas

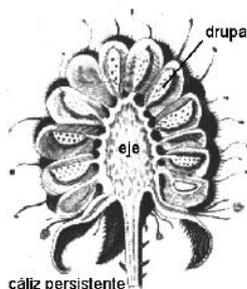


Imágenes tomadas de Raven *et al.* (1992)

25. **Pluridrupa**: numerosos carpelos unispermos desarrollados como drupas sobre el eje seco.
Ej.: *Rubus*, frambuesa

26. **Poliaquenio**: numerosos carpelos unispermos desarrollados como aquenios sobre el eje seco. Ej.: *Clematis montevicensis*, cabello de ángel.

Pluridrupa de *Rubus idaeus*, frambuesa Poliaquenio de *Clematis*, cabello de ángel



Dibujos de Mirbel (1815)

24. **Cinorrodón**: poliaquenio en el cual los carpelos libres, unispermos, permanecen envueltos por el receptáculo carnoso, acrescente.

Cinorrodon de *Rosa sp.*

Vista general, mostrando el receptáculo y los sépalos reflexos



Vista apical, se observan los sépalos reflexos y los restos de los estambres



Corte longitudinal mostrando el receptáculo carnoso y los aquenios



Diagrama del corte longitudinal, se observan los carpelos y el receptáculo acopado



Diagrama de Esau

26 b. Conocarpo: poliaquenio con eje carnoso, comestible, y cáliz persistente.

Conocarpo de *Fragaria vesca*, frutilla



FRUTOS POLITALÁMICOS o MÚLTIPLES

27. Bibaya: formado por la concrecencia de dos bayas.

Bibaya de *Lonicera japónica*, madreSelva



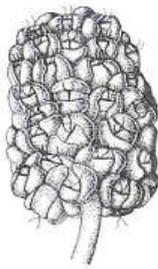
28. Drupas múltiples: infrutescencia con eje carnoso, drupas rodeadas por tépalos carnosos.

Drupas múltiples en *Morus nigra*, mora.

Aspecto externo



Esquema

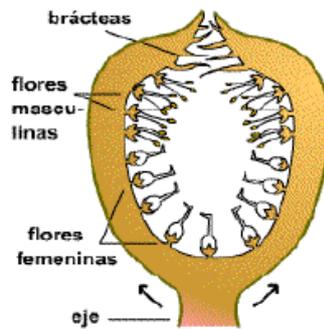


Corte transversal y corte longitudinal



29. **Sicóno**: eje de la infrutescencia dilatado formando un receptáculo cóncavo, envolvente, piriforme, en cuyo interior están los frutos.

icóno en *Ficus sp.*



30. **Sorosis**: Eje de la inflorescencia cilíndrico, carnoso, con brácteas persistentes, frutos reunidos y soldados entre sí.

31. **Estróbilo**: Eje de la inflorescencia cilíndrico, seco, frutos en la axila de brácteas leñosas. Ej.: *Alnus jorullensis*, aliso.

Sorosis de, *Ananas comosus*, ananá



Estróbilo de *Casuarina stricta* (tamaño natural 1 cm)



Los tipos de fruto de importancia agronómica, son: **Aquenio, Nuez, Cariopse, Sámara, Legumbre indehisciente, Geocarpo, Lomento, Cápsula, Legumbre, Pomo, Baya, Pseudobaya, Pepónide, Drupa, Hesperidio, Conocarpo, Sorosis, Sicóno.**

Tema 6.7: Semilla: Exomorfología

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

Las semillas son importantes en la alimentación (cereales y leguminosas), en la fabricación de bebidas (café, chocolate, cerveza), en la obtención de fibras y aceites industriales (algodón).

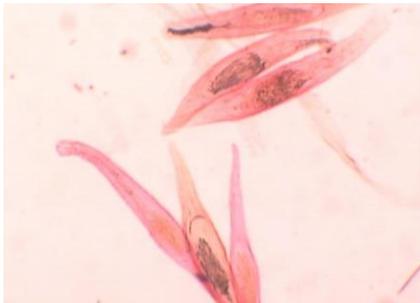
La forma es variadísima, igual que la coloración. Las células de los tegumentos poseen diversos pigmentos que le dan el color característico.

Los colores marrón y negro son los más comunes, aproximadamente el 50% de las semillas los presentan. El rojo, el blanco y el amarillo son menos frecuentes, y sirven como medio de atracción para los animales. La superficie puede ser lisa o diversamente esculpuraada.

El tamaño varía mucho, desde las de Orchidaceae apenas visibles a simple vista y con un peso de unas pocas milésimas de gramo, hasta la semilla gigante de la palmera *Lodoicea seychelliarum*, la "nuez de Seychelles", contenida en enormes frutos uniseminados de hasta 20 kilos de peso. La semilla se conoce como "culo de negra".

Las ventajas adaptativas de las semillas grandes versus las semillas pequeñas tienen relación con el ambiente. Por ejemplo en la selva, las semillas son grandes, con suficiente reserva para asegurar a la plántula su establecimiento exitoso en un ambiente sombreado.

Semillas de orquídea, con embrión rudimentario, indiferenciado, fotografiadas con microscopio óptico



Fruto, endocarpo conteniendo 1 a 3 semillas de la palmera *Lodoicea seychelliarum*, con una lapicera como referencia del tamaño



Desde afuera hacia adentro la semilla está formada por la cubierta seminal o **episperma**, el **embrión**, y cantidades variables de **endosperma**, a veces nada.

MORFOLOGÍA EXTERNA

El **episperma** es la cubierta de la semilla, su función principal es proteger al embrión; participa en el control de la germinación por que puede presentar sustancias inhibitoras. También tiene importancia en la diseminación. Se forma a partir de los tegumentos del óvulo.

La superficie puede ser lisa o diversamente esculpuraada.

La dureza de la cubierta seminal es variable, puede ser desde muy delgada hasta pétrea, y está directamente relacionada con la naturaleza del fruto. Por ejemplo en una drupa, con **endocarpo** leñoso, la cubierta seminal es muy delgada.

Morfología seminal: origen de las diversas partes

El lugar donde el óvulo estuvo unido al funículo generalmente permanece en la semilla como una pequeña cicatriz llamada **hilo**. A veces queda también un resto de funículo, como sucede en el maní, *Arachis*. En semillas duras el hilo actúa como válvula higroscópica, es una fisura que permite la entrada de aire pero no de humedad. Se cierra cuando el aire exterior está húmedo. En las semillas derivadas de óvulos anátropos y campilótropos muchas veces se puede observar un reborde sobre uno de los lados: la **rafe**, que resulta de la soldadura del funículo.

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



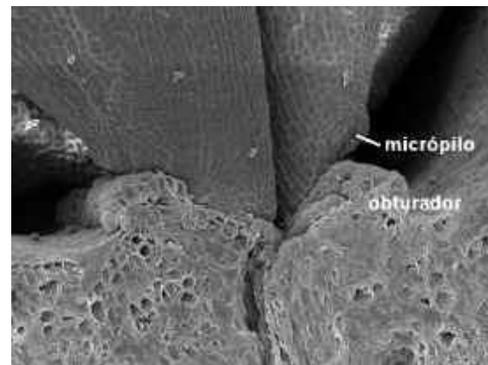
Esquema modificado de Johri (1984)

También está el **obturador**, formación de origen placentario, funicular o tegumentario, en conexión con el tejido de transmisión que orienta y dirige el tubo polínico hacia la micrópila. Crece obturando el micrópilo, pero desaparece después de la fecundación.

Semillas de *Ginkgo biloba*

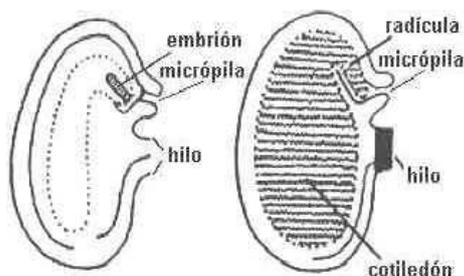


Detalle de la inserción de los óvulos de *Lilium* sp., con obturador placentario (foto MEB)

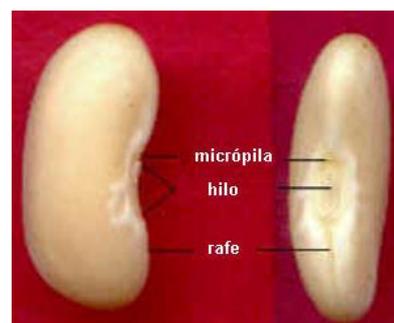


Semilla de *Phaseolus* sp., poroto

Corte longitudinal del óvulo, campilótropo, y de la semilla resultante (Esquemas de Goebel, 1933)



Morfología externa



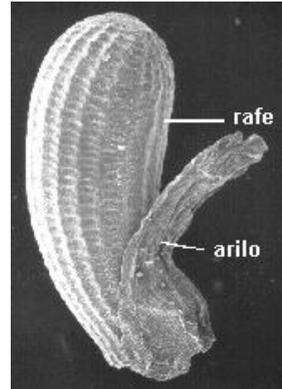
Apéndices de la semilla

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, por ej. las semillas de *Asclepiadáceas*. 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". Las semillas con pelos son tan comunes como las aladas, en *Luehea* es el funículo el que se transforma en ala.

Los tegumentos o el funículo pueden formar una excrecencia llamada **arilo**. La formación del arilo puede iniciarse antes de la fecundación, como en *Turnera*, o después.

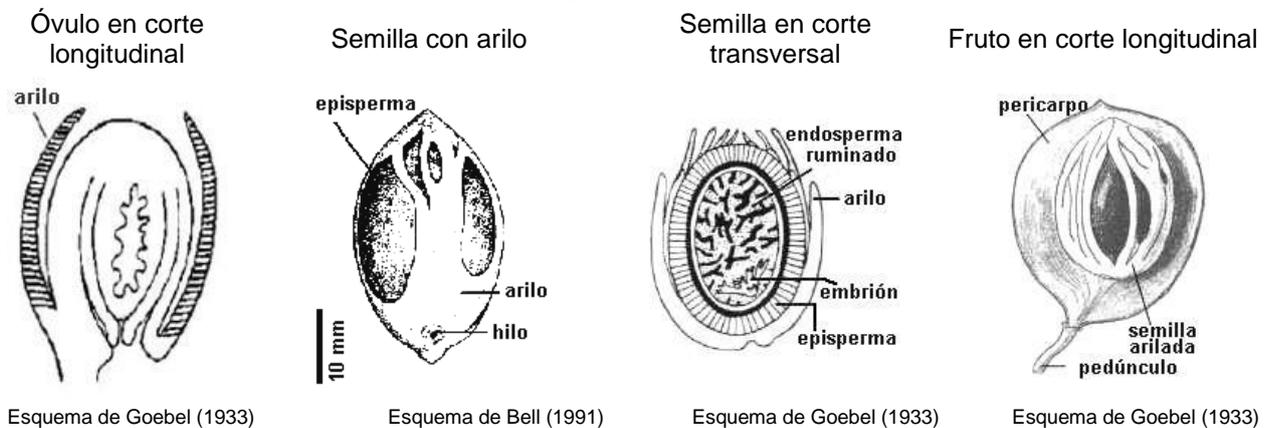
En ciertos casos el arilo es carnoso, y sus células están cargadas de aceites o sustancias grasas, recibiendo entonces el nombre de **eleosoma**. Las semillas con eleosoma, como las de *Turneráceas*, son preferidas por las hormigas que contribuyen a su diseminación.

Semilla de *Piriqueta rosea*, foto MEB
(tamaño real: 2 mm long.)



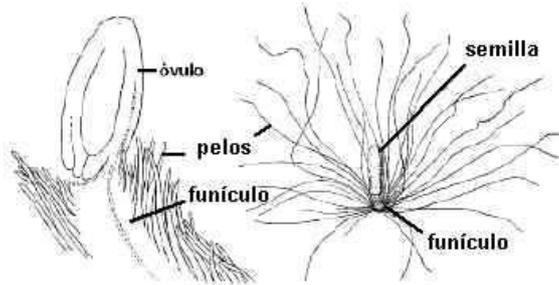
Hay casos muy especiales de formación de arilo. En la "nuez moscada", semilla de *Myristica fragrans*, el arilo se forma alrededor de la micrópila y crece cubriendo toda la semilla; es de color rojizo, y sus células contienen aceites esenciales. Su dilatación contribuye a la dehiscencia del fruto. Se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

Myristica fragrans, nuez moscada



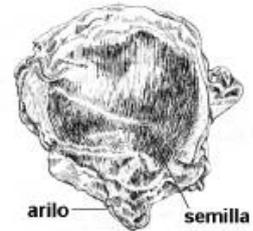
En el sauce, *Salix*, el arilo es funicular, se presenta en forma de pelos. En el irupé, *Victoria cruziana* y los nenúfares, *Nymphaea*, el funículo origina un arilo no vascularizado, formado por dos capas de células, que rodea totalmente a la semilla; a la madurez se acumulan gases entre ambas capas de células, y así actúa como un saco flotador, que facilita la diseminación por medio del agua.

Arilo funicular en *Salix*, sauce



Esquemas de Goebel (1933)

Arilo funicular en *Victoria cruziana*, irupé



Dibujo de Valla (1976)

En *Euphorbia* y *Ricinus* hay una proliferación sobre el exóstoma, que recibe el nombre de **carúncula**. La micrópila se distingue en el centro.

Semilla de *Ricinus communis*, ricino

Esquema de un óvulo con carúncula



Semilla, vista dorsal



El **opérculo** es una proliferación del endóstoma, es decir del tegumento interno alrededor de la micrópila. Se encuentra especialmente en Monocotiledóneas.

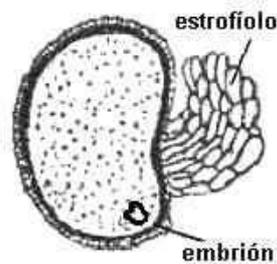
El **estrofiolo** es una proliferación glandular o esponjosa que se forma sobre la rafe. Ej.: *Chelidonium majus* (Papaveraceae).

Semilla de *Chelidonium majus*, con estrofiolo

Óvulo



Corte longitudinal de semilla



Esquema de Goebel (1933)

Fotografía con MEB

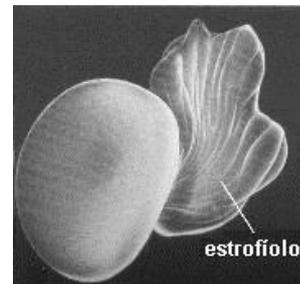


Foto de Jhori (1984)

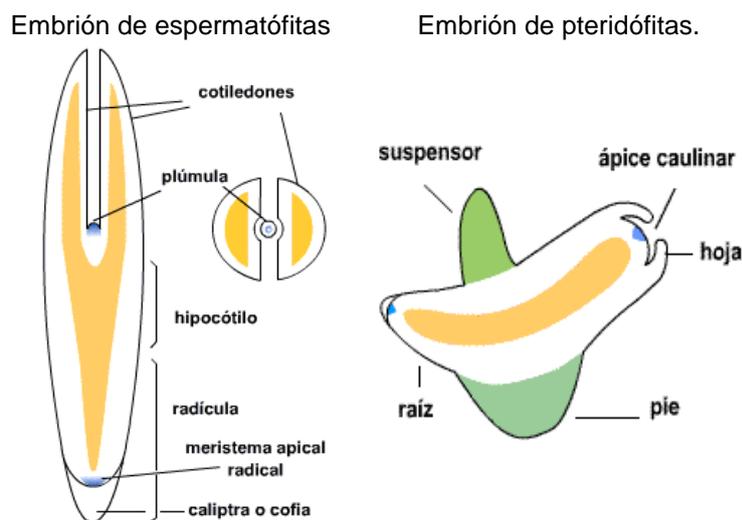
Tema 6.8: Semilla, Embrión y sustancias de reserva

Partes del Embrión	<ul style="list-style-type: none"> ■ Pteridófitas ■ Gimnospermas ■ Eudicotiledóneas ■ Monocotiledóneas / Gramíneas
	Clasificación de los embriones
Sustancias de reserva	Germinación

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.

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

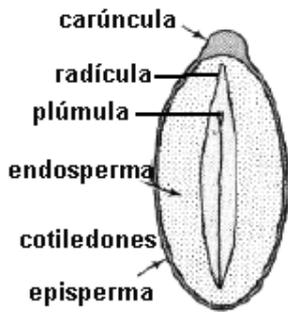
En las **Pteridófitas** el embrión es unipolar: sólo se establece el polo de crecimiento correspondiente al vástago, pues las raíces son adventicias. En cambio en las plantas con semilla, el embrión es bipolar: en un polo se desarrolla el vástago, y en el otro la raíz.



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

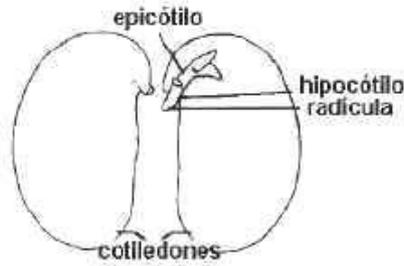
En **Dicotiledóneas** presenta dos cotiledones que pueden tener diverso aspecto, foliáceos como en el zapallo y ricino; carnosos como en el maní y arveja; con los extremos retorcidos como en el tomate, plegados de diversas maneras, características para cada género o familia.

Embrión de *Ricinus communis* en corte longitudinal de semilla



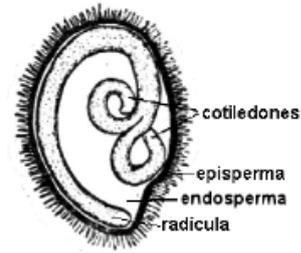
Esquema de Esau (1977)

Embrión de *Phaseolus sp.*, poroto



Esquema de Fahn (1989)

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



Esquema de Hayward (1953)

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

Embrión de *Pinus taeda* en corte longitudinal de semilla

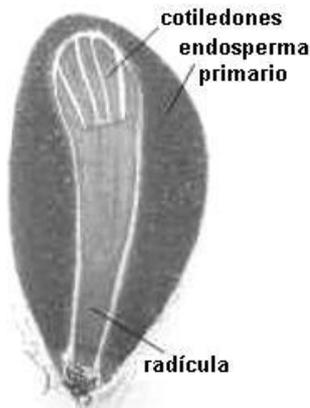
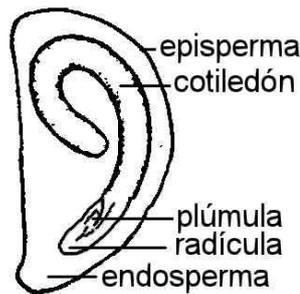


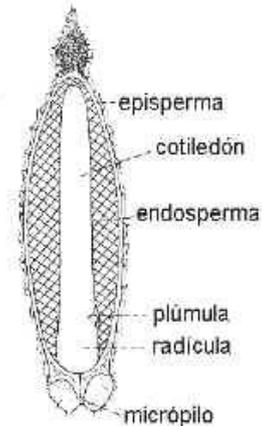
Foto de Stone & Gifford (1997)

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



Esquema de Hayward (1953)

Embrión de *Typha angustifolia*, en corte longitudinal de semilla albuminada



Esquema de Goebel (1933)

En **Gramíneas** el embrión completamente desarrollado es bastante complejo: presenta las siguientes partes:

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. En algunas especies de *Avena* y otros géneros el ápice del escutelo se alarga e invade el endosperma; superficialmente presenta papilas.

Plúmula: presenta varios primordios foliares; en el embrión del trigo están presentes 6 de las 10 hojas que desarrolla la planta en toda su vida.

Coleóptilo: es una vaina cerrada que encierra la plúmula. Presenta, en el momento de la germinación, un orificio apical por donde saldrá la plúmula. Según la interpretación más aceptada es la primera hoja, ya que *Streptochaeta* y *Jouvea pilosa*, gramíneas primitivas, presentan el coleóptilo abierto, con un haz mediano y márgenes libres.

Coleoriza: se interpreta como la raíz embrional que forma una vaina que envuelve a la raíz 1ª adventicia con su caliptra. En embriones jóvenes se continúa con el suspensor. Esta coleoriza no emerge, en la germinación es perforada por la raíz primaria adventicia durante su crecimiento. Excepcionalmente, especies de otras familias también presentan esta estructura: Commelinaceae (monocotiledóneas), Cycadaceae (gimnospermas) y Lauraceae (dicotiledóneas).

■ **Raíz primaria:** interpretada como la primera raíz adventicia. Al crecer atraviesa la coleorriza, crece un tiempo con rapidez y luego muere. Al mismo tiempo se desarrollan nuevas raíces adventicias seminales a partir del **nudo cotiledonar** o **nudo 0**.

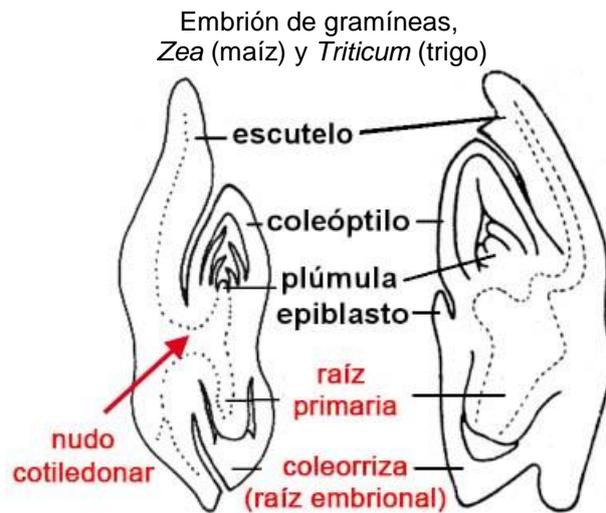
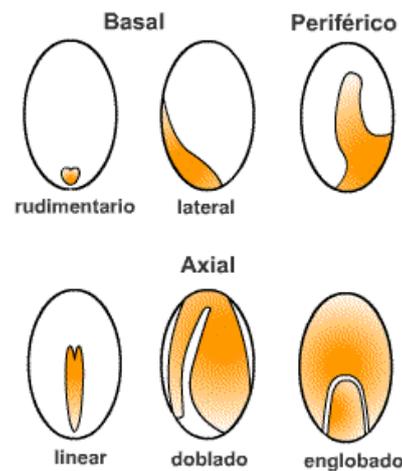
■ **Epiblasto:** es un apéndice opuesto al escutelo, que falta en algunas gramíneas. Es un órgano escumiforme, que según la interpretación de distintos investigadores sería un cotiledón vestigial, o una extensión de la coleorriza, o la vaina del cotiledón. El procámbrum se extiende como un cordón en el embrión. Permite reconocer el nudo escutelar, inmediatamente encima de la raíz 1ª adventicia, consecuentemente no hay hipocótilo. Las raíces adventicias seminales nacen en este nudo.

Hay casos especiales de desarrollo del embrión: en las Orchidaceae el embrión es indiferenciado; en *Cuscuta*, planta parásita, el embrión sólo presenta plúmula, carece de cotiledones y de radícula.

Clasificación de los embriones

Martin (1946) hizo una clasificación de la semilla basada en la posición, el tamaño y la forma del embrión. Las categorías básicas son **embrión basal**, **embrión periférico** y **embrión axial**.

Los basales, según el tamaño, se clasifican en rudimentario, amplio, capitado y lateral (gramíneas). Los axiales son los más frecuentes, y hay varios tipos según forma y tamaño: lineal, pigmeo, micro, espatulado, doblado, plegado y englobado.



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:** se acumulan en el endosperma originado en la doble fecundación. Los embriones presentan frecuentemente cotiledones foliáceos o filiformes. Ejs: Gramineae, Liliaceae, Palmae, Euphorbiaceae, Umbelliferae.

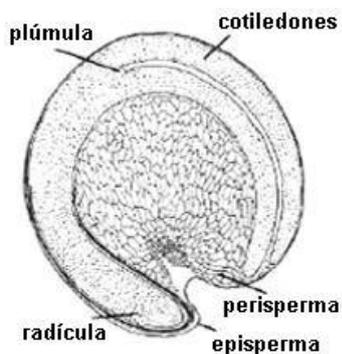
En Myristicaceae, Annonaceae y Passifloraceae el endosperma es ruminado: excrecencias del episperma se incrustan en el endosperma determinando que la superficie sea irregular.

2. **Semillas perispermadas:** el perisperma es el tejido nucelar 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

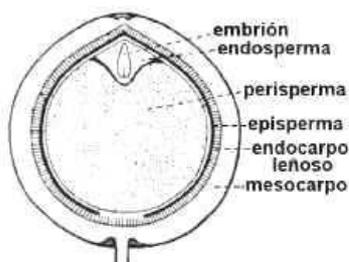
3. **Semillas exalbuminadas:** Las sustancias de reserva se acumulan en los cotiledones. Ejs.: nuez, muchas leguminosas: poroto, arveja y maní. Son las más evolucionadas, el embrión tiene una plúmula con epicótilo desarrollado y varios primordios foliares.

Atriplex sp., semilla perispermada



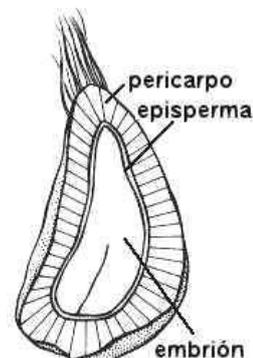
Esquema de Goebel (1933)

Piper nigrum, pimienta, corte long. de fruto. Semilla con endosperma y perisperma



Esquema de Strasburger (1991)

Rosa carolina, semilla exalbuminada en corte longitudinal de aquenio



Esquema de Robertson (1974)

Sustancias almacenadas

La más común es el **almidón**. Las semillas con alto contenido en almidón tienen endosperma farináceo, como las de gramíneas o poáceas.

Proteínas: se encuentran en una capa llamada aleurona en los cereales, o como gluten, que determina las posibilidades de panificación de las distintas harinas: capacidad de hacer masas consistentes y plásticas. También se acumulan en los cotiledones, y tienen gran valor alimenticio, tanto que reemplazan a las proteínas de origen animal: soja (*Glycine max*), arveja, lenteja (*Lens culinaris*).

Grasas y aceites: Generalmente los lípidos se acumulan en los cotiledones como en las nueces, el girasol y el maní, que son semillas oleaginosas.

Hemicelulosos: se acumulan en las paredes celulares, que se vuelven extremadamente gruesas, duras y pesadas. El endosperma de las semillas de *Phytalephas macrocarpa*, palmera que vive desde Panamá hasta el Perú, es muy duro; constituye el marfil vegetal.

GERMINACIÓN

Es el conjunto de fenómenos por los cuales el embrión, que se halla en estado de vida latente dentro de la semilla, reanuda su crecimiento y se desarrolla para formar una plántula (plantita recién nacida).

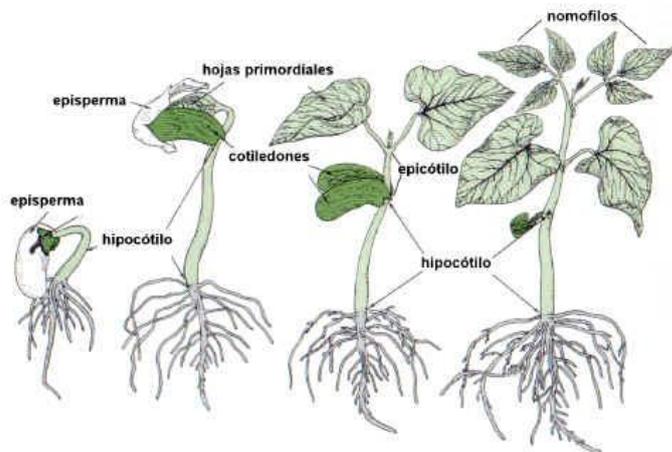
Para que se produzca deben darse condiciones fisiológicas entre las cuales las más importantes son oxigenación, temperatura, luz (*Lactuca sativa*, *Cecropia adenopus*) y humedad: la absorción de agua ocurre a nivel del hilo o la micrópila. El hinchamiento de la semilla producido por la absorción de agua distiende los tegumentos seminales que finalmente se rompen en la zona más débil, cerca de la micrópila.

Comportamiento de las distintas partes del embrión

Radícula. Asoma por la micrópila, dando origen a la raíz primaria. Su duración es efímera en las Monocotiledóneas que generalmente desarrollan raíces adventicias, mientras en Gimnospermas y Dicotiledóneas origina la raíz principal que dura toda la vida de la planta.

Hipocótilo. Su crecimiento es importante en la germinación epígea, eleva los cotiledones por encima del suelo. El episperma se rasga y los cotiledones, expuestos a la luz, se vuelven los primeros órganos fotosintetizadores.

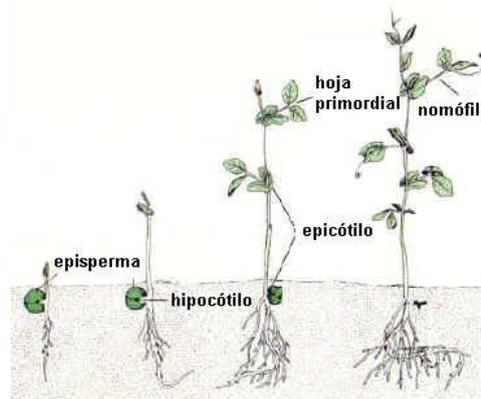
Estados sucesivos de la germinación epígea de una semilla de *Phaseolus*, poroto.



Dibujo de Rost *et al* (1979)

Estados sucesivos de la germinación hipógea de una semilla de *Pisum sativum*, arveja.

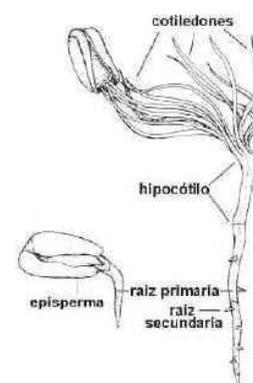
En la germinación hipógea su desarrollo es muy reducido o nulo, los cotiledones quedan incluidos en el tegumento seminal por debajo de la superficie del suelo. Ej.: *Pisum sativum*, arveja



Estados sucesivos de la germinación epígea de una semilla de *Pinus*, pino

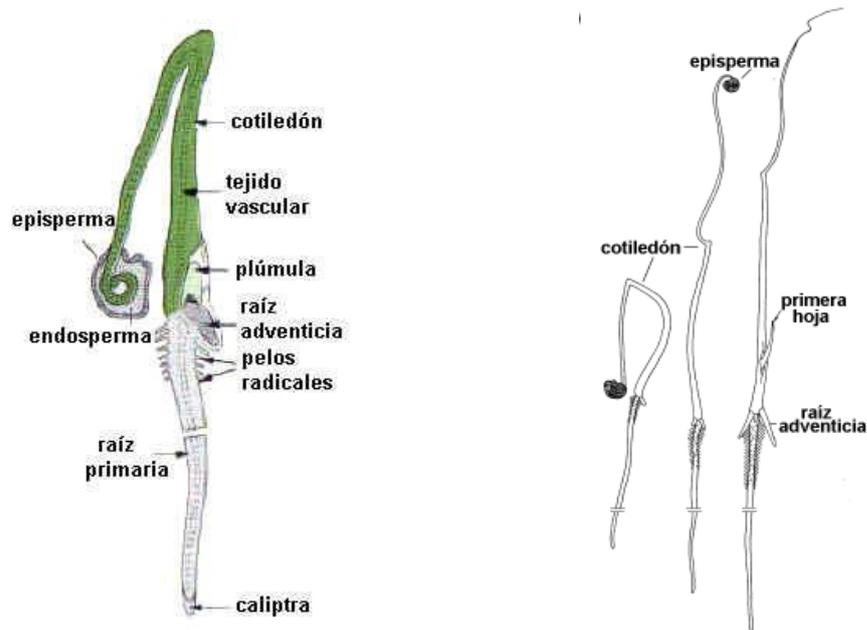
Cotiledones. Su comportamiento varía según que se trate de semillas exalbuminadas o albuminadas. En las semillas exalbuminadas se dan dos casos: si la germinación es hipógea, como en *Pisum*, ceden las reservas acumuladas; si es epígea, como en maní y poroto, ceden las reservas y luego enverdecen.

En las semillas albuminadas también se dan dos casos. Si la germinación es hipógea cumplen función haustorial como en Gramineae. Si la germinación es epígea, como en *Pinus*, *Ricinus*, primero tienen función haustorial y luego enverdecen.



En *Allium* el único cotiledón crece alargándose durante la germinación. Su porción apical permanece cubierta por el episperma y funciona como haustorio, nutriéndose con el endosperma, mientras la parte basal queda expuesta a la luz y es fotosintetizadora.

Estados sucesivos de la germinación de una semilla de *Allium*



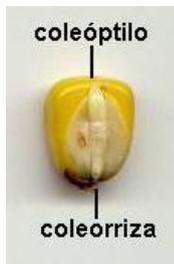
Esquemas de Sachs

Epicótilo. Tiene desarrollo precoz solo en plántulas de germinación hipógea, como la arveja y muchas Monocotiledóneas, elevando la plúmula por encima de la superficie del suelo. En plantas de germinación epígea el epicótilo tiene desarrollo tardío.

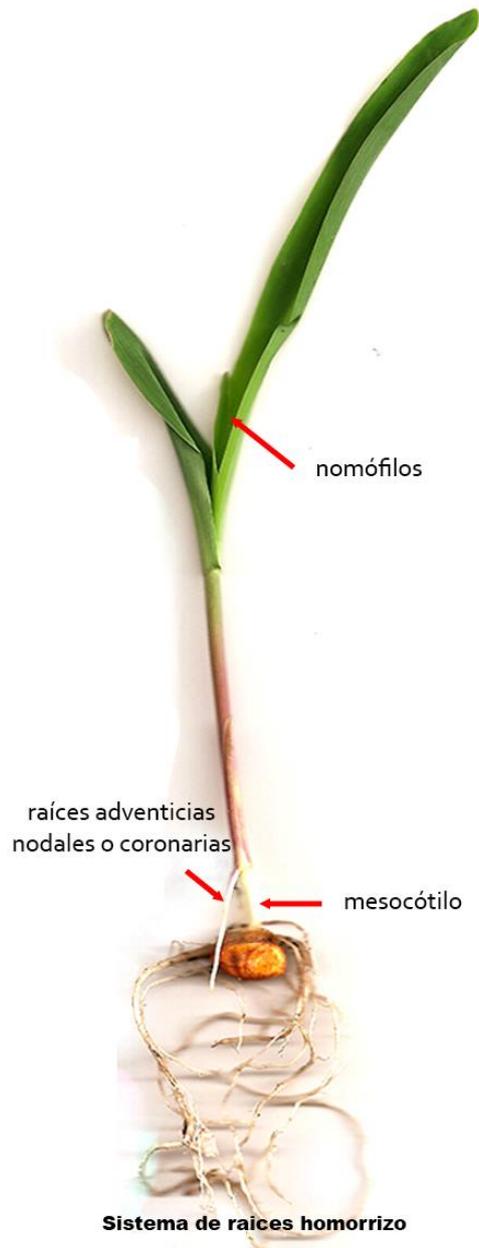
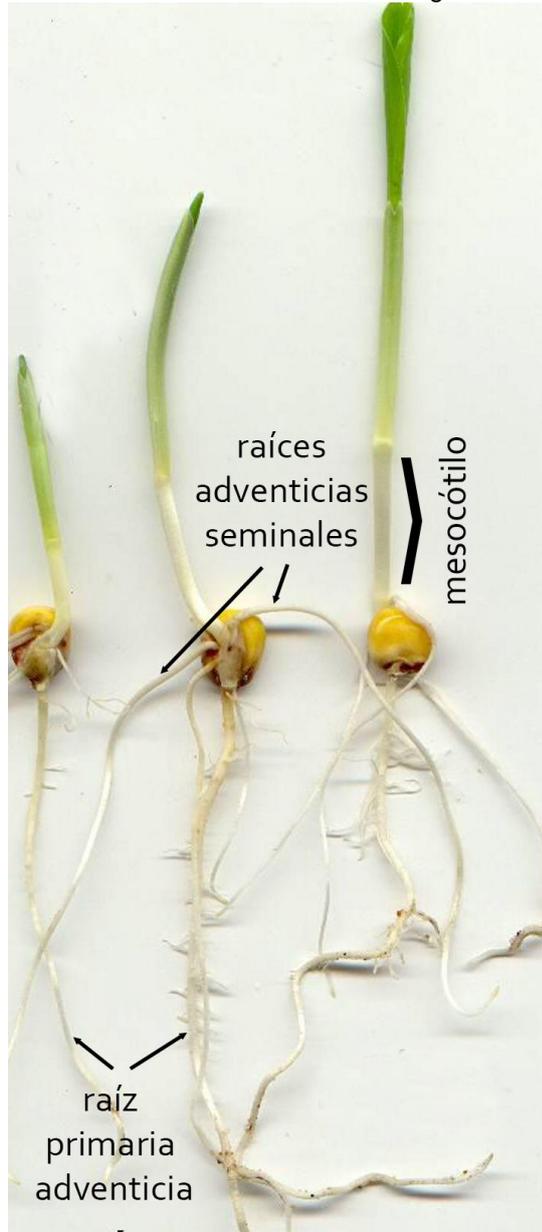
GERMINACIÓN DEL MAÍZ

1. Puesto en condiciones favorables a la germinación, el fruto de maíz se hincha como consecuencia de la absorción de agua que genera un ablandamiento del pericarpio y de los tejidos internos. En este momento la **raíz primaria adventicia** rompe la coleorriza y sale al exterior creciendo varios centímetros, inclusive se desarrollan raíces laterales a partir de ella. Días posteriores, emergen numerosas **raíces adventicias seminales** (1-13) que nacen del nudo cotiledonar que permanece dentro de la semilla.
2. Se desarrolla el **mesocótilo**, porción del nudo cotiledonar que al crecer separa el escutelo y la base del coleóptilo. Este mesocótilo crece hacia la superficie a través de la tierra, llevando en el extremo al **coleóptilo** que queda expuesto a la luz y fotosintetiza. El coleóptilo protege a la plúmula y a varios primordios foliares en su interior. El **escutelo** (como porción predominante del cotiledón) permanece bajo tierra por lo cual la germinación es **hipógea**. El escutelo funciona como haustorio, absorbiendo del **endosperma** las sustancias nutricias y transfiriéndolas a las demás partes del embrión en desarrollo.
3. Más adelante, al desarrollarse la plúmula, el coleóptilo se rasga permitiendo que asomen las **primeras hojas**, o nomófilos fotosintetizantes.
4. Al poco tiempo, la **raíz primaria adventicia** junto a las **raíces adventicias seminales** dejan de crecer, se secan lentamente y mueren. Aparecen entonces nuevas raíces adventicias a nivel del nudo cotiledonar o nudo 0 llamadas **raíces adventicias nodales o coronarias**.

Grano de maíz al iniciar la germinación



Estados sucesivos de la germinación hipógea de un grano de maíz



Otra clasificación

Según Duke (1969) la germinación puede ser **fanerocotilar**, cuando los cotiledones emergen del episperma y **criptocotilar**, cuando no emergen del mismo. La fanerocotilar es más común en Dicotiledóneas, y la criptocotilar en Monocotiledóneas. El maní es un tipo transicional, y hay muchos géneros que tienen los dos tipos en diferentes especies: *Acer*, *Bauhinia*, *Caesalpinia*, *Clematis*, *Couratari*, *Lecythis*, *Ormosia*, *Passiflora*, *Phaseolus*, *Pithecellobium*, *Prunus*, *Quercus*, *Sapindus*, *Sterculia*, *Terminales*, *Theobroma*, etc. En *Phaseolus* la criptocotilia es un carácter genético dominante sobre la fanerocotilia.

Según Eames (1961) la germinación criptocotilar es más avanzada.

Semillas vivíparas: No tienen dormancia, el embrión simplemente crece fuera de la semilla y el fruto estando éste sobre la planta madre. Ej.: *Rhizophora mangle*, mangle.

Tema 6.9: Unidades de Diseminación

Es el proceso de dispersión natural de las semillas y en general de cualquier tipo de diseminulos como frutos o propágulos.

El proceso de diseminación previene la competencia entre las plántulas, facilita a la especie la ocupación de nuevas localidades, y les permite encontrar condiciones ambientales diferentes.

Ejemplos de diseminulos

Semilla de
Cucurbita



Legumbres



Yemas axilares de la inflorescencia de *Agave*, desarrolladas en plantitas con la base dilatada y raíces adventicias



Las unidades de diseminación reciben el nombre de **diásporas**. Pueden ser:

1. **Semillas aisladas**, cuando los frutos son dehiscentes
2. **Frutos enteros**, si son indehiscentes;
3. **Fragmentos de frutos**, si el fruto se separa en mericarpos a lo largo de las suturas entre carpelos;
4. **Lomentos**, si se fragmentan los carpelos en lugares determinados;
5. **Infrutescencias**, como sucede en el caso de los higos o de las moras.

TIPOS DE DISEMINACIÓN

Autocoria o diseminación activa

Es el fenómeno que presentan los frutos con dehiscencia explosiva como los "brincos", *Impatiens balsamina*, o las silicuas de *Cardamine*. En *Arceuthobium sp.* el fruto tiene altísima presión hidrostática, y expulsa las semillas hasta una distancia de 15 metros.

Hidrocoria

Es la diseminación por medio del agua, frecuente en plantas acuáticas, de pantanos, de selvas marginales. Los frutos o semillas que presentan este tipo de diseminación son capaces de flotar transitoriamente como las semillas del irupé. Los frutos de *Cocos nucifera* pueden flotar en el mar por largos períodos y germinan cuando llegan a la playa.

Los frutos de varios géneros autóctonos de ciperáceas como *Eleocharis*, *Cyperus* y *Scirpus* permanecen envueltos en las brácteas asociadas; el aire retenido entre las mismas les otorga flotabilidad.

Otras plantas presentan excrecencias suberificadas o grandes espacios intercelulares en frutos o induvias para facilitar la flotación, como por ejemplo las "valvas" de los frutos de las especies de *Rumex*, que son piezas persistentes y acrescentes del perianto con un callo suberificado en la cara externa. Las semillas del género *Hygrophila* tienen pelos adpresos que se yerguen en contacto con el agua, permitiendo su flotación.

Anemocoria

Desarrollo de frutos con alas como en las sámaras, o semillas aladas como las de *Jacaranda mimosifolia* o las de lapacho, *Tabebuia heptaphylla*; semillas con pelos como las de Asclepiadaceae, Bombacaceae, arilos transformados en pelos como en *Salix*; el papus o vilano de los aquenios de las compuestas.

Frutos de *Rumex*
(tamaño natural: 5 mm)



Taraxacum officinale diente de león,
infrutescencia.

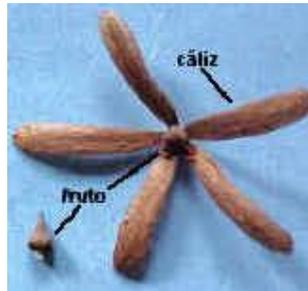


Patagonula americana, guayaibí

Rama con frutos



Fruto acompañado por el cáliz
persistente y acrescente



Semilla alada de *Aspidosperma*
quebracho blanco



Las semillas en algunas especies de coníferas son liberadas y son llevadas por el viento. En *Pinus* el ala está formada por una parte adelgazada de la escama ovulífera que se desprende con la semilla.

Las semillas de lianas son primordialmente dispersadas por el viento, aún en bosques húmedos y muy húmedos (Gentry, 1985).

Zoocoria

Es la diseminación por medio de animales. Hay que distinguir dos formas:

Endozoocoria, cuando los frutos o semillas son ingeridos y liberados en la materia fecal. En este caso es necesario que parte del tegumento pueda atravesar el tracto digestivo del animal, lo que sucede con las bayas, las semillas jugosas, etc. Así se dispersan las semillas de palmeras nativas como *Butia yatay* (yataí), *Butia paraguayensis* (yataí poñí) y *Arecastrum romanzoffianum* (pindó)

Los frutos verdes tienen mal gusto, lo que protege las semillas inmaduras; los frutos maduros frecuentemente son anaranjados o rojos, inconspicuos para los insectos y llamativos para los vertebrados que los comen y dispersan.

Las semillas negras de *Paullinia elegans* están rodeadas por un arilo carnoso, blanco y comestible.

Paullinia elegans, ojo de muñeca

Rama con frutos y semillas



Detalle de cápsula y semillas mostrando el arilo
blanco



Epizocoria, cuando se adhieren a la superficie del animal. Como adaptaciones se pueden citar los mecanismos de fijación como ganchos de las semillas, frutos o infrutescencias, pelos y superficies glandulares. Por ejemplo los frutos de la mayoría de las especies de *Eleocharis* presentan setas involucrales con pelos ganchudos y retrorsos.

Bidens pilosa, amor seco



Detalle de aquenio con el papus constituido por aristas de pelos retrorsos



Las semillas de hemiepífitas, epífitas y trepadoras herbáceas son dispersadas principalmente por aves, que en algunos casos las comen y en otros casos las llevan adheridas a sus picos.

Mirmecocoria

Es la diseminación por medio de hormigas, que beneficia tanto a las plantas como las hormigas. Los insectos transportan a sus nidos semillas pequeñas, rugosas, generalmente provistas de eleosomas que son consumidos por las larvas o por las obreras dejando las semillas intactas para germinar, protegidas de otros predadores.

Semillas de *Turnera* (tamaño natural 2 mm)



Otros

En *Pinus banksiana* las semillas quedan encerradas en las piñas que solamente se abren si son sometidas a altas temperaturas. En los incendios forestales sólo se chamuscan, y luego se abren dejando caer las semillas que restablecen la especie en el lugar.

Glosario

Abscisión: separación, cuando se descompone el estrato celular que produce la separación de un órgano, tal como flor, hoja o fruto.

Acrescente: dicese del órgano o de cualquier parte del vegetal que continúa creciendo después de formado, por ej. los cálices de las flores de tomate.

Adpreso: apretado contra algo.

Concrescencia: fenómeno relacionado con aquellos órganos o partes orgánicas que pudiendo hallarse separadas están congénitamente unidas, por ej. los pétalos de las corolas gamopétalas.

Excrecencia: crecimiento parcial y externo de un órgano vegetal que sólo se limita a la epidermis o al tejido cortical y no se desarrolla formando órganos definidos.

Histológico: referente a los tejidos (*histos*, tejido).

Hormona: sustancia química producida normalmente en pequeñas cantidades en una parte de la planta, desde donde es transportada a otro lugar en que actúa controlando un proceso de desarrollo específico.

Ontogenia: desarrollo del ser, tanto vegetal como animal, a partir de la ovocélula y hasta su formación definitiva.

Operculada: provisto de opérculo, es decir de una parte que se desprende de uno de los órganos.

Piriforme: que tiene forma de pera.

Unispermo: que contiene una sola semilla.

Bibliografía

Bell, A.D. 1991. Plant Form. Oxford University Press.

Cronquist, A. 1981. An integrated system of classification of flowering plants. Columbia University Press, New York.

Duke J.A. 1969. On tropical tree seedlings. I. Seeds, seedlings, systems, and systematics. Ann.Missouri Bot.Gard. 56(2): 125-162.

Esau, K. 1977. Anatomy of Seeds Plants. 2nd.Ed. John Wiley and Sons. New York.

Eames, A.J. 1961. Morphology of the Angiosperms. McGraw-Hill Book Company, New York.

Eames A.J. & Mac Daniels L.H. 1947. An introduction to plant anatomy. 2nd. ed. McGraw-Hill. New York.

Fahn A. 1989. Plant Anatomy. 3rd.ed. Pergamon Press. Oxford.

Font Quer, P. 1970. Diccionario de Botánica. 3a. reimpression. Ed. Labor S.A., Barcelona.

Gill A.M. & P.B.Tomlinson. 1969. Studies on the growth of Red Mangrove (*Rhizophora mangle* L.) Biotropica 1(1): 1-9.

Gilg y Schürhoff. 1942. Curso de Botánica General y Aplicada. 3rd. ed. Ed. Labor S.A.

Goebel, K. 1900. Organography of Plants. Part 1. Oxford Press.

Greulach V.A. & Adams J.E. 1962. Plants. An introduction to modern botany. 3rd. ed. John Wiley & Sons, Inc. New York.

Hayward H.E. 1953. Estructura de las plantas útiles. Ed. ACME S.A. Buenos Aires.

Johri, B.M. 1984. Embriology of Angiosperms. Springer-Verlag, Berlin.

Martin A.C. 1946. The comparative internal morphology of seeds. Amer.Midl.Nat. 36: 513-660.

Mirbel, C.F.B. 1815. Éléments de Physiologie végétale et de botanique. 3 vols. Maginel, Paris.

Parodi, L.F. 1978. Enciclopedia argentina de Agricultura y Jardinería. 3a. ed. ampliada y actualizada bajo la dirección de M.J. Dimitri. Ed.ACME S.A.C.I. Bs.As.

Raven, Evert & Eichhorn. 1992. Fifth Ed. Worth Publishers, Inc. New York .

Robertson K.R. 1974. The genera of Rosaceae in the southeastern United States. J.Arnold Arboretum 55: 600-662.

Rost T.L. y col. 1979. Botany. A brief introduction to plant biology. John Wiley & Sons. New York.

Roth, I. 1968. Organografía comparada de las plantas superiores. Universidad Central de Venezuela. Ediciones de la Biblioteca. Caracas.

Stone S.L. & D.J.Gifford. 1997. Structural and biochemical changes in Loblolly pine (*Pinus taeda* L.) seeds during germination and early-seedling growth. I. Storage protein reserves. Int.J.Plant.Sci. 158: 727-737.

Strasburger y col. 1991. Tratado de Botánica. 8a. ed. castellana. Eds. Omega, Barcelona.

Valla J.J. y Martin M.E. 1976. La semilla y la plántula del irupé (*Victoria cruziana* D'Orb.)(Nymphaeaceae). Darwiniana 20: 391-407.

Weberling, F. & H.O.Schwantes. 1987. Botánica Sistemática. Eds. Omega, Barcelona.