

Universidad Nacional de Rosario
Facultad de Ciencias Bioquímicas y Farmacéuticas
Dto. Cs. Biológicas – Area Biología Vegetal

Organización Externa del

Cuerpo de las Espermatófitas

Responsables: **Esp. Farm. Osvaldo A. Di Sapia**
 Lic. Biotec. María Noel Campagna
 Dra. María Victoria Rodriguez
 Farm. Gabriel R. Bettucci
 Lic. Farm. Matías D. Ferretti

Supervisión: **Prof. Asoc. Dra. Adriana A. Cortadi**
 Prof. Adj. Dra. María Laura Martínez

Cátedra de Farmacobotánica

ORGANIZACIÓN EXTERNA DEL CUERPO DE LAS ESPERMATÓFITAS

El cuerpo vegetativo de las Espermatófitas se denomina *cormo* y está formado por tres partes básicas: la raíz, el tallo y las hojas. El tallo y las hojas se conocen con el nombre colectivo de *vástago* o *brote*.

Un embrión muy joven (antes de la madurez de la semilla) aparece ya diferenciado en raíz (radícula) y vástago. Este último posee una o varias hojas (cotiledones) y una yema caulinar (plúmula) (Fig. 1).

El eje principal del vástago da lugar a ejes laterales; la raíz principal o primaria a raíces laterales; se originan así un sistema de vástagos y uno de raíces.

Raíz

La raíz cumple principalmente funciones de sostén y absorción; generalmente está enterrada (raíces hipógeas); otras veces son aéreas (raíces epígeas) o pueden desarrollarse en el agua (raíces acuáticas).

Las raíces no tienen hojas, nudos ni entrenudos, así como tampoco yemas; (algunas especies presentan raíces con yemas, son raíces gemíferas, por ejemplo: batata, chañar, álamo plateado).

Se pueden distinguir dos tipos principales de sistemas radicales:

- a) *Sistema alorrizo o axonomorfo*: está constituido por la raíz primaria o principal y sus ramificaciones o raíces laterales. Se presenta en las Dicotiledóneas y en Gimnospermas.
- b) *Sistema homorrizo o fibroso*: está constituido por raíces adventicias que reemplazan a la raíz principal y sus ramificaciones. Este tipo de sistema se presenta en las Monocotiledóneas y en algunas Dicotiledóneas herbáceas (Fig. 2).

Vástago

El vástago o brote consta del tallo que es el eje del mismo y de las hojas, que son apéndices laterales de dicho eje.

Tallo

El tallo en su forma más típica se presenta como un cuerpo cilíndrico que se desarrolla siguiendo la dirección vertical y con geotropismo negativo.

El tallo sirve de vinculación entre las raíces (órgano fijador y absorbente) y las hojas, donde se realiza la fotosíntesis.

De este modo cumple varias funciones: soporte para las hojas, flores y frutos, vía de circulación de la savia y almacenamiento de sustancias de reserva y de agua. Además, puede estar modificado para llevar a cabo la fotosíntesis, reemplazando total o parcialmente a las hojas, servir como órgano de multiplicación, etc.

La ubicación de las hojas en el tallo, determina su segmentación. Llamamos *nudos* a los lugares donde se insertan las hojas y *entrenudos* a las porciones del eje comprendido entre dos nudos contiguos.

Yemas

Entendemos por yema al primordio de un vástago. En sección longitudinal de una yema se visualiza la segmentación del eje en nudos y entrenudos (éstos últimos muy acortados); los primordios foliares aparecen lateralmente al ápice caulinar y los primordios de las ramas laterales se desarrollan algo más abajo, en la base de la yema (Fig. 3).

Podemos reconocer distintos tipos de yemas:

- a) Yemas peruladas: los primordios foliares está protegidos por hojas modificadas (catáfilas o pérulas). Al comenzar la brotación las pérulas se desprenden dejando al caer, cicatrices muy próximas y el meristema apical reanuda su actividad a medida que se van expandiendo los primordios foliares (Ej.: en plantas caducifolias).
- b) Yemas desnudas: son las que carecen de pérulas, la protección de los primordios foliares depende de las hojas más externas que aún no han desarrollado (Ej.: lechuga, plátano).
- c) Yemas terminales: se sitúan en el ápice de los vástagos.
- d) Yemas laterales: se sitúan lateralmente en el eje del vástago y dentro de este tipo tenemos:
 1. Yemas axilares: se encuentran en la axila de las hojas.
 2. Yemas extraaxilares: están corridas hacia un costado de las axilas foliares.

3. Yemas supletorias: en numerosas plantas en lugar de haber una sola yema en la axila de la hoja, hay varias. En éste caso podemos distinguir una yema principal y otras que se denominan supletorias.
4. Yemas adventicias: son aquellas que están ubicadas en cualquier otro punto del tallo que no sean las axilas de las hojas, ni el ápice. También se encuentran en raíz y hoja. Generalmente aparecen mucho después de estar desarrollados los órganos en que se sitúan.
5. Yemas dormidas: están situadas en la base de los brotes y permanecen en reposo e incompletamente formadas, se desarrollan a consecuencia de una poda, rotura de ramas, etc.
6. Yemas florales: son las que producen flores, se denominan también yemas fructíferas.
7. Yemas foliares: desarrollan ramas con hojas.
8. Yemas mixtas: dan origen a vástagos y flores.

Ramificaciones del eje

Por ramificaciones del eje se entiende la producción de ramas a partir de un eje originalmente único. Ramas de segundo o tercer orden se forman a partir de las de orden inferior, formando el conjunto un *sistema de ramificación*.

La ramificación se produce por actividad de yemas axilares: *ramificación lateral*, que es el tipo de ramificación de las plantas con semillas (Espermatófitas).

La ramificación lateral se caracteriza porque las ramas no se forman en la región apical, sino por debajo de ésta, en regiones laterales.

Las yemas que darán origen a ramas laterales se encuentran en las axilas de las hojas, por lo que se habla también de una *ramificación axilar*.

Sistemas de ramificación

La ramificación lateral da origen a distintos sistemas de ramificaciones.

1. Sistema monopódico: se da cuando los ejes laterales se desarrollan menos que el principal y quedan subordinados a él. (Ej.: cedro).
2. Sistema simpódico: en éste caso las ramas laterales se desarrollan más que el eje principal. El eje madre después de la formación de ramas laterales puede interrumpir su crecimiento, porque su yema apical queda en reposo o se transforma en una flor o muere. Entonces una o varias ramas laterales, generalmente las superiores, se

encargan de continuar el crecimiento y de formar nuevos vástagos laterales (Ej.: morera) (Fig. 4).

Macroblastos y braquiblastos

Macroblastos: son los tallos de crecimiento indefinido, con entrenudos largos y hojas más o menos esparcidas.

Braquiblastos: son tallos de crecimiento más o menos definido o limitado con entrenudos cortos y hojas dispuestas en roseta. En especies del género *Pinus* se producen cortos braquiblastos que llevan un número variable de hojas aciculares. No es raro que las flores se formen únicamente en los braquiblastos, (Ej.: *Prunus cerasus*, *Malus sp.*, etc.) (Fig. 5).

Inflorescencias

Las inflorescencias son sistemas de ramificaciones que producen flores. En general constan de un eje principal, el *raquis* que es quien lleva las *brácteas* (hipsófilos) en cuyas axilas nacen flores o ramificaciones que constituyen las *inflorescencias parciales* o *elementales*.

Una inflorescencia es *racimosa* cuando tienen un sistema de ramificación monopodial y es *cimosa* cuando tiene un sistema de ramificación simpodial. Hablamos de *inflorescencia simple* si en la axila de las brácteas nace una flor y de una *inflorescencia compuesta* cuando allí se forma una inflorescencia parcial.

Una inflorescencia compuesta puede estar formada por inflorescencias racimosas y cimosas.

Se llama *inflorescencia cerrada* cuando el eje principal remata en una flor. La flor terminal abre antes que las flores laterales inmediatas. En este caso el cono vegetativo se agota por completo. Las inflorescencias cimosas son siempre cerradas.

Una inflorescencia es *abierta* cuando el eje principal no forma una flor terminal. A veces estos ejes pueden reanudar el crecimiento vegetativo (Ej.: ananá, limpia-tubo, etc.). Las racimosas son generalmente inflorescencias abiertas.

Hoja

Hoja es todo apéndice lateral del tallo que tienen crecimiento limitado y forma laminar, cuya principal función es la fotosíntesis, pero en un concepto estricto, éste término se aplica a los *nomófilos* u hojas normales.

En las Espermatófitas se distinguen los siguientes tipos de hojas:

- Cotiledones: son hojas embrionarias que pueden o no persistir en la planta adulta.
- Catáfilos: son hojas escamiformes, verdes o incoloras. En muchas yemas constituyen las escamas protectoras llamadas pérulas. Los catáfilos se ubican entre los cotiledones y los nomófilos.
- Nomófilos: son las hojas normales cuyas funciones fundamentales son fotosíntesis y transpiración.
- Hipsófilos: son las hojas modificadas que acompañan a las flores e inflorescencias, también se llaman brácteas. Se insertan por encima de los nomófilos.
- Antófilos: son las hojas modificadas que componen la flor: sépalos, pétalos, estambres y carpelos.

La serie de hojas que se acaba de enunciar se conoce con el nombre de *sucesión foliar* (Fig. 6).

En un nomófilo distinguimos fundamentalmente tres partes: el limbo o lámina, el pecíolo y la base foliar (Fig. 7).

Limbo o lámina

Es frecuentemente aplanado, puede ser entera o indivisa en las *hojas simples* (Ej.: vid, naranjo). En estas hojas el borde puede ser entero, festoneado, dentado o lobulado (Fig. 8).

Si las incisiones del borde pasan la mitad del semilimbo o la mitad de la distancia entre el borde de la lámina y el nervio medio, la hoja es pinnatipartida y palmatipartida respectivamente.

Cuando las incisiones son tan profundas que llegan casi hasta el nervio medio, la hoja es pinnatisecta y palmatisecta (Fig. 9).

Cuando la lámina está completamente dividida en unidades denominadas *folíolos* que se insertan a lo largo de un *eje o raquis*, decimos que son *hojas compuestas* (Ej.: rosa, trébol, etc.). Las hojas compuestas se llaman *pinnadas* o *pinnaticompuestas* cuando los folíolos se disponen a lo largo de un raquis y *palmaticompuestas* o *digitadas* cuando los folíolos se ordenan en forma radiada como los dedos de la mano, en este caso el raquis es muy corto y está reducido a un punto (Fig. 10).

Venación

El limbo de las hojas se encuentra recorrido por vías conductoras (venas o nervios). Frecuentemente las venas más gruesas resaltan en la cara inferior o envés de la hoja (cara abaxial).

Cuando la hoja tiene una sola nervadura se dice *uninervada* (Ej.: el pino).

Hojas *plurinervadas* son comunes en Angiospermas.

Los casos más comunes de venación en Angiospermas son:

1. Venación reticulada o retinervada: común en Dicotiledóneas y algunas Monocotiledóneas. Hay una vena principal de la que parten venas laterales. Se anastomosan entre sí por medio de venas más pequeñas formando una red.
2. Venación paralela o paralelinervada: común en Monocotiledóneas (también se presenta en Dicotiledóneas). Los haces principales se disponen paralelos en el sentido longitudinal de la lámina. Las venas principales se hallan intercomunicadas lateralmente por otras pequeñas (Fig. 11).

Pecíolo

El pecíolo une la lámina al tallo cuando la hoja es *peciolada*. En los casos en que el pecíolo falta, la hoja es *sésil* o *sentada*.

Base foliar

La base foliar es la parte proximal de la hoja con respecto al eje; es comúnmente ensanchada y aplanada con respecto al pecíolo. En ciertas Monocotiledóneas da lugar a una *vaina* que envuelve al tallo (Fig. 12).

Las *estípulas* son apéndices de la base foliar; son dos pequeñas formaciones foliosas dispuestas una a cada lado del pecíolo, (Ej.: rosa, alfalfa); en algunas plantas (Flia.: *Polygonaceae*) las estípulas se presentan soldadas constituyendo la *ocrea*, formación membranosa que rodea al tallo por encima de la inserción de cada hoja (Fig. 13). En otros casos las estípulas son espinosas (Ej.: pata de buey).

Filotaxis

Se entiende por *filotaxis* al estudio de la ordenación o disposición de las hojas alrededor del eje, incluyendo todos los tipos de hojas: cotiledones, catáfilos, nomófilos, hipsófilos y antófilos.

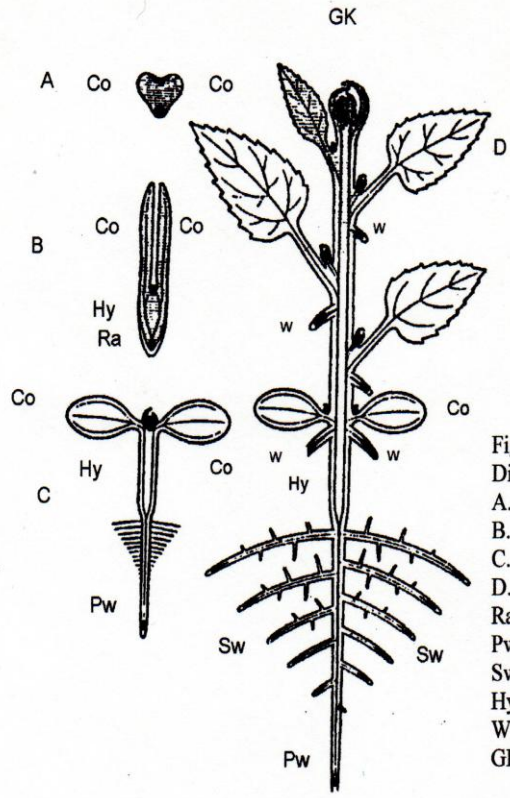


Fig. 1: Esquema de una planta de Dicotiledóneas
 A. Embrión joven.
 B. Embrión maduro.
 C. Plántula con dos cotiledones (Co).
 D. Planta en estado vegetativo.
 Ra. Radícula.
 Pw. Raíz primaria.
 Sw. Raíces laterales.
 Hy. Hipocótilo.
 W. Raíces adventicias.
 GK. Yema apical.

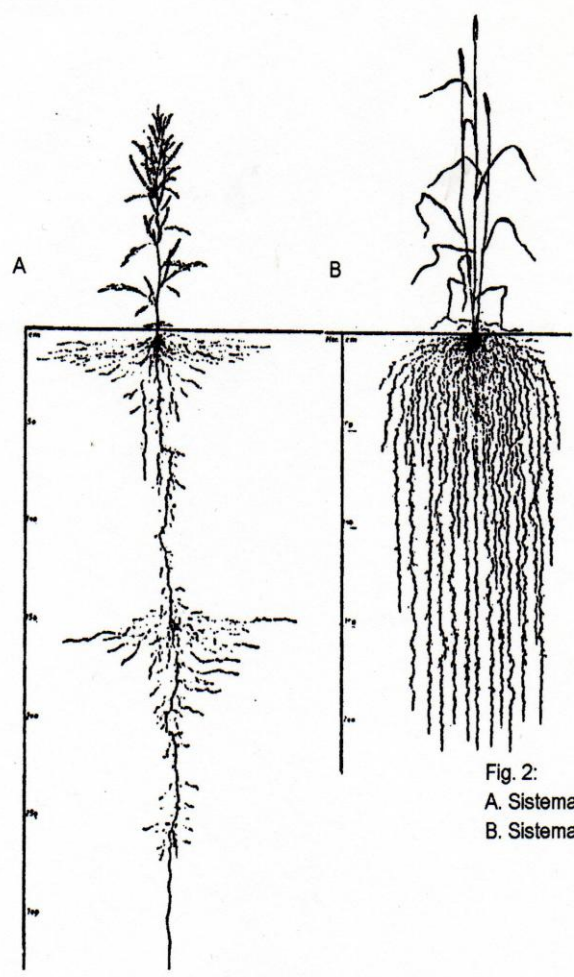


Fig. 2:
 A. Sistema radical alorizo.
 B. Sistema radical homorizo.

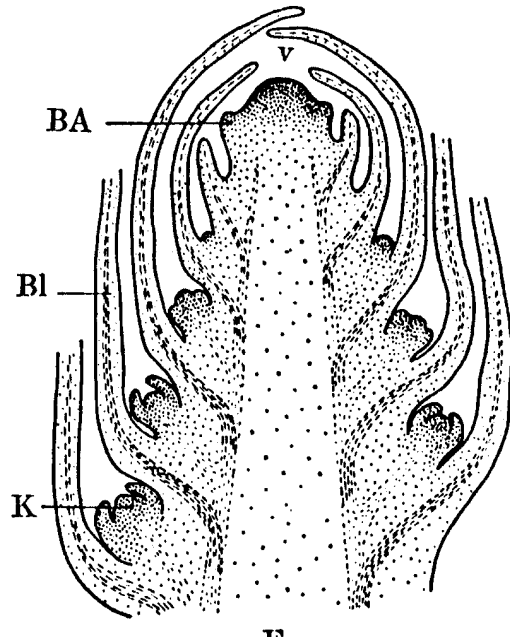


Fig. 3 Apice del vástago de un espermatofito en sección longitudinal. V: meristema apical; BA: primordios foliares; Bl: pérulas; K: primordios de los vástagos laterales.

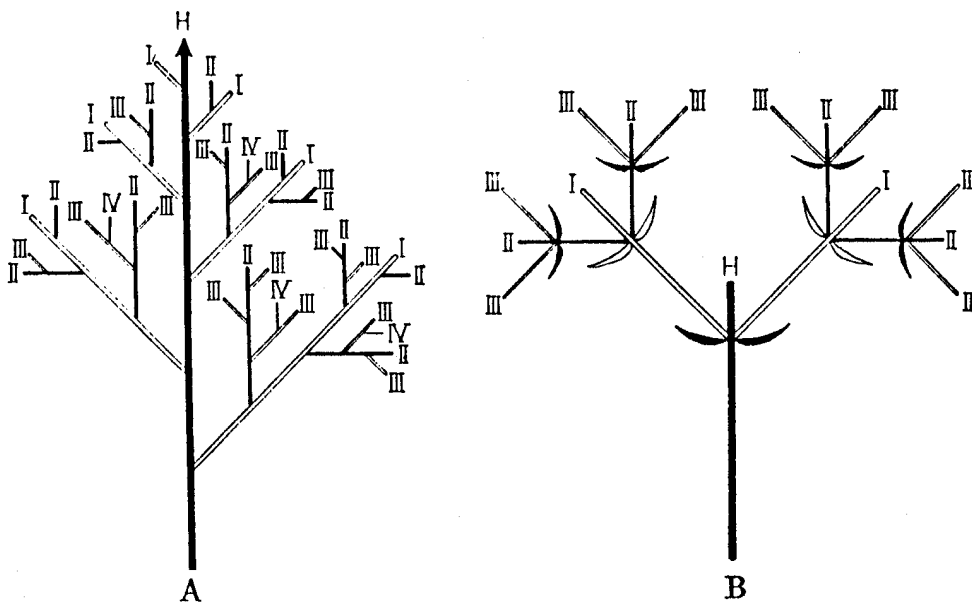


Fig. 4 A. Sistema de ramificación monopódico
B. Sistema de ramificación simpódico

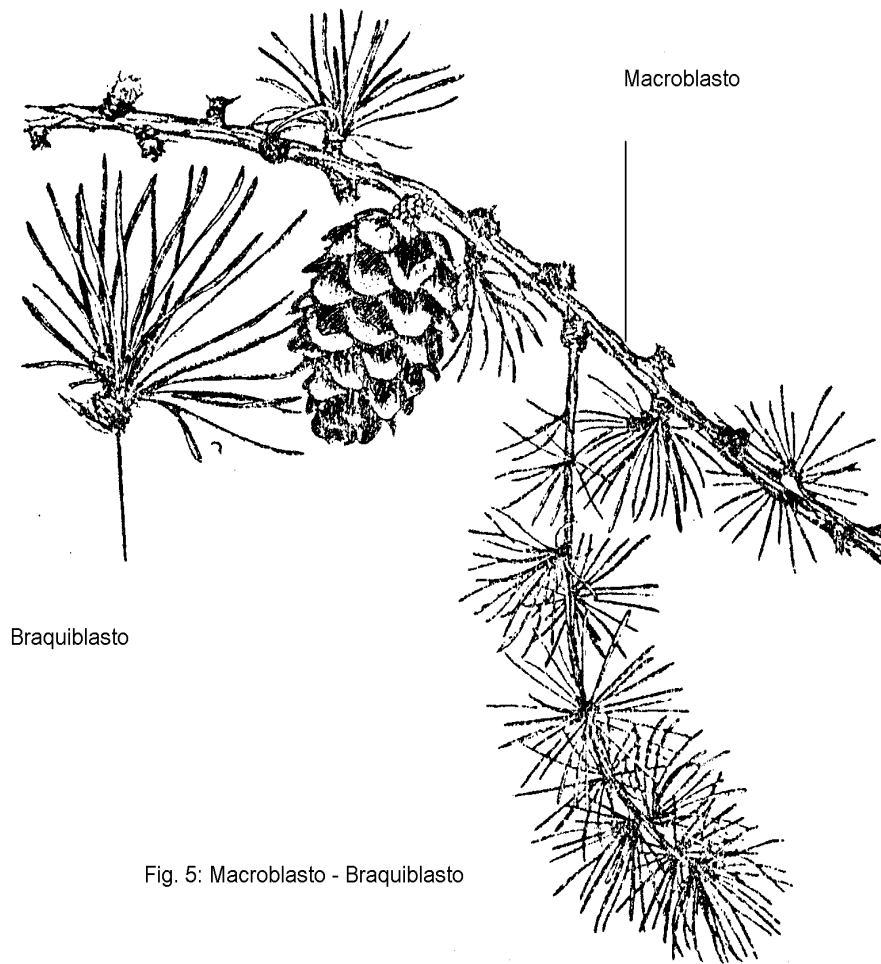


Fig. 5: Macroblasto - Braquistasto

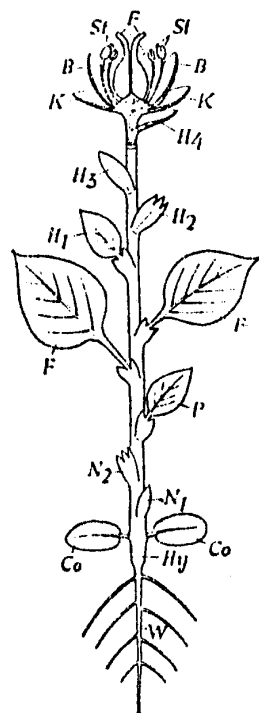


Fig. 6: Sucesión foliar
 W. raíz ; Hy. hipocótilo ; Co. cotiledones N1 y N2. catáfilos escuamiformes; P. hoja de transición; F. nomófilos ; H1 a H4 hipsófilos (brácteas) ; K. sépalos ; B. pétalos ; St. estambres ; F. carpelos.

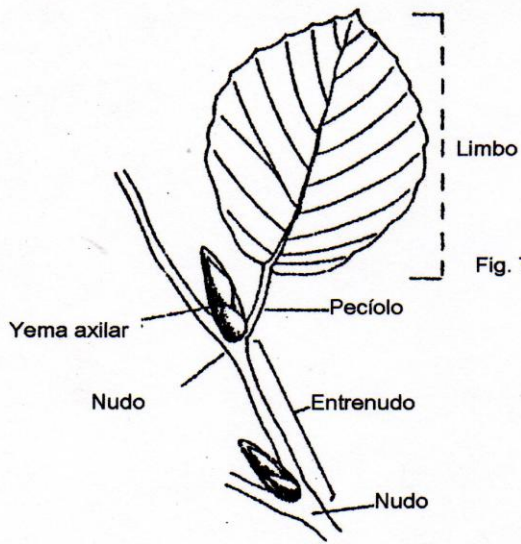


Fig. 7: Partes de un nomófilo.

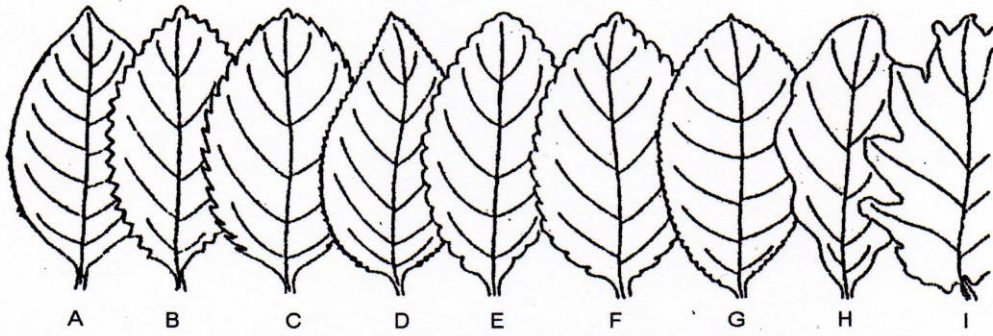


Fig. 8: Borde de las hojas: A liso; B dentado; C-D aserrado; E-F-G festoneado; H ondeado; I sinuado.

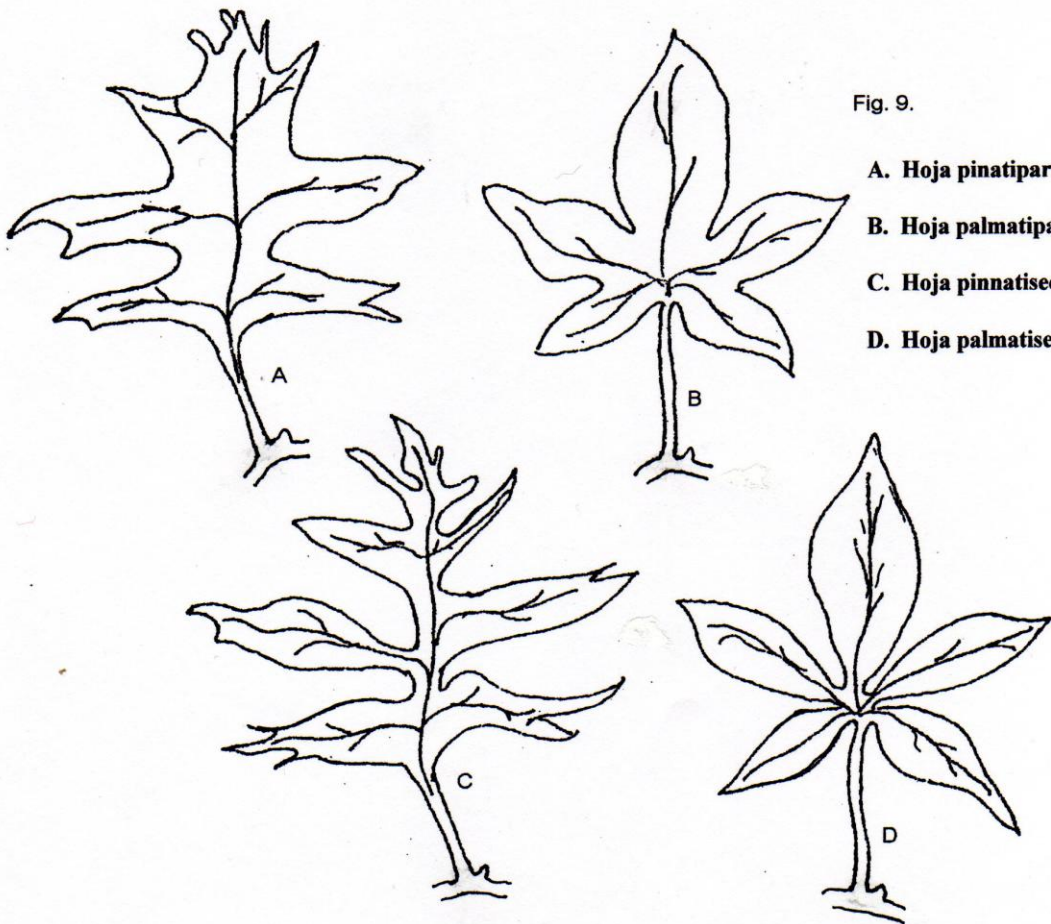


Fig. 9.

- A. Hoja pinatipartida.
- B. Hoja palmatipartida.
- C. Hoja pinnatisecta.
- D. Hoja palmatisecta.

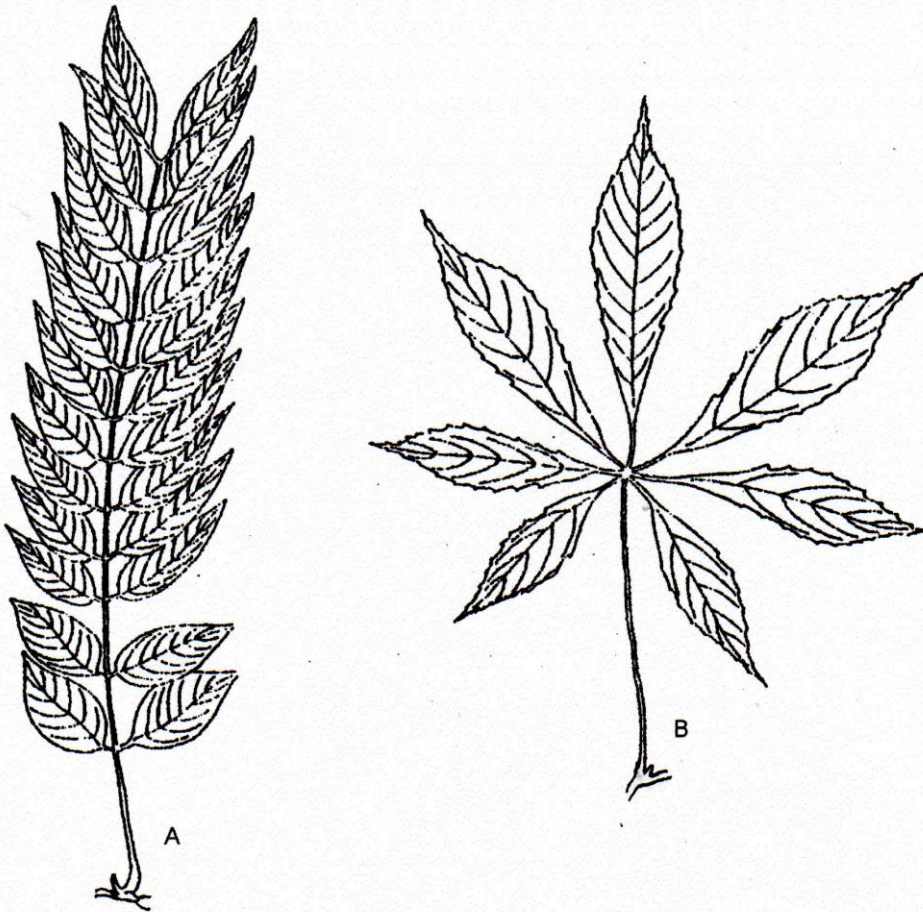


Fig. 10 A. Hoja pinaticompuesta; B. hoja palmaticompuesta

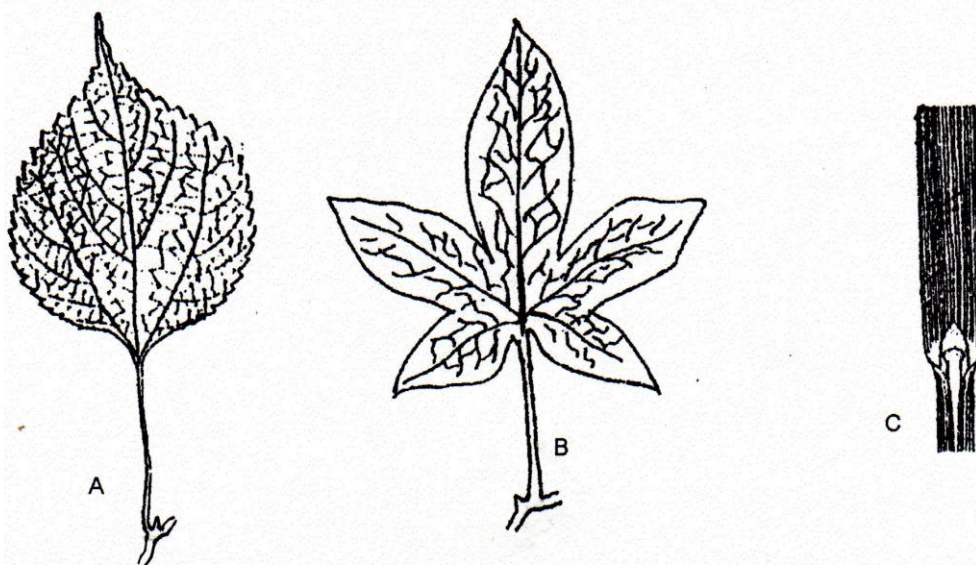


Fig. 11. A-B Venación retinervada; C venación paralelinervada.

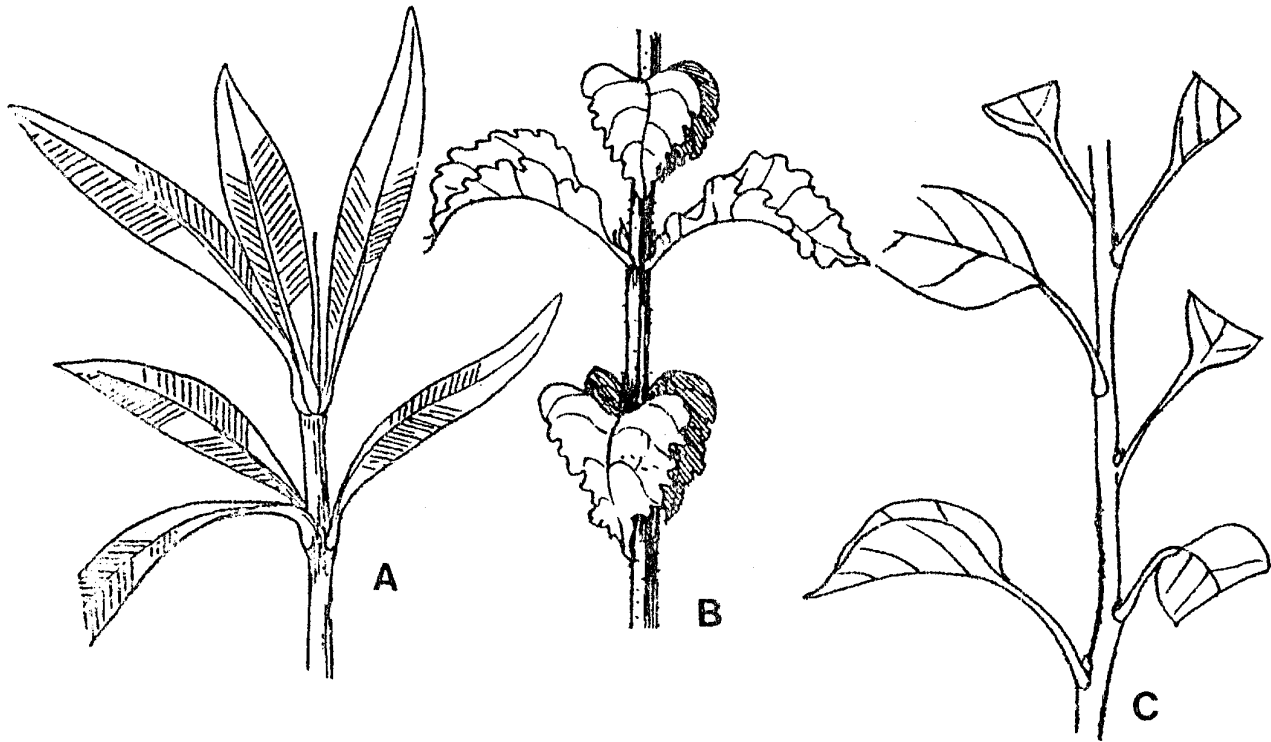
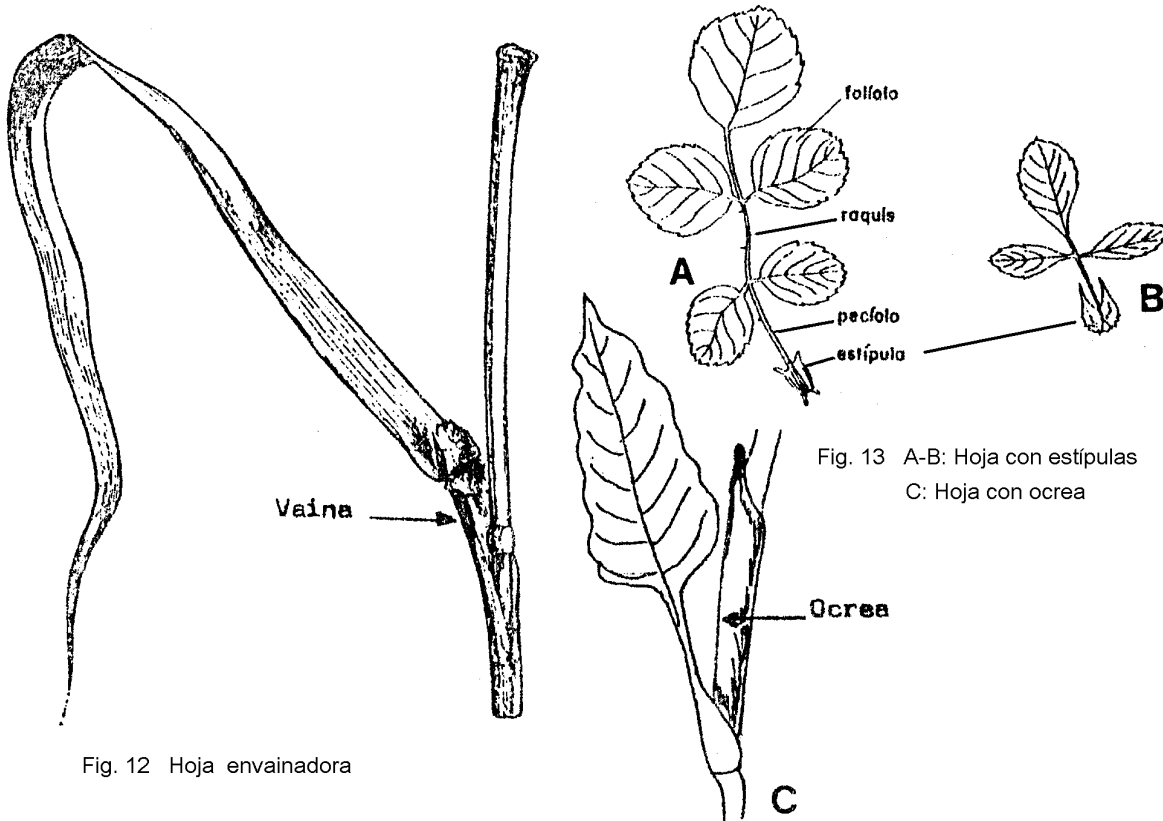


Fig. 14 A: inserción verticilada; B: inserción decusada; C: inserción alterna

Fundamentalmente se pueden diferenciar tres tipos de disposición: verticilada, opuesta y alterna (Fig. 14).

1. Disposición verticilada: está caracterizada porque en cada nudo se insertan tres o más hojas.
2. Disposición opuesta: está caracterizada porque en cada nudo se insertan dos hojas. Aquí las dos hojas están separadas entre sí por un ángulo de 180° y alternan con las hojas del nudo siguiente en un ángulo de 90° (ordenación cruciforme o decusada).
3. Disposición alterna: se caracteriza por presentar una sola hoja en cada nudo.

MODIFICACIONES DEL CORMO

Frecuentemente el cormo está modificado, al menos en algunas de sus partes y sus cambios se relacionan con el medio ambiente directamente.

El agua y la luz son los dos factores del ambiente con mayor importancia en la configuración de las plantas.

Los vegetales adaptados a vivir en el agua, total o parcialmente sumergidos se llaman *hidrófitos*.

Cuando las plantas habitan en tierra firme, la disponibilidad del agua las modela de manera diversa. Los *mesófitos* son plantas que viven en suelos moderadamente húmedos y climas donde no hay un largo período seco. Integran éste grupo muchos árboles y arbustos de hoja caduca.

Los *xerófitos* son vegetales que pueden soportar grandes sequías y suelen presentar una gran variedad de adaptaciones que les permiten sobrevivir en las condiciones de climas desérticos.

El estudio morfológico de las plantas lleva a la comprensión de los planes estructurales de las mismas y sus variaciones, entonces es conveniente aclarar el concepto de *homología* y *analogía*.

Los órganos son *homólogos* cuando tienen el mismo origen pero distinta función, así un pétalo, un estambre, un catáfilo de cebolla, un cotiledón, son órganos homólogos, ya que en todos los casos se trata de hojas modificadas.

Los órganos son *análogos* cuando cumpliendo una misma función, tienen distinto origen, como por ejemplo, las raíces engrosadas de la batata o camote y los tallos engrosados (tubérculos) de la papa.

En base a los conceptos dados, describiremos algunas modificaciones del cormo, como consecuencia de adaptaciones al medio ambiente.

Raíces napiformes: son raíces principales engrosadas y transformadas en órganos de reserva, se presentan en algunas Dicotiledóneas (Ej.: diente de león). Muchas veces gran parte del hipocótilo suele intervenir en su constitución, como sucede en la zanahoria, resultando órganos heterogéneos.

Raíces tuberosas: (tubérculos radicales) son raíces adventicias, globosas u ovoides, de crecimiento limitado y generalmente sin ramificaciones. Estas raíces las hallamos en ciertas plantas herbáceas, como la dalia y la batata o camote.

Raíces fúlcreas: se originan en los nudos basales aéreos (Ej.: maíz) o en zonas más altas del tallo (Ej.: diversas especies del género *Ficus*) y luego penetran en el suelo adquiriendo el aspecto de zancos.

Espinas: son formaciones duras y punzantes que pueden provenir de la transformación de una rama (Ej.: membrillo japonés, vinal); de hojas o de partes de éstas (Ej.: especies del género *Berberis*, sombra de toro); de estípulas (Ej.: acacia blanca) y en algunos casos, de raíces (Ej.: palmeras del género *Acanthorrhiza*). También encontramos espinas en ciertos frutos (Ej.: chamico) (Fig. 1).

Aguijones: son también formaciones punzantes, pero que proceden de tejidos superficiales, por lo que pueden desprenderse con cierta facilidad (Ej.: rosa, palo borracho).

Zarcillos: son órganos delgados, simples o ramificados, que tienen la capacidad de enroscarse a los soportes. En la vid y el mburucuya o pasionaria se trata de vástagos metamorfoseados (Fig.: 2).

Cladodios: en éste caso son macroblastos aplastados y fotosintetizadores (Ej.: cactus). En los cladodios resulta completa la desaparición de las hojas, que están transformadas en espinas. En tales condiciones estos tipos de tallos se encargan de las funciones de los nomófilos.

Tubérculos: (tubérculos caulinares) son tallos gruesos de crecimiento limitado que acumulan sustancias de reserva. Hay tubérculos subterráneos y tubérculos aéreos (Fig.: 4).

Dentro de los subterráneos tenemos el tubérculo de la papa, que se forma por engrosamiento del extremo de un estolón; estos tubérculos no poseen raíces. En la papa distinguimos los “ojos” que vienen a ser los nudos, donde se ubican las yemas y el catáfilo que es prontamente caduco. Cada planta de papa forma varios tubérculos los que son usados luego para la multiplicación vegetativa.

Bulbos. Son tallos muy cortos, con los nudos sumamente aproximados y protegidos por hojas escamosas o bases foliares, engrosadas y carnosas, que acumulan las sustancias de reserva.

Cuando las bases foliares rodean completamente al tallo, se llaman *tunicados* (Ej.: cebolla, junquillo) (Fig. 5).

Cuando los catáfilos son cortos y se superponen los bordes como las escamas de un pez, se denominan *bulbos escamosos* (Ej.: tulipán, azucena) (Fig. 6).

El verdadero tallo de los bulbos es el *disco o platillo*.

Rizomas: son ramificaciones subterráneas, generalmente alargadas de entrenudos más o menos cortos y con catáfilos o con las cicatrices dejadas por los mismos; son órganos reservantes; frecuentemente poseen raíces adventicias en los nudos.

Pueden tener *crecimiento definido* (ramificación simpodial) como en el bananero y la achira (Fig. 7) o *crecimiento indefinido* (ramificación monopodial) como en el sorgo de Alepo (Fig. 8). Las yemas de los rizomas suelen originar vástagos aéreos.

Estolones: son ramificaciones más o menos delgadas, de entrenudos largos y crecimiento plagiótopo, que se originan en los nudos basales de un eje primario. Pueden ser rastreros (estolones epígeos) o desarrollar bajo tierra (estolones subterráneos) (Fig.: 3).

Los estolones emiten raíces y mueren las porciones intermedias formando nuevos individuos con tallos ortótopos. Ejemplos de plantas estoloníferas son: la frutilla y la violeta para los rastreros y la menta para estolones subterráneos.

Plantas suculentas: hay numerosas plantas que almacenan agua en tejidos especiales llamados acuíferos. Si éstos tejidos alcanzan un gran desarrollo, los órganos respectivos adquieren a su vez una consistencia carnososa - jugosa, denominándose entonces a tales vegetales *plantas suculentas, crasas o carnosas*.

Plantas acaules: son las plantas de tallos con entrenudos tan reducidos que aparentan no tenerlos, de ésta manera las hojas se disponen a ras del suelo (Ej.: llantén, diente de león, coqueta).

Plantas trepadoras: (enredaderas, lianas y bejucos) son cormófitas adaptadas al aprovechamiento de la luz. Trepan o se encaraman al soporte de muy diversas maneras: por medio de espinas (Ej.: Santa Rita); aguijones (Ej.: rosa, zarzamora); ramas a modo

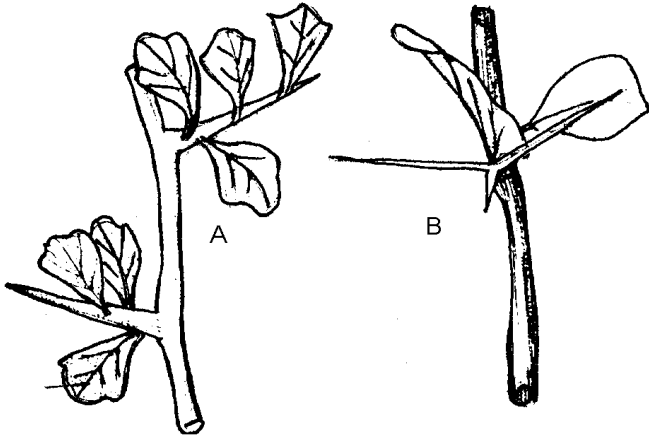


Fig. 1 Espina; A espina caulinar;
B espina foliar

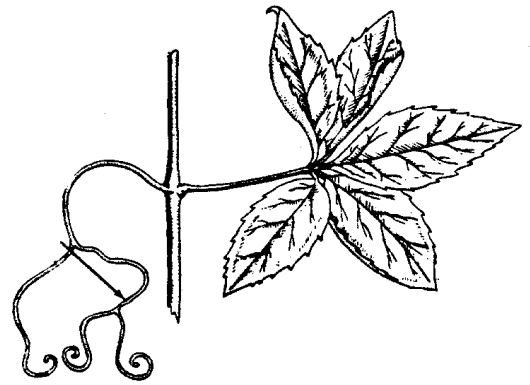


Fig. 2 Zarcillo

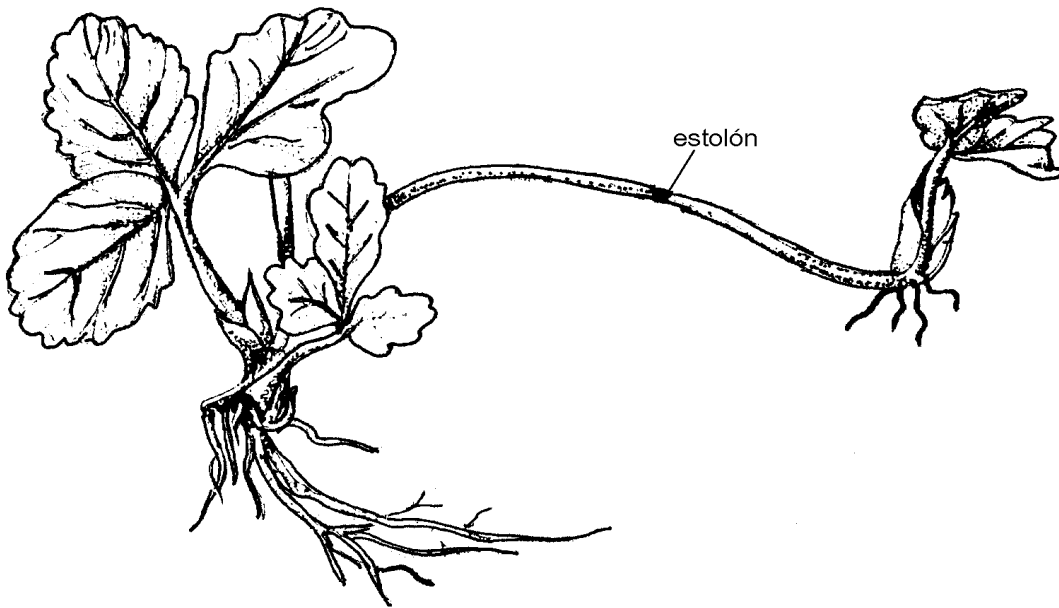


Fig. 3 Estolón

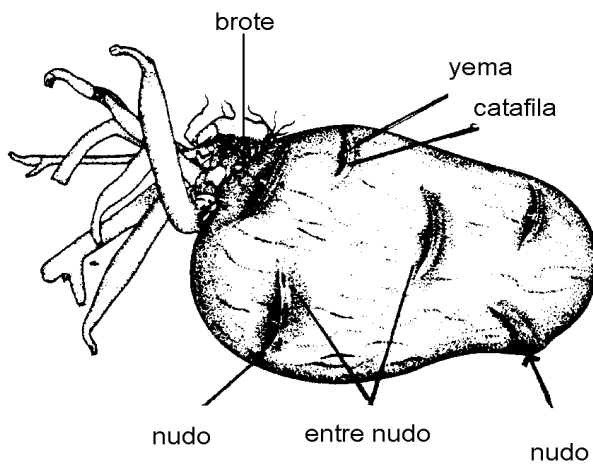


Fig. 4 Tubérculo

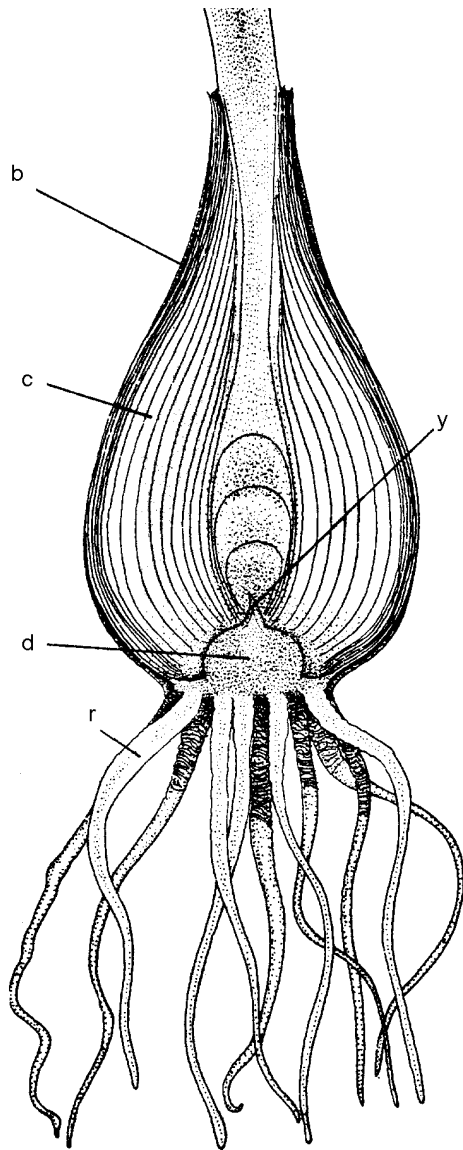


Fig. 5 Bulbo tunicado. b: binzas; c: catáfilas reservantes; d: disco o corno; r: raíces adventicias; y: yema terminal

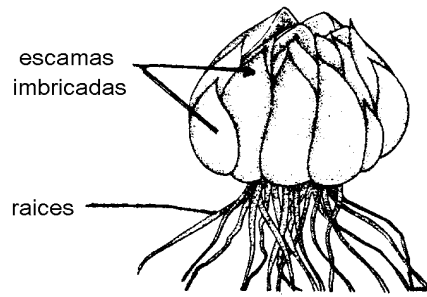


Fig. 6 Bulbo escamoso

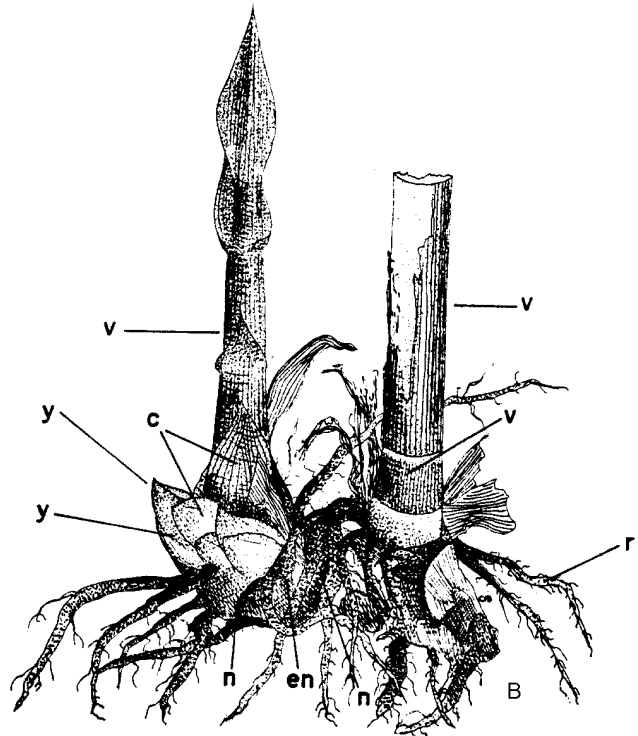


Fig. 7 Rizoma definido

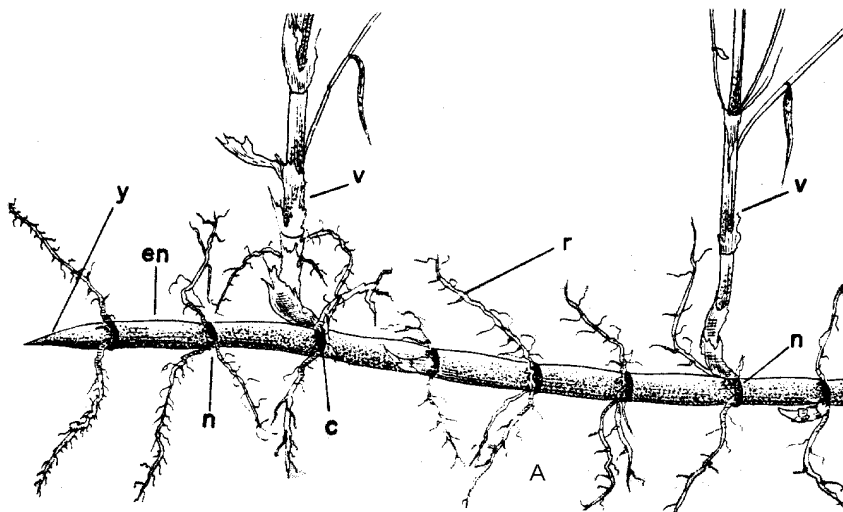


Fig. 8 Rizoma indefinido. n: nudo; en: entrenudo; c: catáfila; r: raíces adventicias; v: vástago aéreo; y: yema terminal

de ganchos (Ej.: tacuara brava); raíces adventicias adherentes (Ej.: hiedra); zarcillos (Ej.: vid, arveja, pasionaria); mediante el tallo circundante (son las *plantas volubles* como el poroto); etc.

MORFOLOGÍA DE LA FLOR DE ANGIOSPERMAS

La flor se considera como un eje caulinar más o menos reducido y de crecimiento definido, con filomas diversamente transformados (antófilos) que constituyen los verticilos florales; la flor es generalmente acompañada por una bráctea o hipsófilo.

Una flor completa de Angiospermas, consta de las siguientes partes (Fig. 1):

- 1.- Pedúnculo: parte del tallo que sostiene la flor.
- 2.- Tálamo o Receptáculo floral: parte del eje o tallo algo ensanchado donde se insertan las piezas florales. Acusa varias formas y de él depende la estructura de la flor.

Según la posición relativa de los carpelos con respecto a los demás verticilos (estambres, pétalos y sépalos), posición que depende de la forma que asuma el tálamo, las flores se clasifican en:

- a.- Hipógina: cuando el tálamo es convexo y los estambres, pétalos y sépalos se insertan por debajo del nivel de los carpelos. Por lo tanto el ovario es súpero (Fig. 2).
- b.- Epígina: cuando el tálamo es cóncavo y se suelda con los carpelos. Los demás verticilos quedan por encima del gineceo. Por lo tanto el ovario es ínfero (Fig. 3).
- c.- Perígina: cuando el tálamo es cóncavo pero no está soldado con los carpelos. El ovario se considera medio, semi-ínfero o semi-súpero (Fig. 4).

Cuando las piezas florales se disponen en ciclos o verticilos, se dice que la flor es *cíclica*; pudiendo ser tetracíclica o pentacíclica. El número de antófilos por verticilos puede variar generalmente de tres a cinco y la flor se denomina trímera, tetrámera o pentámera. Las piezas de cada verticilo alternan con las piezas del verticilo siguiente. Si se disponen en forma de espiral, se dice que la flor es *espiralada*.

La flor que tiene androceo y gineceo se llama hermafrodita o perfecta, si existe uno de ellos, se llama unisexuada, masculina o femenina y si están ausentes, neutra o asexuada.

3.- ***Imbricada***: si una de las piezas cubre ambos lados, otra pieza está cubierta por ambos flancos, mientras que las restantes piezas cubren por un lado y están cubiertas por el otro. Las dos variantes más importantes son:

- a) ***Imbricada vexilar***: el pétalo superior o vexilo es el mayor y abraza a los laterales llamadas alas, que a su vez cubren los bordes de los dos inferiores que están soldados formando la quilla.
- b) ***Imbricada carinal***: el pétalo superior o carina es interno y no se distingue la quilla.

SIMETRIA FLORAL

Puede ser (fig. 9):

- a) ***Actinomorfa, radiada o regular***: cuando las partes del perianto son aproximadamente iguales entre sí y la flor presenta varios planos de simetría.
- b) ***Zigomorfa o bilateral***: cuando sólo hay un plano de simetría.
- c) ***Asimetría***: si no tiene ningún plano de simetría.

CALIZ

Es el verticilo más externo de la flor, formado por los antófilos llamados *sépalos*, casi siempre de color verde. Cuando el cáliz falta puede estar reemplazado por aristas, pelos, cerdas, etc.

El cáliz puede tener tres, cuatro o cinco piezas.

Si los sépalos son libres, el cáliz es *dialisépalo*. Si están unidos entre sí en una longitud variable es *gamosépalo*.

Se llama *calículo* al conjunto de brácteas que se encuentran, en algunas flores, inmediatamente debajo del cáliz y afectan la semejanza de sépalos.

COROLA

La corola constituye el segundo verticilo del perianto. Un pétalo consta de: la uña, que lo fija al tálamo y del limbo, que es la parte ensanchada y vistosa.

La corola puede tener tres, cuatro o cinco piezas.

Si los pétalos están libres entre sí, la corola es *dialipétala*, si están unidos la corola es *gamopétala*; constituyendo la parte soldada el tubo, la parte libre el limbo y la unión entre ambas forma la garganta.

TIPOS DE COROLAS (Fig. 6)

1.- Corolas dialipétalas actinomorfas:

- a) Cruciformes: con cuatro pétalos opuestos, dos a dos.
- b) Cariofiladas o aclaveladas: con cinco pétalos, de uña larga y estrecha.
- c) Rosácea: con cinco pétalos de uña corta.

2.- Corolas dialipétalas zigomorfas:

- a) Papilionácea: con cinco pétalos, uno grande y ancho, el estandarte o vexilo, dos laterales más pequeños y simétricos: las alas y otros dos unidos: la quilla.

3.- Corolas gamopétalas actinomorfas:

- a) Tubulosa: forma de tubo.
- b) Hipocrateriforme: tubulosa pero remata en un limbo manifiesto.
- c) Campanulada: en forma de campana.
- d) Urceolada: con el tubo muy ventrudo y el limbo reducido.

4.- Corolas gamopétalas zigomorfas:

- a) Labiada o bilabiada: con soldadura de cinco pétalos en dos grupos, uno de dos y otro de tres pétalos, formando *dos labios*.
- b) Personada o Gibosa: cuando el labiolo tiene una abolladura llamada paladar que cierra la garganta.
- c) Ligulada: cuando el limbo tiene un solo gajo tri o pentadentado.

ANDROCEO

En una flor completa, el androceo es el tercero o tercero y cuarto verticilo floral.

(Fig. 7)

La unidad constitutiva del androceo es el estambre, éste consta de las siguientes partes:

- a) Filamento estaminal: que es estéril y sostienen a la antera.
- b) Antera: ésta consta de:
 - b1) Dos tecas: fértiles, cada teca presenta dos sacos polínicos, éstos contienen los granos de polen.
 - b2) Conectivo: es un tejido estéril que une a las dos tecas.

El androceo puede tener uno, dos, tres, cuatro, cinco, hasta infinito número de piezas. Si los estambres son libres, el androceo será *dialistémono*, si son concrecentes o soldados, el androceo es *gamostémono*.

Cuando los estambres son concrecentes con el gineceo, se llaman *epíginos*, cuando los estambres son concrecentes con la corola se llaman *epicorolinos*.

Cuando los estambres son aproximadamente de la misma longitud, el androceo es *homodínamo* y en caso contrario es *heterodínamo*, denominándose mono, di, tri, tetra o pentadínamo según tenga 1, 2, 3, 4 ó 5 estambres más desarrollados que los demás.

Cuando están todos los estambres unidos por sus filamentos, el androceo es *monadelfo*, si forma 2, 3, 4 o más grupos de estambres al androceo será *diadelfo*, *triadelfo*, *tetradelfo*, *polidelfo*, respectivamente.

Si los estambres tienen sus anteras en contacto, se dicen *conniventes*, si las anteras están soldadas se llaman *sinantereos* y si las anteras y los filamentos están soldados, se llaman *sinfiandros*.

Según el lugar donde se inserta el filamento de la antera, ésta será *dorsifija*, *apicifija* o *basifija* si el punto de inserción está respectivamente en el dorso, en el ápice o en la base.

La dehiscencia de la antera puede ser longitudinal, transversal, apical, foraminal.

A veces, los estambres son estériles, recibiendo el nombre de *estaminodios*.

GINECEO

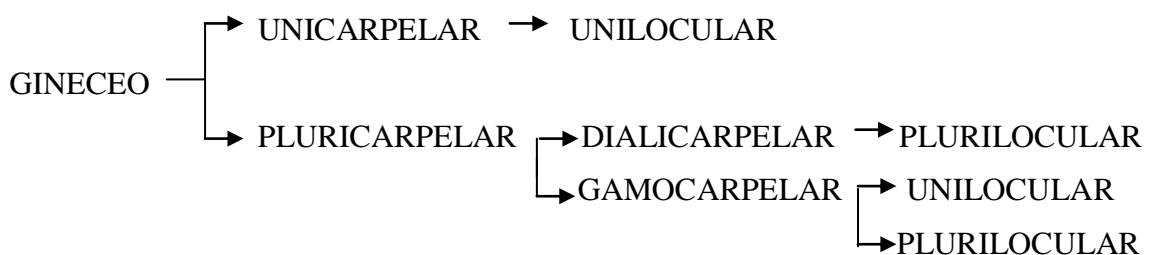
El gineceo es el cuarto o quinto de los verticilos florales. Está constituido por las hojas carpelares ó carpelos. El número de los carpelos es variable, pudiendo ser uni, bi, tricarpelar, etc.

Si el gineceo está formado por varios carpelos separados independientemente, se llamará *dialicarpelar* o *apocárpico*, si los carpelos son concrecentes, es *gamocarpelar* o *sincárpico*.

El gineceo consta de tres partes: ovario, estilo y estigma.

El ovario es la parte ensanchada constituida por la base de la hoja carpelar. Según el número de cavidades o lóculos, el ovario puede ser: uni, bi, tri, o plurilocular.

Resumiendo:



Internamente en el ovario distinguimos un tejido en resalto, de posición variable, que se denomina *placenta*; sobre ésta desarrollan el o los *rudimentos seminales*.

PLACENTACION

Es la disposición de la/s placenta/s en el ovario.

De acuerdo al lugar donde se desarrollan las placentas se diferencian los distintos tipos de placentación (Fig. 8).

- 1.- Placentación marginal: cuando se desarrollan placentas en las márgenes del único carpelo, quedando los óvulos en un solo lóculo. Es característico de la mayoría de las Fabáceas (Leguminosas).
- 2.- Placentación parietal: se presenta en un gineceo pluricarpelar y unilocular, los óvulos se disponen sobre placentas desarrolladas en los márgenes de dos carpelos contiguos. Ej.: Papaveráceas.
- 3.- Placentación axial: en un ovario con placentación axilar quedan formados tantos lóculos como carpelos, desarrollándose la placenta en las axilas de los mismos. Ej.: Rutáceas, Liliáceas.
- 4.- Placentación central: se presenta cuando las placentas se agrupan en el centro del ovario, quedando un solo lóculo por la reducción de los septos. Ej.: Centrospermas.
- 5.- Placentación basal: es el caso en que se desarrolla un solo óvulo sobre la placenta limitada a la base del ovario. Ej.: Asteráceas.

Existen plantas que presentan flores *hermafroditas*, *bisexual* o *monoclinas* (con androceo y gineceo en la misma flor).

Otras poseen flores *unisexuales* o *diclinas* (con androceo ó con gineceo).

Si las flores masculinas y femeninas están en un mismo pie, son plantas *monoicas* y si están en pies diferentes, plantas *dioicas*.

Cuando poseen flores hermafroditas y unisexuales en un mismo pie se llaman *polígamas*.

Así hemos descrito a la flor de una Angiosperma y sabemos que éste taxón se divide en dos clases: Dicotiledóneas y Monocotiledóneas.

A.- Flor de Dicotiledóneas: los verticilos florales son tetrámeros o pentámeros.

Teniendo en cuenta que las piezas de la corola están libres o soldadas se dividen en dos subclases:

A1. Arquiclamídeas (pétalos libres, corola dialipétala).

A2. Metaclamídeas (pétalos soldados, corola gamopétala).

B.- Flor de Monocotiledóneas: los verticilos florales son trímeros y las flores perigoniadas; a veces periantadas.

FORMULA FLORAL

Se denomina fórmula floral, al conjunto de iniciales, cifras y signos convencionales, que indican la estructura fundamental de una flor (Fig. 10):

Iniciales:

- **F1**: flor
- **K**: cáliz
- **C**: corola
- **P**: perigonio
- **P_k**: perigonio calicino
- **P_c**: perigonio corolino
- **A**: androceo
- **G**: gineceo
- **Ḡ**: gineceo con ovario súpero
- **G̅**: gineceo con ovario ínfero
- **Ḡ̅**: gineceo con ovario medio
- **pm**: placentación marginal
- **pp**: placentación parietal
- **pa**: placentación axial
- **pc**: placentación central
- **pb**: placentación basal

Cifras: indican el número de piezas de cada verticilo floral. Se emplean números arábigos, que se escriben a la derecha de las iniciales respectivas:

Signos:

- ⊙ - ○ : flor cíclica
- ⊙⊙⊙ : flor espiralada

- ♀ : flor femenina
- ♂ : flor masculina
- ♂♀ : flor hermafrodita
- X - ✱ : flor actinomorfa
- ∕ : flor cigomorfa

, (la coma): se utiliza para separar verticilos.

() (paréntesis): se utiliza para indicar que las piezas del verticilo están unidas.

[] (corchetes): indica que dos verticilos están unidos y se escriben encerrando a las iniciales y cifras de los verticilos correspondientes.

+ (signo de adición): verticilos dobles o sea verticilos de la misma naturaleza separando las cifras correspondientes.







∞ (signo infinito): número grande o indeterminado de piezas (más de 10).

DIAGRAMA FLORAL

El diagrama floral es la proyección sobre un plano de las secciones transversales de los diversos elementos que componen los verticilos de una flor; proyecciones que han de situarse de manera tal que guarden entre sí el mismo orden de posición que en la flor guardan las piezas correspondientes (Fig. 10).

En un diagrama se añade la sección transversal del eje caulinar que trae la flor y la sección transversal de la bráctea.

Los símbolos que se utilizan son los siguientes:

-  : sépalo
-  : pétalo
-  : estambre
-  : ovario
-  : eje
-  : bráctea

En la relación de un diagrama floral se debe tener en cuenta: que se cumpla la ley de la alternancia, donde los antófilos de los verticilos florales se ubican según una disposición alterna; la prefloración y el grado de concrecencia entre los antófilos que constituyen la flor.

INFLORESCENCIAS

Se llama inflorescencia a todo sistema de ramificación que se resuelve en flores.

En una inflorescencia podemos distinguir las siguientes partes:

- a) *Pedícelo*: es el eje que soporta la flor.
- b) *Raquis*: es la parte del tallo que lleva los pedicelos.
- c) *Pedúnculo*: es la parte del tallo que soporta al raquis.
- d) *Hipsófilos* o *brácteas*: son las hojas tectrices de las yemas que producen las flores o las ramificaciones de la inflorescencia. En algunos casos la inflorescencia es *desnuda*, ello es por que carece de hipsófilos.

Las inflorescencias se dividen en dos grupos principales:

- 1) *Inflorescencias Racimosas, Centrípetas o Indefinidas.*
- 2) *Inflorescencias Cimosas, Centrífugas o Definidas.*

Unas y otras pueden a su vez ser: *Simples o Compuestas*, según que el eje primario produzca pedicelos con una sola flor o que estos pedicelos se ramifiquen de nuevo.

Inflorescencias Racimosas – Centrípetas – Indefinidas – Monopodiales

El raquis es de crecimiento indefinido, corresponde a la ramificación monopódica; sobre el raquis se disponen las flores; las inferiores abren primero, las superiores después, de modo que la marcha de la floración es centripeta (Fig. 11).

Pertenecen a éste tipo:

A.- Simples

1.- Con flores pediceladas

- a.- Racimo: consta de un eje indefinido del cual nacen los pedicelos simples de cada una de las flores. Ej.: Brassicáceas.
- b.- Corimbo: es un tipo especial de racimo en el cual se modifica la longitud de los pedicelos de modo tal que las flores se ubican casi todas a la misma altura. Ej.: Rosáceas.
- c.- Umbela: deriva de un racimo en el cual se ha producido un acortamiento de los entrenudos del raquis; todos los pedicelos tienen la misma longitud y se denominan radios. Ej.: Araliáceas.

2.- Con flores sésiles

- a.- Espiga: racimo de flores sésiles. Ej.: Plantagináceas.
- b.- Espiguilla: inflorescencia elemental de las Poáceas. Está constituida por un pequeño eje, la *raquilla* que soporta las flores, las cuales se hallan protegidas por las *glumelas* (lemma y palea). Toda espiguilla va protegida por las *glumas* (superior e inferior).
- c.- Amento: espiga de flores unisexuales a menudo en forma de péndulo. Ej.: Fagáceas.
- d.- Espádice: espiga con eje carnoso y flores unisexuales protegidas por una bráctea (espata). Ej.: Aráceas.
- e.- Capítulo: umbela de flores sésiles dispuestas sobre la extremidad ensanchada del pedúnculo (receptáculo común). Ej.: Asteráceas.

B.- Compuestas

- 1.- Homogéneas: poseen inflorescencias elementales del mismo tipo que la inflorescencia total.
 - a.- Racimo compuesto o Panículo: es un racimo de racimo. Ej.: Vitáceas.
 - b.- Umbela compuesta: umbela de umbela. Ej.: Umbelíferas.
 - c.- Espiga de espiguilla: aquí la inflorescencia parcial es una espiguilla. Ej.: Poáceas.

- 2.- Heterogéneas: poseen inflorescencias elementales de diferentes tipos que la inflorescencia total.
 - a.- Panoja: racimo compuesto que en la extremidad de los pedicelos lleva espiguillas en lugar de flores. Ej.: Poáceas.
 - b.- Racimo de umbela: Ej.: *Hedera sp.* (hiedras)
 - c.- Racimo de espiga: Ej.: Poáceas.

Inflorescencias Cimosas – Definidas – Centrífugas – Simpodiales – Cimas

El raquis es de crecimiento definido, pues termina en una flor; por debajo de él nacen ejes secundarios, que a su vez terminan en flor. La marcha de la floración es centrífuga, es decir que las flores que primero abren son las centrales (Fig. 11).

A.- Monocasio o Cima Unípara: debajo del eje principal que termina en una flor, nace un solo eje secundario también florífero; lo mismo sucede luego en las ramitas sucesivas y así prosigue la inflorescencia.

- 1.- Cima helicoides: si las ramas sucesivas se originan de uno y de otro lado alternativamente. Ej.: Iridáceas.
- 2.- Cima escorpioide: si las ramas se originan de un mismo lado. Ej.: Borragináceas.

B.- Dicasio o Cima Bípara o Cima Dicotómica: debajo del eje principal que remata en una flor, nacen dos ejes secundarios, también floríferos.

C.- Pleocasio o Cima Multípara: debajo del eje madre, terminado en flor, nacen tres o más ejes secundarios, también floríferos.

- 1.- Cima umbeliforme o Umbela definida: pleocasio con aspecto de umbela. Ej.: Geraniáceas.
- 2.- Cima corimbiforme o Corimbo definido: pleocasio con aspecto de corimbo. Ej.: Lináceas.
- 3.- Cima capituliforme o Capítulo definido: Ej.: Asteráceas.
- 4.- Sicono: flores unisexuales dispuestas sobre un receptáculo común cóncavo y piriforme. Ej.: Moráceas.
- 5.- Ciatio: está formado por un involucro de brácteas que encierran en su interior a una única flor femenina constituida sólo por el gineceo tricarpelar, rodeada por varias flores masculinas, cada una limitada a un estambre. Ej.: Euphorbiáceas.

Inflorescencias mixtas: formadas por la combinación de elementos racimosos y cimosos. Ej.: monocasio de capítulos, corimbo definido de capítulos, etc.

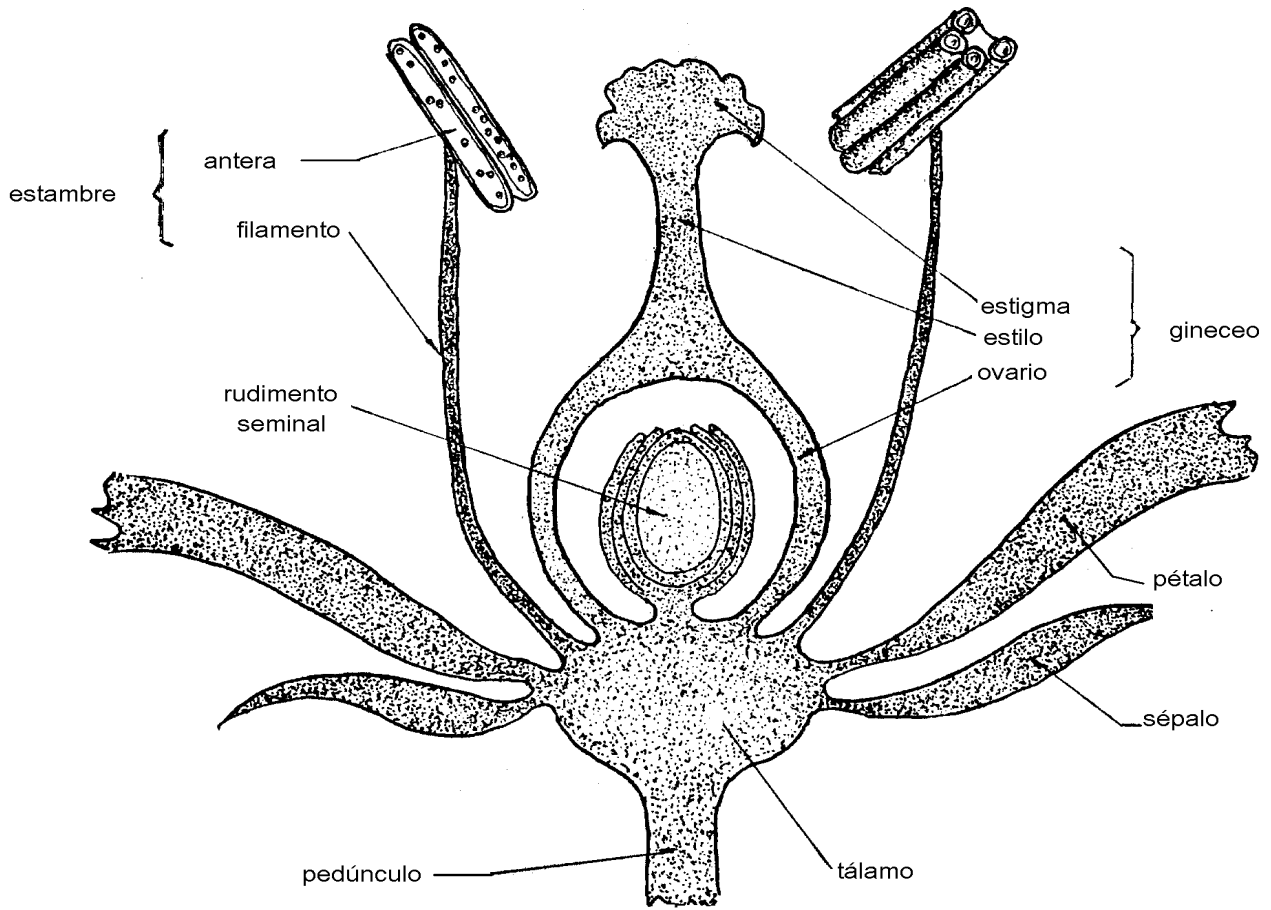


Fig. 1 Flor completa de Angiosperma

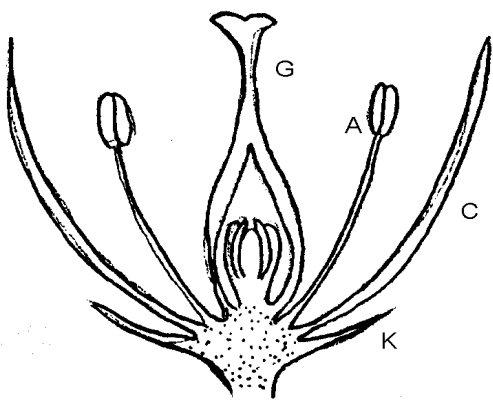


Fig. 2 Flor hipogina

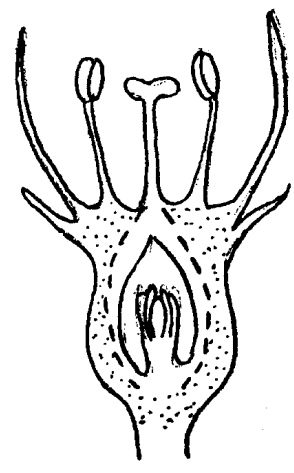


Fig. 3 Flor epigina

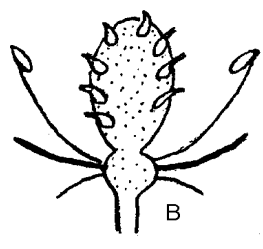
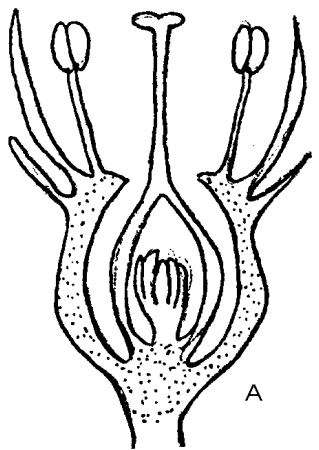


Fig. 4 A - B Flor perigina

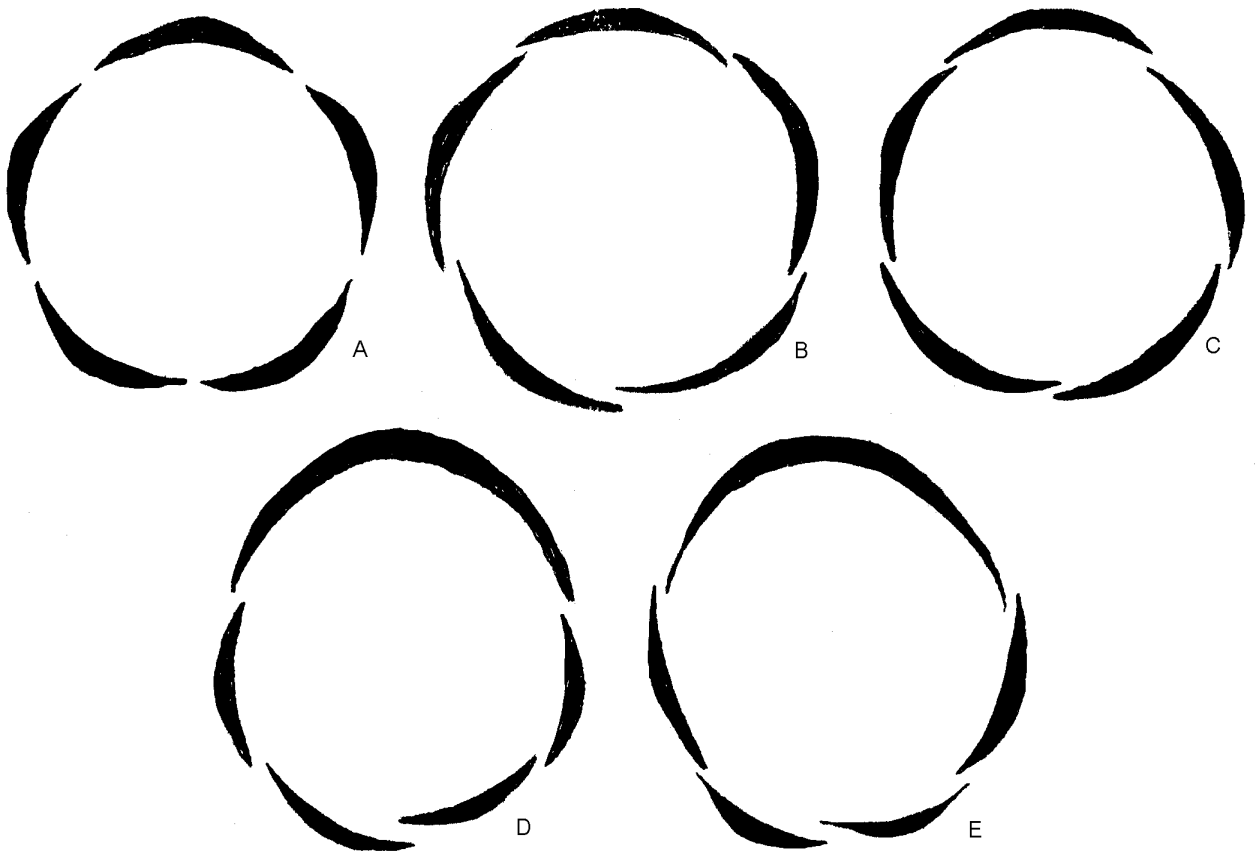


Fig. 5 Prefloración. A: valvar; B: contorta; C: imbricada; D: imbricada vexilar; E: imbricada carinal

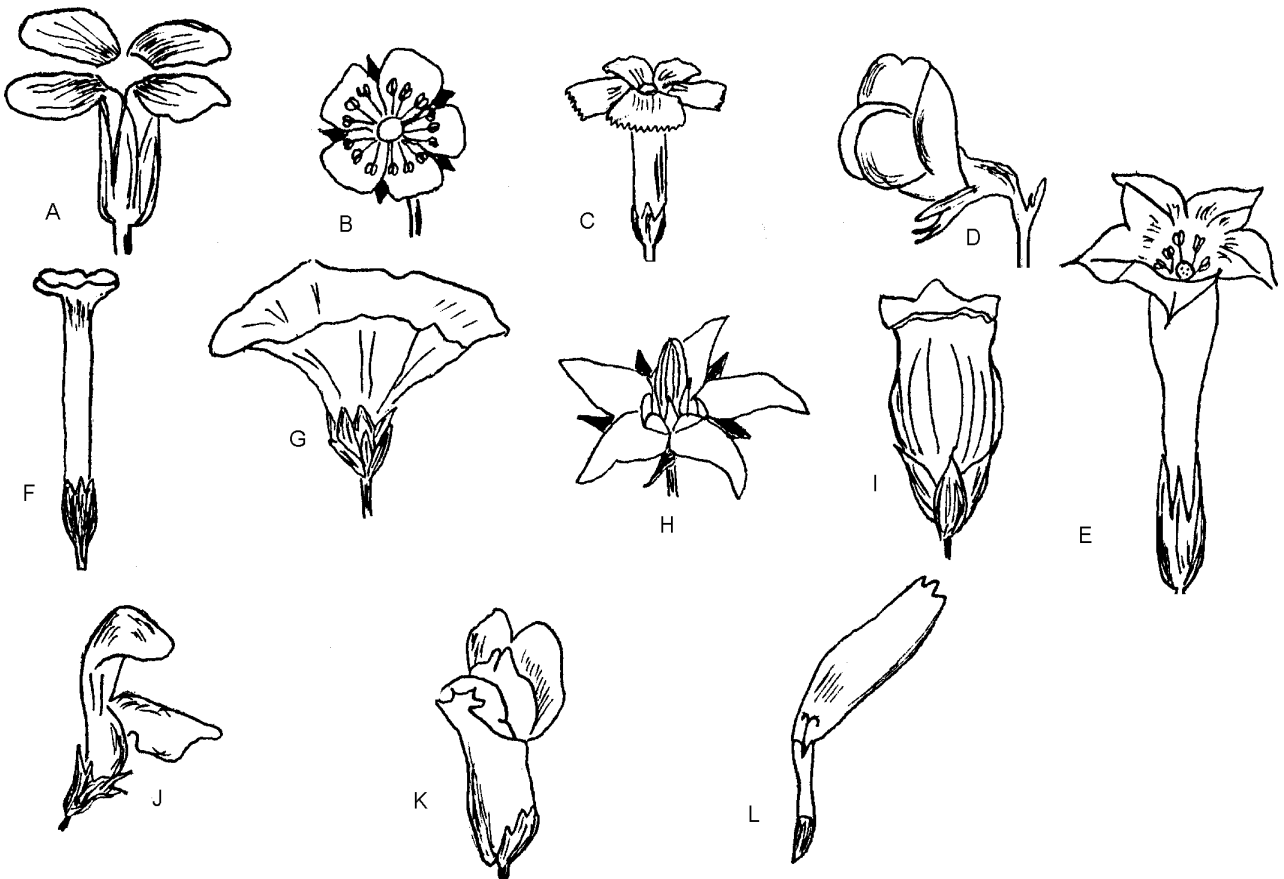


Fig. 6 Corolas. A: cruciforme; B: rosácea; C: cariofilácea; D: papilionada; E: tubulosa; F: hipocraterimorfa; G: campanulada; H: rotácea; I: urceolada; J: labiada; K: personada; L: ligulada.

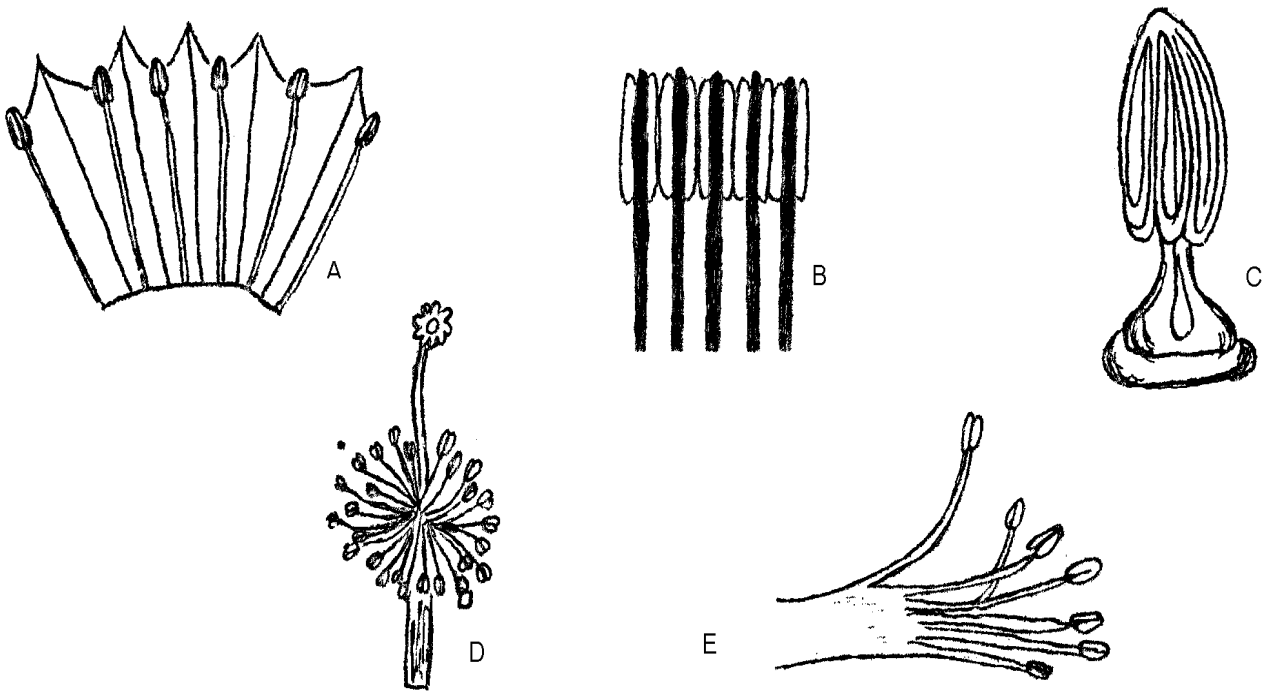


Fig. 7 Androceo. A estambres corolinos; B androceo sinantereo; C, androceo sinfiandro; D androceo monadelfo; E androceo diadelfo

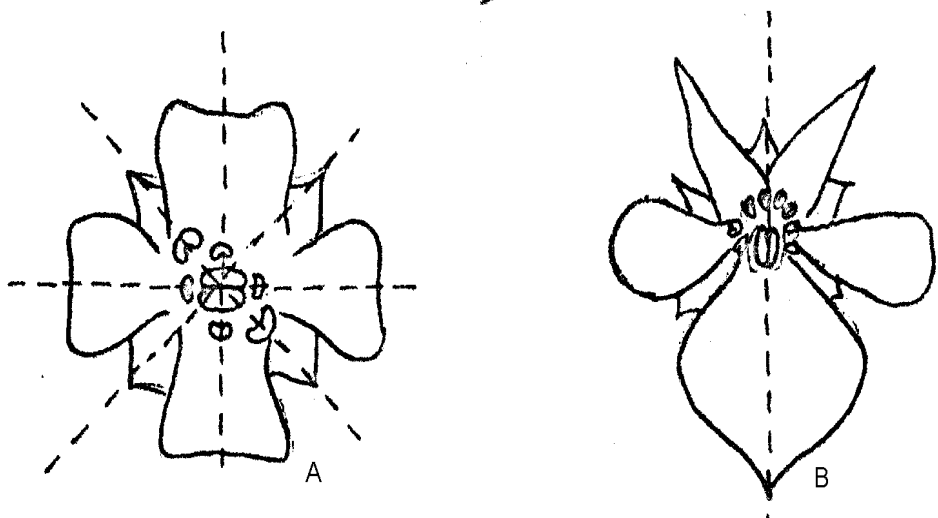


Fig. 9 Simetría. A flor actinomorfa; B flor cigomorfa.

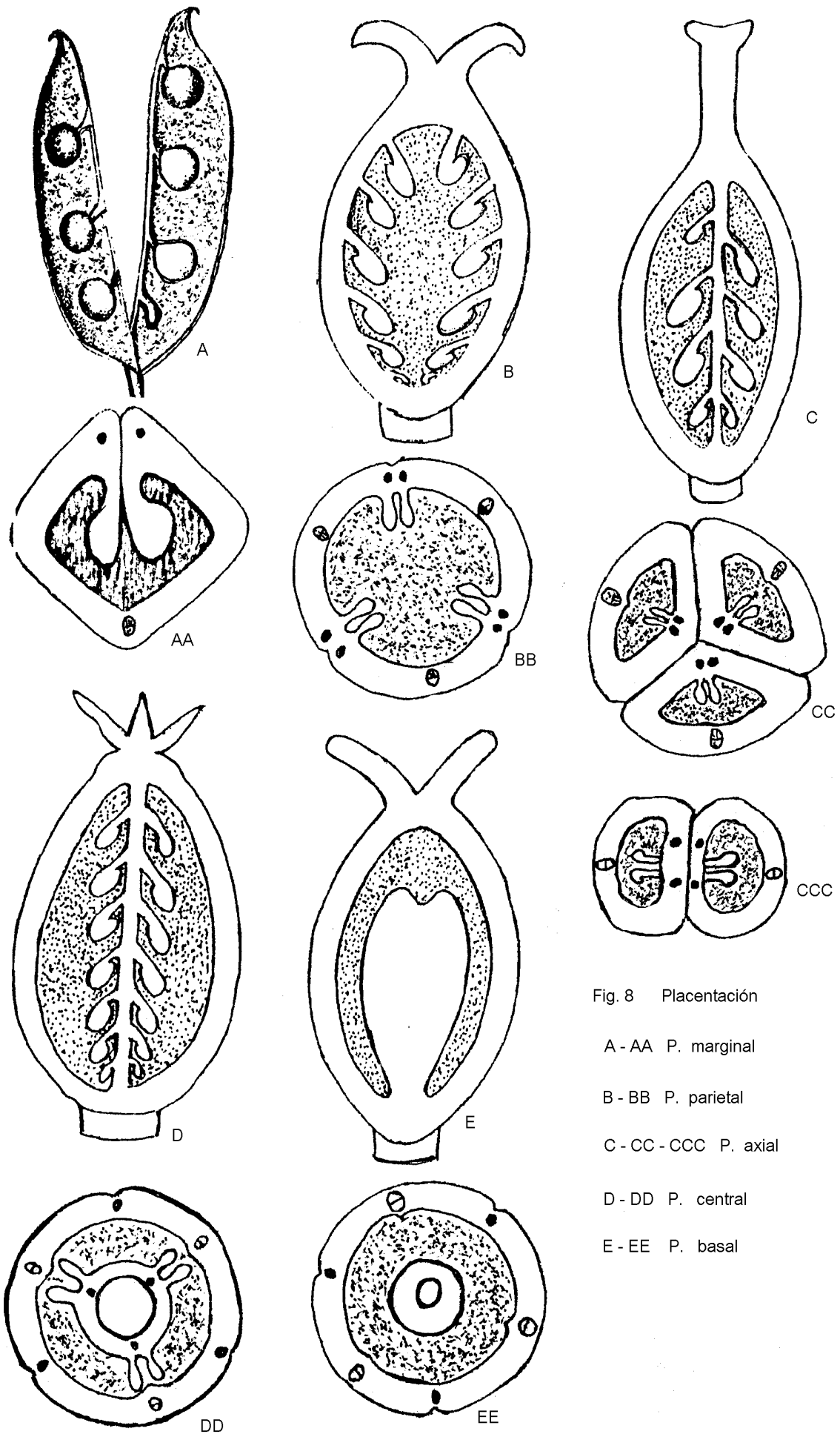


Fig. 8 Placentación

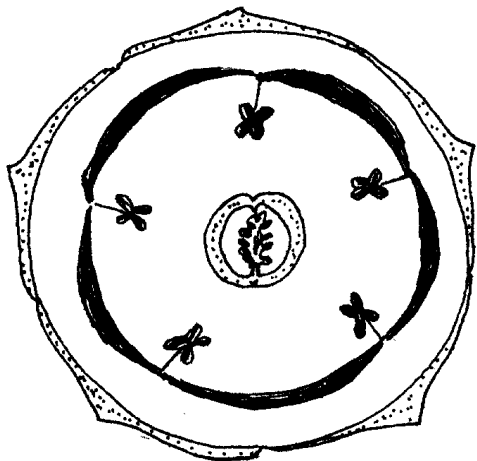
A - AA P. marginal

B - BB P. parietal

C - CC - CCC P. axial

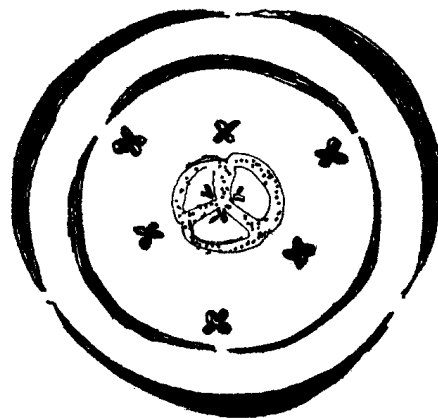
D - DD P. central

E - EE P. basal



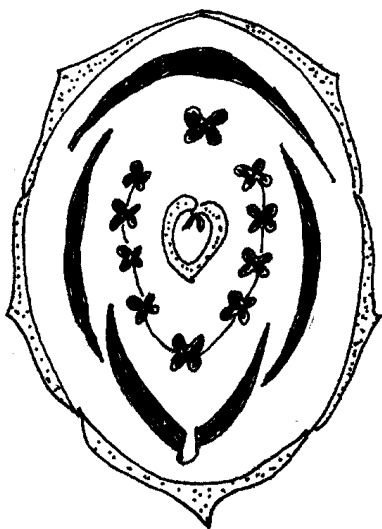
$$F X O \checkmark K_{(5)} [C_{(5)} A_5] \underline{G}_{(2)} \frac{2}{\infty} \text{pa}$$

Solanáceas



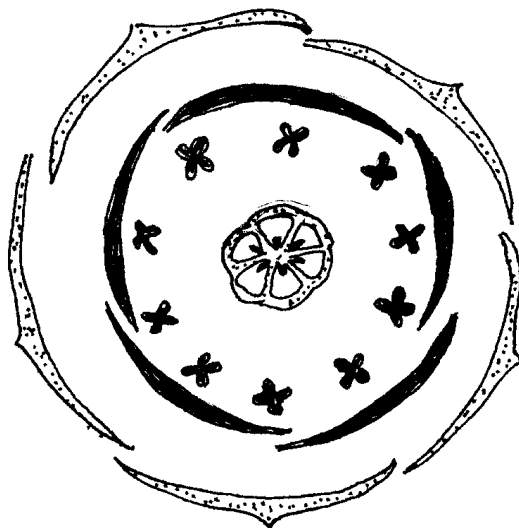
$$F X O \checkmark P_{3+3} A_{3+3} \underline{G}_{(3)} \frac{3}{\infty} \text{pa}$$

Liliáceas



$$F X O \checkmark K_{(5)} C_5 A_{(9)+1} \underline{G}_1 \frac{1}{\infty} \text{pm}$$

Leguminosas - Papilionoideas



$$F X O \checkmark K_5 C_5 A_{10} \underline{G}_{(6)} \frac{\infty}{\infty} \text{pa}$$

Rutáceas

Fig. 10. Fórmula y diagrama floral

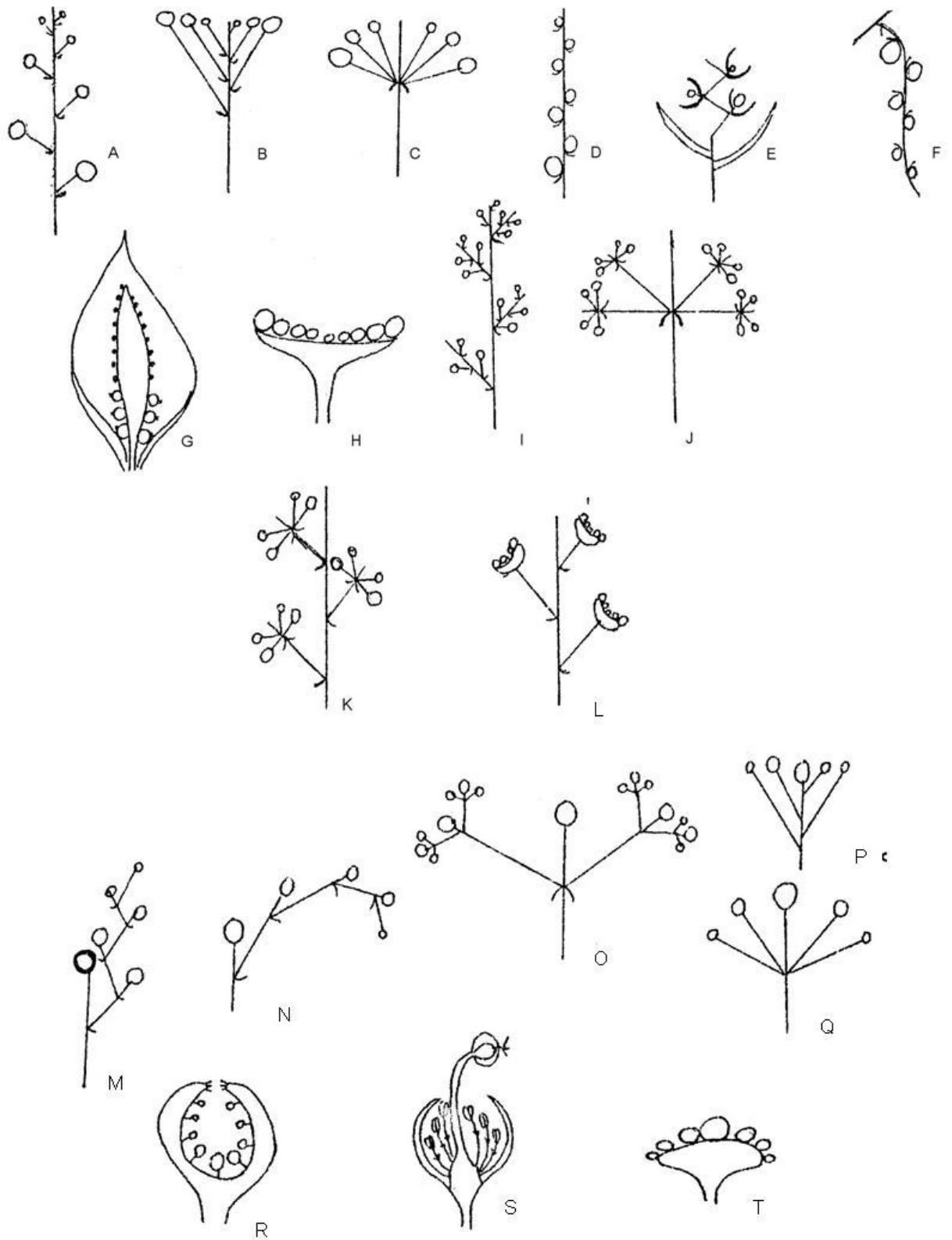


Fig. 11. Inflorescencias. A-L: Inflores. Racemosas; A: racimo; B: corimbo; C: umbela; D: espiga; E: espiguilla; F: amento; G: espádice; H: capítulo; I. racimo; J: umbela de umbela; K: racimo de umbela; L: racimo de capítulos. M-T: Inflores. Cimosas; M: cima helicoide; N: cima escorpioide; O: dicasio; P: cima corimbiforme; Q: cima umbeliforme; R: sícono; S: ciatio; T: cima capituliforme.

FRUTO

Es el ovario desarrollado, después de la fecundación de los rudimentos seminales y que contiene a las semillas.

Esta transformación es un fenómeno complejo que implica muchas actividades fisiológicas, desempeñando los reguladores químicos (auxinas, etc.) un papel importante en el mismo.

Alimentos de diversas clases son traslocados a los tejidos ováricos, pudiéndose acumular algunos en el ovario y otros penetrar en los rudimentos seminales en crecimiento. Azúcares, aminoácidos, proteínas solubles y otros alimentos son los que aumentan los tejidos ováricos. El aumento de reserva de los azúcares en los frutos que maduran es el que hace que éstos se vuelvan dulces.

En los granos (maíz, trigo, avena, etc.) es muy grande el contenido en azúcar en un primer momento del desarrollo, luego decrece pues se transforma en almidón como material de reserva. La acumulación de agua es muy grande en los frutos carnosos.

A medida que los frutos van madurando va cambiando la pigmentación, por ejemplo en el tomate, la clorofila se degrada poniéndose de manifiesto los pigmentos carotenoides. Disminuye la cantidad de ácido cítrico, málico, oxálico, etc.

El bananero, la naranja de ombligo, el ananá, no poseen semillas es decir que no se lleva a cabo la fecundación de los óvulos, pero hay desarrollo de los carpelos. A estos frutos se los llama *partenocárpicos*.

Según lo expuesto hasta el momento, solamente poseen frutos las Angiospermas, pues sabemos que las Gimnospermas no desarrollan gineceo. Las semillas en las Gimnospermas están protegidas por brácteas.

Estructura del fruto

La hoja carpelar, que origina el ovario, se ha transformado en el *pericarpio* y los rudimentos seminales en *semillas*.

El *pericarpio* consta de:

- a) *Epicarpio*: deriva de la epidermis inferior de las hojas carpelares, generalmente es membranoso, liso (tomate, cereza), ceroso (uva, ciruela), glanduloso (naranja), pubescente (durazno), espinoso (chamico). En los

frutos que derivan de ovario ínfero también el receptáculo forma parte de ellos.

- b) Mesocarpio: deriva del mesófilo de la hoja carpelar. Puede ser delgado y seco (maíz) o ser muy desarrollado por multiplicación de las células parenquimáticas, como en los frutos carnosos.
- c) Endocarpio: deriva de la epidermis superior de la hoja carpelar. Es la parte interna que rodea a las semillas. Consta de una o más capas de células, unas veces carnosas (uva), otras apergaminadas (porotos) o esclerificadas formando carozos (durazno). En la naranja o limón, se desarrollan pelos jugosos que llenan los lóculos y forman la parte succulenta de estos frutos.

El tálamo puede ser:

- a) Acrescente: continúa creciendo y modifica su estructura
- b) Globoso: succulento y sostiene a los aquenios (frutilla) o bayas concrecentes (chirimoya).
- c) Cóncavo: se suelda internamente a la/s hoja/s carpelar/es (flores de ovario ínfero por ej. manzana, zapallo, girasol).

Las formas y tamaños son variados.

Induvias:

Son las partes de la flor que persisten a la madurez del fruto sin ser concrecentes con él.

- a) Cáliz: puede ser persistente (frutilla, granada, manzana).
En ciertas especies se tornan carnosos (zarzaparrilla) o bien es acrescente y cubre el fruto (ruibarbo).
- b) Glumas y Glumelas: suelen ser persistentes y recubrir el fruto (avena, trigo, centeno).
- c) Involucro: ciertas flores poseen un verticilo protector de origen foliar que las envuelve y persiste en el fruto, es el involucro. En diversos casos tales piezas protectoras (brácteas) son foliáceas (avellana) o bien duras (roble), o en forma de erizo espinoso (castaña, abrojo).

Dehiscencia

Es la apertura de un fruto para dejar en libertad a las semillas (Fig.1).

Encontramos:

1.- Poricida o foraminal: es la dehiscencia a través de poros en la parte superior del fruto. Ej. amapola.

2.- Transversal: a través de una línea transversal al fruto, se separa un opérculo y queda una urna. Ej. verdolaga, llantén , *Hyoscyamus sp.*

3.- Longitudinal: por hundimiento longitudinal de los tejidos diferenciados.

Tenemos seis tipos de dehiscencia longitudinal:

a. Sutural simple: cuando el fruto deriva de una hoja carpelar y éste se abre por la sutura del carpelo. Ej.: folículo del anís estrellado.

b. Sutural doble: cuando el fruto deriva de una hoja carpelar y éste se abre por la sutura y la nervadura carpelar. Ej.: legumbre de acacia.

c. Placentifraga: cuando se abre por hendiduras placentarias. Ej.: silicua de mostaza negra.

d. Loculicida: cuando el fruto deriva de dos o más hojas carpelares y se abre a lo largo de las nervaduras carpelares. Ej.: cápsula del algodón.

e. Septicida: cuando el fruto deriva de dos o más hojas carpelares y la apertura se produce por la separación de las partes unidas de los carpelos que forman los tabiques. Ej.: *Colchicum sp*, *Digitalis sp.*

f. Septifraga: cuando el fruto deriva de dos o más hojas carpelares y placentación axilar, donde la apertura se produce según un plano longitudinal y perpendicular al tabique, quedando las semillas sobre el eje. Muchas veces puede ir acompañada de otro tipo de dehiscencia. Ej.: cápsula de chamico (septifraga-loculicida).

4.- Elástica: se lleva a cabo por efectos cambiantes de temperatura y sequedad atmosférica y por la estructura particular de los tejidos. Se produce una dehiscencia brusca con lanzamiento de las semillas. Ej.: brincos.

5.- Falsas dehiscencias: en algunos frutos uniloculares se producen falsos tabiques transversales entre las semillas y al secarse se fragmentan en trozos uniseminados. Ej.: lomentos.

Clasificación

Los frutos se dividen en pocos grupos principales atendiendo a dos criterios básicos:

- 1.- El grado de dureza del pericarpio.
- 2.- Su capacidad para abrirse a la madurez.

FRUTOS SECOS (con pericarpio no carnosos)

A.- Frutos Monocarpelares/Bicarpelares

a) Indehiscentes

1. Aquenio: (mono-bicarpelar) generalmente uniseminado, con pericarpio papiráceo o coriáceo, no soldado a la semilla. Puede proceder de un ovario súpero (enredadera, sanguinaria) o si es aquenio proveniente de ovario ínfero, se lo denomina cipsela (girasol, lechuga, cardo).
2. Cariopse (bicarpelar): el pericarpio se encuentra soldado a la única semilla. Procede de un ovario súpero. Ej.: la gran mayoría de las Poáceas.
3. Sámara (monocarpelar): es un aquenio alado. Es decir que el pericarpio sufre una expansión. Ej.: fresno, tipa.
4. Utrículo (monocarpelar): es un aquenio de pericarpio membranoso muy delgado. Ej.: *Amaranthus sp*, *Chenopodium sp*, *Melilotus sp*.
5. Nuez (mono-bicarpelar): el pericarpio y el tálamo son duros, poseen generalmente una sola semilla, grande. Procede de una flor de ovario ínfero. Ej.: castaño, avellana, roble.

b) Dehiscentes

1. Folículo (monocarpelar): derivado de un ovario súpero, de dehiscencia natural simple. Ej.: espuela de caballero, roble sedoso, anís estrellado.
2. Legumbre (monocarpelar): derivado de un ovario súpero, de dehiscencia sutural doble. La legumbre puede ser espiralada (alfalfa), falcada (ceibo jujeño), recta (arveja). A veces es indehiscente (timbó). Un tipo especial de legumbre indehiscente y que se desarrolla bajo tierra, es el geocarpo (maní). Otro tipo es el lomento (Acacia blanca) que presenta falsa dehiscencia.

B.- Frutos Pluricarpelares

a) Indehiscentes

1. Poliaquenos: fruto derivado de un gineceo dialicarpelar en el cual cada carpelo se resuelve en aquenio. Ej.: cabello de ángel.

El cinorrodon es el fruto del rosal y está constituido por el talamo profundamente acopado y acrescente que encierra en su interior, diversos aquenios.

El conocarpo es un fruto formado por muchos aquenios dispuestos sobre un receptáculo carnoso y globoso. Ej.: frutilla.

2. Esquizocarpo: fruto derivado de un gineceo súpero y de dos o más carpelos, con igual número de lóculos y que a la madurez se desarticulan en tantos aquenios como hojas carpelares tenía. A cada parte se la denomina “mericarpo”. Ej. malva. Cuando el esquizocarpo deriva de una flor de ovario ínfero, se los denomina “cremocarpo”. Ej. Umbelíferas.

La Clusa es también un esquizocarpo pero el gineceo es siempre bicarpelar y el estilo es ginobásico, por lo tanto se producen cuatro frutitos por flor; es decir cada uno está formado por medio carpelo que rodea a la semilla. Ej.: menta, peperina, borago.

3. Carcéculo: fruto derivado de un gineceo súpero, pluricarpelar, pluriseminado, similar a una cápsula pero indehisciente. Ej.: tilo

b) Dehiscentes

1. Polifolículo: fruto derivado de un gineceo dialicarpelar en el cual cada carpelo se resuelve en un folículo.

Estos pueden ser pluriseminados. Ej.: brachichito; o bien uniseminados. Ej.: magnolia, anís estrellado.

2. Cápsula: deriva de una flor de ovario súpero o ínfero con varios carpelos soldados en un sincarpo y según se produzca su dehiscencia, tenemos:

- Cápsula poricida o foraminal: con dehiscencia poricida. Ej.: amapola.
- Cápsula loculicida: con dehiscencia loculicida. Ej.: algodón.
- Cápsula septifraga: con dehiscencia septifraga. Ej.: chamico, estramonio.
- Cápsula septicida: con dehiscencia septicida. Ej.: cuerno del diablo, colchicum.
- Pixidio: dehiscencia transversal. Ej.: *Hyoscyamus sp.*

3. Silicua: (hay autores que la consideran como cápsula)

Deriva de un ovario bicarpelar, con un replum (falso tabique) que la divide en dos lóculos. Ej.: alelí, mostacilla.

Cuando la silicua es tan larga como ancha, se la denomina silícula. Ej.: bolsa del pastor, mastuerzo. Derivan ambas de un gineceo súpero y la dehiscencia es placentifraga.

FRUTOS CARNOSOS

Indehiscentes

1.- Baya: fruto con mesocarpio y endocarpio carnosos o jugosos; puede derivar de un ovario súpero (uva, tomate, atropa) o de un ovario ínfero (banana, tuna).

Generalmente son pluricarpelares.

Dentro de las bayas encontramos:

a) Hesperidio: deriva de un ovario súpero, pluricarpelar. El epicarpio es glanduloso, el mesocarpio es corchoso y el endocarpio lleva pelos jugosos (citrus: naranja, mandarina, limón).

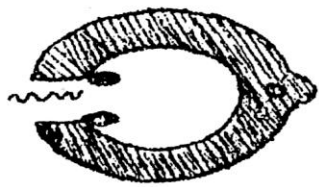
b) Pomo: deriva de un ovario ínfero, pluricarpelar, con un endocarpio papiráceo, el mesocarpio delgado y el epicarpio soldado con el tálamo carnoso acrescente que lo cubre. Ej.: manzana, pera, membrillo.

c) Pepónide: deriva de un ovario ínfero, tricarpelar, trilocular, placentación axial, el pericarpio y el tálamo pueden ser esclerificados o herbáceos, la cavidad puede tornarse unilocular. Ej.: zapallo, sandía, pepino.

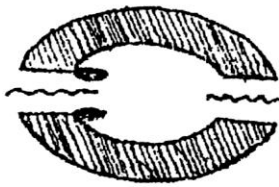
2.- Balausta: deriva de un ovario ínfero. El pericarpio y el tálamo son secos, pero las semillas tienen el tegumento carnoso. Ej.: granada.

3.- Drupa: deriva de un ovario súpero. Es unicarpelar con mesocarpio carnoso, endocarpio leñoso. Ej.: durazno, damasco, aceituna. El coco es una drupa, pluricarpelar, lo que llega al comercio es el endocarpio y el mesocarpio que es fibroso.

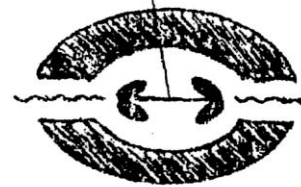
El fruto del nogal proviene de un gineceo bicarpelar e ínfero, con una sola semilla.



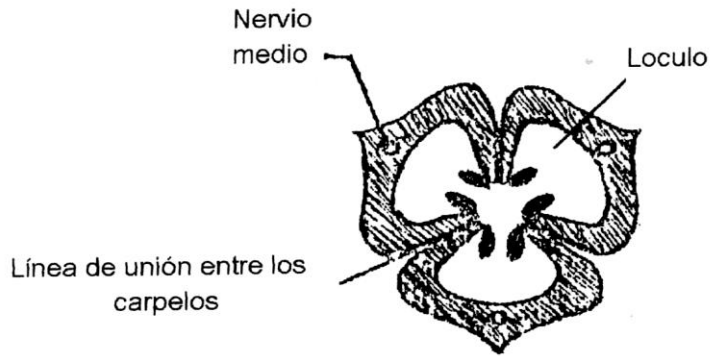
Sutural simple



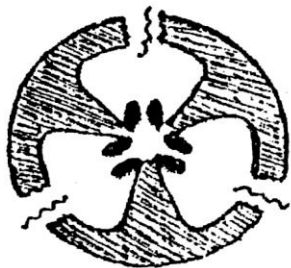
Sutural doble



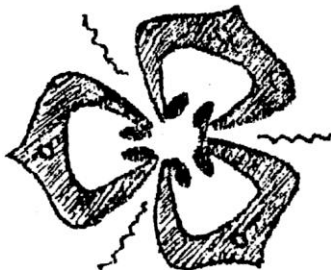
Placentifraga



Fruto tricarpelar de placentación axilar



Loculicida



Septicida



Septifraga

FIG. 1. Distintos tipos de dehiscencia.

INFRUTESCENCIA

Son formados por los ovarios maduros de toda una inflorescencia. La mayoría son carnosos.

1.- Sorosio: frutos carnosos reunidos o soldados sobre un receptáculo común alargado y carnoso. Ej.: ananá (drupas), mora (drupas), zarzamora (drupas).

2.- Sicno: frutos pequeños (aquenios), reunidos en el interior de un receptáculo común carnoso en forma de copa. Ej.: higo.

FRUTOS DE LAS GIMNOSPERMAS

Si expresamos que el fruto es todo órgano vegetal, debidamente transformado, que encierra en sí las semillas, las Gimnospermas también tendrían frutos y entre ellos podemos encontrar:

1.- Estróbilo: está constituido por brácteas leñosas que son las que sostienen a las semillas que son aladas. Ej.: pino, cedro, araucaria.

2.- Gábulo: las brácteas son carnosas y envuelven a las semillas. Ej.: *Juniperus sp.* (enebro).

SEMILLA

Es el embrión en estado de vida latente o amortiguada, acompañado o no de tejido nutritivo y protegido por el episperma.

Una semilla típica consta de una planta inmadura que es el *embrión*, acompañada de una cantidad de alimento almacenado, el *endosperma* o *albumen* y una *cubierta seminal* o *episperma*, protectora (Fig. 1).

Embrión

Se origina de la unión de la oosfera con uno de los anterozoides que lleva el tubo polínico y consta de un *eje raíz – hipocótilo* que lleva uno o dos *cotiledones*; el punto donde se insertan los o el cotiledón, se llama *nudo cotiledonar* y divide al eje en dos regiones. La de abajo denominada *eje hipocótilo* que termina en un meristema apical, la *radícula*, cubierta por la caliptra. La porción superior es el *eje epicótilo* y lleva como meristema apical a la *plúmula* o *gémula*.

Albumen o endosperma

Se origina de la unión de los núcleos polares (superior e inferior) y el otro anterozoide que lleva el tubo polínico.

Es un tejido nutritivo que cumple con la función de alimentar al embrión durante la germinación.

Según el tipo de sustancias de reserva que contiene pueden distinguirse los casos siguientes:

- a) Semillas con albumen oleaginoso: son aquellas que como en el ricino, contienen aceites grasos junto con granos de aleuronas. Ej.: ricino, amapola, maní, girasol.
- b) Semillas con albumen mucilaginoso: son aquellas en que las paredes celulares poseen mucílagos. Estos, en contacto con el agua se hinchan formando una masa mucilaginosa. Ej.: ciertas Leguminosas.
- c) Semillas con albumen amiláceo: son las que tienen como sustancia de reserva, el almidón. Ej.: Poáceas.

Cubierta seminal o episperma

Se origina de los tegumentos del óvulo.

El tegumento externo llamado *testa*, se forma del tegumento externo del óvulo, la primina y el interno, llamado *tegmen*, del tegumento interno del óvulo, la secundina.

Exteriormente presentan estructuras características, que sirven para su clasificación, por ej.: tricomas, costillas, pliegues, espinas o gloquidios que se desarrollan muchas veces a partir de la testa solamente; pero hay casos en que las células subepidérmicas intervienen también en su formación.

Los pelos de las semillas de algodón son unicelulares y desarrollan paredes secundarias en la madurez.

Otras veces la testa se expande originando estructuras aliformes formadas por células de paredes finas que se llenan de aire; éstas semillas aladas, por ej. jacarandá, se distribuyen fácilmente con el viento.

Otras semillas llevan penachitos de pelos para facilitar su dispersión por el viento. Ej.: *Strophantus sp.*

En la granada, la testa es jugosa; en el lino presenta una capa externa que se torna mucilaginosa en contacto con el agua.

Además de éstas características, la cubierta seminal presenta grabaduras y formaciones (Fig. 2):

1.- Funículo: es el cordón que une la semilla a la placenta.

2.- Micrópila: proviene de un pequeño orificio dejado en el ápice del óvulo, por los tegumentos.

3.- Hilio: cicatriz que deja el funículo cuando se desprende de la semilla.

4.- Rafe: es un resalto longitudinal que se halla presente en los óvulos anátropos y campilótropos, dejado por la soldadura del funículo con la semilla. Ej.: poroto.

5.- Arilo: es una excrescencia carnosa localizada en distintos puntos de la cubierta seminal. Ej.: nuez moscada.

6.- Carúncula: es un arilo que se ubica sobre la micrópila. Ej.: ricino.

Tipos de semillas

De acuerdo al lugar donde se ubican las sustancias de reserva las semillas se clasifican en (Fig. 3):

a) Albuminadas o endospermadas: las sustancias de reserva se almacenan en el endosperma. Ej.: Poáceas.

b) Exalbuminadas: cuando las sustancias de reserva se almacenan en los cotiledones. Ej.: poroto.

c) Perispermadas: cuando las sustancias de reserva derivan de la nucela. Ej.: pimienta, remolacha.

Formas de semillas

La forma general es variada: esferoidal, oblonga, cilíndrica, turbinada (como de tirabuzón), discoide, reniforme, etc.

Se establece que la *base* de la semilla corresponde a la posición del hilo y el *ápice*, al extremo opuesto y el *eje* es la línea que une a ambos puntos.

En el embrión, la base está representada por el extremo de la radícula y el ápice por el extremo de los cotiledones.

Diseminación

La proyección de las semillas se lleva a cabo por aparatos especiales que posee la planta madre o por el acarreo efectuado por diversas especies animales, hormigas,

reptiles, moluscos terrícolas, lombrices, etc. Para la dispersión suelen emplearse tres agentes: a)viento; b)agua; c)animales.

GERMINACIÓN

El primer indicio de germinación es la absorción, por la semilla, de grandes cantidades de agua; esto va seguido de una activación enzimática, que favorece el metabolismo celular. La cantidad de albumen disminuye a medida que la digestión y la respiración prosiguen. Debido a estos procesos el embrión aumenta de tamaño, aparecen hendiduras en la cubierta seminal y emerge la radícula.

Factores que requiere una germinación

a) Humedad, b) Temperatura, c) Oxígeno, d) CO₂ y luz

a) Humedad: ha de haber agua abundante para que la germinación pueda iniciarse. La función de ablandar la cubierta seminal permite la salida de la radícula primero y de la plúmula después. Al propio tiempo, favorece la entrada de oxígeno, se permite a las enzimas, activar los procesos fisiológicos, tales como digestión, movimiento de los alimentos entre los tejidos, respiración y crecimiento.

b) Temperatura: existen tolerancias a temperaturas extremas. Esta condición depende de las especies; así por ejemplo, las semillas de plantas tropicales germinan a temperaturas mínimas más altas que las plantas de regiones templadas. Las semillas de la mayoría de las especies, germinan entre 20 °C y 25 °C. No germinan por debajo de 5 °C ni por encima de 40 °C.

c) Oxígeno: es indispensable para todo proceso enzimático. Por lo tanto las semillas que estén a mucha profundidad, donde la presencia de oxígeno es baja, la semilla no germinará.

d) CO₂: altos niveles de CO₂ dentro de la semilla, retardarán determinadas reacciones de control enzimático, afectando a la germinación.

Luz: algunas semillas no germinan si no han sido expuestas a la luz; esto se debe a que dichas semillas tienen pequeñísimas cantidades de *fitocromo* (pigmento proteínico sensible a la luz roja) que inhibe la germinación si la exposición a la luz en la porción del espectro es lejano al rojo. Esto explica porqué algunas semillas germinan en el claro de un bosque y no lo hacen donde se filtre luz directa del sol.

Tipos de germinación:

- a) *Germinación epígea* (Fig. 4) Ej.: porotos, brincos, etc.

Estando iniciada la germinación, lo primero en emerger es la radícula, el hipocótilo se alarga mucho, llevando consigo a los cotiledones y a la plúmula, fuera de la semilla.

El hipocótilo en un primer momento es curvo; al avanzar la germinación se endereza y los dos cotiledones se extienden separadamente para ocupar posiciones opuestas sobre el hipocótilo. Los cotiledones se cargan de clorofila y realizan fotosíntesis durante algún tiempo.

El alimento almacenado en ellos es digerido gradualmente y transferido a las partes en crecimiento en la planta joven. Finalmente se arrugan y caen.

Por este tiempo, la plúmula se ha convertido ya en un brote vegetativo en activo crecimiento. Se forman luego, las dos primeras hojas del follaje.

- b) *Germinación hipógea* (Fig. 5) Ej.: Poáceas.

En el caso de las Poáceas existe un solo cotiledón y funciona exclusivamente en la absorción del alimento digerido del endosperma, transportándolo a las partes que crecen. El hipocótilo no se alarga. La radícula emerge en primer lugar y es seguida inmediatamente por la plúmula. La raíz atraviesa la coleorriza y forma la raíz primaria. Esta raíz es de corta duración, más tarde se forman raíces adventicias en los nudos basales del tallo.

La plúmula está cubierta por el coleoptile que luego se rompe al emerger las dos primeras hojas verdaderas.

Cuando la germinación ha terminado, lo que queda de la planta se pudre gradualmente en el suelo.

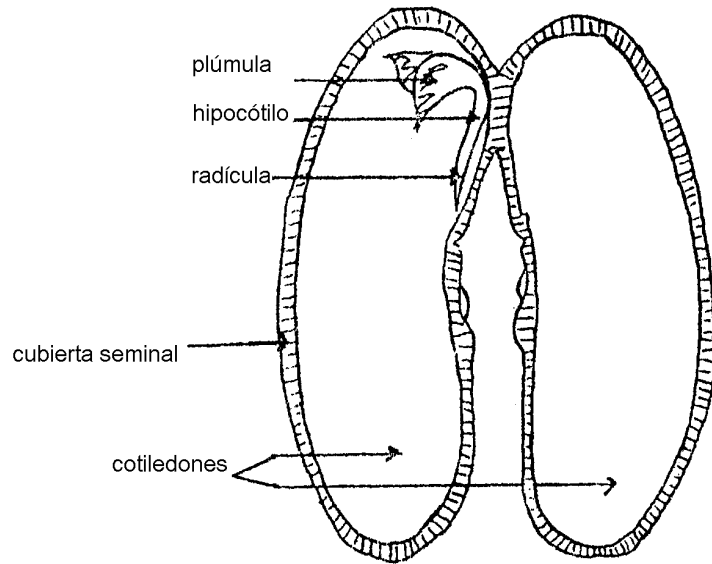


Fig. 1 Partes de la semilla

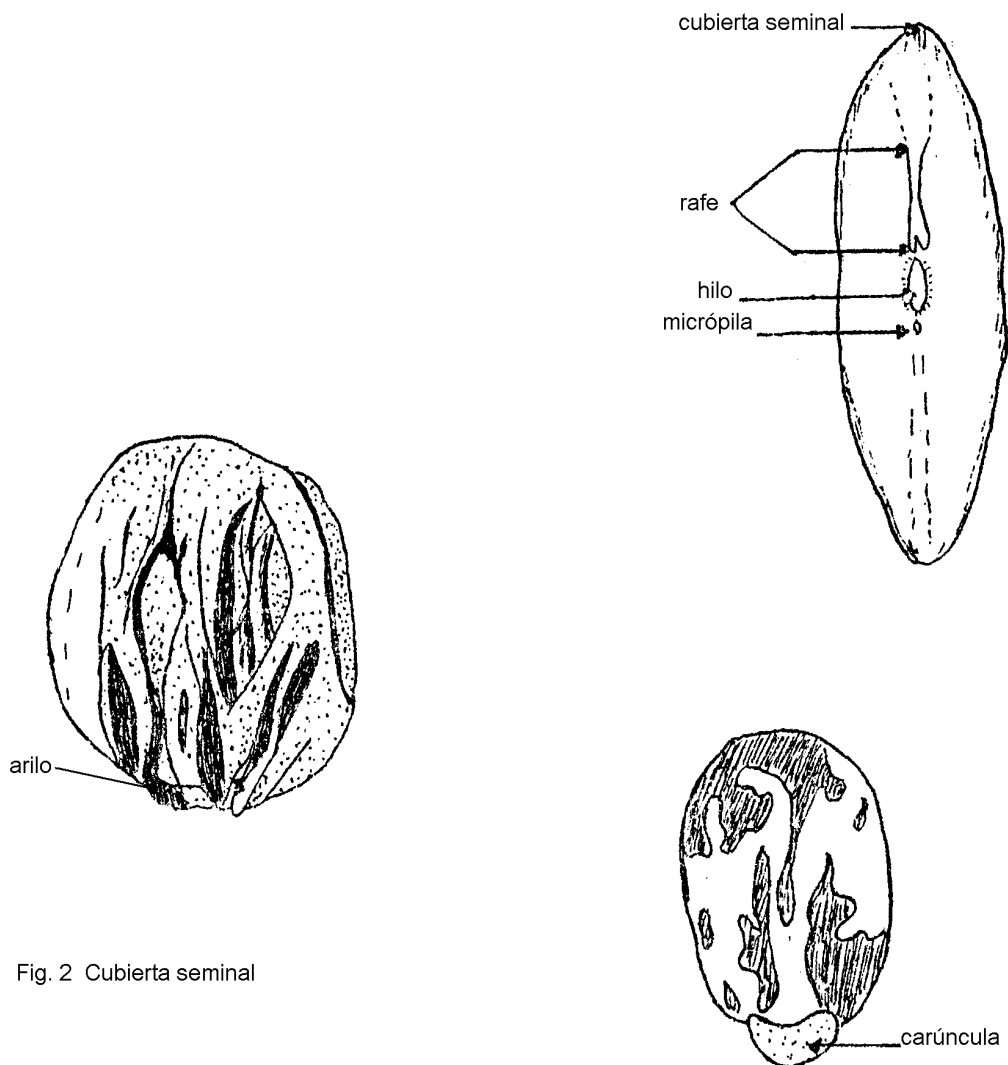


Fig. 2 Cubierta seminal

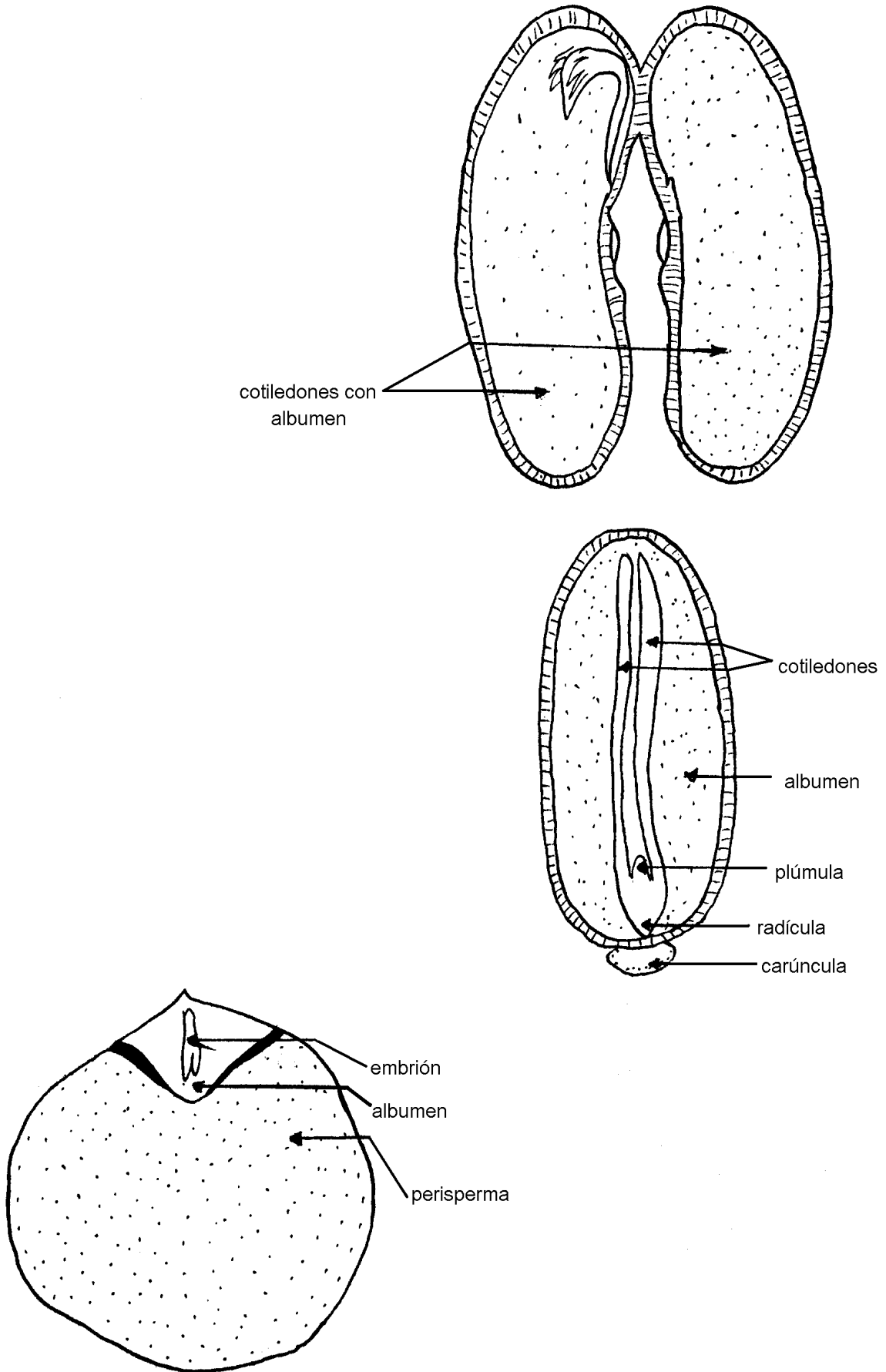


Fig. 3 Tipos de semillas

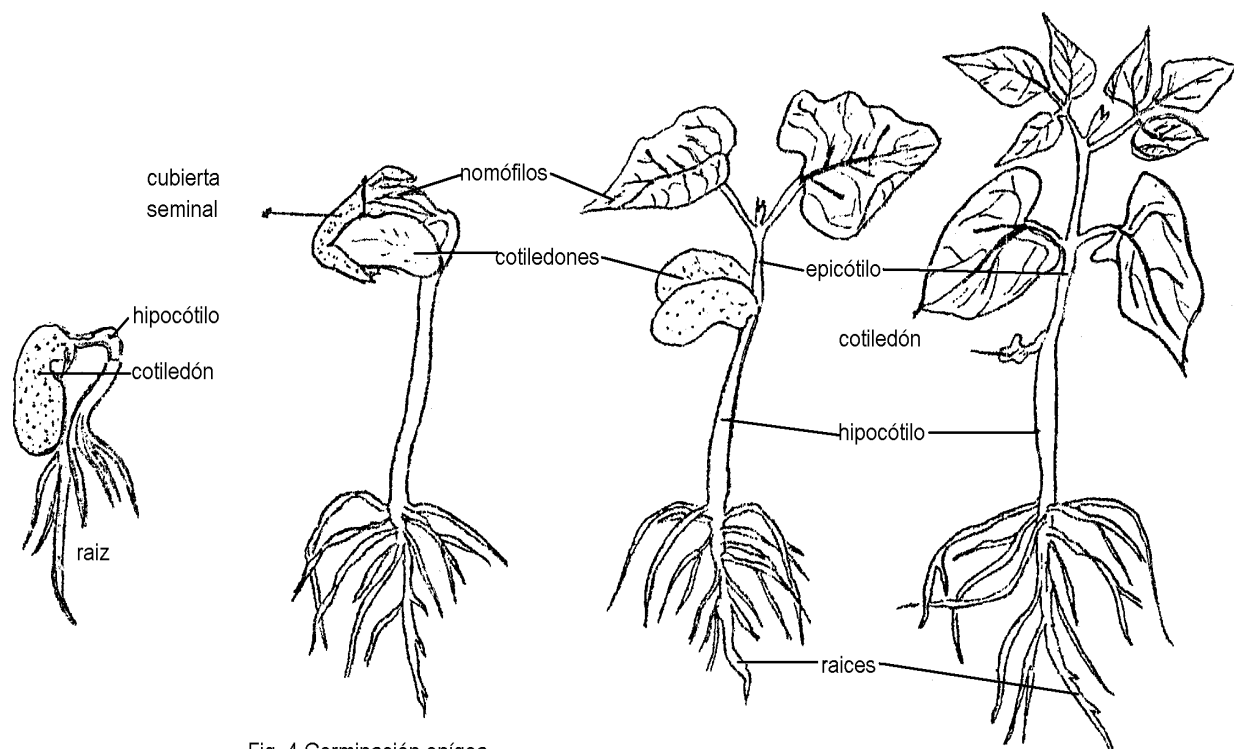


Fig. 4 Germinación epígea.

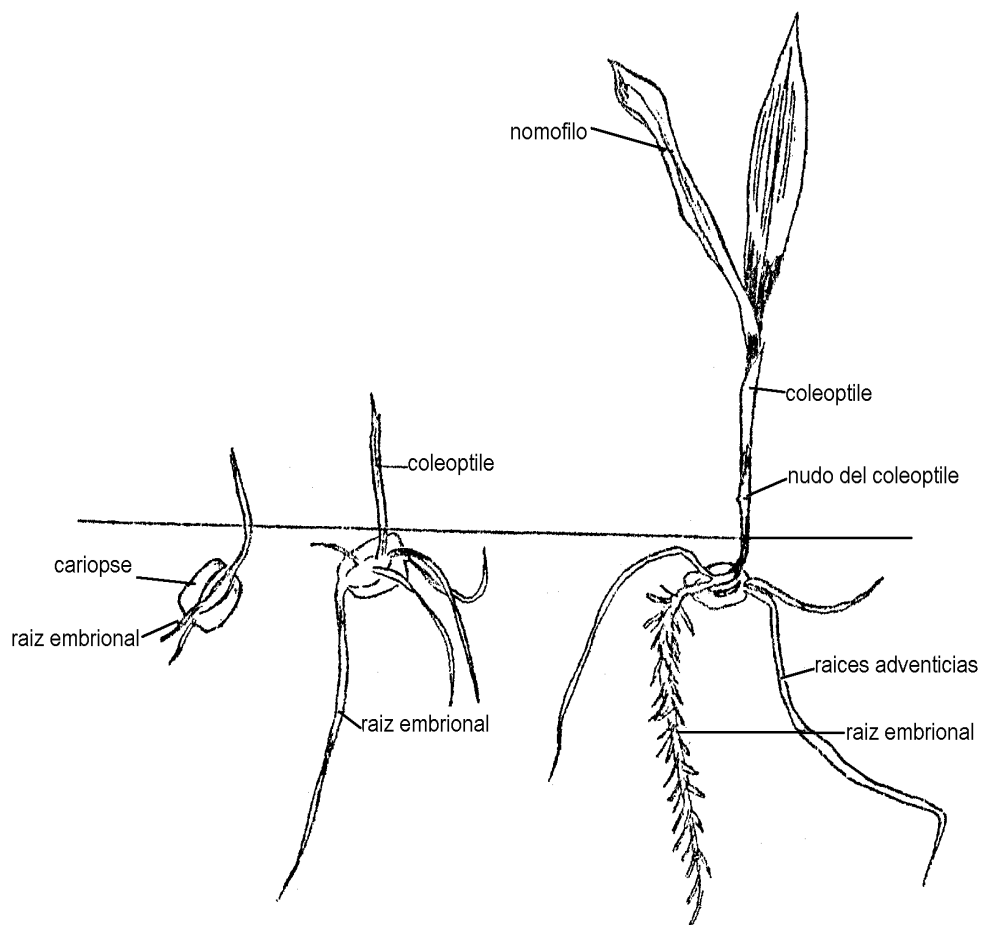


Fig. 5 Germinación hipógea

BIBLIOGRAFIA

- * Dimitri, M. & E. Orfila. (1985). *Tratado de Morfología y Sistemática Vegetal*. Acme. Buenos Aires.
 - * Esau, K. (1993). *Anatomía de las Plantas con Semilla*. Hemisferio Sur. Buenos Aires.
 - * Font Quer, P. (1993). *Diccionario de Botánica*. Labor. Barcelona.
 - * Foster, A. & E. Gifford. (1973). *Comparative Morphology of Vascular Plants*. W.H. Freeman & Company. San Francisco.
 - * Fuller, H., Carothers, Z., Payne, W. & M. Balbach. (1974). *Botánica*. Interamericana. México.
 - * Spjut, R. (1994). *A Systematic Treatment of Fruits Types*. The New York Botanical Garden. New York.
 - * Strasburger, E., Noll, F., Schenck, H. & A. Schimper. (1994). *Tratado de Botánica*. Omega. Barcelona.
-