UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL

DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE MANEJO FORESTAL

CURSO BÁSICO DE BOTÁNICA GENERAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

POR:

VÍCTOR AUGUSTO ARAUJO ABANTO

INGENIERO FORESTAL, MAGISTER EN BOTÁNICA TROPICAL CON MENCIÓN EN TAXONOMÍA Y SISTEMÁTICA EVOLUTIVA, DOCTOR EN ADMINISTRACIÓN DE LA EDUCACIÓN

PUCALLPA - PERÚ

OCTUBRE – 2024

CONTENIDO DEL CURSO

Pág.

I. INTRODUCCIÓN A LA BOTÁNICA ……..……..…….. 9

1.1. Botánica pura…….……..…..…… 11

1.2. Botánica aplicada ……´……. 12

II. CITOLOGÍA ……..…….. 14

2.1. Célula vegetal, Vacuolas, proteínas, lípidos, taninos, plastidios …… 16

(Cloroplastos, cromoplastos, leucoplastos y oleoplastos). …….. 17

2.1.1. Pared celular……. 19

III. TEJIDOS VEGETALES …… 21

3.1. Tejido vegetal …… 21

3.2. Sistema de tejidos, sistema fundamental y epidérmico, tejidos embrionales y adultos ……..… 22

3.2.1. Meristemas…… 23

3.2.2. Tejidos adultos ……..… 24

3.2.3. Parénquimas, parénquima fundamental, clorofiliano, reservante, acuífero y aerenquima…….. 24

3.2.4. Colénquima……..….. 26

3.2.5. Esclerénquima……..…. 26

Fibras y esclereidas…… 27

3.2.6. Xilema…… 27

Tráqueas y traqueidas, miembros de vasos o elementos de Vasos ……..……..… 27

3.2.7. El floema…… 29

3.2.8. Epidermis……:……..… 29

Aparatos estomáticos…… 30

Clasificación de los estomas (anomocítico, paracítico, anisocítico, tetracítico, diacítico, ciclocítico y helicocítico) ……..… 30

Idioblastos…… 32

Tricomas o pelos (pelos simples, pluricelulares, escamas y emergencias)…..... 33

IV. LA RAÍZ…… 35

4.1. Partes externas de la raíz…… 35

4.1.1. La cofia…… 35

4.1.2. Zona de crecimiento……. 35
4.1.3. Zona pilífera……. 35
4.1.4. Zona de ramificación…… 35
4.2. Partes internas de la raíz …… 36
4.2.1. Rizodermis……. 36
4.2.2. Cortex…… 37
4.2.3. Exodermis……. 37
4.2.4. Endodermis…… 38
4.2.5. Cilindro vascular…… 39
4.2.6. Sistema vascular…… 39
4.3. Funciones de la raíz ……. 39
4.3.1. Fijación……... 40
4.3.2. Absorción…… 40
4.3.3. Transporte……... 40
4.3.4. Reserva…… 40
4.3.5. Extensión…… 40
4.4. Tipos de raíces ……,… 41
4.4.1. Por su situación…….. 41
4.4.2. Por su origen…… 41
Raíz principal o primaria…… 41
Raíz secundaria…… 41
Raíces adventicia …….. 41
4.5. Modificaciones de las raíces …….. 41
4.5.1. Napiforme, tuberosa, haustorios, parásitos complejos, hemiparásitos, adherentes…… 41
4.6. Por su estructura ……. 42
Anaxomorfa o raíz pivotante, raíz fibrosa……..…. 43
4.7. Por el medio en que viven ……. 43
Raíces aéreas de plantas epífitas, respiratorias o neumatóforas, fúlcreas, zancos, tablares ……..…. 45

V. EL TALLO ……. 46
5.1. Morfología externa, cono vegetativo, cuerpo del tallo (nudo, entrenudo, yemas)…… 46
Tipos de yemas ……..... 48
Cuello del tallo ……..…….. 49
5.1.1. Ramificación del tallo (terminal, dicotómica, policotómica o simpodial). …… 49

5.1.2. Crecimiento del árbol 50
Según su posición 50
Según su origen 50
Meristema primario, meristema secundario 50
5.1.3. Tejido protector 52
5.1.3.1. Epidermis del tallo 52
5.1.3.2. Cortex en el tallo 53
5.1.4. Tejido vascular 53
5.1.4.1. Floema y xilema primario 54
5.1.5. Crecimiento secundario en Dicotiledoneas 54
5.1.5.1. Cambium vascular 55
5.1.5.1.1. Origen del cambium vascular 54
5.1.5.1.2. Cambium cortical o felógeno 55
Tejidos adultos del tallo 57
Médula 57
Xilema secundario 57
La corteza 59
Corteza viva 59
Ritidoma o corteza muerta 60
5.1.6. Crecimiento secundario en monocotiledóneas 60
5.2. Clasificación de los tallos 61
Por el medio en que viven 62
Acuáticos 62
Aereos (erguidos, rastreos, trepadores, volubles, con zarcillos) 62
Subterráneos (tubérculos, rizomas., bulbos) 64
Por su consistencia (herbáceos, semileñosos, leñosos) 66
Por su duración (anuales, bianual o bienal, perennes, matas, arbustos, árboles 67
5.3. Modificaciones del tallo 67
Tallos suculentos 67
Filocladios 67

VI. LA HOJA 70
6.1. Morfología de una hoja 70
6.1.1. Limbo o lámina 70
6.1.2. Los nervios 70
6.1.3. Contorno o borde 70
6.1.4. Peciolo 70

6.1.5. Base foliar …….. 70
6.1.6. Vaina …….. 71
6.1.7. Ápice …….. 71
6.1.8. Yema axilar ……. 71
6.1.9. Estípulas ……. 71
6.2. Anatomía de los tejidos vasculares de la hoja ……... 71
6.2.1. Epidermis y mesofilo ……. 71
6.3. Funciones de las hojas ……. 73
6.3.1. Función clorofílica ……. 73
6.3.2. Respiración …… 74
6.3.3. Transpiración ……. 75
6.4. Usos de las hojas …… 75
6.5. Clasificación de las hojas ……... 75
6.5.1. Por su consistencia (papiráceas, coriáceas y carnosas) …… 75
6.5.2. Por sus nervaduras ……. 75
Uninervadas, plurinervadas, paralelinervadas, curvinervadas, reticuladas, penninervadas, palminervadas, rotadas …… 75
Tipos de nervaduras según Hickey (abierta, acródroma, imperfecta, perfecta, suprabasal, actinódroma, flavelada, broquidódroma, campilódroma, camptódroma, craspedódroma, cerrada, anastomasada, cladódroma, eucamptódroma, hifódroma, dicótoma, palmada, paralelinervia, semicraspedódroma, trinervada …….. 76
6.5.3. Clasificacion por la forma del limbo (acicular, lineal, lanceolado, oblanceolado, espatulado, oblonga, elíptica, oval, ovada, obovada, orbicular, peltada, cordada, obcordada, romboidal, enciforme, astada, reniforme, deltoide, flaveliforme, falcada) … 81
Clasificación de las hojas por el borde (entero, dentado, doble dentado, aserrado, serrulado, festoneado, crenado, crenulado, sinuado, lobado, partido, palmatipartido …… 83
Por su ápice (aristado, caudado, acuminado, agudo, redondo, retuso, cordado, truncado) …… 84
Por su base (redondeado, truncado, obtuso, cuneado, cordado, astado, oblicua, peltada) ……... 84
6.5.4. Por el número de limbos (simples, bifoliadas, trifoliada,

pinnadas y bipinnadas, imparipinnadas y paripinnadas, palmaticompuestas o digitadas) 85
6.5.5. Por la disposición de las hojas en el tallo (alterna, opuesta, verticilada, decusada) 86
6.6. Tipos de peciolo 86
6.7. Base foliar y estipulas (adnatas, coherentes, axilares, intrapeciolares, opositifolia, ocrea, interpeciolares, estipelas) 88

VII. LA FLOR 91
Secciones esquemáticas de una flor 91
Aclamídeas 93
Diclamideas 93
7.1. Cáliz 94
7.2. Corola 94
7.2.1. Concrescencia 95
Dialipétalas (rosácea, cariofilácea, cruciforme, papilionácea) .. 96
Simpétalas (tubulosa, campanulada, infundiliforme, hipocrateriforme, urceolada, rotácea, labiada, sacciforme, personada, ligulada) 97
7.2.2. Prefloración (abierta, valvada, plegada, imbricada) 102
7.2.3. Simetría de las flores (actinomorfas, zigomorfas, asimétricas) .102
7.3. Androceo 103
7.3.1. Por la longitud relativa de los estambres 104
7.3.2. Por la manera de unirse entre si los filamentos 105
7.3.3. Las anteras por su número de tecas 107
7.3.3.1. Por la inserción del filamento en la antera (basifijas, dorsifijas, versátiles) 107
7.3.4. Por la dirección de las anteras respecto al eje (introrsas, extrorsas) 108
7.3.5. Dehiscencia de las anteras (longitudinal, poricida, valvar) … 108
7.4. Gineceo 109
7.4.1. Posición del ovario (epigina, perigina, hipógina) 109
7.4.2. Por el número de carpelos 111
7.4.2.1. Por la unión o separación de los carpelos (apocárpicos, sincárpicos) 111
7.4.3. Por el número de cavidades del ovario 111
7.4.4. Por la forma y posición de los óvulos en el ovario (anátropo, Ortótropo y campilótropo) 112

7.4.5. Placentación (axial, parietal, central) ……. 113

VIII. INFLORESCENCIAS …….. 115
8.1. Partes de una inflorescencia ……..... 115
8.2. Inflorescencias simples ……. 116
8.2.1. Inflorescencias racemosas…… 117
8.2.2. Tipos de inflorescencias cimosas ……. ... 120
Cima unípara o monocasio, cima unípora escorpioide,
Cima unípara helicoide, cima bipara o dicasio …….. 120
8.3. Inflorescencias compuestas …….. 121
Panícula, antela, umbela compuesta, pseudantos, capítulo, ciatio,
accesorios (ginóforo, androginóforo) ……. 122
8.4. Diagramas florales ……. ... 125
8.5. Fórmula floral …… 127

IX. POLINIZACIÓN …… .. 133
9.1. Cleistogamia …….. 133
9.2. Polinización directa - autogámia …… .. 133
9.3. Tipos de polinización según el medio …… 135
9.3.1. Polinización entomófila …… 135
9.3.2. Polinización ornitófila …… . 135
9.3.3. Polinización anemófila …… 136
9.3.4. Polinización hidrófila …….. 136

X. FECUNDACION ……..... 137

XI. EL FRUTO …… 139
11.1. Origen del fruto …… 140
11.2. Estructura del fruto ……. ……..... 142
11.3. Placentación (marginal, parietal, central, axilar, basal, apical)…… …….. 143
11.4. Clasificación de los frutos (monocárpicos, pluricarpelares, policárpicos,
múltiples)…….. 144
11.5. Funciones del fruto …… 148
11.6. Clases de frutos …… …… 149
Frutos simples (dehiscentes, folículo, legumbre, cápsula, pixidio,
silicua, silícula, esquizocarpos) ……. 149
Frutos carnosos (quinotos, drupa, baya, pseudo baya,
hespiridio, pepónide, trima, pomo) ……..... 150

Frutos secos indehiscentes (aquenio, cipcela, cariópside, nuez, núcula, sámara) ……..... 151
Frutos agregados (polidrupa, polifolículo, poliaquénio,eterio) …….. 152
Fruto múltiple, compuesto o politalámico (sicono, sorosis) .. …….. 152
Frutos complejo (pomo, eterio, cinorrodon) ……..... 152
11.7. Dehiscencia del fruto (sutural simple, ventricida, loculicida, septrífaga, placentrífaga, poricida o foraminal, circuncisa o transversal, dental)……153
XII. SEMILLA ……. ……. 171
12.1. Exomorfología …… 172
12.2. Morfología externa …… ……172
12.3. Apéndices de la semilla …….. 175
12.4. Embrión y sustancias de reserva …….. 178
12.5. Clasificación de los embriones ……. ….. 181
12.6. Sustancias de reserva ……. 181

XIII. GERMINACIÓN ……..…… 183
Germinación epigea e hipogea ……. … 184

XIV. UNIDADES DE DISEMINACIÓN …….. 186
14.1. Tipos de diseminación …… ... 187
Autocoria o diseminación activa …… 187
Hidrocoria …… 187
Anemocoria …… 188
Zoocoria …….. 189
Mirmecocoria …….. 190
Otros …… 190

INTRODUCCIÓN

La **Botánica** es la ciencia de las plantas; el término planta comprende todo organismo cuyas células integran **plastidios** además de verdaderos núcleos (con membrana nuclear doble y varios cromosomas. Los plastidios se encuentran en forma de cloroplastos o pueden aparecer como tales en determinadas circunstancias. Los **cloroplastos** son los orgánulos u organelos (órganos celulares) de la fotosíntesis, la transformación de la energía solar en energía química y en consecuencia, la asimilación del carbono. Las plantas son **fotótrofas** (fotoautótrofas) Al contrario que los animales y los demás organismos "**heterótrofos**" (organótrofos), las plantas verdes no dependen de la nutrición orgánica. De ordinario se incluye en el reino vegetal a los hongos, aunque carecen de plastidios, son heterótrofos y se alimentan de materia orgánica muerta (saprófitos) o de organismos vivos (parásitos). No obstante los hongos están más cerca de las plantas verdes que de los animales.

A nivel unicelular (protistas), la distinción entre planta y animal es problemática. Entre los flagelados hay a veces, dentro de un mismo género y, por tanto, en especies estrechamente emparentadas, formas con protoplastos y formas apoplastídicas, que se denominan, respectivamente, **fitoflagelados** y **zooflagelados** (Ejem. *Euglena)*. Estas formas se hallan en la misma raíz de los reinos animal y vegetal, y aquí se desvanecen las fronteras entre ambos reinos. En las **bacterias** (arqueobacterios y también en los eubacterios, incluidos las **cianofíceas**) es totalmente imposible su distribución en el reino animal o vegetal. Estos organismos poseen células mucho menores y con una organización básica mucho más simple que las células de todos los animales y plantas, incluidos los organismos unicelulares. Los bacterios o bacterias carecen de verdadero núcleo celular, en ellos no tiene lugar la mitosis, las formas **fotótrofas** están desprovistas de plastidios, etc. por consiguiente, las células de las bacterias se distinguen, como protocitos, de los eucitos, poseídos por los demás organismos, y se contrafieren, como **procariotas,** a los **eucariotas** (plantas, hongos, animales; todos los protistas con verdadero núcleo). Entre los procariotas y los eucariotas no existe ninguna forma de transición en el mundo orgánico actual. El estudio microscópico de los pequeños organismos, tanto eucarióticos como procarióticos a dado lugar a una nueva ciencia: la microbiología. Dentro del campo de estudio de esta ciencia están también los virus, sistemas subcelulares situados en el límite entre lo vivo y lo inerte.

En todo esto se manifiesta una unidad básica de todos los seres vivos, que apunta claramente hacia un origen evolutivo común. Por lo tanto, puede advertirse que todas las especies de organismos vivientes en la actualidad se han desarrollado a partir de una raíz filogenética única: origen **monofilético** de la vida terrestre. El estudio de los fenómenos vitales y de sus bases estructurales a nivel molecular y celular es el objetivo de la **biología molecular** y **celular**, respectivamente.

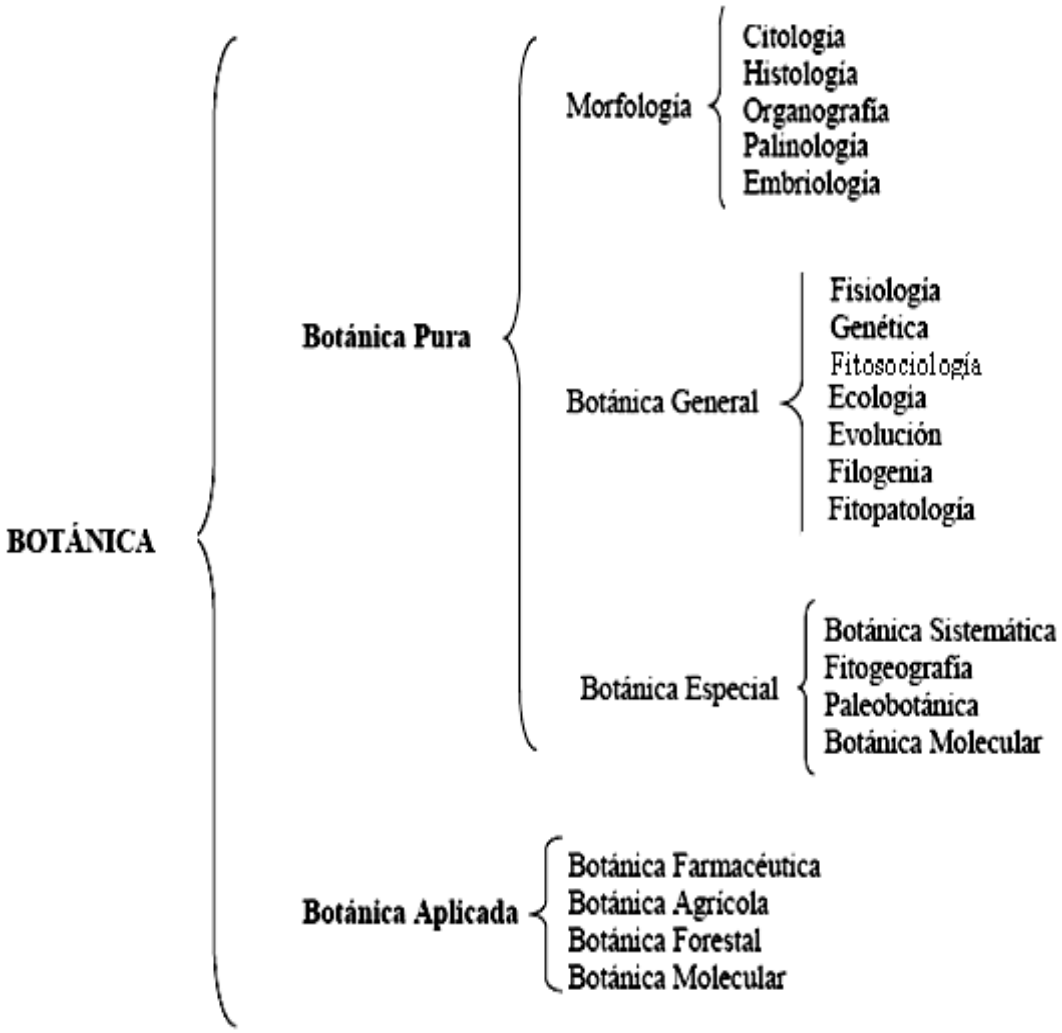
En este libro se trata del estudio de la estructura interna y externa de las plantas con flores; se hace énfasis en las angiospermas, pero se trata también algunas características de las partes anatómicas y vegetativas de las gimnospermas. Se reconocen generalmente cuatro órganos vegetativos: raíz, tallo, hojas y flores, y por ende frutos y semillas. La flor se interpreta como un

conjunto de órganos, alguno de los cuales son reproductivos (estambres y carpelos), otros son estériles (sépalos y pétalos). Igualmente se estudia la polinización y fecundación, para ver finalmente la dispersión de los frutos y semillas como una forma de propagación y perpetuidad de las especies en el mundo vegetal. El presente trabajo esta de acuerdo al Silabo del Curso de Botánica General que se dicta en la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad Nacional de Ucayali, esperando que sea de mucho interés tanto para estudiantes como docentes interesados en la materia.

I. INTRODUCCIÓN A LA BOTÁNICA GENERAL

Con el nombre BOTÁNICA (del griego: botano: hierba) se designa a la ciencia que tiene como objeto estudiar a las plantas.

Divisiones de la Botánica:
La Botánica puede dividirse en dos ramas: **Botánica pura**, que estudia a las plantas desde el punto de vista teórico y la **Botánica aplicada** que considera el estudio con fines prácticos.



1.1. Botánica Pura:

Estudia los caracteres morfológicos y fisiológicos de las plantas, y comprende:

a) Morfología:

Estudia las formas de los órganos vegetales.

La morfología externa u organografía analiza las formas exteriores de las plantas (raíz, tallo, hojas, flores, frutos y semillas).

Morfología interna o anatomía vegetal, estudia la estructura interna de las plantas y se divide en:

a. **Citología**: Estudia las células.
b. **Histología**: Estudia los tejidos.
c. **Organografía**: Estudia los órganos.
d. **Embriología**: Estudia el desarrollo del embrión.
e. **Palinología**: Estudia los granos de polen y esporas.

b) Botánica General:

Fisiología: Se ocupa del estudio de las funciones que se dan en las plantas.

Genética: Trata las causas de la capacidad de reproducción y los mecanismos de la herencia.

Fitosociología: Estudia las comunidades vegetales.

Ecología: Estudia las adaptaciones al medio ambiente o las relaciones de los seres vivos con aquel.

Evolución: Se ocupa del estudio de los cambios graduales hereditarios y la selección natural.

Filogenia: Es la historia de la evolución y pone en evidencia las relaciones de parentesco.

Fitopatología o Patología Vegetal: Estudia las causas de las enfermedades que sufren las plantas.

c) La Botánica Especial:

Se refiere a los individuos en particular y a los taxa que los forman (ordenes, familias, especies) y comprende:

Botánica Sistemática:

Trata de la identificación, nomenclatura y clasificación de las especies.

Fitogeografía:

Se ocupa de la distribución geográfica de las plantas.

Paleobotánica:
Estudia los fósiles vegetales.

Botánica Molecular:
Busca comprender la forma en que las moléculas actúan entre sí, se y se ocupa de averiguar de donde provienen y como sintetizan las proteínas, qué son los genes y como actúan en el vegetal, etc.

1.2. Botánica Aplicada:
Realiza el estudio con fines económicos e industriales.

Botánica Farmacéutica o Botánica Médica:
Se ocupa de las especies que posean principios activos curativos o tóxicos al hombre.

Botánica Agrícola:
Estudia las plantas útiles y dañinas para el hombre y el ganado.

Botánica Forestal:
Estudia a los árboles cuya madera es útil para el hombre.

Botánica Industrial:
Estudia aquellos vegetales que el hombre utiliza con fines industriales.

Una forma práctica de clasificar a las plantas es teniendo en cuenta las aplicaciones que el hombre hace de ellas.

Alimentos:
Cereales, legumbres; hortalizas; tubérculos; frutas; algas; hongos; forrajes.

Materias primas industriales:
Plantas textiles, oleíferas, cauchiferas, forestales; productoras de mucílagos; de gomas; de resinas, aceites esenciales, plantas tintóreas, taníferas, insecticidas, etc.

- Plantas medicinales
- Plantas productoras
- Plantas ornamentales
- Plantas depuradoras de aguas residuales

Con respecto a las formas actuales de utilización de las plantas medicinales, existen varias posibilidades que sean utilizadas:

a) Al estado natural, puras o en mezclas, bajo forma de tisanas (boldo, manzanilla, sen, menta, etc.).

b) En preparaciones galénicas, es decir como tinturas, extractos, jarabes, etc.

c) Como materia prima, para la extracción de principios activos, usados en la, terapéutica, por ejemplo, la **morfina** extraída del látex del

Papaver somniferum (opio), la **digitalina** extraída de la *Digitalis purpurea*; la **reserpina** de la *Rawolfia serpentina,* las **quininas** y quinidinas de especies de *Cinchonas*, etc.

d) Extracción de sustancias poco activas o inactivas fisiológicamente, pero que sirven de precursores para la obtención de moléculas farmacológicamente activas por ejemplo la **diogenina** obtenida de especies de la familia de las **diocoreaceas.**

La importancia de las plantas como fuente de productos medicinales ha sido subestimada hasta no hace mucho tiempo. Sin embrago compuestos como la **digitoxina**, **rutina**, **papaína**, **morfina**, **codeína**, **atropina**, **escopolamina**, **eregotina**, **reserpina, quinina**, son obtenidas del reino vegetal. Más del 90% de los compuestos homeopáticos son elaborados con drogas de origen vegetal.

En la industria **cosmetológica** son innumerables los productos de origen vegetal que se utilizan, entre ellos, manzanilla, caléndula, aloe, algas que nos dan las carrageninas, alginas, agar entre otras.

La **celulosa**, componente fundamental de la pared celular y de gran pureza en los pelos de las cubiertas seminales del algodón (*Gossypium sp*), es la materia prima con que se elabora el algodón, gasa y vendas y textiles en general.

Las drogas vegetales están constituidas por plantas enteras o por porciones de órganos o por órganos enteros, por ejemplo, raíces, cortezas, flores, frutos, semillas, hojas.

También comprende a las sustancias obtenidas por incisiones efectuadas a las plantas vivas, por ejemplo, jugos, látex, gomas, resinas, oleorresinas, etc.

BIBLIOGRAFÍA

Amorín, J. Ll 1976. Los vegetales en la Farmacia y Terapéutica Contemporánea. Rev. Farm. T 118 Nº 1-3.

Caro, J. 1982. Objetivos de la Botánica. Apuntes sobre Orientación Botánica. Facultad de Farmacia y Bioquímica. U.B.A.

Coussio, J. 1982. Clases teóricas de Farmacognosia. Facultad de. Farmacia y Bioquímica. U.B.A.

Domínguez, X. 1973. Métodos de Investigación Fitoquímica. Ed. Limusa. México.

Font Quer, P. 1982. Diccionario de Botánica. Ed. Labor. Barcelona.

Valla, J. 1979. Morfología de las Plantas Superiores. Ed. Hemisferio Sur.

II. CITOLOGÍA

Las células son las unidades funcionales de todos los organismos vivos. Contienen una organización molecular y sistemas bioquímicos que son capaces de:

- Almacenar información genética, traducir esa información en la síntesis de las moléculas que forman las células.
- producir la energía para llevar a cabo esta actividad a partir de los nutrimentos que le llegan.
- reproducirse pasando a su progenie toda su información genética.

Las células son capaces de adaptarse a cambios en su ambiente alterando su metabolismo y cuando esos cambios son mayores que los tolerables se pueden producir daños permanentes llegando hasta producir la muerte celular. Ejemplos de estos cambios permanentes son los daños ocasionados por los tóxicos.

Algunas células viven en forma independiente, llevan a cabo todas las actividades vitales y se les conoce como organismos unicelulares. Ejemplos de organismos unicelulares son las bacterias, los protozoarios, algunas algas y hongos unicelulares (como las levaduras).

En otros casos las células se agrupan en conjuntos especializados, los tejidos y órganos, los cuales realizan determinadas funciones específicas y en su conjunto constituyen un individuo multicelular. Los organismos multicelulares superiores, como las plantas y los animales, pueden estar formados por miles de millones de células (Figura 1.1.2.A.)

El tamaño de las células de los organismos unicelulares puede variar desde cilindros o esferas con dimensiones en el rango de una micra, como las bacterias, hasta glóbulos de varios centímetros de diámetro, como los huevos de aves que son una sola célula.

Las células de los animales superiores tienen diámetros en el orden de decenas de micras y en el caso de las plantas hay células de más de 100 micras de longitud. Las células del sistema nervioso pueden tener filamentos de hasta un metro de longitud.

Las **células de los organismos multicelulares que se reproducen sexualmente provienen de una sola célula, el huevo fecundado**. Todas las células tienen la misma información genética. Durante el período embrionario, cuando entran en el proceso de diferenciación celular, en algunas células sólo se expresa parte de esa información y cambian de morfología y bioquímica, dando lugar a los diferentes órganos que conforman el organismo. Son muy diferentes las células que forman el sistema nervioso, de las células del hígado o las de los músculos o el corazón, aunque contengan exactamente la misma información genética.

Las células de los organismos superiores se pueden aislar y crecer en el laboratorio como si fueran organismos unicelulares y la técnica para hacerlo se le denomina **cultivo de tejidos**. En el laboratorio también se pueden producir

extractos libres de células que resultan de fraccionar las células y separar los organelos que la constituyen. Los extractos libres de células se usan para estudiar la localización de las distintas funciones celulares, y como no se pueden reproducir y sólo llevan a cabo funciones muy limitadas, no se consideran que sean seres vivos funcionales.

La célula mantiene su individualidad rodeando su contenido con una delgada película formada de lípidos y proteínas que se denomina **membrana celular** o membrana citoplásmica **o membrana plasmática**. El interior de la célula se denomina **protoplasma**.

En el caso de los organismos unicelulares la membrana celular está a su vez rodeada por otra estructura que le da rigidez y resistencia al medio ambiente y se denomina **pared celular**.

El protoplasma se puede considerar formado por dos copartimentos, el **citoplasma** y el **núcleo**.

En el núcleo está localizada la información genética y la maquinaria para copiarla y transcribirla. En el citoplasma tienen lugar todas las reacciones necesarias para producir la energía que necesitan las células para vivir. El citoplasma sintetiza las proteínas de acuerdo a la información que le llega del núcleo y también sintetiza todas las otras moléculas que no son sintetizadas en el núcleo y que son necesarias para el crecimiento y la reproducción. Algunas células tienen membranas internas que separan una región de la célula de otra.

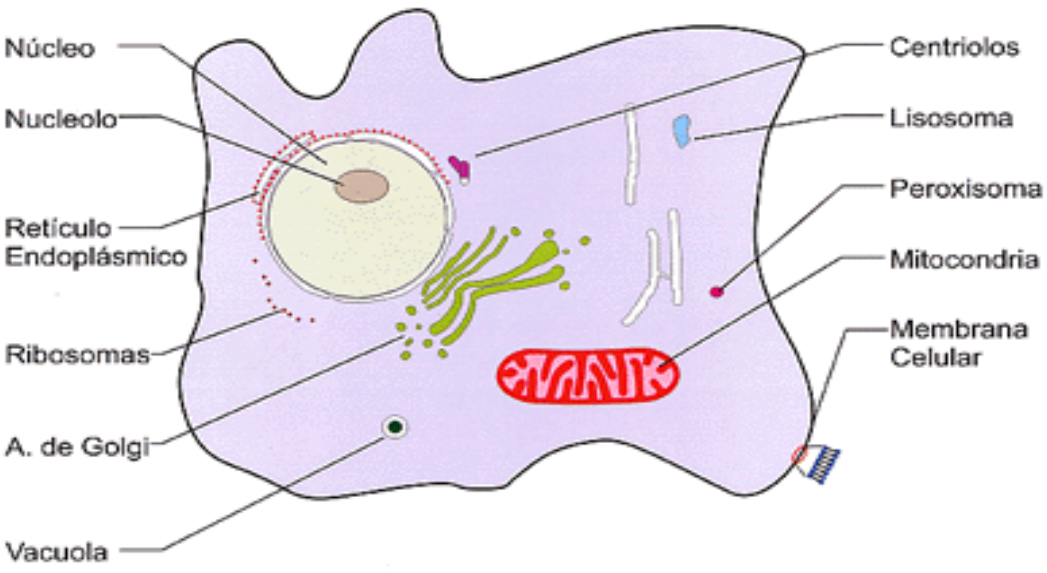


Figura 1.1.2.A.- Representación Esquemática de una Célula.

Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/célula

2.1. Célula Vegetal

Los diferentes tipos de células vegetales pueden distinguirse por la forma, espesor y constitución de la pared, como también por el contenido de la célula. El ser humano ha tomado ventaja de la diversidad celular: consumimos los almidones y proteínas almacenados en sus tejidos de reserva, usamos los pelos de la semilla del algodón (*Gossipium hirsutum*) así como las fibras del tallo del lino (*Linum ussitatisimun*) para vestirnos; aún cuando las células están muertas, como en el leño, lo utilizamos para construcciones y para hacer papel.

Una serie de características diferencian a las células vegetales:

- **Presentan cloroplastos:**

Son orgánulos rodeados por dos membranas, atrapan la energía electromagnética derivada de la luz solar y la convierten en energía química mediante la fotosíntesis, utilizando después dicha energía para sintetizar azúcares a partir del CO2 atmosférico.

- **Vacuola central:**

Es exclusiva de los vegetales, constituye el depósito de agua y de varias sustancias químicas, tanto de desecho como de almacenamiento. La presión ejercida por el agua de la vacuola se denomina presión de turgencia y contribuye a mantener la rigidez de la célula, por lo que el citoplasma y núcleo de una célula vegetal adulta se presentan adosados a las paredes celulares. La pérdida del agua resulta en el fenómeno denominado plasmólisis, por el cual la membrana plasmática se separa de la pared y condensa en citoplasma en el centro del lumen celular.

Es una cavidad delimitada por una membrana (tonoplasto) y contienen un jugo celular que está compuesto de substancias ergásticas y algunas células pueden contener pigmentos como las flavonas y antocianinas. Estas células jóvenes generalmente tienen varias vacuolas pequeñas que a lo largo de su vida se fusionan en una gran vacuola. Estas actúan regulando la presión osmótica, expulsando el agua de la célula y se pueden fusionar con los lisosomas y participar en el proceso de digestión intracelular que se origina en el complejo de golgi

- **Substancias ergásticas:**

Son substancias de reserva o resíduos produtos del metabolismo celular.

- **Almidones :**

Son partículas sólidas con formas variadas, pueden ser encontrados en los leucoplastos, forman granos con muchas capas centradas en un punto llamado hilo.

- **Proteínas:**

Las proteínas son substancias ergásticas, es un material de reserva que se presentan en el endosperma de muchas semillas en forma de granos de aleurona.

- **Lípidos:**

Podemos encontrarlo en forma de aceite o grasa se forman por almacenamiento o en forma de terpenos que son productos finales como aceites esenciales o resinas.

- **Taninos**:

Un grupo de compuestos fenólicos que podemos encontrar en varios órganos vegetales (no se acumulan en las vacuolas) y pueden impregnar la pared celular

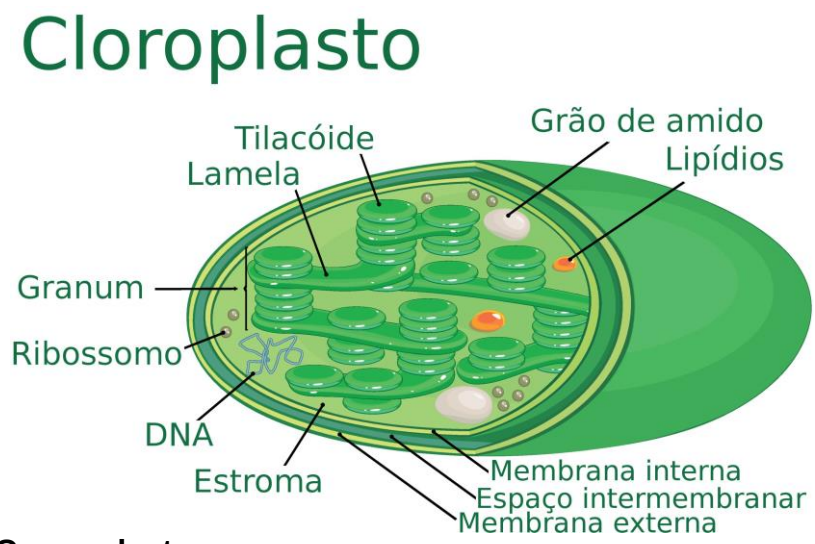
- **Plasto**:

Es originado por protoplastídios y tienen configuraçiones diferentes, con varias especialidades:

- **Cloroplastos**:

Son plastos con clorofila, responsable de la fotosíntesis. Son encontrados en células expuestas a la luz. Están formados por una membrana externa y una interna que sufren invaginaciones formando sacos empilados o tilacoides. Algunas se disponen unas sobre otras formando una pila llamada *granum* (plural = *grana*). La matriz interna llamada estroma puede contener gránulos de almidón empilados por varios elementos derivados de los cromoplastos.

Los **cloroplastos** poseen su propio DNA y ribosomas, son relativamente independientes del resto de células (principalmente del núcleo).



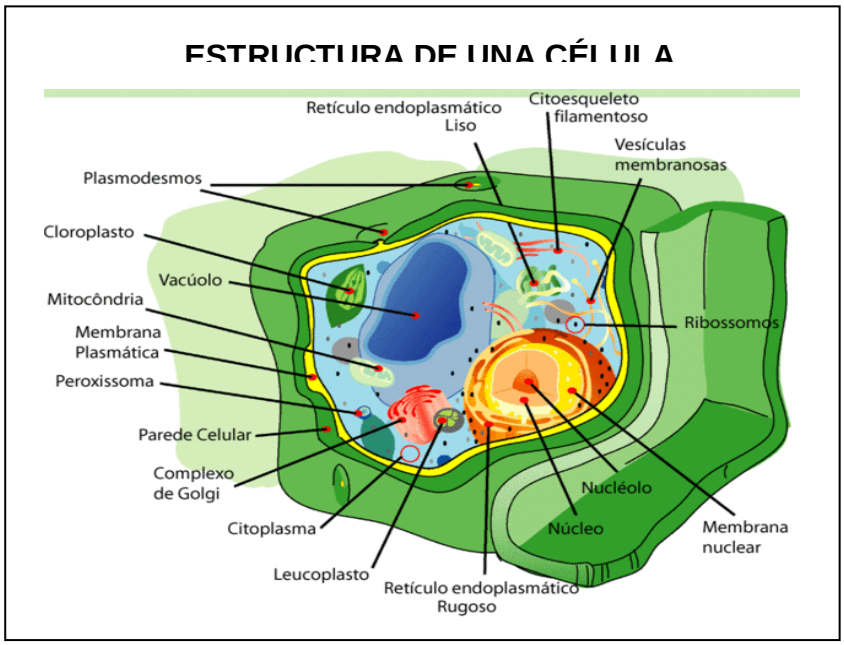
- **Cromoplastos**:

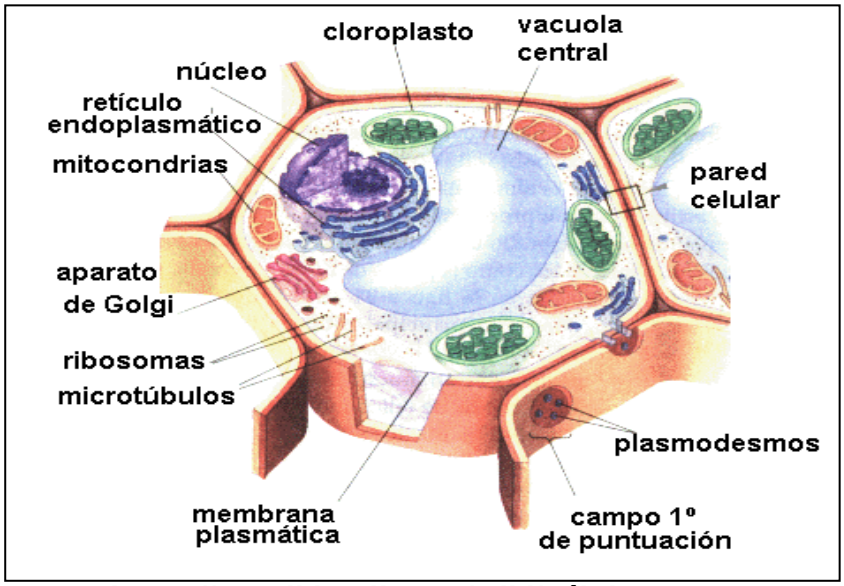
Son plastos coloridos (contienen pigmentos) de estructura irregular que dan origen a los cloroplastos. Sus principales pigmentos son los carotenóides (color de zanahoria y las xantofilas que dan coloración a las flores y frutos.

- **Leucoplastos**:

Son plastos incoloros y sirven para acumular substancias diversas como proteínas, amidas y lípidos. Dependiendo de la substancia que acumulan, reciben nombres diferentes: oleoplastos, proteoplastos, amiloplastos.

- **Oleoplastos:** Son plastos que acumulan aceites y generalmente se encuentran en frutos y semillas.
- **Proteoplastos :** Son plastos que acumulan proteínas
- **Amiloplastos:** Son plastos que acumulan almidones.
- **Cromoplastos:** Son plastos que acumulan sustancias colorantes como **antocianinas**, **xantófilos** y **carotenos** y dan diversos colores a las hojas, flores y frutos.



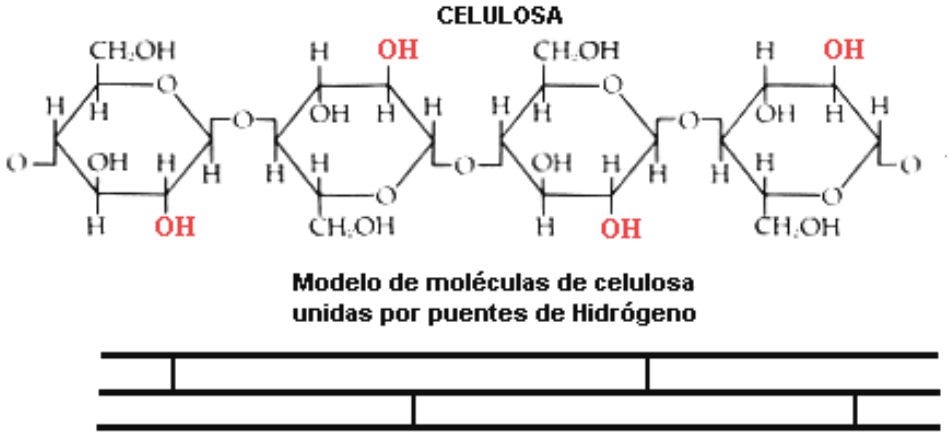


Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/célula

2.1.1. Pared celular.

Es tal vez la característica más distintiva de las células vegetales. Le confiere la forma a la célula, cubriéndola a modo de exoesqueleto, le da la textura a cada tejido, siendo el componente que le otorga protección y sostén a la planta.

Su principal componente estructural es la **celulosa**, entre un 20-40%. La celulosa es el compuesto orgánico más abundante en la tierra, está formado por monómeros de glucosa unidos de manera lineal. Miles de moléculas de glucosa dispuesta de manera lineal se disponen paralelas entre sí y se unen por puentes hidrógeno formando microfibrillas, de 10 a 25 **µm** de espesor. Este tipo de unión (1-4 ß) entre las unidades de glucosa es lo que hace que la celulosa sea muy difícil de hidrolizar.

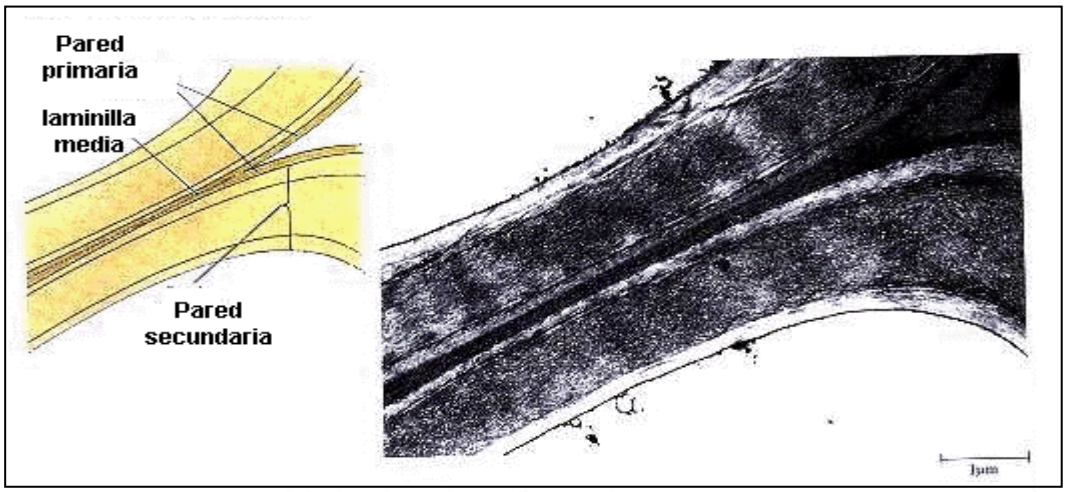


Fuente: www.biologia.edu.ar/botanica

Solamente algunas bacterias, hongos y protozoos pueden degradarla, ya que tienen el sistema de enzimas necesario. Los herbívoros, rumiantes (vaca), e insectos como termitas cucarachas y el pez de plata (*Lepisma sachharina*) la utilizan como fuente de energía solamente porque tienen en su tracto digestivo los microorganismos que sí pueden degradarla. Para nosotros (los seres humanos) los vegetales que comemos solo "pasan" por nuestro tracto digestivo como "fibra", sin modificaciones.

Las microfibrillas se combinan mediante las **hemicelulosas**, compuestos producidos por los dictiosomas, estas se unen químicamente a la celulosa formando una estructura llamada macrofibrillas de hasta medio millón de moléculas de celulosa en corte transversal. Esta estructura es tan sólida como la del concreto reforzado. La hemicelulosa y la pectina contribuyen a unir las microfibrillas de celulosa, al ser altamente hidrófilas contribuyen a mantener la hidratación de las paredes jóvenes. Entre las sustancias que se incrustan en la pared se encuentra la lignina, molécula compleja que le otorga rigidez. Otras sustancias incrustantes como la cutina y suberina tornan impermeables las paredes celulares, especialmente aquellas expuestas al aire.

En la pared celular se puede reconocer como pared primaria y pared secundaria, difieren en la ordenación de las fibrillas de celulosa y en la proporción de sus constituyentes. Durante la división celular las dos células hijas quedan unidas por la laminilla media, a partir de la cual se forma inicialmente la pared primaria, cuyas microfibrillas se depositan de manera desordenada.



Fuente: www.biologia.edu.ar/botanica

- **La pared primaria** se encuentra en células jóvenes y áreas en activo crecimiento, por ser relativamente fina y flexible, en parte por presencia de sustancias pépticas y por la disposición desordenada de las microfibrillas de celulosa. Las células que poseen este tipo de pared tienen la capacidad de volver a dividirse por mitosis: desdiferenciación. Ciertas zonas de la pared son más delgadas formando campos primarios de puntuaciones donde plasmodesmos comunican dos células contiguas.

- **La pared secundaria** aparece sobre las paredes primarias, hacia el interior de la célula, se forma cuando la célula ha detenido su crecimiento y elongación. Se la encuentra en células asociadas al sostén y conducción, el protoplasma de estas células generalmente muere a la madurez.

- **La laminilla media** está formada por sustancias pépticas y es difícil de observar con microscopio óptico, es la capa que mantiene unidas las células. Algunos tejidos, como el parénquima de algunos frutos (manzana) son particularmente ricos en sustancias pécticas, por lo que son usadas como espesantes para preparar jaleas y mermeladas.

- **Comunicaciones Intercelulares**: otra característica de las células vegetales es la presencia de puentes citoplasmáticos denominados **plasmodesmos**, usualmente de 40 µm de diámetro. Éstos permiten la circulación del agua y solutos entre las células.

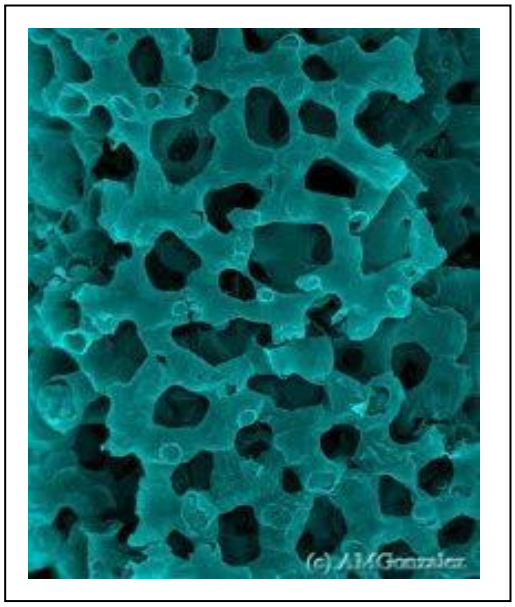
- **Campo primario de puntuación**: al aumentar de tamaño una célula, la pared aumenta de espesor, salvo en algunas zonas donde permanece delgada, constituyendo estas zonas donde son abundantes los plasmodesmos.

- **Puntuaciones:** son zonas donde no hay depósito de pared secundaria, quedando las paredes primarias más delgadas. Dependiendo del espesor de las paredes pueden formarse verdaderos canales que se corresponden entre células adyacentes. Las puntuaciones pueden ser simples o areoladas cuando tienen un reborde (ver tejidos).

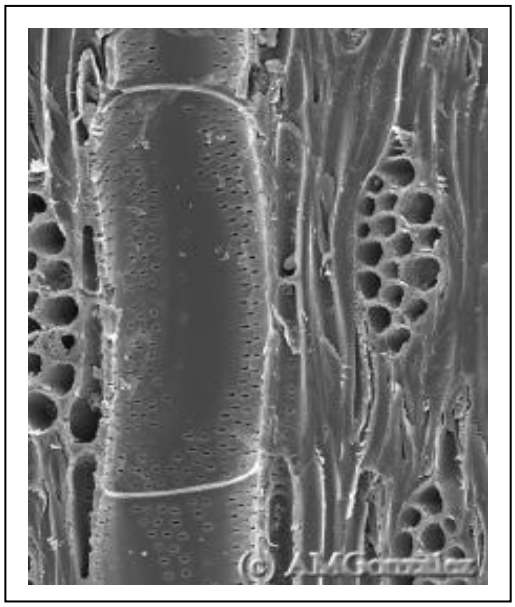
III. TEJIDOS VEGETALES.

3.1. Tejido Vegetal: Fuente: //www.google.com.pe/vasos_leñosos

Es el grupo de células similares organizadas en una unidad estructural y funcional. Los tejidos **simples** están formados por un solo tipo de células, mientras que si está compuesto por más de un tipo de célula se denomina **complejo**.



Tejido simple: parénquima lagunoso



Parénquima leño: tejido complejo formado por células parenquimáticas, fibras, y miembros de vasos

El crecimiento de un vegetal involucra tanto división como agrandamiento celular.

Las células originadas por estos meristemas sufrirán un proceso de **diferenciación** hasta transformarse en diferentes tipos celulares, siendo este un proceso por el cual una célula experimenta una serie de cambios progresivos hasta convertirse en una célula especializada.

Después del crecimiento del embrión en la semilla, la formación de nuevas células queda casi enteramente restringida a los meristemas: tejidos permanentemente jóvenes, cuyas células se dividen por mitosis. El cuerpo de los vegetales está constituido por dos tipos de tejidos: **meristemas** o tejidos embrionales (derivados del embrión) y **tejidos adultos**.

3.2. Sistema de Tejidos.

Al considerar los niveles de organización de un vegetal podemos identificar:

Vegetal--> Órganos --> Sistemas de tejidos --> tejidos --> células...

Los sistemas de tejidos son grupos de tejidos que presentan continuidad en todo el vegetal, son tres:

- **Sistema fundamental:** Formado por parénquima, tejido de relleno, colénquima y esclerénquima como tejidos de sostén.

- **Sistema epidérmico:** Constituido por la epidermis, cubierta protectora y más tarde por la peridermis en el cuerpo secundario.

- **Sistema vascular:** Compuesto por xilema y floema

A continuación presentamos un resumen de los principales tejidos vegetales:

Tejido	Función	Características	Tipo celular
Meristema	crecimiento por división celular	Pared primaria, núcleo grande	Células meristemáticas
Parénquima	procesos del metabolismo: fotosíntesis, respiración, almacen y conducción a corta distancia, etc.	pared primara y secundaria. Células vivas a la madurez	Células parenquimáticas
Colénquima	sostén en órganos en crecimiento	Pared primaria, desigualmente engrosada	Colénquima angular, tangencial y angular
Esclerénquima	sostén	Pared primaria y secundaria, generalmente lignificada	Fibras y traqueidas
Epidermis	protección de partes verdes	Pared primaria, la externa con cutina.	células epidérmicas propiamente dichas, células especializadas: tricomas, estomas, etc.
Peridermis	protección del cuerpo secundario	diversos tipos celulares	Formado por súber, felógeno y felodermis
Xilema	transporte de agua y sales	tejido complejo	traqueidas, miembros de vasos, fibras y células parenquimáticas
Floema	transporte de productos fotosintéticos	tejido complejo	Células cribosas, miembros de tubo criboso, fibras, y células parenquimáticas

Tejidos vegetales.

Después del crecimiento del embrión en la semilla, la formación de nuevas células queda casi enteramente restringida a los meristemas: tejidos permanentemente jóvenes, cuyas células se dividen mitóticamente.

Las células originadas por estos meristemas sufriran un proceso de diferenciación hasta transformarse en diferentes tipos celulares. De este modo los tejidos se diferencian como grupos de células organizadas estructural y funcionalmente.

El cuerpo de los vegetales está constituido por dos tipos de tejidos: meristemas o tejidos embrionales (derivados del embrión) y tejidos adultos. Dichos tejidos se hallan formados por células iguales (tejidos simples) o por agrupaciones de células diversas (tejidos complejos).

Tejido	Función
Meristema	crecimiento por división celular
Parénquima	de relleno, fotosintético, reserva, etc.
Colénquima	sostén en órganos en crecimiento
Esclerénquima	Sostén
Epidermis	protección de partes verdes
Súber	protección de partes adultas
Xilema	transporte de agua y sales
Floema	transporte de productos fotosintéticos

3.2.1. Meristemas.

El meristema podría definirse como la región donde ocurre la **mitosis**, un tipo de división celular por la cual de una célula inicial se forman dos células hijas, con las mismas características y número cromosómico que la original. Histológicamente este tejido embrionario está constituido por células de **paredes primarias** delgadas, con citoplasma denso y **núcleo** grande, sin plastidios desarrollados.

Los meristemas pueden estar presentes en los extremos de raíces y tallos, conocido como **meristemas apicales,** responsables del **crecimiento primario** de la planta. Los meristemas laterales o secundarios aparecen posteriormente, cuando la planta ha

completado el crecimiento primario en longitud y desarrollará el **crecimiento secundario.** El **cambium** y el **felógeno** son los dos meristemas secundarios, se localizan en forma cilíndrica a todo lo largo de planta. El cámbium forma xilema y floema secundario o **leño** de los árboles, y el felógeno es el que forma la **peridermis,** comúnmente llamada corteza.

3.2.2. Tejidos adultos.

Las plantas tienen tres tipos básicos de tejidos:

- **El tejido fundamental** comprende la parte principal del cuerpo de la planta. Las células parenquimáticas (las más abundantes), colenquimáticas y esclerenquimáticas constituyen los tejidos fundamentales.

- **El tejido epidérmico** cubre las superficies externas de las plantas herbáceas, está compuesto por células epidérmicas fuertemente unidas que secretan una capa formada por cutina y ceras llamada **cutícula** que impide la pérdida de agua. En él se pueden observar *estomas*, *tricomas* y otro tipo de especializaciones.

- **El tejido vascular:** Está compuesto por dos tejidos conductores: el **xilema** y el **floema,** transportan nutrientes, agua, hormonas y minerales dentro de la planta. El tejido vascular es complejo, incluye células del xilema, floema, parénquima, esclerénquima y se origina a partir del **cámbium.**

3.2.3. Parénquima.

Es un tejido simple de poca especialización, formado por células vivas en la madurez, que conservan su capacidad de dividirse. Cumplen diversas funciones, de acuerdo a la posición que ocupan en la planta, presentando formas y contenidos celulares acordes:

- **Parénquima fundamental**: es el menos especializado, son células **isodiamétricas,** de paredes primarias delgadas; se encuentra como relleno entre otros tejidos, en la región **medular** y en el **córtex.** Retiene su capacidad de dividirse por **mitosis** a la madurez, esta característica permite que de una sola célula se pueda regenerar una planta completa por cultivo *in vitro*.

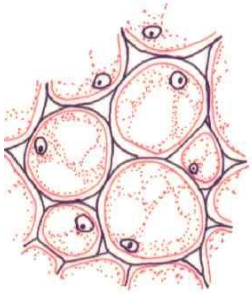


Fig. a

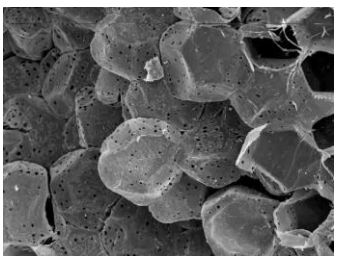
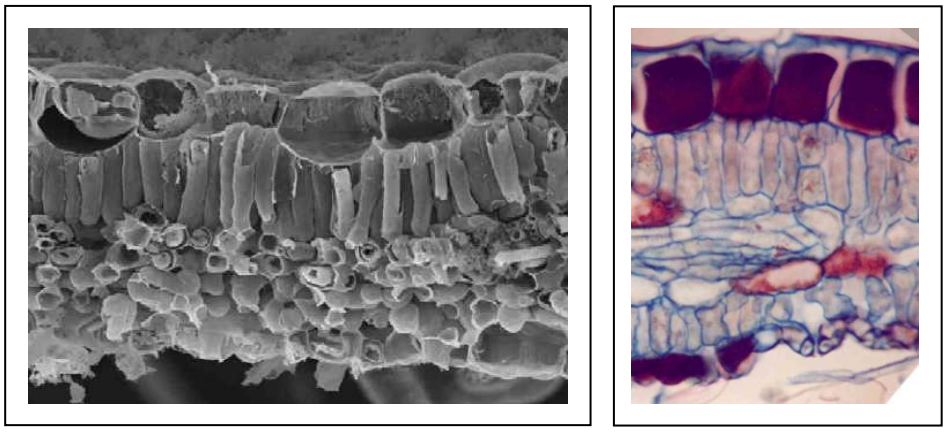


Fig. b

a: esquema de las células parenquimáticas; b: imagen de microscopía electrónica de barrido (MEB) de las células del parénquima medular de un tallo de amor seco (Bidens pilosa) 430x.

Parénquima clorofiliano: Realiza la **fotosíntesis,** en hojas y tallo verdes.
El parénquima en empalizada está formado por células alargadas, ubicadas debajo del tejido epidérmico de las hojas.



A la izquierda corte transversal de una hoja de Citrus limon, MEB 550x. A la derecha corte trasversal de hoja de Turnera hermannioides, MO 550x. Coloracion: safranina-azul de Astra.

El parénquima esponjoso o lagunoso se encuentra debajo del parénquima en empalizada, y se especializa además de la fotosíntesis en el intercambio gaseoso.

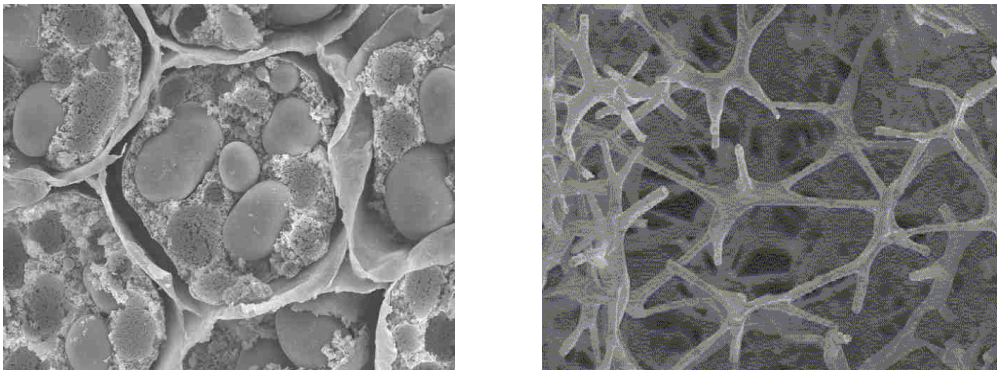


Fig. a Fig. b

***Fig. a**: parénquima reservante de lenteja (Lens culinaris) con grános de almidón, MEB 850x. **Fig**. **b:** aerénquima de achira, (Canna sp.) planta acuática de nuestro Paraná conocida como "estrella flotante", note la forma estrellada de las células. MEB 230x.*

Parénquima reservante: Especializado en acumular sustancias de reserva, almidón, lípidos, proteínas. Común en raíces, bulbos, rizomas, tubérculos y semillas.

- **Aerénquima**: parénquima de las plantas acuáticas que presenta grandes espacios intercelulares para acumular aire y permitir la flotación y/o el intercambio gaseoso. El sistema de espacios queda determinado por la forma irregular o estrellada de las células.

- **Acuífero**: parénquima de las plantas carnosas, cuyo mucílago permite la retención de grandes cantidades de agua.

- **Parénquima asociado a los tejidos vasculares**: generalmente de paredes primarias engrosadas o secundarias. Se encuentran entre las células del xilema y floema de los **haces vasculares.**

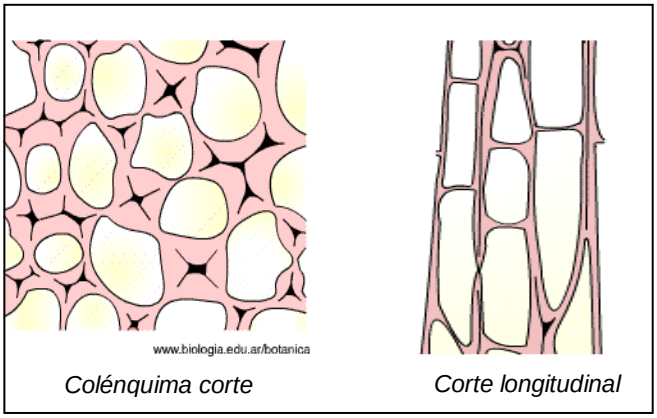
Las células parenquimáticas poseen la capacidad de dividirse, aún estando maduras, es lo que posibilita el **cultivo *in vitro*** de plantas mediante el cual se pueden obtener plantas enteras a partir de partes vegetales o grupos de células en un medio artificial.

3.2.4. Colénquima.

Las células del **colénquima** constituyen el tejido de sostén de plantas jóvenes y herbáceas. Son células vivas a la madurez, poseen paredes primarias más ensanchadas en algunas zonas. De acuerdo a la forma de las células y la ubicación del engrosamiento de las paredes se reconocen varios tipos de colénquima: **angular, tangencial** y **lagunar**. Se encuentran generalmente debajo de la epidermis en tallos y hojas de Dicotiledóneas, especialmente en rincones angulares de los tallos.

Estructura:

Las células de la colénquima son generalmente alargadas, fusiformes o prismáticas, de hasta 2 mm de longitud. En corte transversal son poligonales.



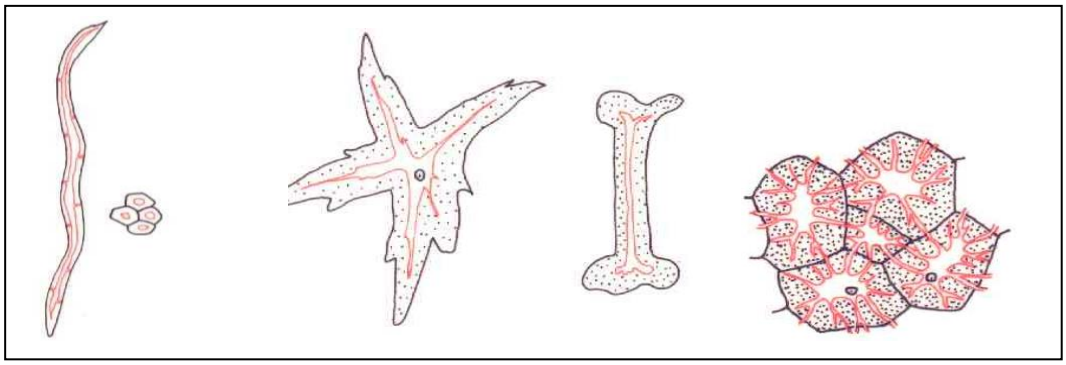
Colénquima corte *Corte longitudinal*

3.2.5. Esclerénquima.

Las células del esclerénquima se caracterizan por tener paredes secundarias engrosadas, secundarias; al igual que las de la colénquima sirven de soporte a la planta. Son células muertas a la madurez, incapaces de dividirse. Se diferencian dos tipos de **células: fibras y esclarecidas.**

Fibras: células alargadas, estrechas. A menudo se encuentran unidas en un manojo.

Esclereidas: son células cortas de diversas formas: las **braquiesclereidas** son más o menos isodiamétricas (forman las estructuras arenosas en el fruto del peral); **macrosclereidas** con formas de varilla, **osteosclereidas**, con forma de hueso, junto a las anteriores son comunes en cubiertas seminales; **astroesclereidas**, con formas estrelladas y ramificadas (en pecíolos y hojas).



A la derecha esquema de **braquisclereidas** de pera (*Malus sylvestris).* Al centro esquema de las astroesclereidas del pecíolo de *Nymphaea sp.* (planta acuática) y **macrosclereidas** del la cubierta seminal de la arveja *(Pisum sativum).* A la izquierda esquema de las fibras, en vista longitudinal y en corte transversal

3.2.6. Xilema:

Xilema es un tejido complejo formado por varios tipos celulares. Su función es la conducción de agua y minerales desde la raíz hasta las hojas. Entre las células que forman este tejido complejo se diferencian:

- **Células conductoras o elementos traqueales**: son elementos muertos a la madurez, sirven para la conducción vertical y el sostén. Se distinguen **traqueidas** y **miembros de vasos**, ambos tienen **paredes secundarias**, gruesas, impregnadas con **lignina** (se tiñen de rojo con Safranina-O).

- **Las traqueidas** son las más primitivas de los dos tipos de células, se encuentran en las **Gimnospermas,** plantas vasculares antiguas; son células largas y ahusadas, imperforadas, es decir sus paredes terminales conectan filas de células.

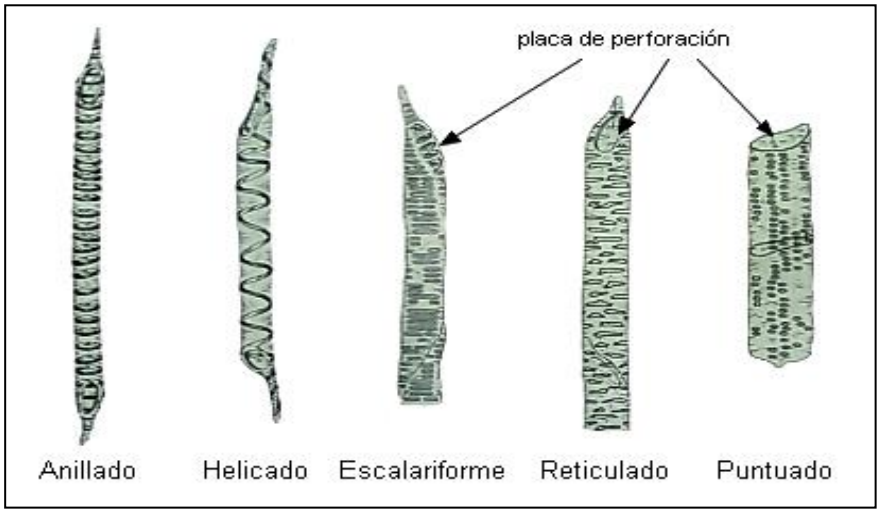
- Entre los elementos traqueales, las **traqueidas** son Los menos especializados, son los elementos imperforados. La savia bruta circula atravesando la Pared delgada de las puntuaciones, en cuya membrana de cierre ha desaparecido la fase amorfa, es decir los materiales no celulósicos.

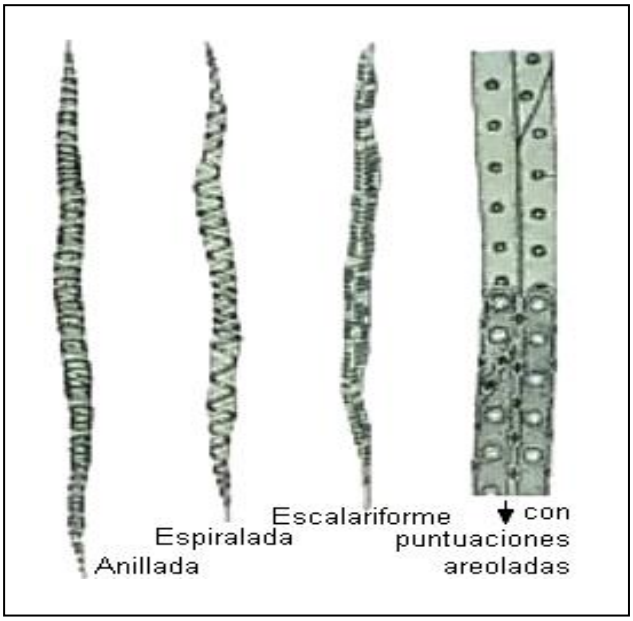
Los miembros o elementos de los vasos:

Aparecen en las **Angiospermas**, el amplio grupo vegetal de más reciente evolución; son células cortas, anchas de paredes secundarias gruesas, se diferencian de las traqueidas por ser elementos perforados; sus paredes terminales pueden estar totalmente perforadas (placa de perforación **simple**) o estar dividida por barras (placa de perforación **escalariforme**) o formar una red (placa de perforación **reticulada**).

Se diferencian de las **traqueidas** por la presencia de **perforaciones** o áreas sin pared primaria ni secundaria. Se unen entre sí formando largos tubos llamados **vasos**, en los que la savia circula libremente a través de las perforaciones.

Tipos de Miembros o Elementos de Vasos





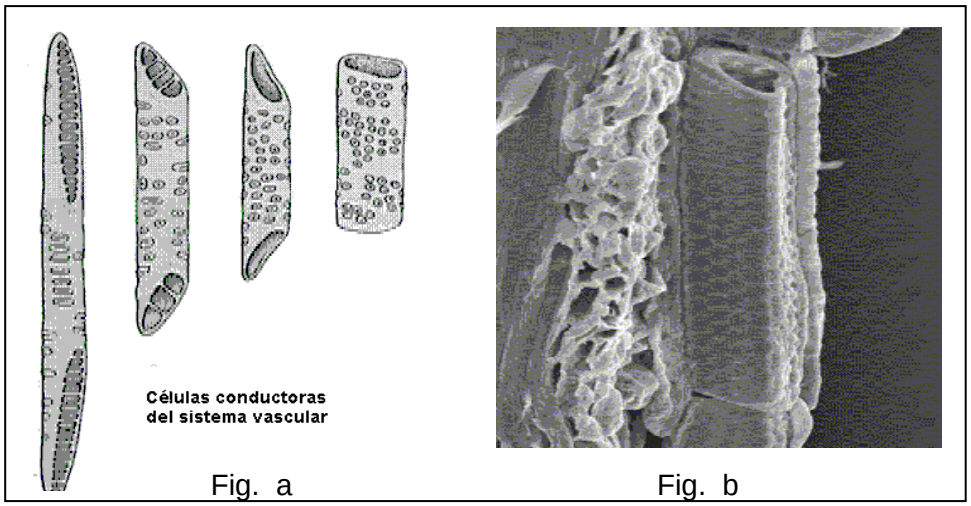


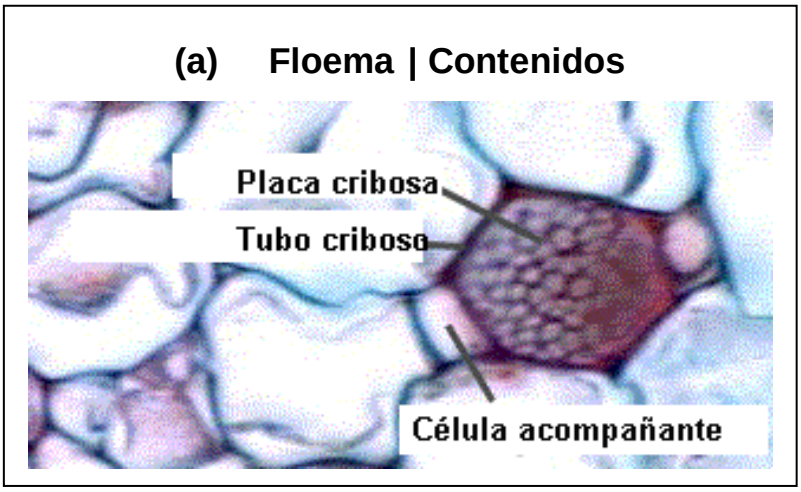
Fig. a Fig. b

Fig.a: miembros de vaso del xilema . **Fig**. **b**: miembro de vaso en el xilema de quebracho blanco (*Apidosperma quebracho-blanco*), uno de los mayores representantes de la flora del sotobosque del nordeste, MEB 700x

https:pt.wikipedia.org/wiki/Elemento_de_vaso

En los registros **fósiles** primero aparecieron las traqueidas, posteriormente lo hicieron los miembros de vaso. La tendencia **evolutiva** lleva en los vasos a células sin barras en las paredes terminales.

Elementos de almacenamiento: células parenquimáticas, de paredes gruesas. **Elementos de sostén**: fibras en las Angiospermas y fibrotraqueidas en Gimospermas, elementos de caracteres intermedios entre las fibras y las traqueidas.



3.2.7. Floema.

Las células del **floema** conducen alimento (fotosintatos producidos por la fotosíntesis) desde las hojas al resto de la planta. Son vivas en la madurez y en preparados histológicos coloreados con Fast Green toman el color verde. Las células del floema están ubicadas por fuera del xilema. Los **elementos cribosos** de este tejido son: las **células cribosas** en las Gimospermas y los **miembros de tubos cribosos** con sus respectivas células acompañantes en las Angiospermas.

Las células acompañantes conservan sus núcleos y controlan los tubos cribosos vecinos. El alimento disuelto, como la sacarosa, circula a través de las áreas cribosas que conectan estas células entre sí. Al ser un tejido complejo también presenta **células parenquimáticas** para almacenamiento y **fibras** y **esclereidas** como sostén.

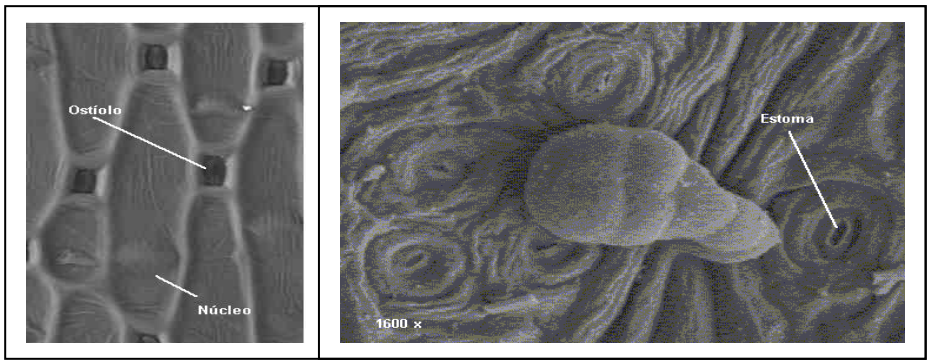
3.2.8. Epidermis.

Cubre todo el cuerpo de las plantas, es el encargado de la protección del cuerpo de la planta, respiración, pasaje de la luz, reconocimiento de patógenos, etc. Externamente presenta **cutícula**, que es una capa constituida por cutina y ceras; es delgada en plantas **mesofíticas** y acuáticas y puede adquirir considerable espesor en las **xerófitas**, como protección contra la desecación. Es un tejido formado una sola capa de células, algunas plantas presentan varias capas denominándose epidermis pluriestratificada (Ej. hoja de Gomero, *Ficus sp.*).

La **epidermis** es un tejido complejo formado por varios tipos de células:

Células epidérmicas propiamente dichas:

Son células vivas, alargadas en el mismo sentido de la lámina foliar, en vista superficial las paredes pueden ser onduladas o rectas.



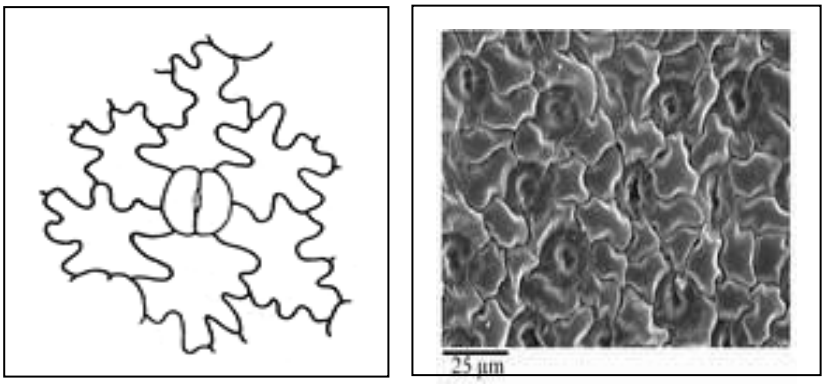
A la izquierda, epidermis de belamcada (Belamcanda chinensis), monocotiledonea. Note las células ordenadas en fila, la fosa de los estomas y la protrusión del núcleo; MEB 300x. A la derecha epidermis de la trepadora serjania

Aparatos estomáticos: son pares de células especializadas en el intercambio gaseoso con el medio ambiente, a la vez que se encargan de regular la transpiración. Cada estoma está constituido por un par de células de forma arriñonada llamadas **células oclusivas;** poseen núcleo y orgánulos celulares como cloroplastos. Entre las dos células oclusivas hay un pequeño orificio llamado **ostíolo**. El estoma puede estar rodeado de **células anexas**, cuya cantidad y disposición determina el tipo de aparato estomático: **anomocítico**, **paracítico**, **diacítico**, **anisocítico**, **tetracítico**, etc. En las Gramíneas y Ciperáceas las células oclusivas son halteriformes (forma de pesas de gimnasta) con dos células anexas laterales.

Clasificación de las estomas según el número y disposición de las células anexas (www.biologia.edu.ar/botánica/Estomas)

- **Anomocítico o Ranunculáceo:**

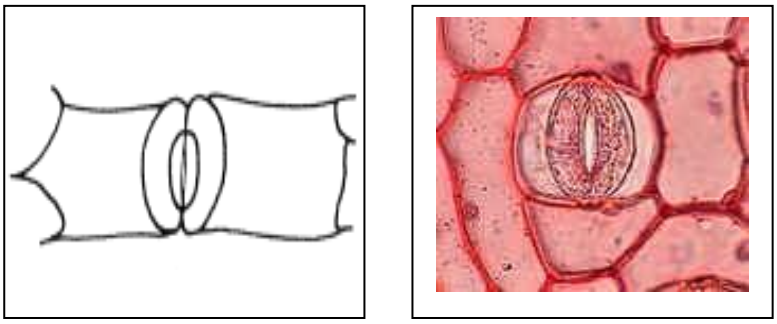
Sin células anexas; es el más frecuente en dicotiledóneas y también el más antiguo. En monocotiledóneas: Amaryllidaceae, Dioscoreaceae.



Estomas anomocíticos en *Victoria cruziana* (MEB)

- ***Paracítico o Rubiáceo***:

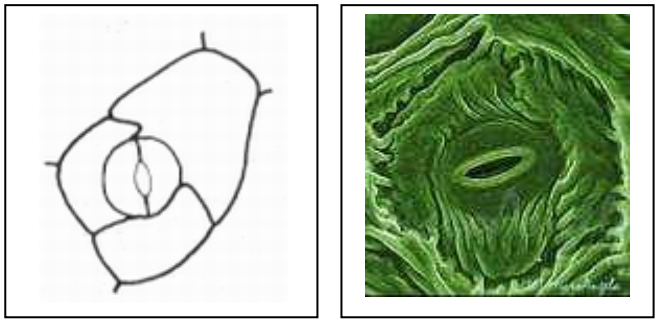
Con 2 células anexas, dispuestas paralelamente con respecto a las células oclusivas.



*Estoma paracítico en **Eichornia** (MO)*

- **Anisocítico o Crucífero:**

Con 3 células anexas, 1 más pequeña. También en Solanaceae.

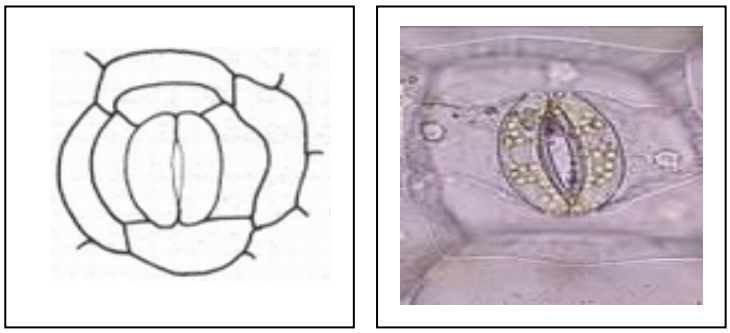


Estoma anisocítico

- **Tetracítico**:

Con 4 células subsidiarias. Común en varias familias de monocotiledóneas como Araceae, Commelinaceae, Musaceae

Estoma tetracítico en ***Tradescantia***



- **Diacítico o Cariofiláceo**:

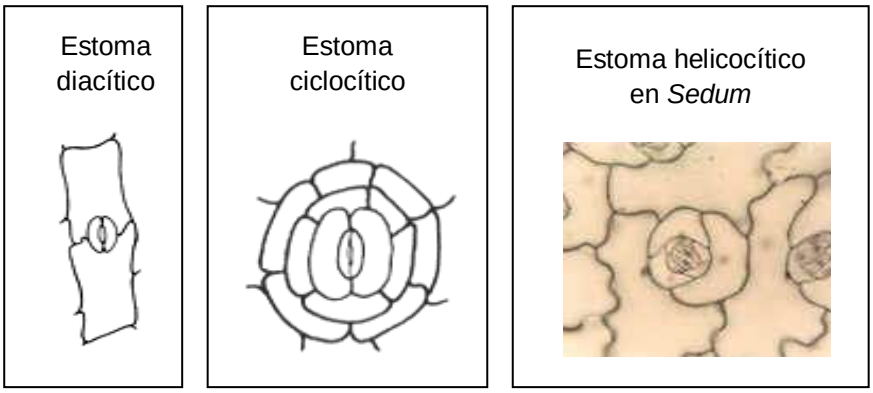
Con 2 células anexas perpendiculares a las oclusivas. Pocas familias, Cariofiláceas, Acantáceas.

- **Ciclocítico** :

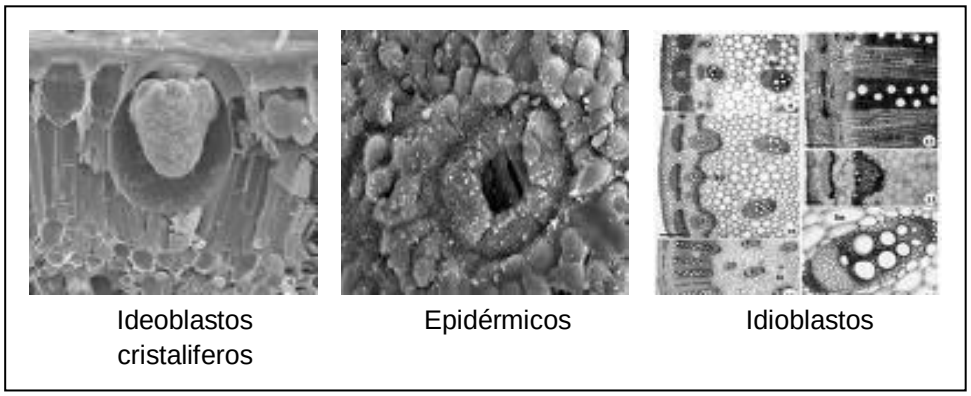
Numerosas células subsidiarias, dispuestas en uno o dos círculos alrededor de las células subsidiarias.

- **Helicocítico**:

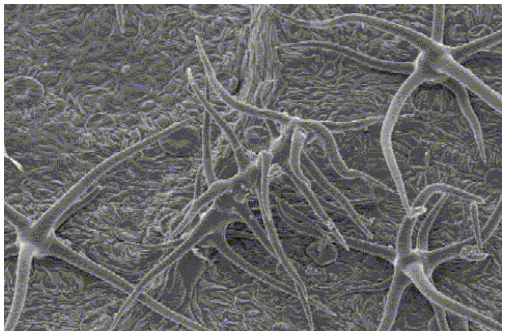
Con varias células subsidiarias dispuestas en espiral alrededor de las oclusivas.



- **Idioblastos**: células con cristales, sílice, mucílagos, gomas, células buliformes (encargadas de enrollar las hojas de Gramíneas ante la pérdida de agua), esclereidas en la epidermis de semillas, etc.



- **Tricomas o pelos**: Son apéndices epidérmicos, varían ampliamente en su forma y función, siendo útiles en la clasificación taxonómica. Se distinguen numerosos tipos: **Glandulares**: secretan diferentes sustancias, como soluciones salinas (en plantas halófitas), azucaradas (néctar), gomas o mucílagos. Normalmente presentan un pie y una cabezuela secretora.





A la derecha pelos simples y glandulares del malvón (Pelargonium sp.), MEB 250x.
A la izquierda pelos estrellados del lapacho amarillo (Tabebuia sp.), MEB 850x

- **Pelos simples**:

  Constituidos por una célula o una hilera de células. Ej: pelos de la semilla de algodón (erróneamente llamados fibras).

- **Pelos ramificados**:

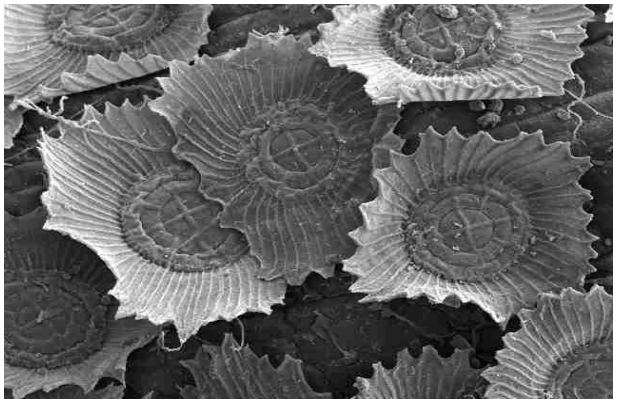
  Cuando los pelos se ramifican en dos o más.

- **Pelos pluricelulares**:

  Pueden ser estrellados o en forma de candelabro.

- **Escamas**:

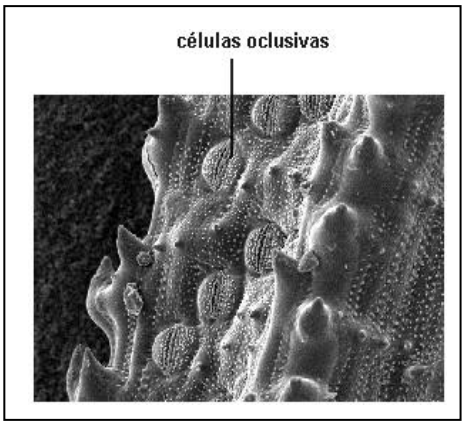
  Multicelulares y aplastados contra el órgano en el que se encuentran. Si presentan un pedúnculo se llaman **peltados** (Ej. *Olea, Tillandsia*) y sirven en la absorción de agua a nivel foliar.



Pelos peltados de Tillandsia meridionalis; MEB 300x

- **Emergencias**:

Incluyen tejidos subepidérmicos, originando estructuras de mayor tamaño. Entre ellas se encuentran los aguijones (*Rosa*), pelos uticantes (*Urtica*) y coléteres secretores ubicados en yemas.



Epidermis de una Gramínea, note el aparato Estomático oval y los pelos simples en forma de aguijones.

Enlaces

- Botánica morfológica. www.biologia.edu.ar/botanica
- Mundo botánico, http://orbita.starmedia.com/~mundo_botanico/index.html
- Xilema, http://www.inea.uva.es/servicios/histologia/xilema.htm
- Floema, http://www.inea.uva.es/servicios/histologia/floema.htm
- Epidermis, http://www.inea.uva.es/servicios/histologia/epidermis.htm
- Pared celular, http://www.inea.uva.es/servicios/histologia/acerca_de_la_pared_celular.htm
- Plastidios, http://www.inea.uva.es/servicios/histologia/acerca_de_los_plastidios.htm
- Vacuolas, http://www.inea.uva.es/servicios/histologia/acerca_de_las_vacuolas.htm
- La célula vegetal, http://mail.forest.ula.ve/~rubenhg/celula/
- Plant Tissue Types Text and graphics, a nice supplement to coverage of the topic above. http://koning.ecsu.ctstateu.edu/Plant_Biology/tissuetypes.html

Bibliografia

- Biología de las Plantas. Raven P. et al. 1992. Ed. Reverté.
- Biología, conceptos y relaciones. Campbell N. et al. 2001. Prentice Hall. Ed.

- Biología Celular y Molecular, De Robertis et al. 2002. Ed. El Ateneo.
- Botany. Moore et al. 1995. WCB Pub.
- Anatomía Vegetal. Fahn A. 1974. H. Blume Ed.

IV. LA RAIZ

La **raíz** es el órgano de la planta que típicamente está debajo del suelo; es más gruesa por la zona más cercana al tallo y va estrechándose conforme se aleja de él. Se ramifica en otras raíces cada vez más finas hasta llegar a ser unos pelos que absorben el agua y las sales minerales que hay en el suelo y que la planta necesita para producir su alimento.

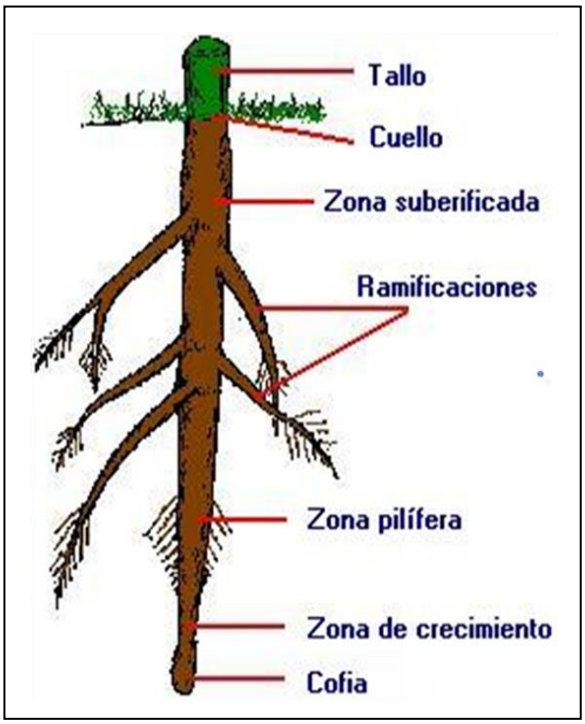
Existen algunas excepciones dado que algunas **raíces** pueden ser **epigeas** (que se encuentran sobre el suelo) o **aéreas** (que están muy por encima del suelo o encima del agua).

Como puede verse, el definir la raíz señalando únicamente donde se encuentra este órgano de la planta puede llevar a problemas, por lo que es más conveniente el definir a la raíz como la parte de la planta que no tiene hojas, y que al no tener hojas tampoco tiene nudos. Las estructuras internas entre tallos y raíces son muy diferentes.

4.1. Partes Externas de la Raíz:

4.1.1. La Cofia:

El extremo de la raíz está protegido por un pequeño abultamiento llamado **cofia** que le sirve de protección cuando la raíz va abriéndose camino por la tierra



4.1.2. Zona de crecimiento

Zona donde tiene lugar el alargamiento de la raíz.

4.1.3. Zona Pilífera:

Zona con gran cantidad de pelos muy finos, encargados de la absorción de los nutrientes de la planta, agua y sales minerales.

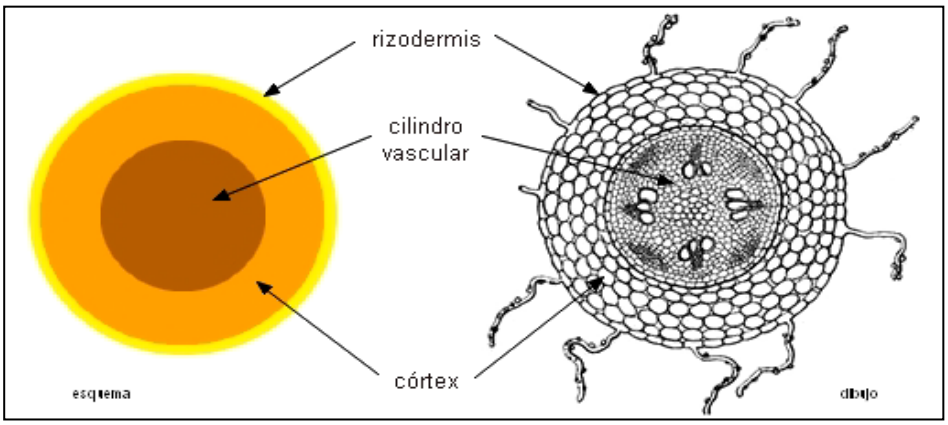
4.1.4. Zona de Ramificación:

Zona de crecimiento de las raíces secundarias, finaliza en un cuello donde se inicia el tallo.

4.2. Partes Internas de la Raíz

En el corte transversal de una raíz primaria se pueden distinguir tres zonas, que se corresponden con los tres sistemas de tejidos observados en el vástago: la rizodermis (sistema dérmico), el córtex (sistema fundamental) y el cilindro vascular (sistema vascular).

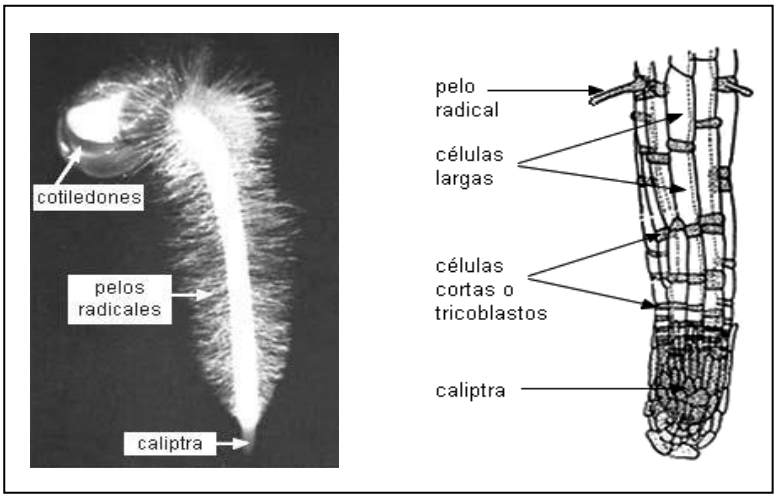
Estructura de una raíz primaria: esquema y dibujo



4.2.1. Rizodermis:

La epidermis de la raíz, la rizodermis, típicamente es uniestratificada. Está formada por células alargadas, muy apretadas entre sí, de paredes delgadas, normalmente sin cutícula. En algunos casos se describió una cutícula, pero actualmente se cree que los compuestos detectados serían precursores de suberina (Mauseth, 1988).

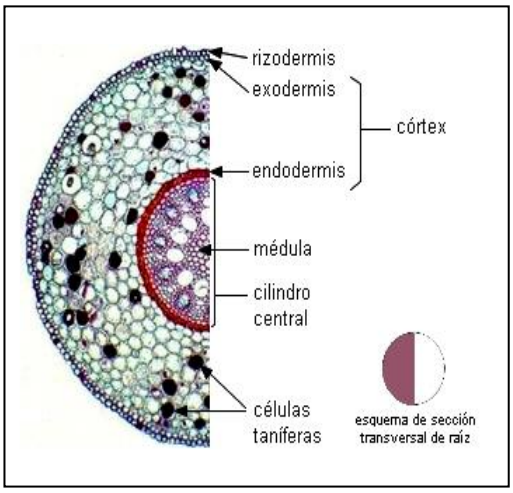
En la región adyacente a la caliptra las células de la rizodermis son pequeñas y con citoplasma denso, sin vacuolas. En raíces que conservan su epidermis por largo tiempo, reemplazándola tardíamente por peridermis, las paredes celulares pueden engrosarse: suberificarse o lignificarse.



Los **pelos radicales** se encuentran en la **zona pilífera**; pueden originarse en todas las células epidérmicas, en algunas llamadas tricoblastos, o en la capa subepidérmica. Son tubulosos, raramente ramificados, con una vacuola central gigantesca, con citoplasma parietal, el núcleo poliploide va en el extremo que se alarga. Viven pocos días, su función es aumentar la superficie de absorción de la raíz.

4.2.2. Córtex:

El córtex es la región comprendida entre la rizodermis y el cilindro central. Las capas más externas, debajo de la epidermis, pueden diferenciarse como un tejido especializado, la **exodermis**.



La capa cortical más interna del córtex forma la **endodermis** en las plantas con semilla (Spermatophyta). El córtex propiamente dicho (la zona comprendida entre exodermis y endodermis) tiene estructura homogénea o está formado por varios tipos de células.

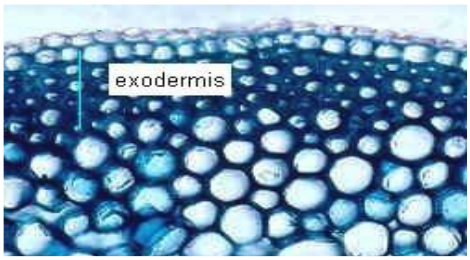
Las raíces normalmente no presentan clorofila en el córtex, pero frecuentemente las células contienen almidón; pueden encontrarse idioblastos diversos, como por ejemplo células taníferas o cristalíferas; puede presentar estructuras secretoras como espacios intercelulares lisígenos o esquizógenos. En las raíces con crecimiento secundario de Gimnospermas y Dicotiledóneas que desprenden pronto su córtex, éste es parenquimático. En las Monocotiledóneas, donde se conserva largo tiempo, hay esclerénquima en abundancia. El esclerénquima puede tener disposición cilíndrica dentro de la exodermis o junto a la endodermis. Puede encontrarse colénquima.

El **córtex** en las plantas acuáticas y palustres está constituido por aerénquima, también en gramíneas de hábitats relativamente secos.

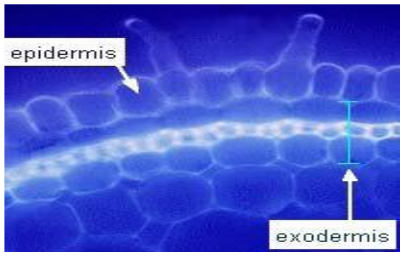
Exodermis:

Las capas más externas del córtex pueden diferenciarse formando la exodermis. Esta zona generalmente no está presente en Pteridophyta. La exodermis está formada por una a varias capas de células vivas, a veces incluyen esclerénquima. Sus células pueden ser todas alargadas y suberificadas o lignificadas o algunas ser cortas y no estar lignificadas. Las celulas de la exodermis de las raíces de muchas Angiospermas tienen bandas de Caspary y desarrollan muy rápidamente suberina y en algunas especies celulosa por dentro.

Su función sería evitar la pérdida de agua de la raíz al suelo. Estructural y químicamente se parece a la endodermis, y los factores causales de su desarrollo son iguales.



Transcorte de raíz de Zea mays



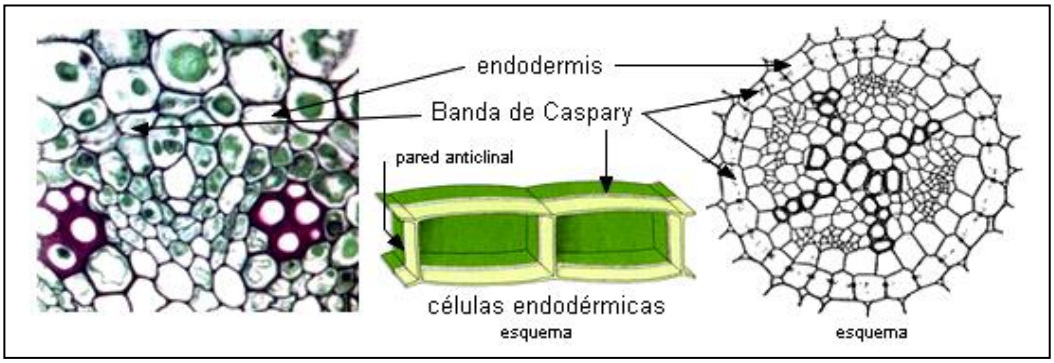
Transcorte de raíz de Oryza

4.2.4. Endodermis:

La **endodermis** está presente en prácticamente todas las raíces, sólo se conocen tres especies que no la presentan: *Canarium commune* (Burseraceae), *Tinospora crispa* (Menispermaceae) y *Nyssa silvatica* (Cornaceae) (Mauseth, 1988).

Es una capa de células dispuestas de modo compacto, de aspecto parenquimático. Casi siempre están provistas de Banda de Caspary sobre las paredes anticlinales (radiales), cerca de la pared tangencial interna; su anchura varía, presenta lignina o suberina o ambas sustancias.

Endodermis y banda de Caspary en transcorte de raíz de *Ranunculus*

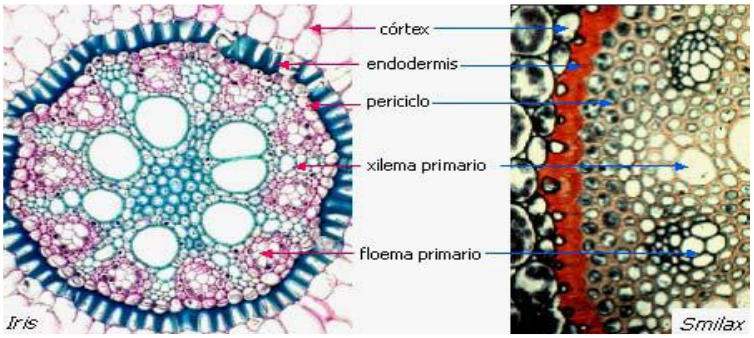


La endodermis divide el apoplasto de la raíz en dos compartimentos, lo que resulta muy conveniente para el desplazamiento selectivo de minerales y agua. Los iones presentes en la solución del suelo pueden difundir libremente en todo el córtex, pero no pueden atravesar la **banda de Caspary.** Para entrar al cilindro vascular, es decir a la corriente transpiratoria, deben cruzar la membrana plasmática de una célula endodérmica, y así la planta controla qué iones pasan y qué iones son excluidos (Mauseth, 1988).

4.2.5. Cilindro vascular:

Comprende el sistema vascular y el parénquima asociado. Está delimitado por un tejido llamado **periciclo**, uni a pluriestratificado (Gimnospermae y algunas Angiospermae, entre ellas algunas gramíneas). Puede faltar en plantas acuáticas y parásitas. Sus células son parenquimáticas, de paredes delgadas, alargadas, rectangulares en sección longitudinal. Puede contener laticíferos y conductos secretores. A veces queda interrumpido por la diferenciación de elementos del xilema y floema.

En Angiospermae y Gimnospermae el periciclo tiene actividad meristemática: origina parte del cambium, el felógeno y las raíces laterales. A menudo se *Smilax* es pluriestratificado y esclerenquimatoso.

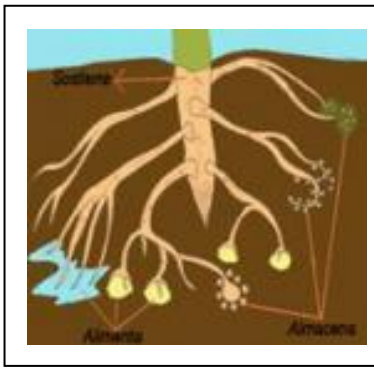


Periciclo uniestratificado y pluriestratificado en transcorte de raíz

4.2.6. Sistema vascular:

El floema forma cordones por debajo del periciclo, tiene diferenciación centrípeta, el protofloema está en la periferia. En Angiospermas está formado por tubos cribosos y células acompañantes; en Gimnospermas está formado por células cribosas, raramente hay fibras. El xilema está dispuesto en cordones que alternan con los de floema. El protoxilema es exarco, o sea que el desarrollo es centrípeto. El metaxilema puede tener vasos y traqueidas; a veces no. ocupa el centro del cilindro.

4.3. Funciones de la raíz:



Al germinar la semilla aparece un brote muy tierno que va creciendo en sentido opuesto al tallo. Se dirige verticalmente hacia el centro de la tierra. Esta es la raíz primaria; las raíces secundarias crecen oblicuamente. La gravedad de la tierra y la

humedad influyen en la orientación de la raíz. La gravedad es la fuerza que obliga a la raíz a dirigirse verticalmente, lo que se conoce como geotropismo. Cualquier obstáculo que se oponga, la raíz terminará por sostenerlo, curvándose y tomando nuevamente la verticalidad. La raíz busca también la humedad, lo que se conoce como hidrotropismo.

4.3.1. Fijación:

Fijar la planta al suelo, cuando más largo sea el tallo más desarrollado será la raíz. Así como un edificio, mientras más alto es, necesita tener cimientos más grandes y fuertes para resistir el peso.

4.3.2. Absorción:

Absorber del suelo el agua y sales minerales. El agua estas sales disueltas penetra por los pelos absorbentes, ingresando por la peridermis que no tiene ni cutícula ni estomas (se llama rizodermis). No tiene clorofila. Tiene pelos radiculares que son son células alargadas cuya misión es aumentar mucho la superficie de absorción. Absorbe el agua y lo que esté disuelto en ella (sales minerales).

4.3.3. Transporte:

En la raíz hay haces vasculares (xilema y floema).

Xilema: Que conduce agua y sales minerales hacia el resto de la planta.

Floema: Que procede de las hojas y lleva los productos fotosintéticos hacia la raíz para alimentarla.

4.3.4. Reserva:

Almacenamiento de alimentos de reserva; si las condiciones de vida llegaran a ser difíciles la planta se nutre de este alimento que se acumula en depósitos. La yuca, la remolacha y otras raíces acumulan grandes cantidades de almidón. Así cuando llega la floración u otro proceso de desgaste, utiliza estas reservas.

4.3.5 Extensión:

Su extensión y profundidad dependen mucho del tipo de planta, humedad, tipo de suelo, temperatura, etc. Normalmente se encuentran en los primeros 15 cm, pero se han llegado a ver hasta los 50 m de profundidad para el caso de plantas que viven en ambientes muy secos, y sus raíces tienen que captar el agua del subsuelo que se encuentra a grandes profundidades.

4.4. Tipos de raíces:
4.4.1. Por su situación:

- **Terrestres o subterráneas (hipogeas).**
- **Acuáticas:** presentes en aquellas plantas que viven flotando.
- **Aéreas o epigeas**: sirven para anclar la planta, como en la hiedra que se ancla a las paredes. Estas raíces también como absorben nutrientes. Son comunes en plantas epífitas.

4.4.2. Por su origen:

- **Raíz principal o primaria**, que es la principal que se origina directamente del embrión (de la radícula).
- **Raíces secundarias**, también vienen del embrión y se originan de la división de la principal.

  Las raíces principales y secundarias forman el **sistema radicular** de la planta (que derivan del embrión)

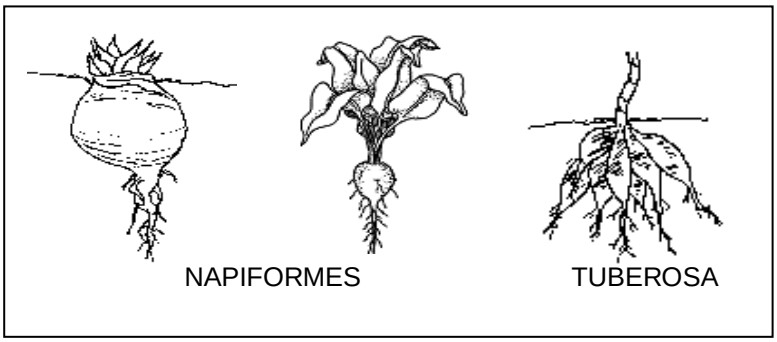
- **Raíces adventicias**: Son aquellas que no provienen directamente del embrión y pueden formarse a partir del tallo (raíces caulinares o caulógenas) o de las hojas (raíces foliares).

  Cuando las raíces secundaria no nacen de la raíz sino del tronco, ramas u hojas. Proporcionan sostén y aumentan la absorción de agua. Ejemplos: Ficus religiosa, rizomas, estolones.

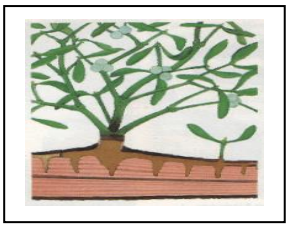
4.5. Modificaciones de las raíces:

- **Napiforme**, la raíz principal está engrosada por la acumulación de sustancias de reserva, sobre todo agua y azúcares.
  Ejemlo: Zanahoria, rabanito, nabo.

- **Tuberosa**, son las raíces secundarias o adventicias las que se engrosan de modo uniforme. Intervienen en la reproducción vegetativa. Ejemplo: batata (camote), dalia, Mandioca (yuca).



- **Haustorios**, las tienen las plantas parásitas que penetran *en otras plantas. Pu*eden penetrar en la otra planta tanto por encima de la tierra como por debajo. Dependiendo del grado de parasitismo que encontramos:



- **Parásitos complejos**:
  Entran dentro del xilema y floema absorbiendo agua, sales y azúcares. Estos parásitos no tienen clorofila y por lo general son de colores llamativos

  Orobanche (jopos o espárragos del diablo) son muy frecuentes en el mediterráneo y parasitan a plantas leguminosas.

  Cuscuta (barbas de capuchino) pueden pasar desapercibidos porque está formado por pelos o barbas. Parasita herbáceas como las espigas.

  Raflesia, que forma las flores más grandes del mundo (1m diámetro). Vive en Sumatra

- **Hemiparásitos**: que clavan los haustorios en el xilema para obtener sales y agua pero no en el floema y por tanto sintetizan ellas los azúcares.

  Visum album, parásita de los pinos

  Arcentobium axycednii, parasita al Enebro

  Osyris alba, retama loca

- **Adherentes**: las encontramos en plantas trepadoras para mantenerse erguidas. La hiedra es un ejemplo (***Hedera helix***)

4.6. Por su estructura:

- **Anaxomorfa o raíz pivotante**:

  Es el sistema radicular en el que tenemos una raíz principal que se va dividiendo en raíces secundarias. También se llama **sistema radicular alorrizo**.

- **Raíz fibrosa:** En gimnospermas y dicotiledóneas **fasciculada o fibrosa** no existe la raíz principal por lo que a partir de la base del tallo se forman muchas raíces adventicias que van a ser todas iguales, además la raíz principal suele desparecer. Se llama **sistema radicular homorrizo**. Se encuentra en plantas que viven en terrenos arenosos. Se da en monocotiledóneas (trigo, esparto).

- **Raíz fibrosa:** En gimnospermas y dicotiledóneas **fasciculada o fibrosa** no existe la raíz principal por lo que a partir de la base del tallo se forman muchas raíces adventicias que van a ser todas iguales, además la raíz principal suele desparecer. Se llama **sistema radicular homorrizo**. Se encuentra en plantas que viven en terrenos arenosos. Se da en monocotiledóneas (trigo, esparto).



Dicotiledonea Monocotiledonea



Raíces fasciculada en monocotiledoneas

4.7. Por el medio en que viven:



- **Aéreas de plantas epífitas:** ocurren en los grandes árboles tropicales donde llega muy poca luz al suelo y las plantas crecen muy altas. Como ejemplo las orquídeas que viven como epífitas en bosques tropicales, su raíz tiene varias funciones, anclaje, absorción y fotosintética. Las raíces son verdes y colgantes de las ramas de los árboles, absorben el agua y sustancias que escurren por el tronco del árbol. En estas raíces existe un tejido especial que se encarga de la absorción y de la fotosíntesis, el velamen radicum.



- **Respiratorios o neumatóforos**: se encuentran en plantas que viven en terrenos con suelos mal aireados (cerca de la costa, zonas pantanosas, ciénagas). Debido a esto las raíces no se pueden oxigenar. Para conseguir esto las estas raíces tienen un geotropismo negativo surgiendo hacia arriba con orificios que permiten a la planta captar el oxígeno como ejemplos el Mangle negro (Avicenia germinans) y el ciprés de los pantanos.

- **Fulcrea**: Es una raíz adventicia que nos la encontramos en plantas que tienen mal desarrollado el sistema radicular subterráneo. En la base del tallo se van a desarrollar raíces adicionales que permiten un anclaje **adicional** a la planta. Como ejemplo el maíz, las palmeras (Cashapona: Socratea exorrhiza)



- **Zanco:** Son parecidas a las fúlcreas pero aplanadas; tienen la misma función dar soporte adicional, pero estas raíces surgen a partir de las ramas del tallo. Se encuentran en árboles tropicales como el Ficus. También en zonas de fuertes vientos como el género Pandanus y mangle rojo (Rhizophora mangle).



- **Tabulares o tablares**: En grandes árboles de bosques tropicales. En la base del tronco se forman unos contrafuertes que le dan solidez al árbol (son planas). Ejemplo: Lupuna blanca (Ceiba pentandra)

BIBLIOGRAFIA

Botánica Morfológica: www.biologia.edu.ar/botanica - www.hiperbotanica.net

Morfología de Plantas Vasculares - Facultad de Ciencias Agrarias - Corrientes, Argentina

Burr B. & Barthlott 1991. On a velamen like tissue in the root cortex of orchids. Flora 185: 313-323.

Camefort, M. 1972. Morphologie des Végétaux Vasculaires. 2da ed. Doin, Éditeurs.

Ellmore G.S. 1981. Root dimorphism in Ludwigia peploides (Onagraceae): structure and gas content of mature roots. Amer.J.Bot. 68: 557-568.

Esau K. 1972. Anatomía vegetal. Ed. Omega, S.A.

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

Fahn A. 1990. Plant Anatomy. 4th Ed. Pergamon Press.

Garbaye J. 1994. Helper bacteria: a new dimension to the mycorrhizal symbiosis. New Phytol. 128: 197-210

Lindorf H., L.de Parisca & Rodriguez P. 1991. Botanica. Clasificacion - Estructura -

Reproduccion. Univ.Central Venezuela. Ediciones de la Biblioteca, Caracas. 584 pags.

Nultsch W. 1966. Botánica General. Ed. Norma. Cali, Colombia

Mauseth J. 1988. Plant Anatomy. Benjamin/Cummings .

Mauseth, J. 1991. Botany. An introduction to plant biology. Saunders College Publishing. Philadelphia.

Moore, R., W. Dennis Clark & K. R. Stern. 1995. Botany. Wm. C. Brown Publishers.

O´Dell T.E. & Trappe J.M. 1992. Root endophytes of Lupin and some other legumes in North Western U.S.a. New Phytologist 122: 479-486.

Porembski S. & Barthlott W. 1988. Velamen radicum micromorphology and classification of Orchidaceae. Nordic J.Bot. 8: 117-137.

Mauseth J. 1988. Plant Anatomy. Benjamin/Cummings .

Mauseth, J. 1991. Botany. An introduction to plant biology. Saunders College Publishing. Philadelphia.

Moore, R., W. Dennis Clark & K. R. Stern. 1995. Botany. Wm. C. Brown Publishers.

O´Dell T.E. & Trappe J.M. 1992. Root endophytes of Lupin and some other legumes in North Western U.S.a. New Phytologist 122: 479-486.

Porembski S. & Barthlott W. 1988. Velamen radicum micromorphology and classification of Orchidaceae. Nordic J.Bot. 8: 117-137.

Raven, Evert & Eichhorn. 2003. Biology of Plants. 6th. ed. W.H.Freeman and Company. New York.

Rost T.L., Barbour M.G., Thornton R.M., Weier T.E. & Stocking C.R. 1979. Botany. A brief introduction to plant biology. John Wiley & Sons. New York.

Roth, I. 1991. Anatomía de las plantas superiores. Ediciones de la Biblioteca. Universidad Central de Venezuela. Caracas.

Strasburger. 2004. Tratado de Botánica. 35a. ed. Ed. Omega.

V. EL TALLO

Parte de la planta que está en contacto con el aire. Presenta fototropismo positivo (es decir crece en el sentido de búsqueda de la luz) y geotropismo negativo (crecimiento en dirección contraria a la superficie de la tierra).

Es el encargado de sostener las hojas, flores y frutos en disposición funcional; transportando y proveyendo a las plantas la savia bruta, por el xilema o leño, hacia los tejidos fotosintetizadores que son normalmente las hojas, y repartiendo por todo el cuerpo del vegetal la savia elaborada o descendente, mediante el floema o líber. En ocasiones almacenan sustancias de reserva (tubérculos, rizomas o tallos subterráneos), como ocurre en las plantas bulbosas.

El tallo es, entre las plantas con flores, el eje, generalmente aéreo, que *prolonga la raíz y tiene las yemas y las hojas. Se ramifica generalmente en* diversas ramas.

Se diferencia de la raíz por la presencia de entrenudos en los que se insertan las yemas auxiliares y las hojas, por la ausencia de cofia terminal y por su estructura anatómica. La transición entre raíz y tallo se hace en el “cuello”. Pueden existir tallos subterráneos como existen raíces aéreas.

Por su modo de crecimiento y de ramificación, el tallo determina el porte de la planta; También tiene una función de sostén de la planta y de transporte de los elementos nutritivos entre las raíces y las hojas.

- Las plantas que poseen tallo se denominan caulescentes.

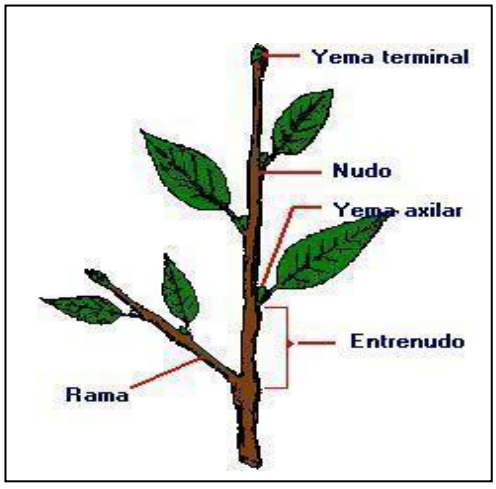
- Las plantas que carecen de tallo se llaman acaule.

5.1. Morfología externa:

- En una semilla al germinar, lo primero que brota es la raíz, luego aparecen las primeras hojitas llamadas cotiledones.

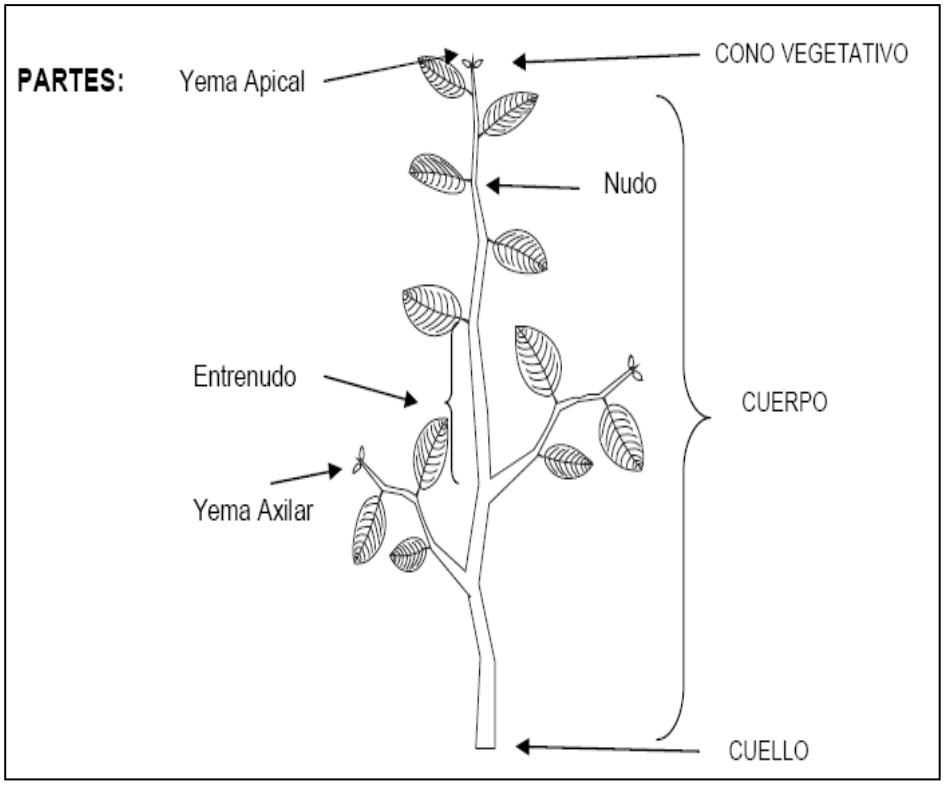
- Los cotiledones son estructuras que permite diferenciar a las Angiospermas en dos grupos: monocotiledóneas y dicotiledóneas.

- En un Tallo típico, es decir más o menos largo y cilíndrico, se distinguen las partes siguientes:



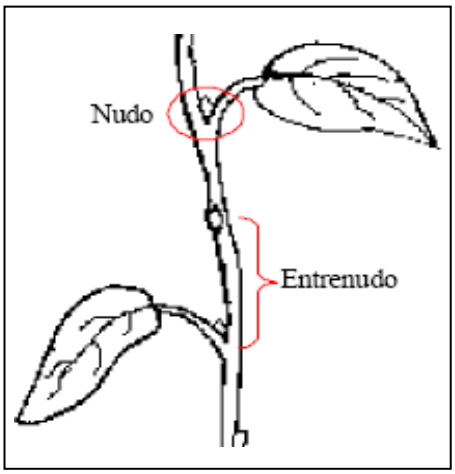
- **Nudos:** partes salientes en donde los brotes se unen al tallo. Lugar de encuentro de los haces vasculares que vienen de distintas direcciones.

- **Entrenudos:** partes de tallo comprendidas entre dos nudos.
- **Yemas:** abultamientos que al desarrollarse originan brotes.



1) Cono vegetativo:

- Se encuentra en el extremo de superior del tallo.
- Determina el crecimiento en longitud del vástago.
- Constituido por células de membranas delgadas con elevado poder de división celular, en conjunto forma la yema terminal.
- Al alcanzar la yema terminal cierto desarrollo se forman otras protuberancias que son las yemas axilares o laterales.
- Las yemas axilares pueden formar:
- Una rama de con hojas yemas activas
- Permanecer en estado latente durante largo tiempo (yemas durmiente)



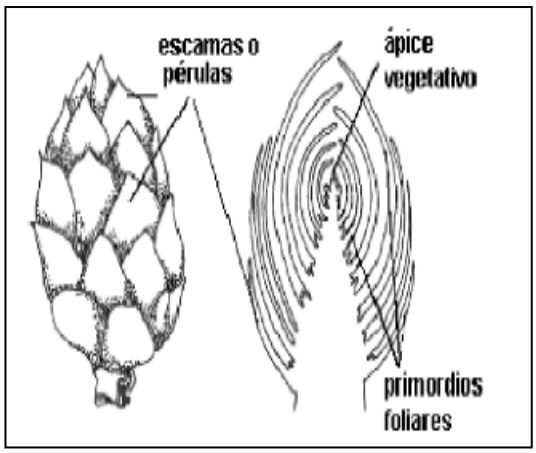
2) Cuerpo del tallo:

Comprende desde el cono vegetativo hasta el cuello del tallo, y esta formado por:

- **Nudo:** Partes salientes en donde los brotes se unen al tallo. Lugar de encuentro de los haces vasculares que vienen de distintas direcciones.
- **Entrenudo:** Partes de tallo comprendidas entre dos nudos consecutivos.
- **Yemas:** Son cuerpos más o menos ovoides que se ubican en partes laterales del tallo o en las axilas de las hojas de donde nacen las ramas o los tallos secundarios. Una yema es el extremo joven de un vástago, y por lo tanto además del meristema apical, lleva hojas inmaduras o primordios foliares. La yema situada en el extremo del eje es la yema terminal.

Tipos de Yemas:

- **Yemas Axilares :** En la axila del tallo u hojas.
- **Yemas Terminales:** Yemas ubicadas en el ápice de una rama o tallo forman las hojas.
- **Yemas Folíferas :** Forman a las hojas.
- **Yemas Florales :** Brotes que contienen flores jóvenes en lugar de hojas.
- **Yemas Mixtas :** Contienen tanto hojas como flores.
- **Yemas Accesorias :** Varias yemas adicionales que se pueden ubicar en una axila
- **Yemas Adventicias:** Cuando surgen sobre el tallo en sitios diferentes al ápice o las axilas foliares.
- **Yemas escamosas:** El ápice está protegido por hojas modificadas con aspecto escamoso, dispuestas apretadamente. Generalmente estas escamas, pérulas o tegumentos son oscuras y coriáceas, cumplen el rol de protección del ápice vegetativo. Las escamas, estrechamente aplicadas unas sobre otras impiden la desecación de los tejidos embrionales durante el invierno, cuando la circulación de la savia es más lenta. Se encuentran con frecuencia en especies tropicales siempre verdes y también en especies deciduas. Si se hace un corte longitudinal de la yema, se observa, por debajo de las escamas protectoras, el ápice vegetativo, asiento del meristema apical, y los primordios foliares.



3) Cuello del tallo:

Es la línea imaginaria que sirve de límite entre el tallo y la raíz. Coincide aproximadamente con la superficie del suelo.

5.1.1. Ramificación del Tallo:

1. **Terminal:** Nacen ramas en la parte terminal del tallo. Son:

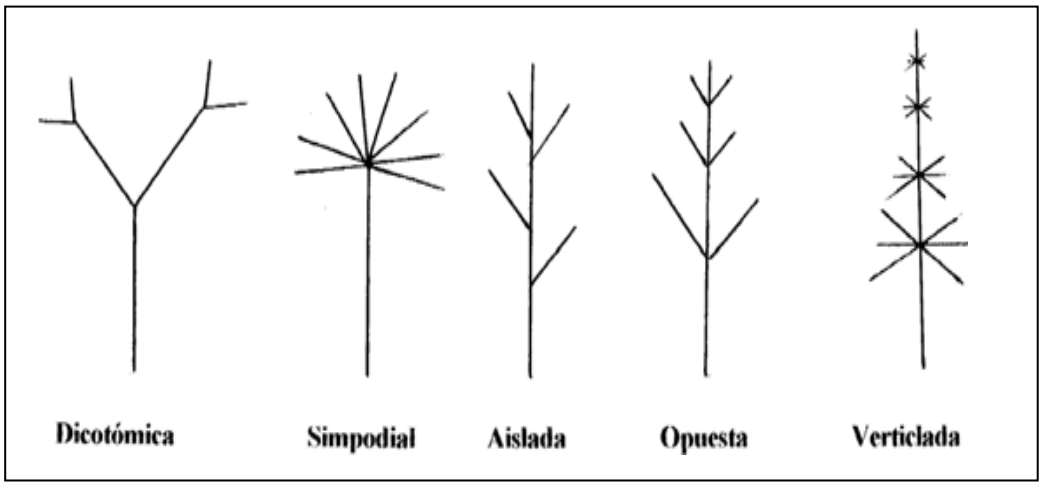
- Dicotómica: cuando nacen dos ramas divergentes
- Policotomica o simpodial: cuando nacen varias ramas.

2. Lateral o monopodial: Cuando las ramas nacen en el costado del tallo. Pueden ser:

. Aisladas : Cuando en cada nudo nace una sola rama

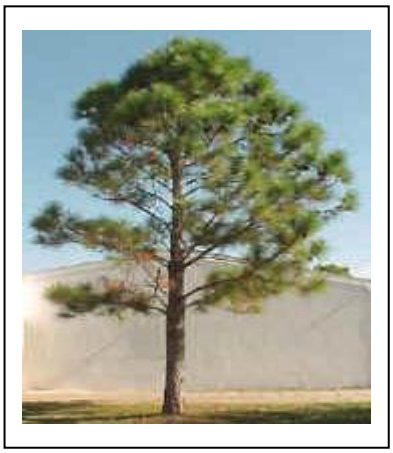
. Opuestas : Cuando en cada nudo nacen dos ramas enfrentadas

. Verticilada: Cuando en cada nudo nacen varias ramas



Sistema monopódico:

La ramificación monopódica es típica de las coníferas de forma piramidal o cónica: Pinus, Picea, Abies. El ápice del eje principal permanece indefinidamente, los ejes laterales se desarrollan menos que el eje principal y quedan subordinados a él.



El eje principal crece más intensamente que los ejes laterales de primer orden, y éstos a su vez más intensamente que los de segundo orden, y así sucesivamente. Todo el sistema es atravesado por un eje principal único o monopodio, con crecimiento indefinido.

5.1.2. Crecimiento del Árbol:

El árbol, al igual que todo organismo vivo, experimenta procesos de crecimiento los cuales permiten el incremento dimensional de los mismos. Este crecimiento se produce en zonas especializadas que reciben el nombre de meristemas. Wheeler (1999) define a los meristemas como regiones en donde se producen nuevas células, durante toda la vida de la planta, a través de procesos de división. Las células originadas por la división de las células meristemáticas sufrirán un proceso de diferenciación hasta transformarse en diferentes tipos de células. De este modo, los tejidos se diferencian como grupos de células organizadas estructural y funcionalmente (González, Aguirre y Raisman 2000).

Todos aquellos tejidos constituidos por células que poseen capacidad de división reciben el nombre de tejidos meristemáticos, mientras que aquellos tejidos constituidos por células diferenciadas, que no tienen capacidad de división, son conocidos con el nombre de tejidos permanentes. El meristema apical, cambium vascular y felógeno son ejemplos de tejidos meristemáticos; mientras que el tejido de soporte, conducción y almacenamiento del tallo son ejemplos de tejidos permanentes.

En el árbol se pueden distinguir diferentes tipos de tejidos meristemáticos y éstos se pueden clasificar de acuerdo a varios criterios:

a) Según su posición:

- **Meristema apical**: Se encuentra ubicado en el ápice de un órgano.
- **Meristema lateral**: Se ubica en la periferia de un órgano.
- **Meristema intercalar**: Meristemas localizados entre los tejidos que él mismo produce.

b) Según su origen:

- **Meristema primario:**

  Proviene directamente de células que nunca han perdido su capacidad de división.

- **Meristema secundario** :

  Se origina a partir de células diferenciadas que nuevamente adquieren su capacidad de división. Histológicamente, el tejido meristemático se encuentra constituido por células de paredes primarias delgadas, con citoplasma denso y núcleo grande (González, Aguirre y Raisman 2000).

Los meristemas permiten que se produzca el crecimiento del árbol en sentido longitudinal y diametral. El crecimiento longitudinal, también llamado crecimiento primario, se produce por la acción del meristema apical; mientras que el crecimiento diametral o en grosor, también denominado crecimiento secundario, se produce por divisiones que ocurren en el cambium vascular y, en menor proporción, en el cambium cortical.

Crecimiento Primario (Meristema Apical)

El crecimiento primario es un crecimiento de tipo longitudinal y se origina como consecuencia de la producción de nuevas células en la zona correspondiente al **meristema apical** (Wheeler 1999). Este meristema se encuentra en el ápice de tallo, ramas y raíces (Sengbusch 2000) y, a través de procesos de división celular, va ha formar tejidos meristemáticos primarios (Fig. 1).

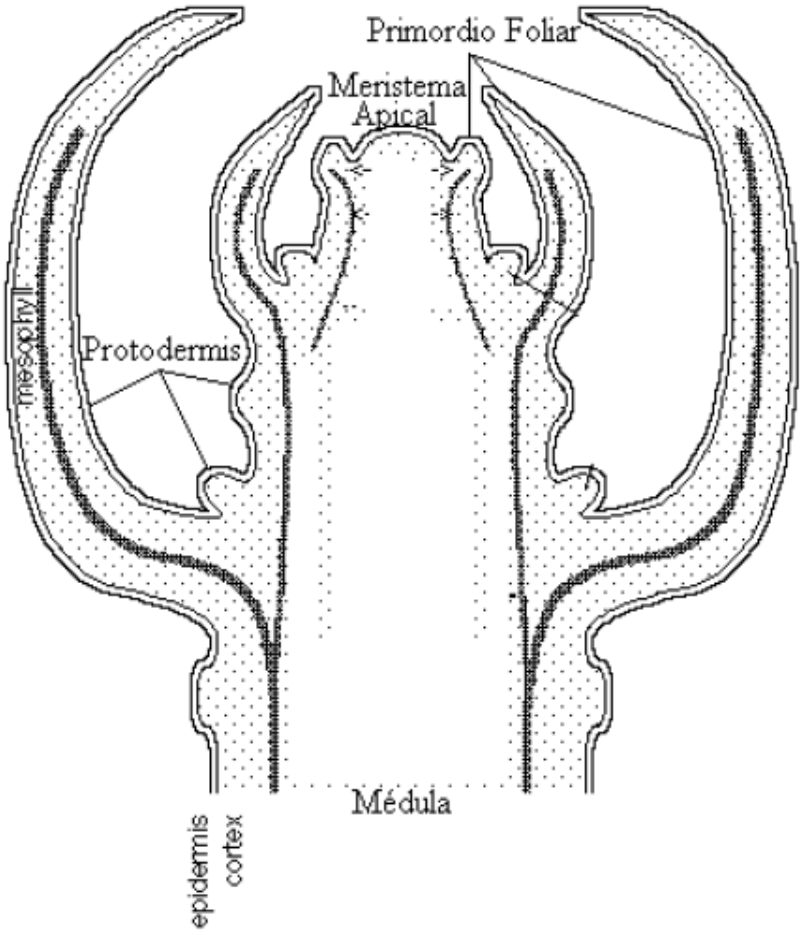


Figura 1: Representación esquemática del meristema apical (Koning 2000).

La zona correspondiente al meristema apical esta constituida por dos áreas principales (Volkwyn 1998):

a) **Promeristema:** Zona constituida por células las cuales se dividen por procesos de mitosis para dar origen a los tejidos meristemáticos primarios.

b) **Tejidos meristemáticos primarios:** zonas donde se producen divisiones celulares para dar origen a tejidos permanentes primarios. Cada meristema primario va a dar origen a un tejido primario en particular y de acuerdo a ello se tiene lo siguiente:

b.1) **Protodermis:** Meristema primario que va a dar origen a la epidermis.

b.2) **Meristema fundamental:** Meristema primario que va a dar origen al córtex.

b.3) **Procambium:** Meristema primario a partir del cual se forma el tejido vascular primario (xilema y floema primario).

5.1.3. Tejido Protector

5.1.3.1. Epidermis:

Tejido que cubre todo el cuerpo de la planta y es el encargado de proporcionarle protección contra agentes externos y permitir el intercambio de gases y humedad con el medio externo. Según González, Aguirre y Raisman (2000) es un tejido formado por una sola capa de células, aunque algunas plantas pueden presentar epidermis formadas por varias capas de células las cuales reciben el nombre epidermis pluriestratificadas.

En general, la epidermis es un tejido altamente especializado por desempeñar función de protección e interrelación con el medio ambiente. Esta formada, generalmente, por una sola capa de células con formas prismáticas, poliédricas o irregulares, no presentan espacios intercelulares; la pared celular externa de las células epidérmicas se encuentra engrosada, mientras que las paredes laterales y ventrales permanecen delgadas; las más externas producen cutina (Anónimo 2001). Es un tejido permanente primario que proviene de las divisiones que ocurren en la protodermis.

La epidermis del tallo es muy similar a la que se encuentra en las hojas; esta cubierta por una capa cerosa llamada cutina y puede desarrollar tricomas. En la epidermis del tallo joven también se observan aberturas que reciben el nombre de estomas y se encargan de regular y permitir el intercambio gaseoso con el medio ambiente. Cada estoma posee dos células que se encargan de controlar la apertura y cierre del mismo (Cocks 2000).

5.1.3.2. Córtex:

Es un tejido fundamental que se encuentra ubicado entre el tejido vascular y la epidermis. Esta constituido, principalmente, por células parenquimáticas (Córtes 1980).

Usualmente el **córtex** se caracteriza por ser estrecho, desarrollando pocos mm de espesor, sin embargo en los tallos herbáceos de muchas mono cotiledóneas puede ser muy grueso. En la mayoría de las dicotiledóneas el córtex es delgado (Mauseth 1989). Algunas veces se diferencia el córtex primario, el cual se sitúa bajo la epidermis, y córtex secundario, situado bajo la peridermis (Torres 2000).

5.1.4. Tejido Vascular

5.1.4.1 Floema y Xilema primario:

El tejido vascular esta constituido por diferentes tipos de células las cuales transportan agua y moléculas orgánicas y no orgánicas. En el cuerpo primario de la planta, el tejido vascular se encuentra agrupado en estructuras que reciben el nombre de haces vasculares.

El arreglo de los haces vasculares difiere entre las monocotiledóneas y dicotiledóneas. En el caso de las plantas leñosas, del grupo de las dicotiledóneas, los haces vasculares se encuentran arreglados en un patrón en el cual forman un circulo alrededor de la médula y hacia el lado externo de éstos se encuentra el córtex (Cocks 2000). Cada haz vascular se encuentra constituido por una porción de xilema y floema y dichas porciones se encuentran separadas entre si por el tejido meristemático del cual se originan: el procambium (Figura 3). Esto indica que el procambium, además de ser un meristema de tipo primario, también se puede clasificar como un meristema intercalar.

El xilema primario va a ser el encargado de la conducción de agua y sales minerales, absorbidas a través de la raíz, hacia las partes superiores de la planta; mientras que el floema primario va a encargarse de la conducción de sustancias elaboradas. Estos van a actuar durante la fase de crecimiento primario.

El primer xilema que se diferencia a partir del procambium recibe el nombre de protoxilema; mientras que el que se diferencia posteriormente es denominado metaxilema.

Similar clasificación se aplica al floema primario y, en base a los mismos criterios, se puede hablar de protofloema y metafloema (Cocks 2000).

Crecimiento Secundario. Cambiun Vascular y Cambium Cortical:

5.1.5. Crecimiento Secundario en Dicotiledóneas

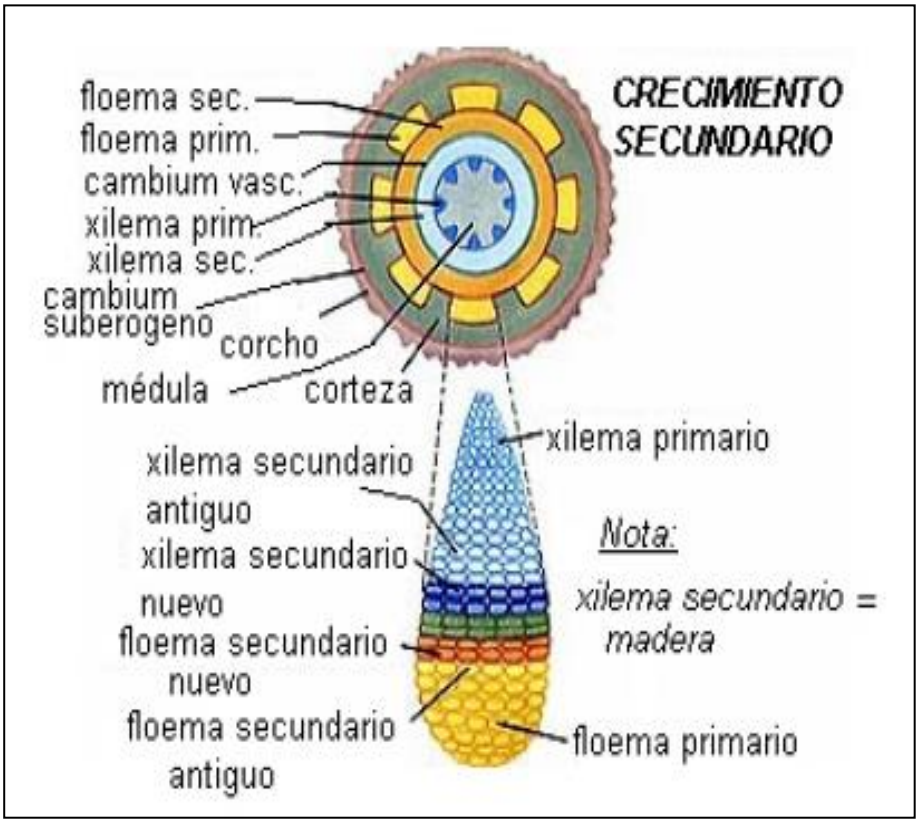
5.1.5.1. Cambium Vascular:

El crecimiento secundario es el incremento en diámetro o grosor del tallo, ramas y raíces de las plantas y comienza con la formación del cambium vascular. El cambium vascular es un meristema de tipo lateral e intercalar y, normalmente, forma una capa continua localizada periféricamente desde el ápice hasta la raíz.

5.1.5.1.1. Origen del cambium vascular:

La formación del cambium vascular se inicia al final del crecimiento primario. Las primeras porciones del cambium aparecen en los haces vasculares, entre el xilema y floema primario (Peichoto, González y Raisman 2000).

El **cambium** de cada uno de los haces vasculares se conecta entre sí formando un cilindro vascular alrededor de la planta, para así comenzar a formar xilema secundario hacia el lado interno del cambium y floema secundario hacia el lado externo (Peichoto, González y Raisman 2000). El cambium que se origina a partir de las porciones de **procambium** recibe el nombre de **cambium fascicular**. Las porciones restantes del cambium vascular se originan a través de la división de células parenquimáticas que se encuentran entre los diferentes haces vasculares, garantizando de esta forma la continuidad de la circunferencia cambial. Este último tipo de cambium recibe el nombre de cambium interfascicular (Figura 4).



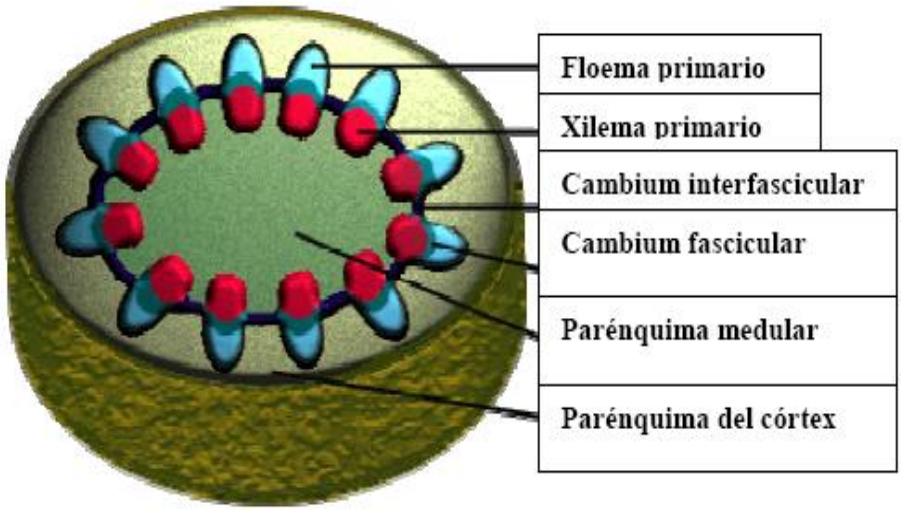
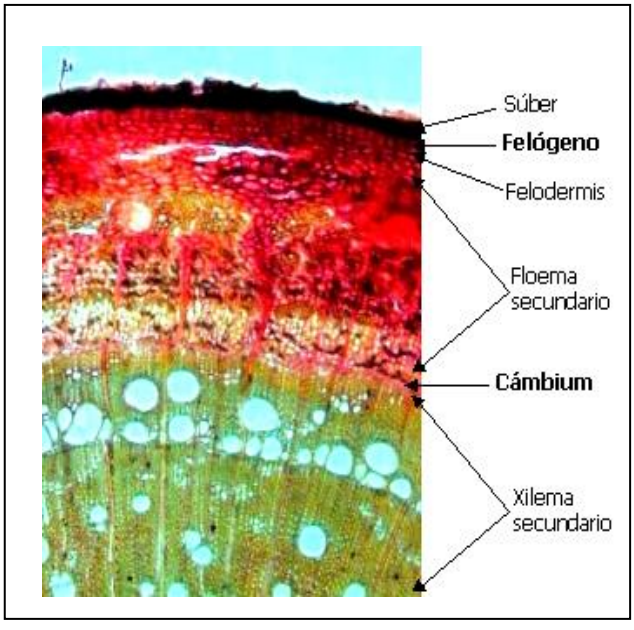


Figura N° 4: Formación del cambium vascular (Cocks 2000).

En la etapa de crecimiento primario, en algunas plantas, no todo el procambium se va a transformar en xilema y floema primario; sino que va a quedar una porción sin diferenciarse la cual va a recibir el nombre de procambium residual. Dicha porción tiene un ancho de 2-4 células y mantiene su actividad meristemática y este procambium se va a transformar en cambium vascular cuando comience la etapa de crecimiento secundario y va a formar parte del llamado cambium fascicular. El resto de la porción cambial se origina, principalmente, a partir de los radios medulares ubicados entre los haces vasculares: una banda parenquimática de 2-4 células de ancho recupera su capacidad de división y el tejido meristemático formado pasa a ser la porción de cambium interfascicular.

5.1.5.1.2. Cambium Cortical o Felógeno:

El cambium cortical o felógeno es un meristema secundario y lateral que se encarga de producir el tejido que va a sustituir a la epidermis en el cuerpo secundario de la planta. Por lo general, las divisiones que ocurren en esta zona meristemática se producen hacia el lado externo, aunque también se pueden producir divisiones hacia el lado interno para dar origen a la felodermis (Sengbush 2000). En general, el felógeno es un meristema lateral secundario que origina suber o

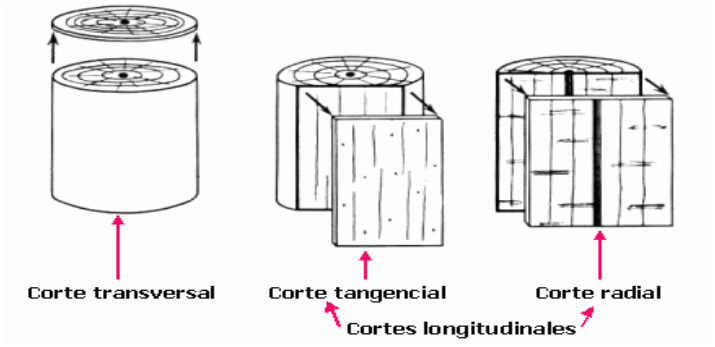


felema hacia fuera y felodermis hacia adentro (González, Aguirre y Raisman 2000). Todo el conjunto formado por el cambium cortical, felodermis y felema recibe el nombre de Peridermis.

En general, el felógeno puede originarse a partir de las células vivas de la epidermis o de células parenquimáticas o colenquimáticas que se encuentran debajo de la epidermis.

El **felema**, también conocido como súber o corcho, esta constituido por células muertas las cuales contienen suberina y no desarrolla espacios intercelulares. Esta capa se encarga de dar protección al árbol contra daños externos y previene la perdida de humedad por parte de los tejidos más internos. También permite el intercambio gaseoso con el ambiente externo a través de estructuras conocidas con el nombre de lenticelas (Cocks 2000), las cuales cumplen la misma función que tenían los estomas en la epidermis y en las hojas (Sengbusch 1999, Ott-Reeves 2000). El tejido producido por el felógeno en la zona adyacente a las lenticelas se caracteriza por poseer abundantes espacios intercelulares y recibe el nombre de tejido de relleno (González y Raisman 2000). Desde el punto de vista comercial, el súber o corcho de algunas especies es de gran valor siendo uno de los mejores ejemplos el de la especie Quercus suber.

La estructura secundaria del tallo se estudia observando el tronco según 3 planos de corte: transversal, longitudinal radial y longitudinal tangencial.



Planos de corte para estudiar la estructura secundaria

Los tejidos secundarios se producen en dos meristemas laterales de forma cilíndrica:

1) C**ámbium** que origina tejidos vasculares secundarios, y 2) **Felógeno** que origina el tejido de protección secundario.

Algunas Dicotiledóneas herbáceas (Ranunculaceae, Nelumbonaceae, Nymphaeaceae) no producen tejidos secundarios, y su sistema vascular se parece al de las **Monocotiledóneas**, ya que tienen haces vasculares cerrados dispuestos en dos o más ciclos.

Tejidos del Tallo Adulto:

Al observar la sección transversal de un tallo adulto (Figura 8) se pueden distinguir las siguientes partes: médula, xilema secundario, cambium vascular y corteza.

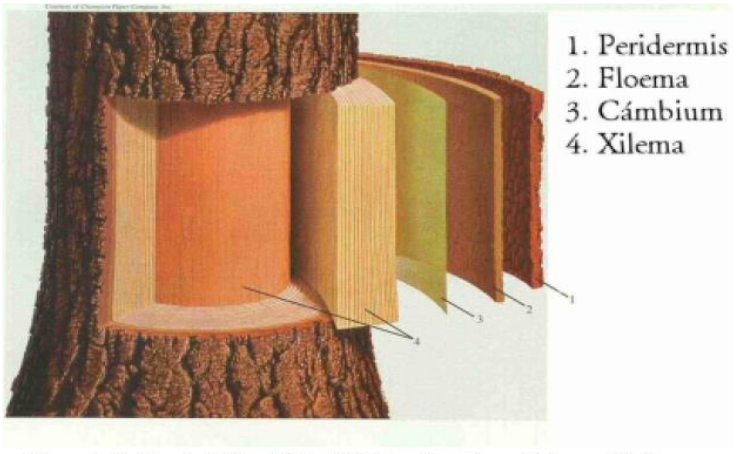


Figura 8: Tejidos del Tallo Adulto (Peichoto, González y Raisman 2000).

Médula:

Es la porción central que se observa en la sección transversal del tallo. Esta constituida por células de naturaleza parenquimática, de paredes delgadas, y cumple función de almacenamiento de sustancias de reserva (Ott-Reeves 2000) y se origina a partir de el meristema fundamental. Es un tejido permanente primario.

Xilema Secundario:

Es el xilema del cuerpo secundario de la planta y se diferencia del primario, fundamentalmente, en su origen: procede de la actividad del cambium vascular (Torres 2001). La estructura característica del xilema secundario incluye dos sistemas de elementos que difieren en la orientación de sus células (Peichoto, González y Raisman 2000):

a) Sistema vertical o axial:

Son células o filas de células con el eje mayor orientado en sentido longitudinal.

b) Sistema horizontal o transversal:

Son grupos de células orientados radialmente y se encuentra formado, principalmente, por células parenquimáticas de los radios.

El sistema axial incluye células de naturaleza parenquimática (parénquima axial) y células prosenquimáticas (fibras, vasos, traqueidas). En el sistema

horizontal se encuentran las células parenquimáticas de los radios y, en algunas gimnospermas, se pueden encontrar células prosenquimáticas denominadas traqueidas radiales.

El xilema secundario es esencial para el incremento en altura del árbol el cual guía a la dominancia ecológica del ambiente aéreo. Esto se debe a dos propiedades importantes del xilema o madera: la innata resistencia y la habilidad para transportar agua a través de largas distancias (Webb 2000).

En el xilema secundario se llevan a cabo las siguientes funciones:

a) Conducción de agua y sales minerales a través de los vasos y/o traqueidas.

b) Soporte o resistencia mecánica a través de las fibras y traqueidas.

c) Almacenamiento de sustancias de reserva a través de células de parénquima axial y radial.

Los elementos de conducción son células muertas en su madurez y sirven para conducir agua y sales minerales desde la raíz hasta las hojas. Pueden ser de dos tipos: elementos vasculares y traqueidas. Las traqueidas son las más primitivas de los dos tipos de células, se encuentran en las gimnospermas y en angiospermas primitivas. Son células alargadas, ahusadas y con extremos cerrados. Los elementos vasculares aparecen en las Angiospermas, el amplio grupo vegetal de más reciente evolución; son células cortas, anchas, con extremos perforados con una abertura (platina de perforación simple) o varias aberturas (platina de perforación múltiple). En los registros fósiles primero aparecieron las traqueidas y, posteriormente, los elementos vasculares (González, Aguirre y Raisman, 2000).

La función de resistencia mecánica o soporte se produce a través de las fibras o traqueidas. Los dos tipos de células son alargadas, con extremos cerrados y, como células individuales, son las de mayor longitud en el tallo. Las fibras cumplen sólo la función de soporte y s presentan en la madera de Angiospermas, mientras que las traqueidas cumplen función de conducción y soporte y se encuentra en la madera de Gimnospermas. Desde el punto de vista funcional, las fibras son más especializadas que las traqueidas.

Con respecto al almacenamiento de sustancias de reserva, las células de parénquima axial y radial se encargan de cumplir esta función en el xilema secundario. La proporción de células de almacenamiento va a variar entre grupos taxonómicos, entre árboles diferentes de una misma especie y entre partes de un mismo árbol. Esto también se cumple para cualquiera de los diferentes tejidos xilemáticos.

Corteza:

El término corteza se utiliza para hacer referencia a todos los tejidos que se encuentran hacia el lado externo del cambium vascular. En un árbol adulto se pueden distinguir dos tejidos principales en la corteza: el floema secundario y la peridermis (Cocks 2000). Esto permite diferenciar dos partes: la porción externa llamada corteza muerta o ritidoma y la porción más interna conocida como corteza viva o floema secundario (Rollet 1980). En los estudios de corteza se toman en cuenta tanto sus características externas (forma consistencia, color, olor, estructuras especiales como espinas, sustancias secretadas) como sus características internas como espesor, presencia de anillos de crecimiento, radios (Lindorf, Parisca y Rodríguez 1985), diferenciación de las diferentes capas constituyentes de la corteza, patrones especiales producidos por algunos elementos floemáticos. Entre las características externas también se puede incluir la presencia de lenticelas, así como algunas características de las mismas: forma, tamaño, número y arreglo (León 1995).

Corteza viva:

Es la parte fisiológicamente activa de la corteza y se encuentra situada entre el cambium vascular y la corteza muerta (León 1995). Corresponde a la porción de floema secundario y esta constituida por los elementos cribosos, células parenquimáticas y, generalmente, bandas de fibras que previenen el rompimiento de la corteza (Cocks 2000).

Los elementos cribosos están constituidos por las células cribosas en las Gimnospermas y los elementos de los tubos cribosos, con sus respectivas células acompañantes, en las Angiospermas.

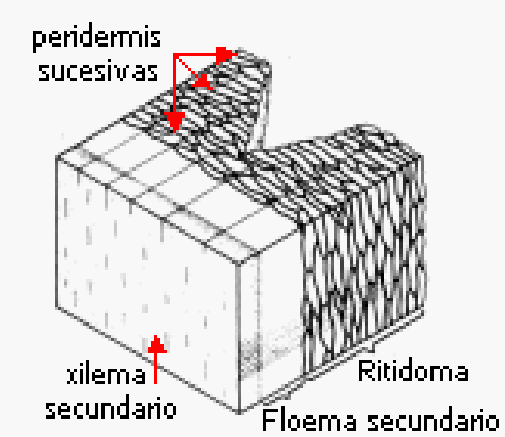
Las células acompañantes conservan sus núcleos y controlan los tubos cribosos vecinos. El alimento disuelto, como la sacarosa, circula a través de las áreas cribosas que conectan estas células entre si (González, Aguirre y Raisman 2000). Son los principales componentes del floema; son células que sólo poseen pared primaria, pero especialmente engrosada. En las angiospermas, los elementos de los tubos cribosos y por ello requieren de las células anexas. En los extremos presentan una estructura especializada que recibe el nombre de placa cribosa a través de la cual se comunican con los otros elementos formando los tubos cribosos a través de los cuales circula la savia elaborada (Torres 2001).

Ritidoma o corteza muerta:

A medida que un árbol crece, se van formando nuevas peridermis más adentro, que se originan a partir del floema secundario. Cuando el felógeno produce el súber, los tejidos que quedan por fuera del mismo mueren, por la inserción de una capa de células muertas, impermeables, entre dichos tejidos y los tejidos vivos del eje caulinar.

El conjunto de tejidos muertos por fuera del súber más interno es el **ritidoma**. Constituye la parte externa de la corteza, muy bien desarrollada en los tallos y raíces más viejos de los árboles.
La figura es un diagrama tridimensional de una porción externa de un tallo de varios años, mostrando una porción del leño o xilema secundario y la corteza, que incluye una angosta banda de floema secundario, y un grueso ritidoma, con surcos profundos.

Ritidoma: diagrama



Dibujo de Fahn 1990

CUADRO 1

PRINCIPALES DIFERENCIAS ENTRE LA ESTRUCTURA DEL XILEMA SECUNDARIO EN GIMNOSPERMAS Y DICOTILEDÓNEAS LEÑOSAS

Función	Gimnospermas	Dicotiledóneas Leñosas
Conducción	Traqueidas	Vasos y traqueidas
Soporte	Traqueidas	Fibras
Almacenamiento	Parénquima radial y, en menor extensión, axial	Parénquima radial y axial
Secreción	Conductos resiníferos	Conductos gomíferos, tubos laticíferos, tubos taniníferos, células oleíferas

5.1.6. Crecimiento secundario en monocotiledóneas:

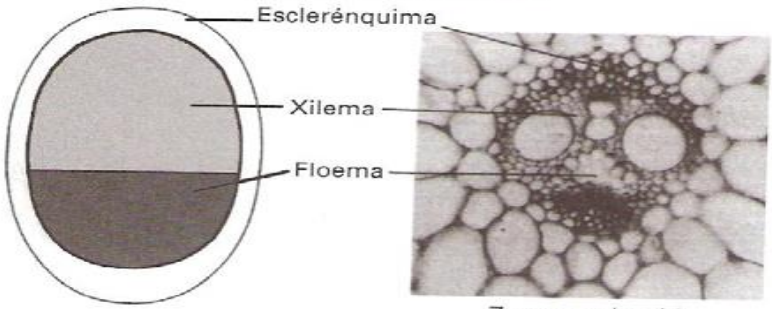
Aunque las monocotiledóneas carecen de un cambium vascular similar al encontrado en algunas dicotiledóneas leñosas y en las gimnospermas, algunas monocotiledóneas alcanzan un engrosamiento del tallo por medio de diferentes clases de meristemas (Rudall 1991).

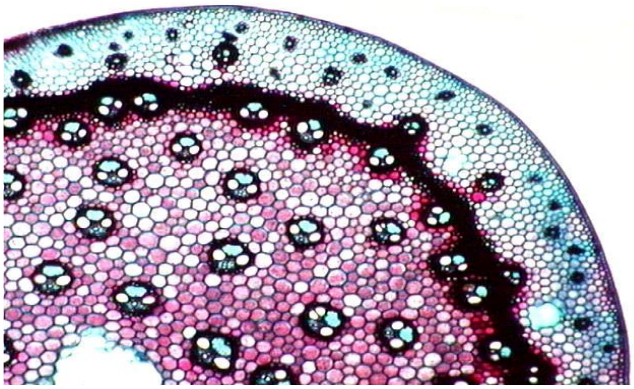
Según De Mason (1994), citado por Espinoza de Pernía y Melandri (2000), el crecimiento en grosor del tallo de las monocotiledóneas es producto de la actividad de dos tipos de meristemas laterales: el meristema de engrosamiento primario, característico en casi todas las monocotiledóneas, y el meristema de engrosamiento secundario el cual ocurre en pocas familias, siendo muy notable en la familia Agavaceae.

En el caso de las palmas, el crecimiento en grosor se produce por la acción del meristema de engrosamiento primario: éste produce una gran cantidad de expansiones laterales inmediatamente por debajo del meristema apical y las

células de esta región se expanden en sentido lateral antes que se inicie el proceso de alargamiento (Cocks 2000).

.





Tallo herbáceo de monocotiledónea, mostrando haces vasculares colaterales cerrados distribuidos en forma dispersa.

5.2. Clasificación de los tallos:

- **A) POR EL MEDIO DONDE VIVEN**
  - ACUÁTICOS
  - AÉREOS
    - Erguidos
    - Rastreros
    - Trepadores
    - Volubles
  - SUBTERRÁNEOS
    - Tubérculos caulinares
    - Rizomas
    - Bulbos
- **B) POR SU CONSISTENCIA**
  - HERBÁCEOS
  - LEÑOSOS
  - SEMILEÑOSOS
- **C) POR SU DURACIÓN**
  - ANUAL
  - BIANUAL
  - PERENNES

A) POR EL MEDIO DONDE VIVEN:

1) Tallos acuáticos:

Crecen en el agua o en lugares fangosos. Ej. Totora, juncos, mangle.

Las plantas acuáticas (también llamadas plantas hidrofíticas o hidrofitas o plantas hidrofilaceas o higrofitas) son plantas adaptadas a los medios muy húmedos o acuáticos. Se pueden encontrar diferentes grupos de plantas: unas totalmente sumergidas, otras, las más numerosas, parcialmente sumergidas o con hojas flotantes.

Generalmente están arraigadas en el cieno que se forma en el fondo de las aguas en las que viven, algunas son libres (caso excepcional en el mundo vegetal) derivando entre dos aguas y flotando en la superficie. Estas especies están, generalmente, adaptadas al modo de vida acuático tanto en su parte vegetativa como reproductiva



JUNCO (Scirpus californicus)



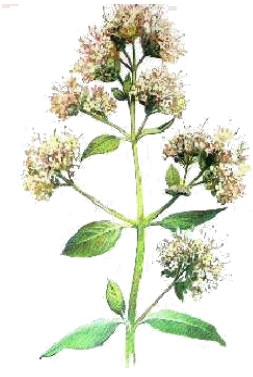
JACINTO DE AGUA (Eichhornia crassipes)

2) Tallos aéreos:

Crecen en contacto con el aire. Según la dirección que siguen en su crecimiento pueden ser:

a) Erguidos: Crecen verticalmente y sin apoyo. Ej. Maíz, árboles frutales, arbustos, etc.





b) Rastreros: Carecen de rigidez necesaria para erguirse y crecen arrastrándose sobre el suelo Ej. sandía, zapallo, etc.

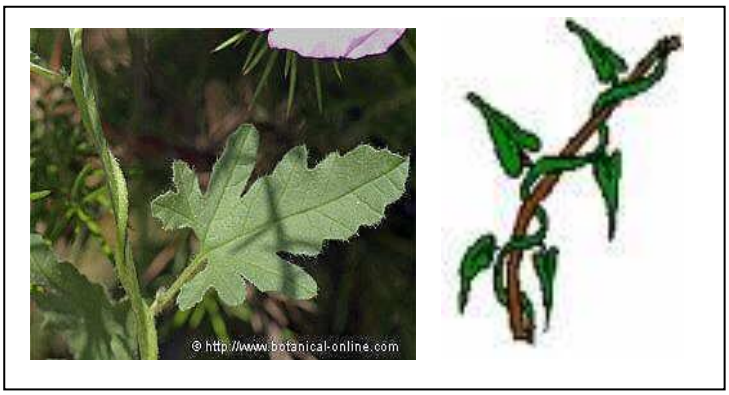
Muchas plantas presentan tallos débiles que se arrastran por tierra y al mismo tiempo desarrollan nuevas raíces con las que producirán nuevas plantas.

Este tipo de tallos se llaman tallos rastreros. Dentro de este grupo tendríamos plantas como la fresa.

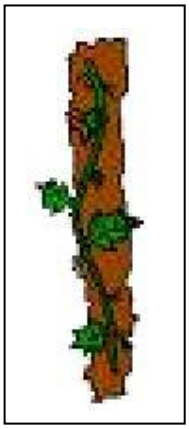


c) Trepadores: Crecen apoyándose sobre tallos de otras plantas u objetos cercanos. Las plantas que presentan tallos trepadores pueden ser:

- **Volubles:** Presentan tallos flexibles que se enroscan alrededor de otras plantas. La planta de la judía sería un ejemplo



Con raíces adherentes: Presentan tallos que han desarrollado raíces aéreas para sujetar la planta a otras superficies.
Por ejemplo la hiedra.

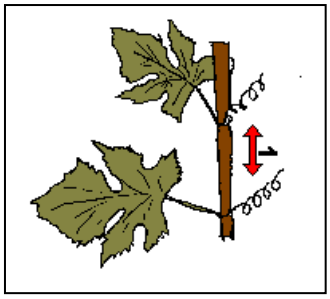


- **Con espinas:** Son tallos provistos de espinas con la doble finalidad de sujetar la planta y defenderla contra el ataque de los herbívoros. Por ejemplo la zarza.



- **Con zarcillos:** Son tallos no principales transformados para enrollarse alrededor de un objeto. Por ejemplo la vid.





3) Tallos subterraneos o terrestres:

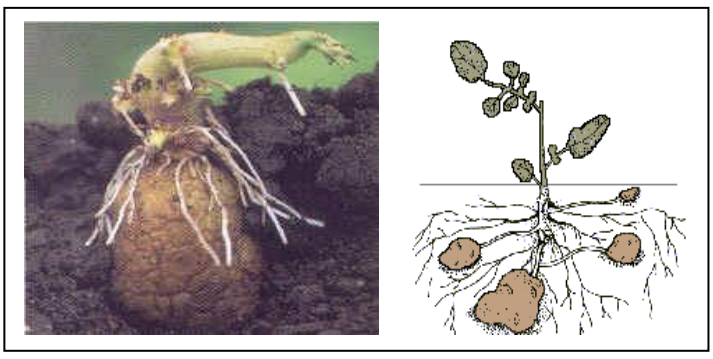
Se desarrollan dentro de la tierra y pueden ser:

a) Tubérculos caulinares:

Son tallos cortos y gruesos, generalmente esféricos que contienen almidón como reserva. Presentan hendiduras “ojos” que protegen a las yemas. Ej. Papa, Olluco, mashua, etc.

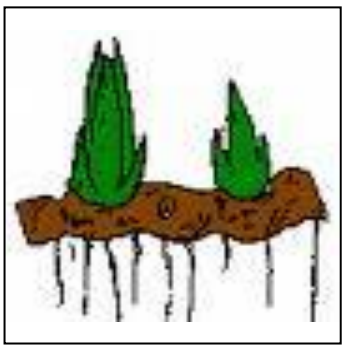
Tienen crecimiento limitado, son epígeos o subterráneos, pueden originarse por fuerte engrosamiento primario o secundario del hipocótilo, o de uno o varios entrenudos. El colinabo, Brassica oleracea var. gongyloides, es un típico tubérculo caulinar epígeo.

La papa, Solanum tuberosum, es un tubérculo caulinar hipógeo formado en los entrenudos apicales de estolones con crecimiento plagiótropo subterráneo, presenta cicatrices de las escamas membranáceas fugaces y "ojos" o yemas.



Las yemas no son colaterales, en cada axila hay una yema principal y las dos laterales están en la axila de cada ojo.

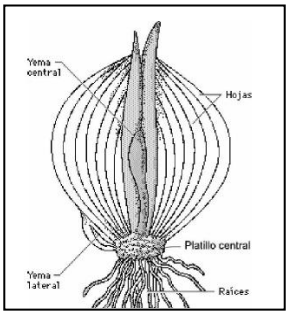
b) Rizomas:



Tallos de forma más o menos alargada que crecen casi paralelamente a la superficie del suelo, en donde nacen de manera vertical, y hacia abajo raíces que parten de los nudos y entrenudos. El ápice del rizoma esta ocupado por una yema que se renueva anualmente. Ejemplo: plátano, jengibre, guisador, kión, etc

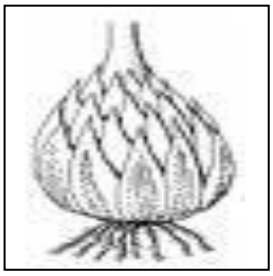
c) Bulbos:

Tallos subterráneos cortos y redondeados en forma de disco llamado "platillo", de cuyo centro brota otro que crece hacia arriba perforando a la tierra. Alrededor de él salen numerosas hojas cortas y gruesas llamadas escamas, cáscaras o catáfilas que constituyen gran parte del bulbo. En la parte inferior del bulbo aparecen raíces dventicias.



Los bulbos pueden dividirse en:

• **Bulbos Tunicados**: cuando las escamas más externas cubren siempre y completamente a las más internas y se pueden separar fácilmente. Ej. Cebolla.



• **Bulbos Escamosos o Imbricados**:

Sus catáfilas son desigualmente desarrolladas siendo las externas más pequeñas y solo cubren partes de las internas. Ej. Azucena.



• **Bulbos Macizos o Compactos**:

Poseen el disco muy desarrollado, envueltos por catáfilas delgadas y membranosas. Son órganos de reserva y por lo común almacenan mucílago.

Pueden ser simples como el Azafrán y compuestos como los Ajos

B) POR SU CONSISTENCIA

1. Herbáceos:



Son verdes, jugosos y flexibles debido a que las membranas de sus células son celulósicas. Viven poco tiempo. La planta que los posee se denomina herbácea. Carecen de corteza o leño. Ej. Achira. Maíz, fríjol. Etc.

2. Semileñosos:

Consistencia intermedia

3. Leñosos:



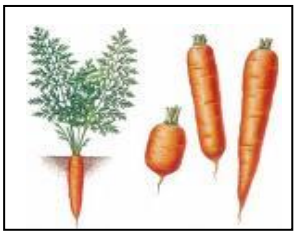
Se en encuentran en los árboles y arbustos que viven muchos años, cuyos tejidos están formados por fibras y vasos de paredes lignificadas.

Generalmente son de color marrón, pardo o gris. Se denominan troncos. Pueden ser árboles y arbustos.

POR SU DURACIÓN:



1. Anuales: Son aquellos tallos que no han desarrollado estructuras leñosas endurecidas. Su consistencia es blanda; normalmente son hierbas: Si florecen y mueren en el primero y único año de su vida. Ej. Alverja, soya, tabaco, zapallo, trigo, maíz, etc.



2. Bianual o bienal: Llamadas también vivaces si florecen y mueren en el segundo año de vida y si solo muere la parte aérea y la parte subterránea subsiste y rebrota el año siguiente. Ej. col, lechuga, zanahoria, remolacha, etc.

3. Plurienales: Cuando demoran muchos años hasta florecer (Digitalis purpurea, Agave spp), y otras pueden demorar muchas décadas e incluso centurias (Agave mericana).

4. Persistentes o perennes: Si la parte aérea muere cada año y quedan sólo los órganos subterráneos, la planta es perenne herbácea; la parte subterránea puede ser un rizoma, una raíz tuberosa, un sistema de raíces adventicias, o un bulbo; la ramificación puede ser simpodial o monopodial.

En las perennes leñosas la parte aérea no muere después de la floración, se lignifica y soporta condiciones adversas; las yemas permanecen como yemas durmientes y reanudan el crecimiento en la próxima estación. Pueden desarrollarse como arbustos, subarbustos y árboles.



Matas: Son aquellas plantas de tallo leñoso con una altura inferior al metro.



Arbustos: Son aquellas plantas de tallo leñoso que miden entre uno y cinco metros de altura. La ramificación en este caso comienza a nivel de tierra.



Árboles: Son aquellas plantas de tallo leñoso con una altura superior a cinco metros. En este caso los tallos se conocen con el nombre de troncos, los cuales no se ramifican hasta una altura considerable del suelo.

5.3. Modificaciones del Tallo

Tallos Suculentos:

Estos tallos se engordan mucho al acumular agua. Son así una reserva de este líquido necesaria para los largos periodos de sequía. Su adaptación al medio ha llegado ha transformar las hojas de la mayoría de estas plantas en espinas; lo que, además de favorecer la retención de agua, constituye una buena defensa contra los herbívoros. Dentro de este grupo las plantas más significativas serían las cactáceas.

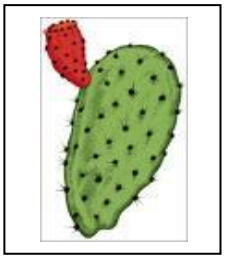
Los Filocladios y los Cladodios:

Son tallos con el aspecto de hojas. Aparecen porque las hojas son muy pequeñas o porque se han transformado y ya no pueden cumplir con su función. Un ejemplo muy claro sería la tuna.

.







BIBLIOGRAFÍA

Cocks, M. 2000. How a Stem Grows. http://www.botany.ac.za/ecotree/trunk.

Cortés, F. 1980. Histología Vegetal Básica. H. Blume Ediciones. Madrid.

Espinoza de Pernía, N. y J. Melandri. 2000. Anatomía del Tallo de las Monocotiledóneas.

Universidad de Los Andes. Consejo de Publicaciones. Mérida, Venezuela.

González, M. y J. Raisman. 2000. Crecimiento Secundario: Corteza. http://www.efn.uncor.

edu/ dep/biología/intrbiol/corteza.htm

González, A., M. Aguirre y J. Raisman. Las Plantas y su Estructura I. http://fai.unne.edu.

ar/biologia/planta/planta.htm

Koning, R. 2000. Meristems: Plant Physiology Website. http://koning.ecsu.ctstateu.edu/

Plant_Biology/meristems.html

León, W. 1995. Características de Fuste y Corteza Útiles en la Determinación de Especiesde la Unidad Experimental de la Reserva Forestal de Caparo. Revista Forestal Venezolana. 39(2): 51-61.

Lindorf, H., L. de Parisca y P. Rodríguez. 1985. Botánica: Clasificación, Estructura y Reproducción. Universidad Central de Venezuela. Ediciones de la Biblioteca. Caracas.

Mauseth, J. 1988. Plant Anatomy The Benjamin/Cummings Publishing Company Inc. California.

Muth, G. 2000. Biological Foundations 112, Lecture 4: Secondary Growth. http://www.puc.edu/Faculty/Gilbert_Muth/botlec04.htm.

Ott-Reeves, E. 2000. Chapter 33: Stems. http://www.alpha1.net/~brianr/etor/ch_33.htm

Peichoto, C., A. González y J. Raisman. 2000. Crecimiento Secundario: Madera.

http://www.efn.uncor.edu/dep/biologia/intrbiol/maderas.htm

Rollet, B. 1980. Interet de L´Etude des Ecorces dans la Determination des Arbres Tropicaux Sur Pied. Revue Bois et Forets des Tropiques 194: 3-128.

Rudall, P. 1991. Lateral Meristems and Stem Thickening Growth in Monocotyledons. The Botanical Review. 57: 151-163.

Sengbusch, P. 1999. Dermal Tissues, Parenchyma and Assimilation Tissues.

http://www.rrz.uni-hamburg.de/biologie/b_online/e05/05.htm

Torres, J. 2001. Histología: Glosario. http://www.inea.uva.es/servicios/histologia/

glosario.htm

Webb, D. 2000. Secondary Growth in Stems. http://www.botany.hawaii.edu/faculty/webb/

PrimSec/primarysecondary4.htm

VI. LA HOJA

6.1. Morfología de una hoja:

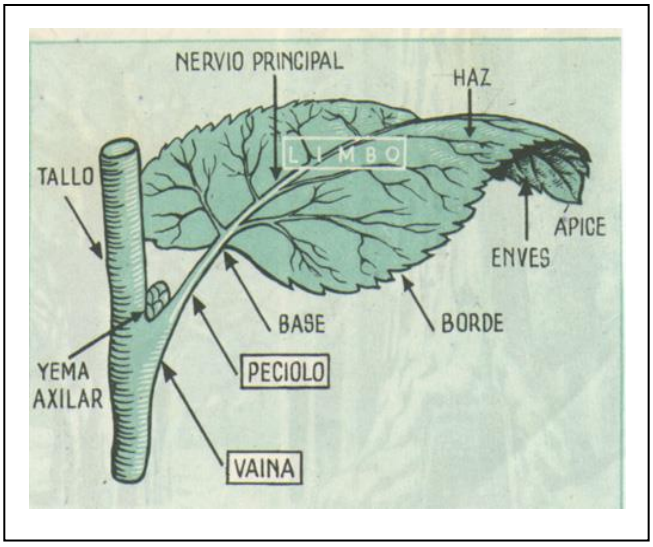
Las partes de una hoja de dicotiledónea son:

6.1.1. Limbo o lámina:

Porción verde, aplanada, delgada, con dos caras: la **adaxial**, superior, ventral, haz o epifilo suele tener un color verde brillante, y la cara **abaxial**, inferior, dorsal o envés es la parte opuesta al haz, su color es normalmente más oscuro o blanquecino y presenta muchas veces pelos o escamas.

6.1.2. Los nervios:

Son una especie de cordones o canales que recorren el limbo de la hoja. En realidad son los vasos conductores que discurren a lo largo de su superficie.



6.1.3. Contorno o borde:

Constituye el margen o extremo del limbo. Puede ser de diferentes formas que se utilizan para distinguir unas hojas de otras.

6.1.4. Pecíolo:

Une la lámina con el tallo, es generalmente cilíndrico, estrecho. En Victoria cruziana (irupé) el pecíolo es muy largo, puede alcanzar 2 metros, y además se inserta en el centro de la lámina (hoja peltada). Se denomina sésil a la hoja que carece de pecíolo.

Cuando la base del peciolo es hinchado se denomina pulvínulo, ocurre en muchas leguminosas

6.1.5. Base foliar:

Es la base del limbo de la hoja.

6.1.6. Vaina:

Es la base ensanchada del peciolo que está en contacto con el tallo.

6.1.7. Ápice:

Es el extremo o punta de la hoja, generalmente es aguda, pero varía de una especie a otra.

6.1.8. Yema axilar:

Está formado por tejido meristemático joven, su función es producir nuevos brotes.

6.1.9. Estípulas:

Están situados a ambos lados de la base del peciolo o vaina. Son apéndices foliáceos que tienen variadas formas; pueden estar presentes o ausentes según al grupo de plantas a las que pertenecen.

6.2. Anatomía de los Tejidos Vasculares de las Hojas:

La hoja es una de las partes más importantes de los vegetales puesto que es la parte de la planta que está encargada de realizar la función clorofílica Desde el punto de vista de la histología, o sea, de los tejidos y otras formaciones de la hoja, este órgano está formado por:

6.2.1. Epidermis y mesófilo (del griego meso - en medio y phyllon - hoja)

La epidermis es una capa de células transparentes recubierta por una cutícula, complementada a menudo por ceras, que es esencialmente impermeable y limita la pérdida de agua por transpiración; en las plantas adaptadas a climas áridos, la cutícula puede ser tan espesa que le da a las hojas una consistencia coriácea.

Los intercambios gaseosos entre la hoja y el ambiente se efectúan principalmente a través de pequeños orificios en la epidermis llamados ostiolos que son como pequeños ojales de apertura controlada en estructuras pluricelulares llamadas estomas. Lo fundamental en un estoma son dos células en forma de riñón o judía, que abren el orificio - o lo cierran, por ejemplo, para reducir la transpiración. Los estomas suelen ser más numerosos en la cara inferior (envés) de la hoja.

Muchas plantas presentan aún en la epidermis (no sólo de las hojas, sino también del tronco o de las flores) pelos llamados tricomas, que pueden ser unicelulares o multicelulares. El conjunto de estos apéndices se llama indumento. Algunas de estas estructuras tienen funciones especiales, como por ejemplo, la producción de compuestos quuimímicos que sirven para proteger la planta contra los animales o para atraerlos (por ejemplo, para la polinización).

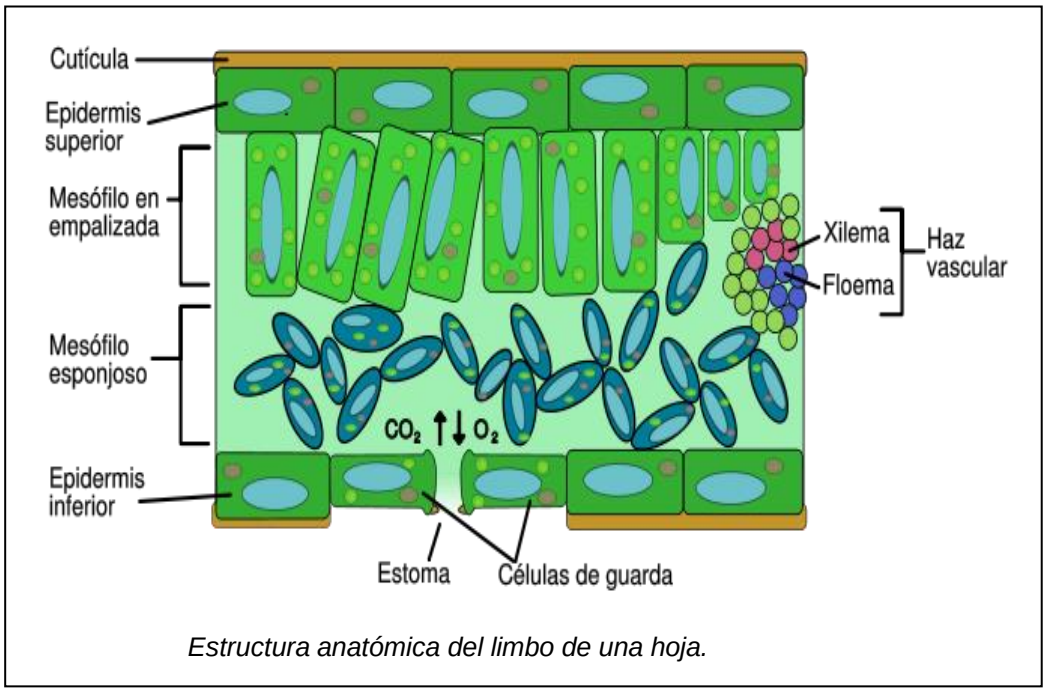
El interior de la hoja - mesófilo - está formado por parénquima, un tejido de células semejantes y muy permeables que normalmente poseen gran cantidad de cloroplastos, en ese caso el tejido pasa a llamarse clorénquima. La función principal de este tejido es realizar la fotosíntesis y producir las sustancias nutritivas que permiten la vida de la planta. Este tejido también puede poseer células especializadas en el almacenamiento de agua u otros fluidos - hojas carnosas, como las de las crasuláceas.

El **mesófilo** se divide en dos tipos diferentes de parénquima:

El **tejido en empalizada**, formado por células alargadas y dispuestas transversalmente a la superficie de la hoja, para darle consistencia; y el **tejido esponjoso**, formado por células más redondeadas. Los conductos de los estomas atraviesan el tejido en empalizada y terminan en el tejido esponjoso.

El color de las hojas puede variar, según los pigmentos existentes en sus células. Estas pueden variar también por las características propias de la especie o estar causadas por virus o por deficiencias nutritivas. En climas templados y boreales, las hojas de muchas especies cambian de coloración con las estaciones del año y caen en la época en que existe menos luz y en que la temperatura es baja; la planta sin hojas pasará el invierno en un estado de metabolismo reducido, alimentándose de las reservas nutritivas que hubiera acumulado.

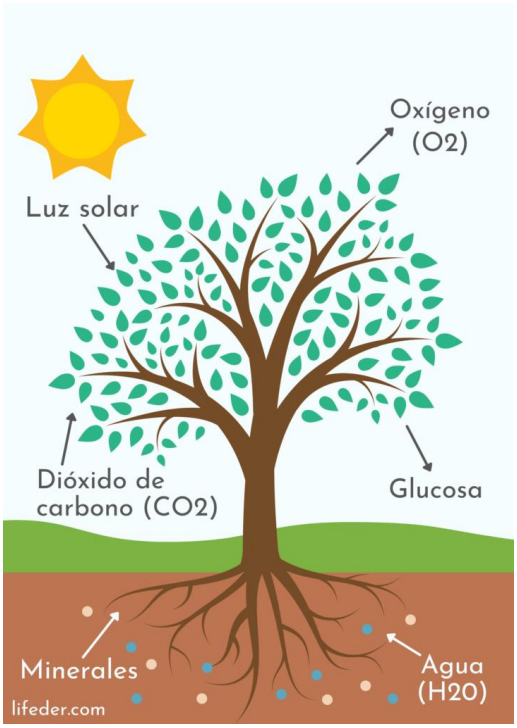
En el interior de las hojas de las plantas vasculares existen nervios donde se encuentran los conductos por donde circula la savia - los tejidos vasculares, el xilema y el floema.



Estructura anatómica del limbo de una hoja.

6.3. Funciones de las Hojas:

6.3.1. Función Clorofílica:



En este proceso, el dióxido de carbono y el agua en presencia de la clorofila (el pigmento verde) y la energía solar se transforman en glucosa (azúcar.) Esta energía rica en azúcar es la fuente de alimentos usados por la mayoría de las plantas. Como resultado del proceso, llamado fotosíntesis, se libera oxígeno para otros tipos de seres vivientes.

La **fotosíntesis** es un proceso químico mediante el cual las plantas convierten la materia inorgánica (dióxido de carbono, agua) en materia orgánica (azúcares, carbohidratos y oxígeno) a partir de la luz solar.

Un componente de gran importancia en este proceso es la clorofila. Este compuesto verde que poseen las plantas tiene la capacidad de transformar la luz solar en la energía necesaria para poner en funcionamiento el proceso fotosintético. La clorofila da a las plantas su característico color verde.

Además de las plantas, las algas marinas y algunas bacterias también son capaces de hacer la fotosíntesis. A todos estos seres vivos se les llama autótrofos, puesto que ellos mismos fabrican su propio alimento.

La fotosíntesis se ve afectada por diversos factores externos. Entre ellos podemos contar la intensidad y el color de la luz solar, la temperatura del ambiente, el grado de concentración de dióxido de carbono presente en la atmósfera y la escasez de agua.

Además de oxígeno, la fotosíntesis produce carbohidratos, los cuales quedan fijos en el cuerpo de las plantas. Cuando los animales herbívoros se las comen, los carbohidratos sirven como nutrientes que les dan energía y les permiten crecer.

De esta forma, las plantas no solo fabrican alimento para sí mismas, sino que se convierten en el primer eslabón de la cadena alimenticia en un ecosistema. Toda la energía que circula en los ecosistemas tiene su origen en la fotosíntesis.

La fórmula química de la fotosíntesis es la siguiente:

$6\ H_2O + 6\ CO_2 + luz = C_6H_{12}O_6 + 6\ O_2$

Esto quiere decir que para que se pueda realizar la fotosíntesis se requieren seis moléculas de agua (6 H_2O), seis moléculas de dióxido de carbono (6 CO_2) y energía solar.

La interacción de estos elementos da como resultado una molécula de glucosa o azúcar ($C_6H_{12}O_6$) y seis moléculas de oxígeno (6 O_2).

El proceso fotosintético se lleva a cabo en cuatro etapas fundamentalmente: absorción, circulación, fase luminosa y fase oscura. Profundicemos un poco en cada una de ellas.

Absorción: Las raíces de las plantas, a través de sus pelos absorbentes, recogen de la tierra agua y sales minerales. Esta mezcla de agua y minerales se llama savia bruta.

Circulación: La savia bruta sube por el tallo de la planta y llega hasta las hojas.

Fase luminosa: Las hojas absorben el dióxido de carbono de la atmósfera. Este se mezcla con la savia bruta y la energía solar. Así se forma la savia elaborada. La planta fabrica una molécula llamada adenosín trifosfato o trifosfato de adenosina (ATP), que sirve para almacenar energía.

Fase oscura: Ya no se requiere la luz del sol, lo que no quiere decir que esta fase se lleve a cabo durante la noche necesariamente.

La planta emplea la energía almacenada durante la fase luminosa para sintetizar los azúcares, expulsar oxígeno a la atmósfera y fijar los carbohidratos.

El azúcar se emplea para proporcionar energía a la planta y producir proteínas, almidón y lípidos. Los carbohidratos sirven de alimento a los animales herbívoros.

Ciclo de calvin: El ciclo de Calvin es la **segunda parte de la fotosíntesis**. La función principal del ciclo de Calvin es **fabricar azúcar**. Las fases del ciclo de Calvin son: fijación de carbono, reducción y regeneración.

Las plantas tienen la capacidad de producir moléculas orgánicas a partir de moléculas inorgánicas, y para esto entran en juego una serie de procesos especializados, y uno de ellos es el llamado **ciclo de Calvin**.

Se trata de una **serie de procesos bioquímicos** que ocurren en las plantas. Específicamente sucede en el espacio **interior de los cloroplastos**, llamados estromas, que a su vez están dentro de las hojas.

6.3.2. Respiración:

Las hojas son los pulmones de las plantas. Durante la noche realizan el proceso inverso a la fotosíntesis: Toman el oxígeno atmosférico y liberan el dióxido de carbono. Por ello no es recomendable dormir con plantas verdes en la habitación.

6.3.3. Transpiración:

Se verifica en las plantas mediante las salidas del exceso de agua de las hojas por las estomas. Esta función se realiza en forma de pequeñas gotitas que aparecen en la superficie de las hojas.

6.4. Usos de las Hojas:

Muchas hojas de ciertas plantas se usan en la alimentación humana así como de los animales; otras se usan en la industria y de la medicina.

6.5. Clasificación de las hojas:

Las hojas se clasifican por su consistencia, nervaduras, peciolos, formas, borde, ápice, base, número de limbos y por su disposición.

6.5.1. Clasificación por su Consistencia:

Clasificación por su consistencia:

- **Papiráceas**: Tiene la consistencia del papel. Se doblan sin quebrarse
- **Coriáceas**: Son rígidas y se quiebran al doblarse
- **Carnosas**: De parénquima engrosado. Almacenan sustancias de reserva y agua.



Aloe



Agave



Crassula

6.5.2. Clasificación por sus Nervaduras:

Clasificación por sus nervaduras:

Uninervadas: una sola vena
Plurinervadas: dos o más venas.

Paralelinervadas: Con varios nervios paralelos a lo largo de todo el limbo.

Curvinervadas o Arqueadas: En hojas con los márgenes curvos las venas principales son paralelas a los mismos y convergen en los extremos.





Reticuladas o Retinervadas: las venas pequeñas forman una red o retículo.

Penninervadas o Pinatinervadas: Con un nervio principal y otros que salen de él como las barbas de una pluma.

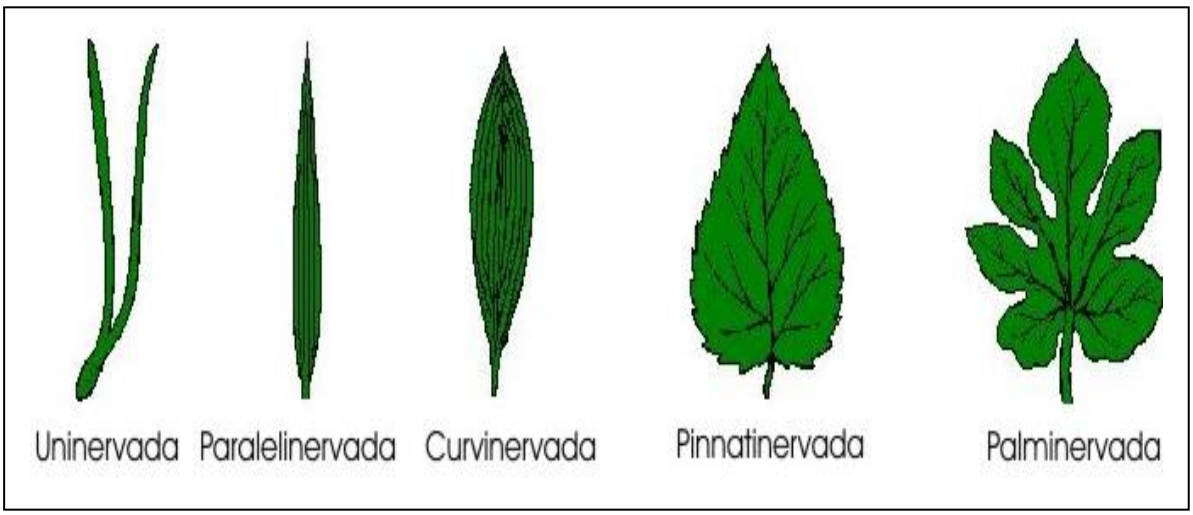
Palminervadas o palmatinervadas: Con varios nervios principales que parten de un punto en la base de la hoja.

Rotadas o Peltinervadas: En hojas peltadas



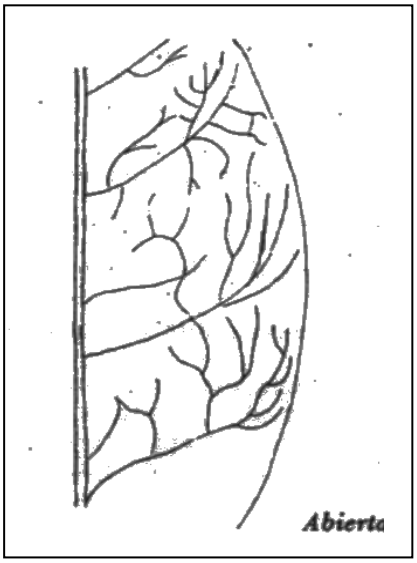






TIPOS DE NERVACIÓN O NERVADURA Adaptado de Hickey (1973).

Abierta. Las últimas ramificaciones de la nervadura terminan libremente, sin volverse a unir.

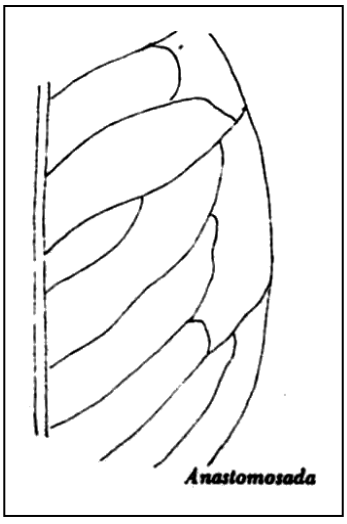


Acródroma. Con dos o más nervios primarios o secundarios mayores que se arquean y convergen en el ápice de la lámina.

Puede ser de los siguientes tipos: **Basal**, los nervios acródromos se originan en la base de la hoja.

Imperfecta, nervios acródromos "laterales delgados; cubren menos de 2/3 de la distancia al ápice. **Perfecta**, nervios acródromos laterales bien desarrollados; cubren por lo menos 2/3 de la distancia al ápice. **Suprabasal,** los nervios acródromos se originan en algún punto arriba de la base de la hoja.

Actinódroma. Con tres o más nervios primarios que divergen de un solo puntó hacia el margen. Puede presentar los siguientes tipos: **Basal**. Nervios actinódromos con origen en la base de la hoja. **Flabelada,** diádroma, con varios a muchos nervios básales finos que divergen radialmente y se ramifican en los ápices. **Imperfecta**, los nervios con origen en los nervios actinódromos laterales cubren menos de 2/3 de la superficie de la hoja. **Marginal**, los nervios actinódromos llegan al margen. Perfecta, las ramificaciones de los nervios actinódromos laterales cubren más de 2/3 de la superficie de la hoja. **Reticulada**, los nervios actinódromos laterales no llegan



al margen. **Suprabasal**, los nervios actinódromos se originan en algún punto por arriba de la hoja.

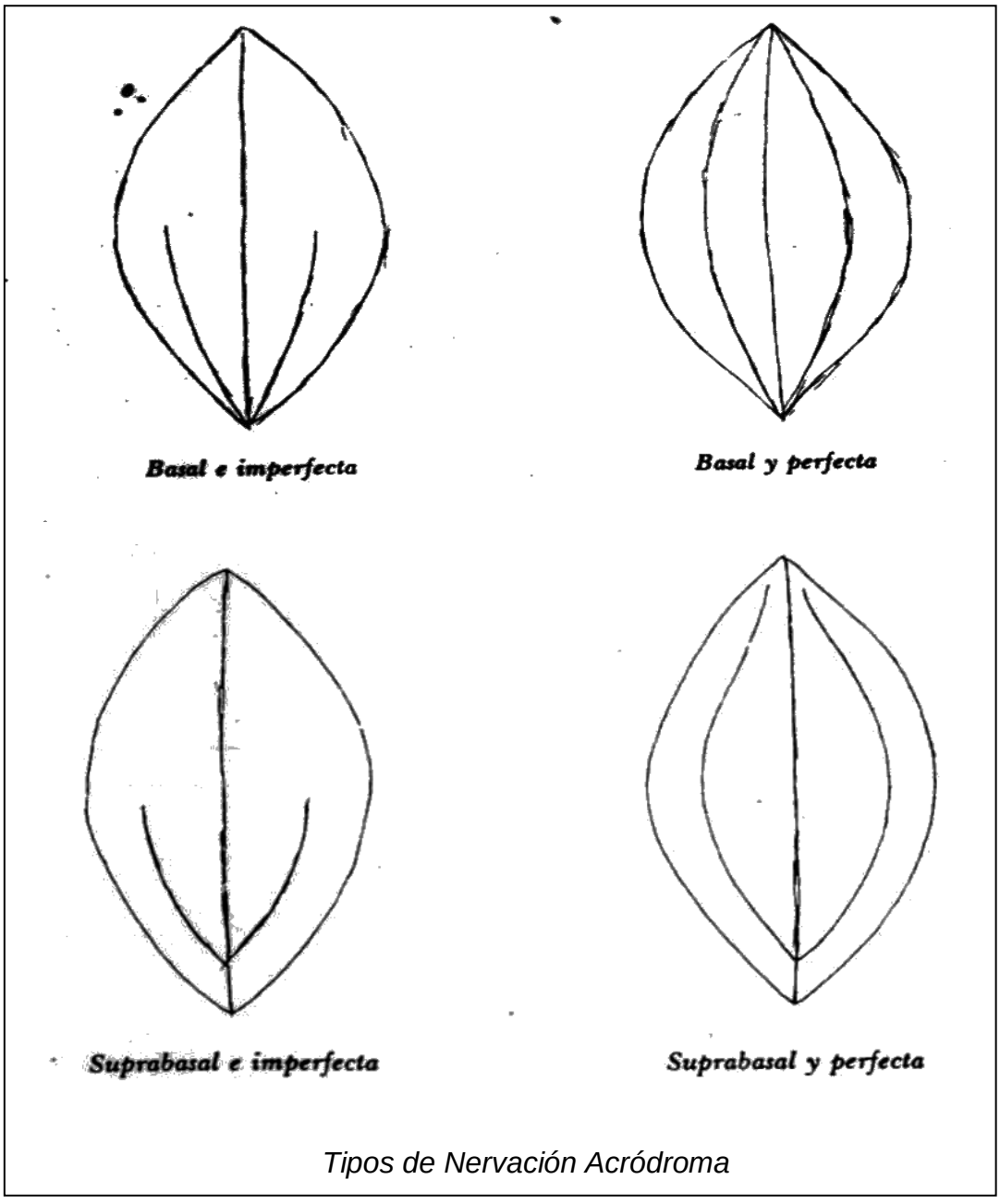
Broquidodroma. Nerviación camptódroma en la cual los nervios se unen en una serie de arcos antes de llegar al margen de la hoja.

Campilódroma. Varios nervios principales se originan cerca del mismo punto y forman arcos recurvados que se vuelven a unir en el ápice.

Camptódroma. Nervación pinnada en la cual la nervación secundaria no llega al margen de la hoja.

Cerrada. Con las últimas ramificaciones de la nervadura anastomosadas.

Anastomosada. Que se caracteriza por tener dos o más nervios que se vuelven a unir.



Tipos de Nervación Acródroma

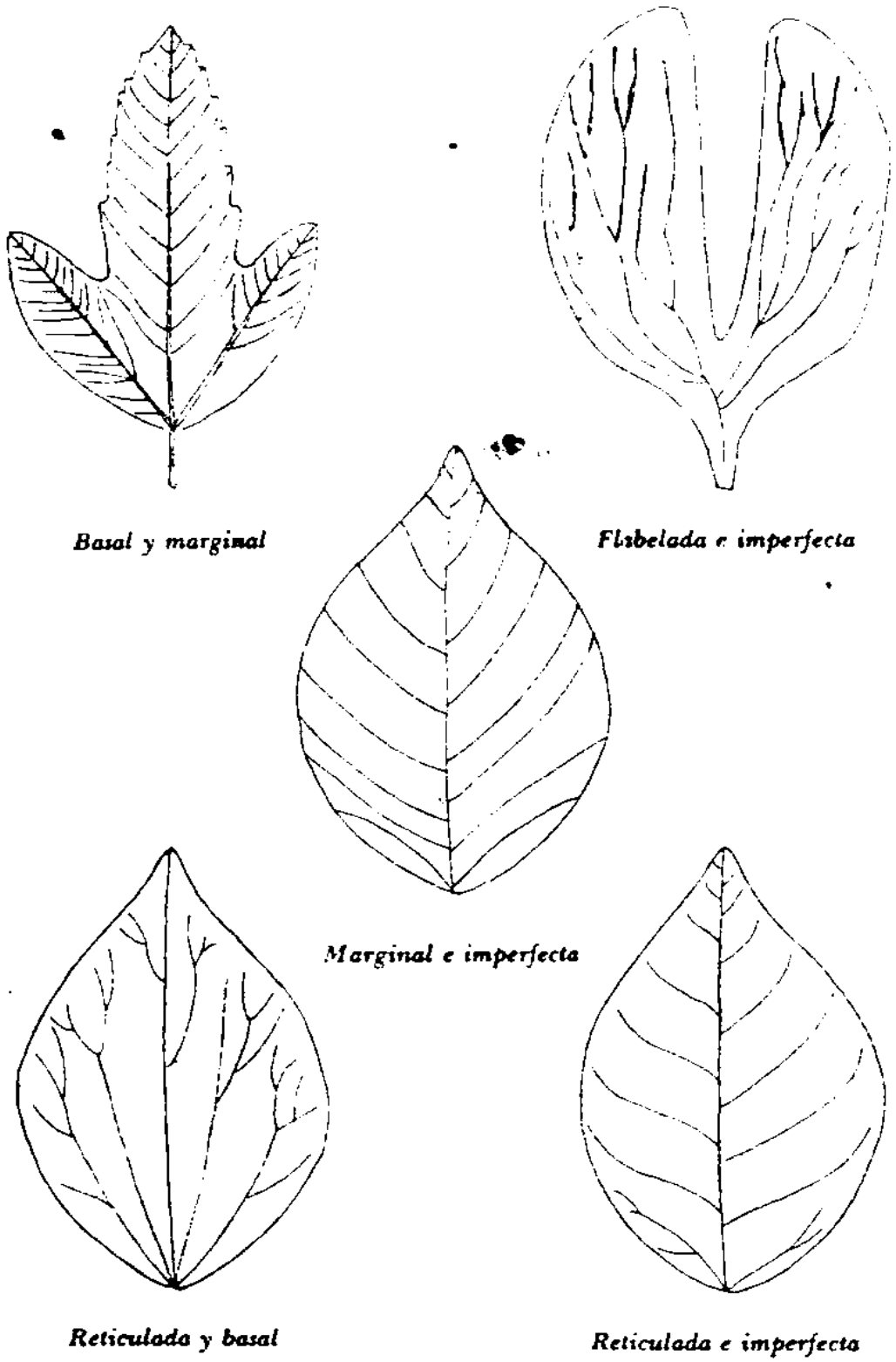
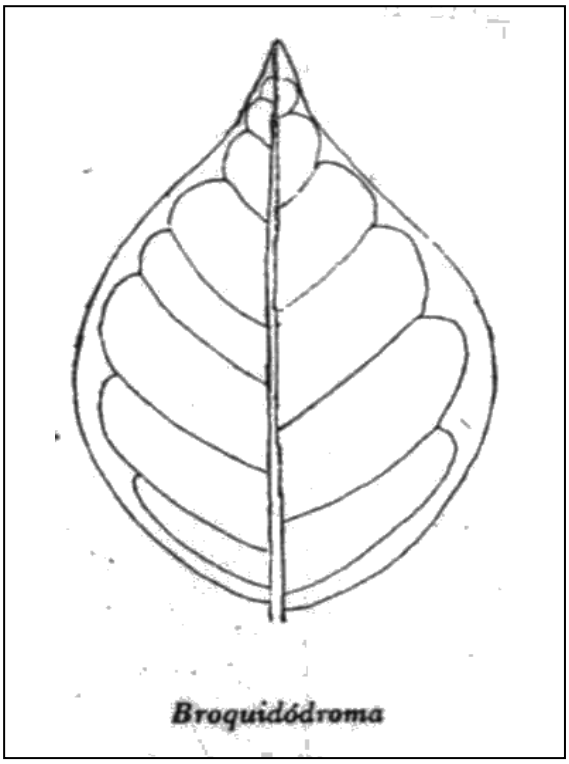
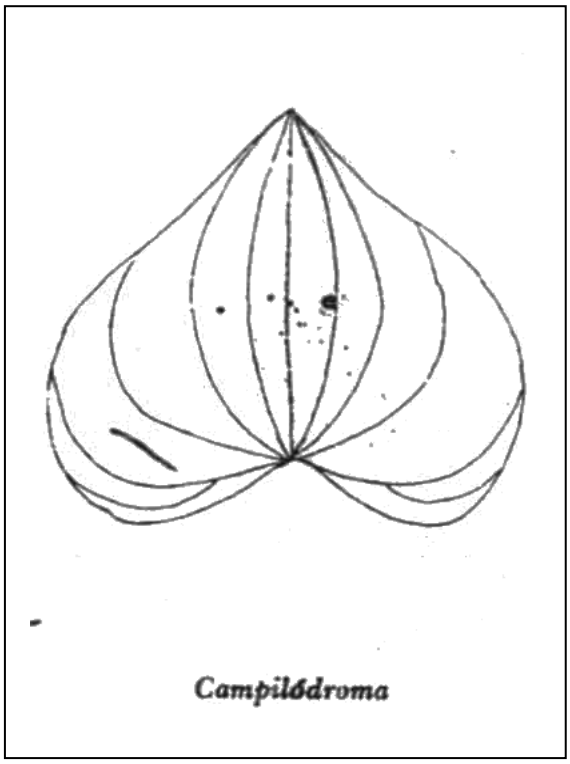


Fig. 11. Tipos de nervación actinódroma.





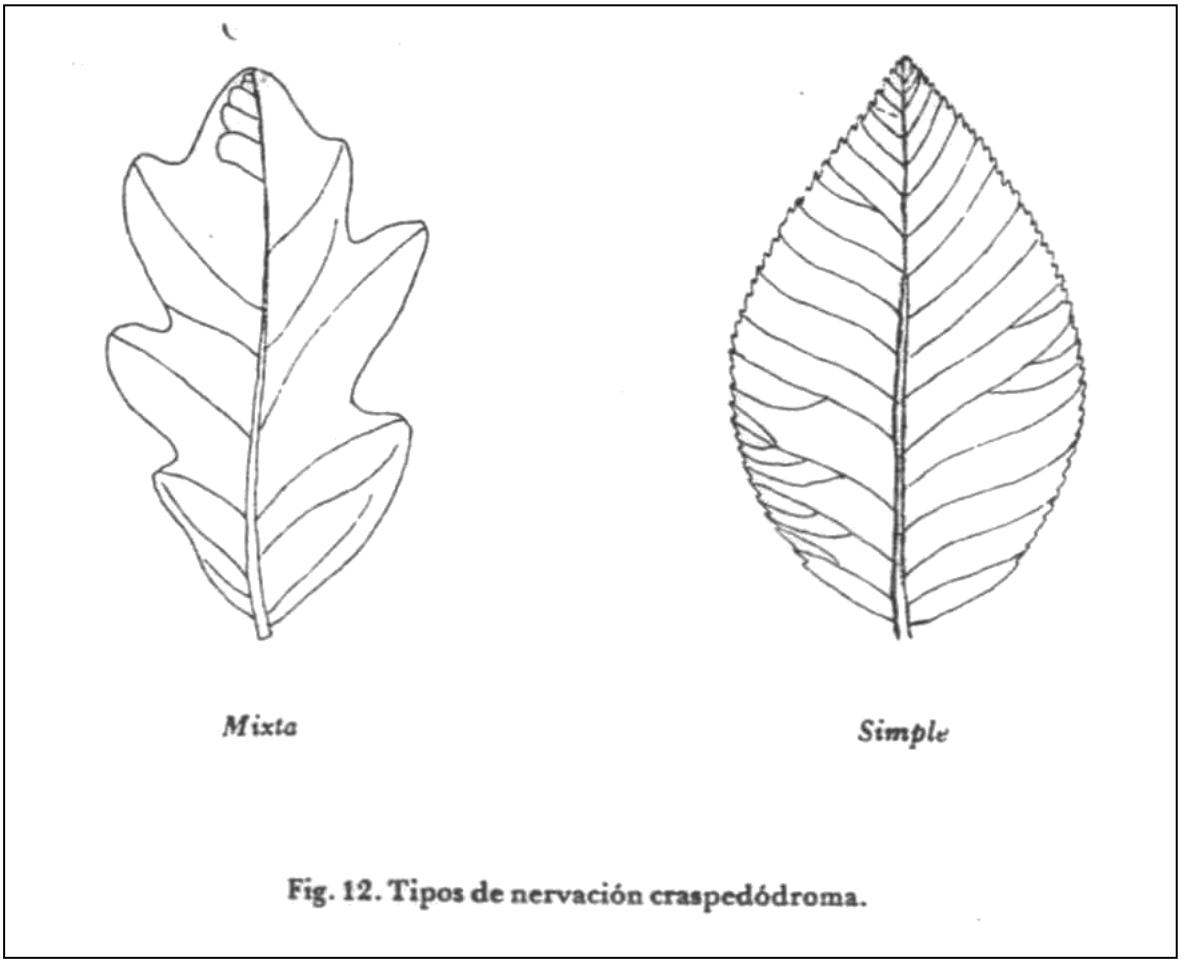
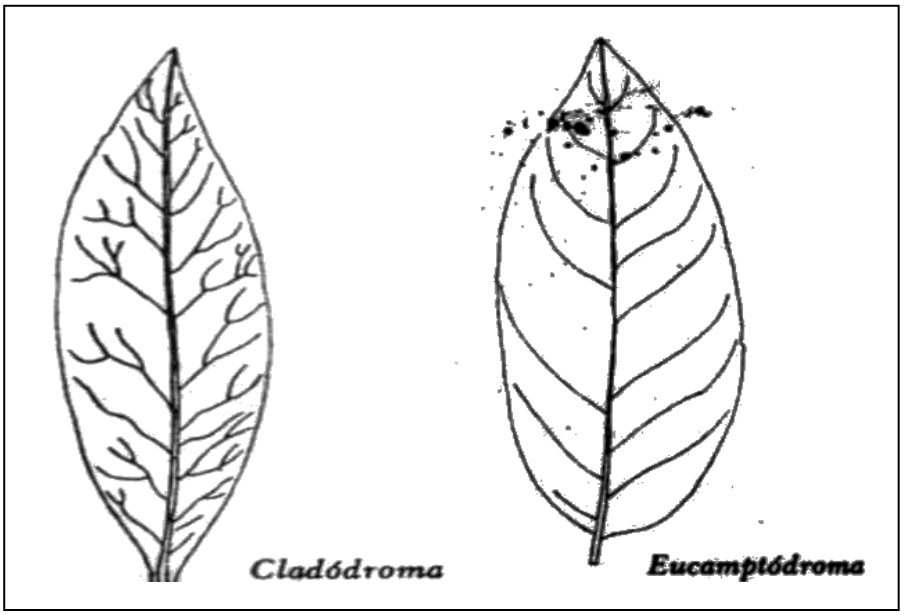


Fig. 12. Tipos de nervación craspedódroma.

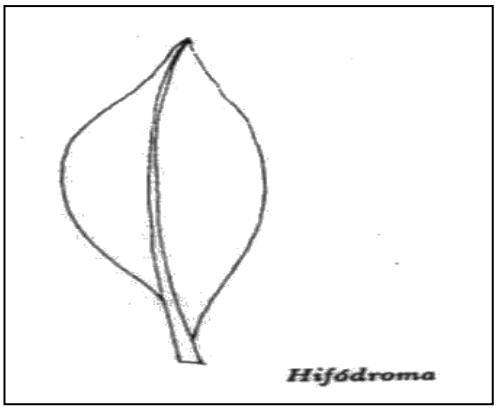
Cladódroma: Nervación camptódroma en la cual los nervios secundarios están ampliamente ramificados.

Enervio (a). Que no tiene nervación visible.



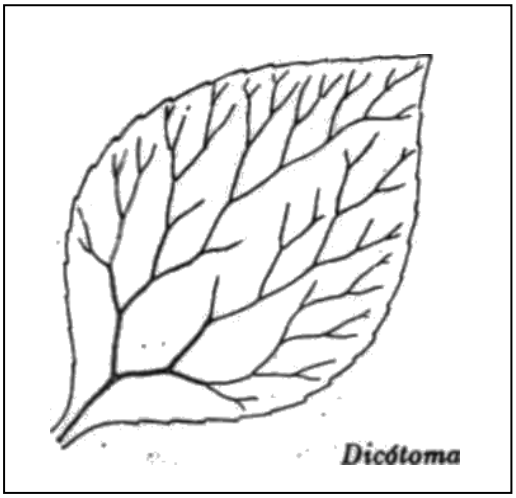
Eucamptodroma. Nervación camptódroma en la cual los nervios laterales disminuyen de tamaño cerca del margen, donde se interconectan por medio de nervios pequeños sin la formación de arcos conspicuos.

Craspedódroma. Nervación pinnada en la cual la cual los nervios secundarios llegan al margen. Puede ser de dos tipos:



Mixta, cuando solamente algunos de los nervios secundarios terminan en el margen y los otros son broquidódromos.

Simple, si todos los nervios secundarios y sus ramificaciones llegan al margen.



Hifódroma. Con un solo nervio primario; los demás nervios ausentes o no visibles.

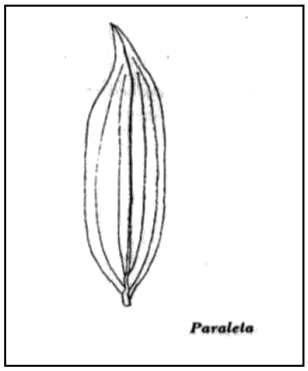
Dicótoma. Con los nervios ramificados en dos equivalentes y así sucesivamente.

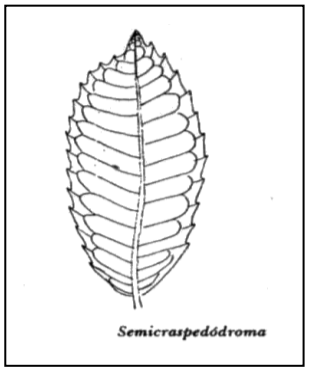
Nervado (a). Que tiene nervios.

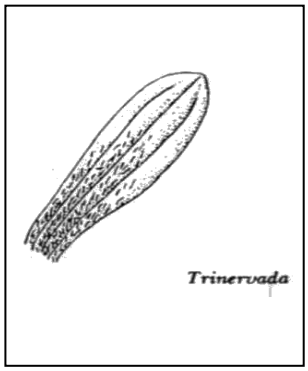
Palinactinódroma. Nervación actinódroma en la cual los nervios primarios tienen una o más ramificaciones importantes por arriba de la base.

Palmada. Con tres o más nervios primarios originándose en el mismo punto. Ver **actinódroma**.

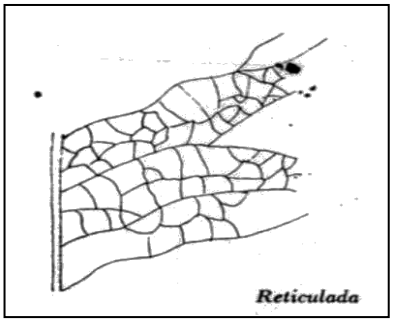
Paralela, paralelinervia o paralelodroma. Con dos o más nervios primarios originándose en la base de la hoja y continuando hasta el ápice en una forma paralela.







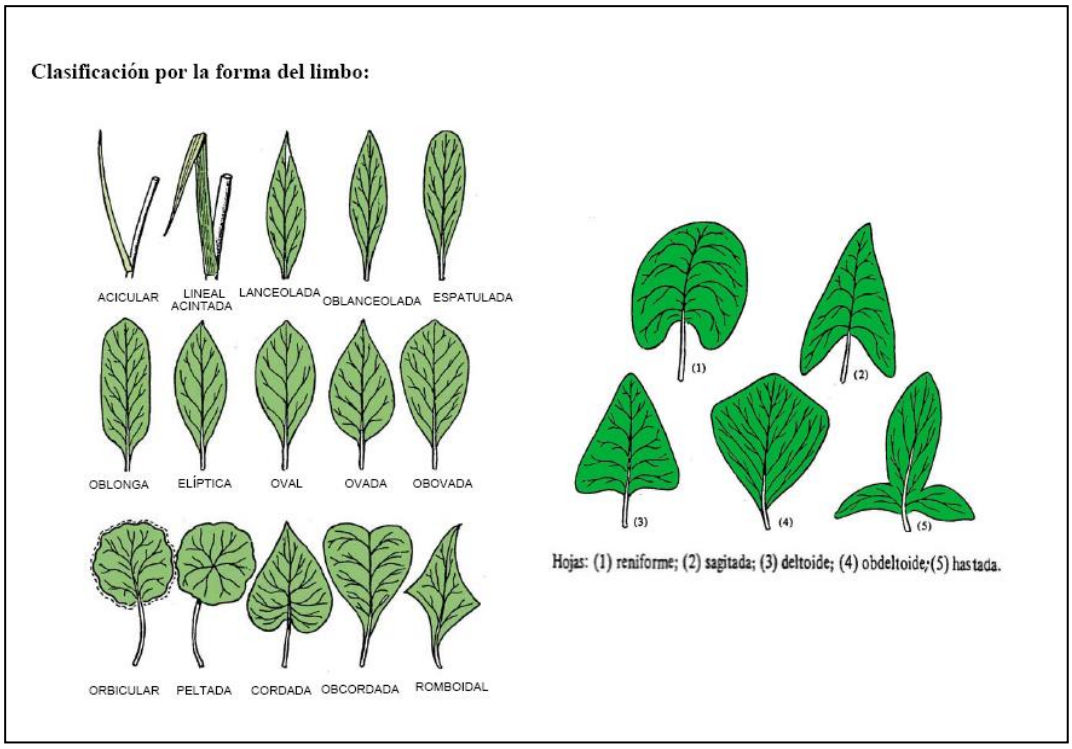
Pinnada, pinnatinervia o penninervado (a). Con los nervios secundarios laterales con origen en un solo nervio principal. Ver craspedódroma.

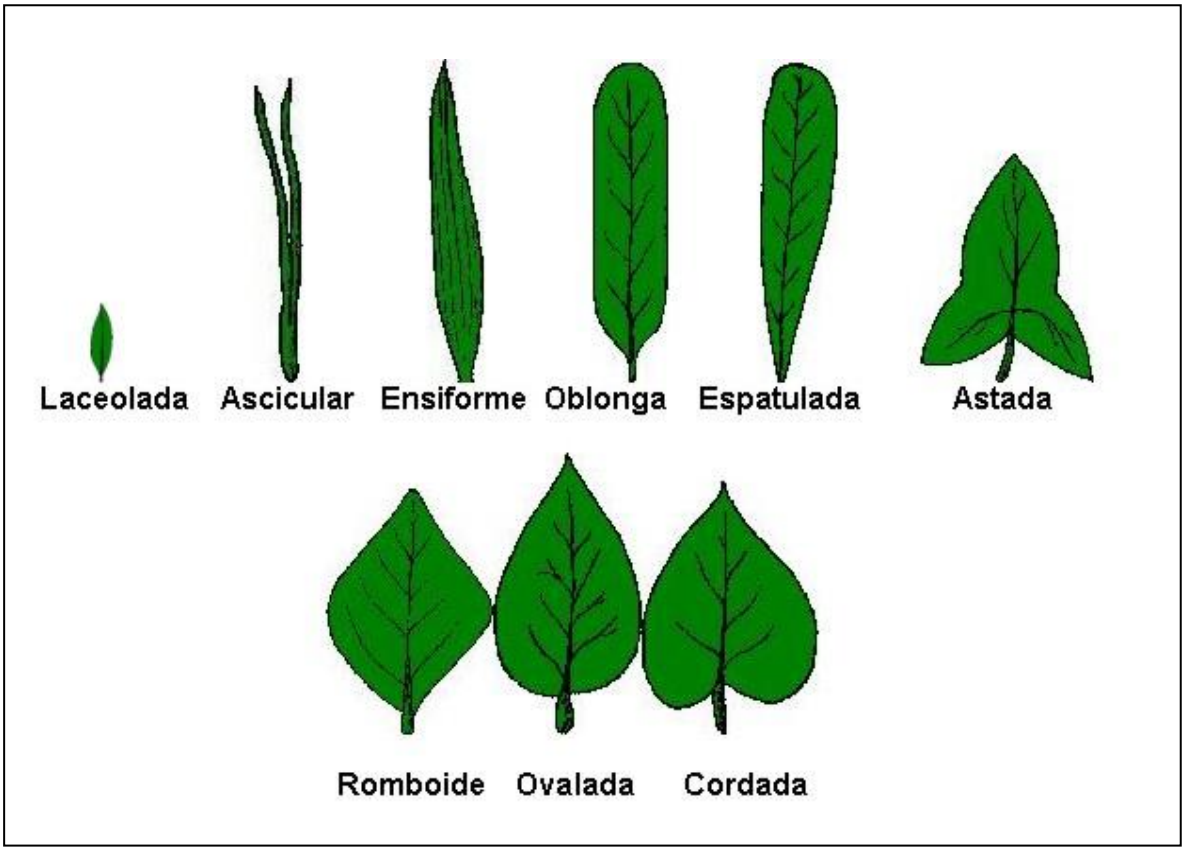


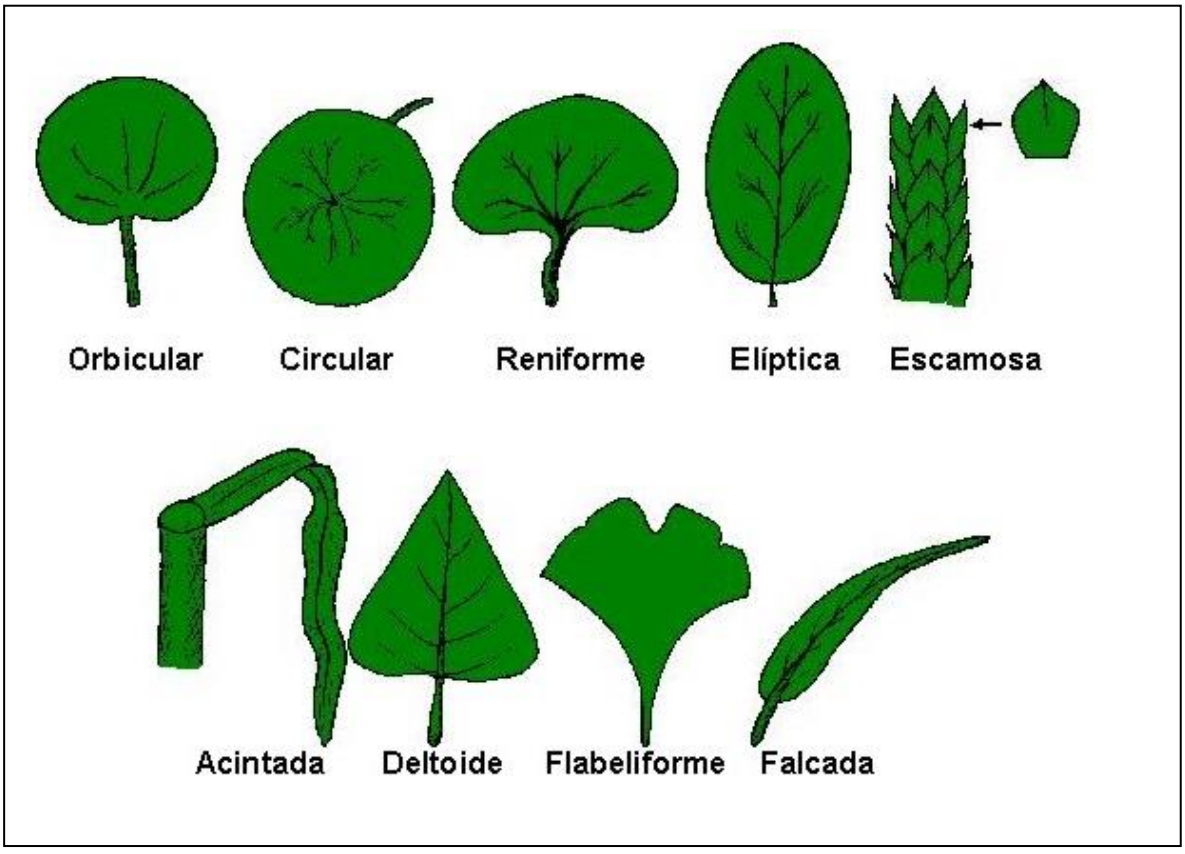
Reticulada. La nervación dividida en forma de retícula o red.

Semicraspedódroma. Nervación craspedódroma en la cual los nervios secundarios se ramifican cerca del margen; una ramificación termina en el margen y la otra se arquea hacia el siguiente nervio.

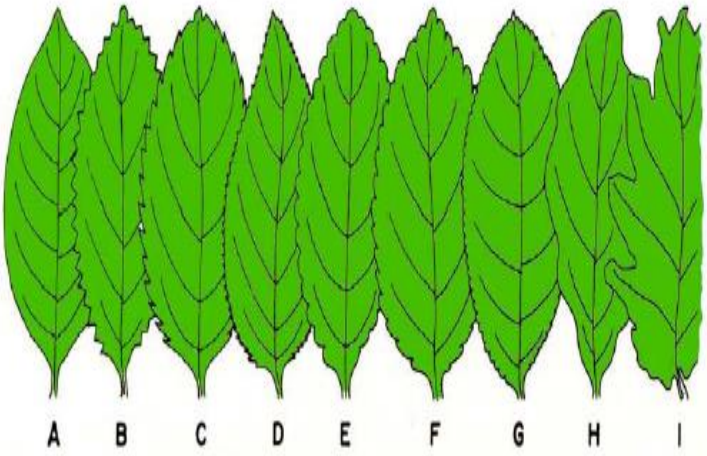
6.5.3. Clasificación por la forma del limbo:




Laceolada
Ascicular
Ensiforme
Oblonga
Espatulada
Astada
Romboide
Ovalada
Cordada


Orbicular
Circular
Reniforme
Elíptica
Escamosa
Acintada
Deltoide
Flabeliforme
Falcada

Clasificación por su borde:





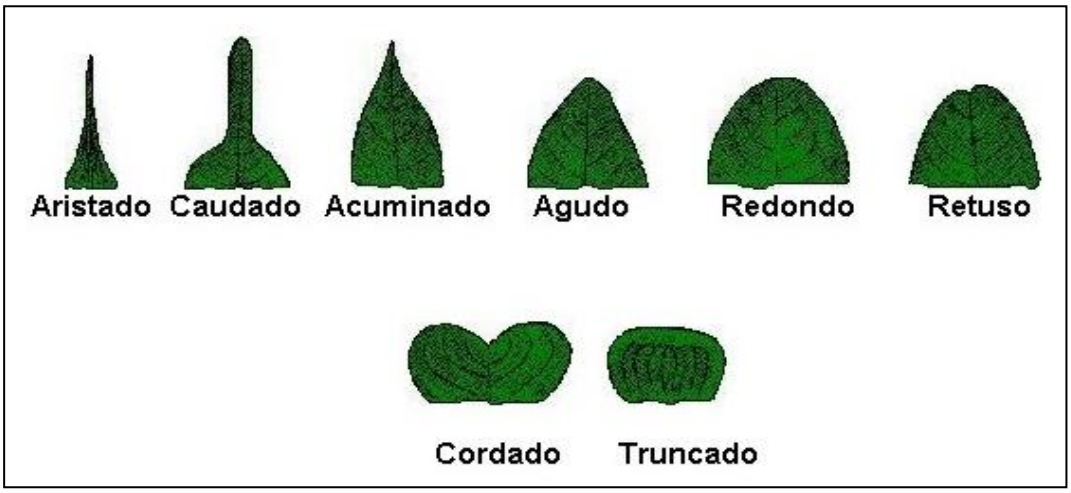


Diferentes tipos de bordes foliares:

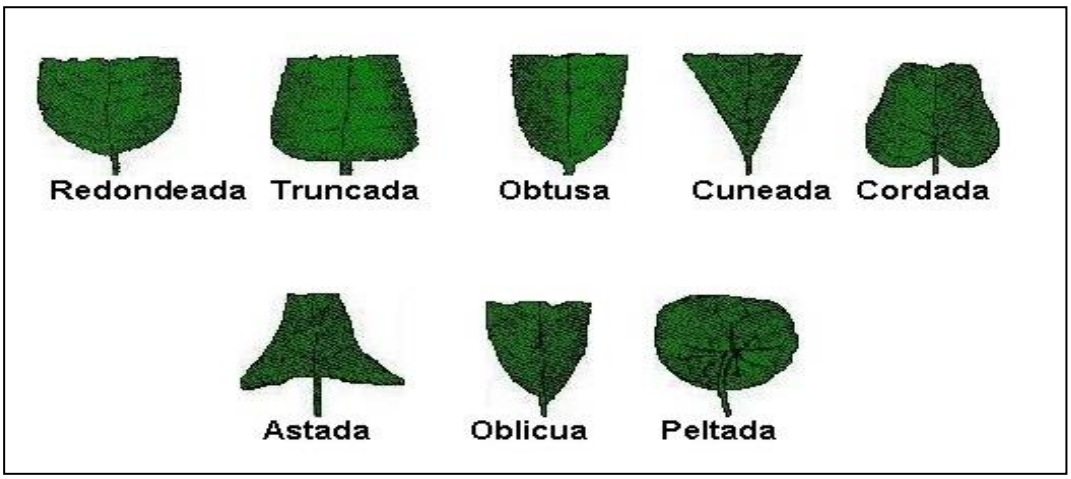
A, entero; B, dentado; C, aserrado; D, serrulado;
E, festoneado; F, crenado; G, más o menos crenulado;
H, ondulado; I, lobulado.



Por su ápice:

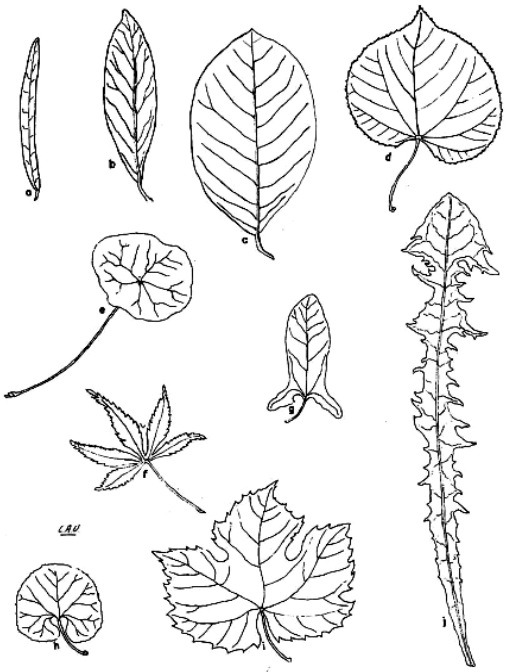


Por su base:



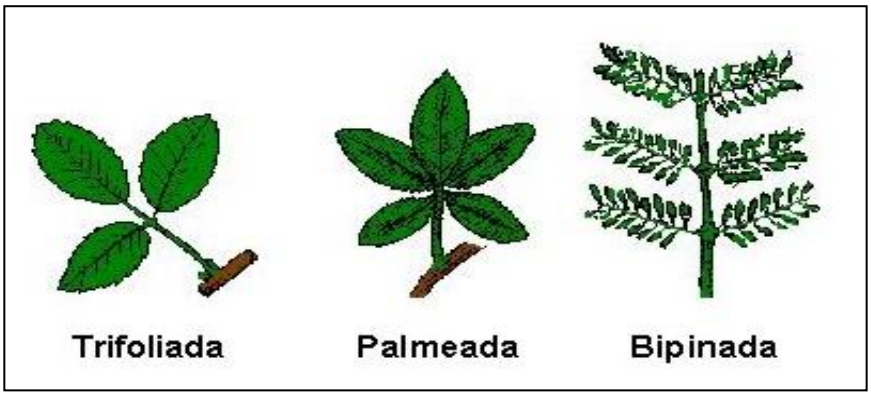
CLASIFICACIÓN POR EL GRADO DE DIVISIÓN DEL LIMBO:

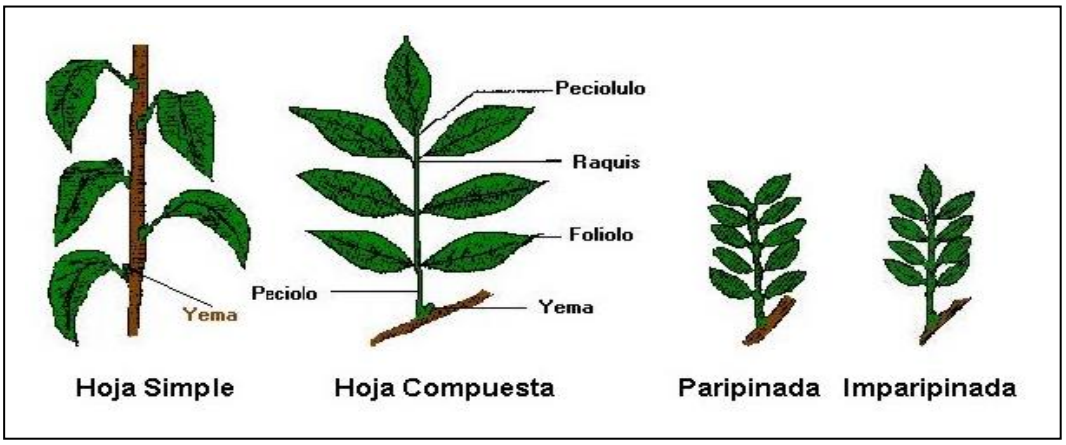
- **Simples:** consta de una lámina sin divisiones (un solo limbo).



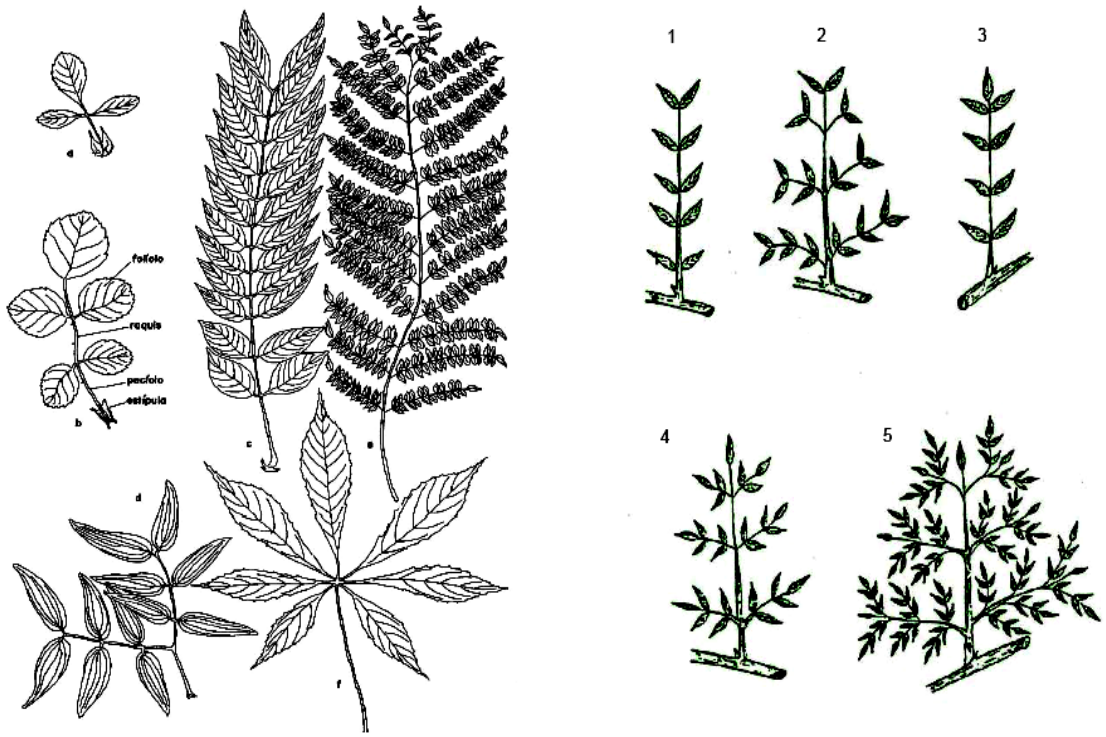
Distintas formas de hojas simples: a, linear; b, lanceolada; c, elíptica; d, cordada, e, orbicular (peltada); f, palmada; g, sagitada o asaetada; h, reniforme; i, lobulada o lobada (palmatilobada); j, runcinada.

6.5.4. Por el número de limbos:



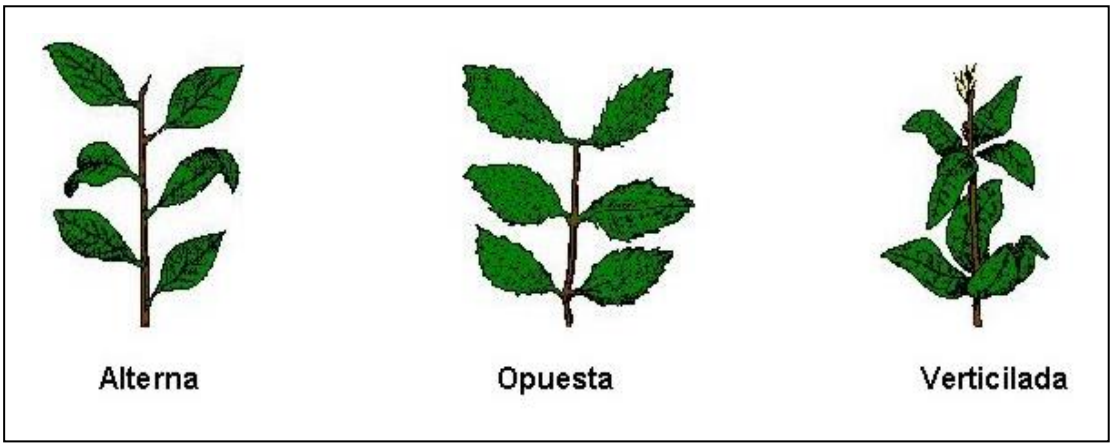


Ejemplos de hojas compuestas:



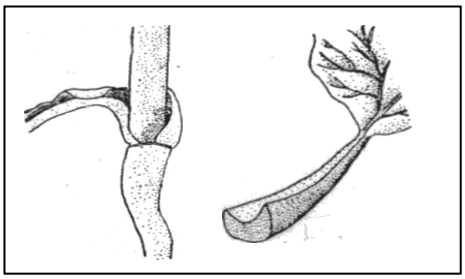
Distintos tipos de hojas compuestas:
a, trifoliadas; b, imparipinada; c, paripinada; d y e, bipinadas; f, palmaticompuesta.

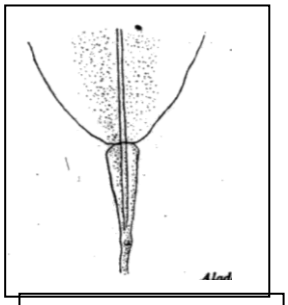
6.5.5. Por la disposición de las hojas en el tallo:



6.6. Tipos de peciolo

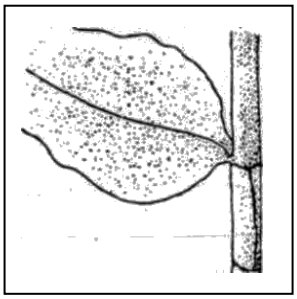
Abrazador. Que rodea parcialmente al tallo.

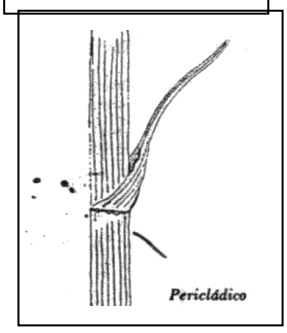




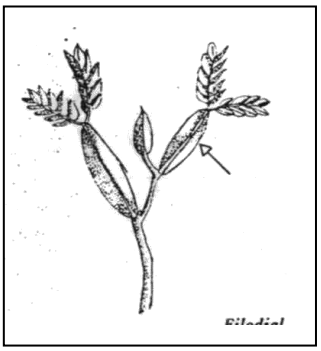
Acanalado, Con un surco pequeño longitudinal.

Envainador. Pecíolo que con su base rodea al tallo por completo en forma de tubo.





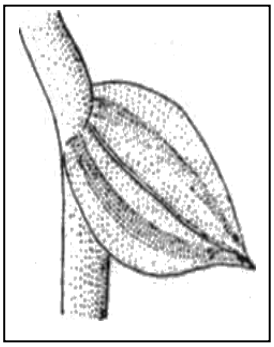
Alado. Con márgenes laminares.



Pericládico. Con una base más o menos dilatada que abraza el tallo (por ejemplo, en la familia Umbelliferae).

Pulvinular. Con la base ensanchada.

Sésil. Sin soporte por ejemplo. Ver epeciolada,



Por su disposición en el tallo:

Filotaxis: Patrón de la disposición de las hojas en el tallo

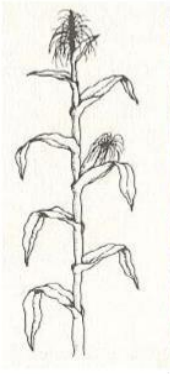
Alterna o esparcida: Una sola hoja en cada nudo

Opuesta: Dos hojas por nudo

- **Dística:** Las hojas se disponen en dos filas a ambos lados del tallo (opuestas o alternas)
- **Decusada:** Las hojas se disponen en cuatro filas (cuando hay hojas opuestas).













Clasificación por la presencia o ausencia de pecíolo, por modificaciones de su base y características generales:

Por la presencia o ausencia de pecíolo:



- **Pecioladas**: Hojas provistas de pecíolo.



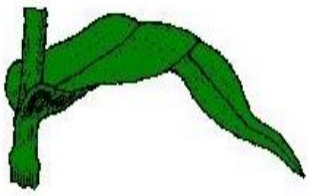
- **Sentadas o sésiles**: Carecen de pecíolo.



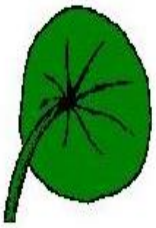
Peciolada



Sésil



Envainadora

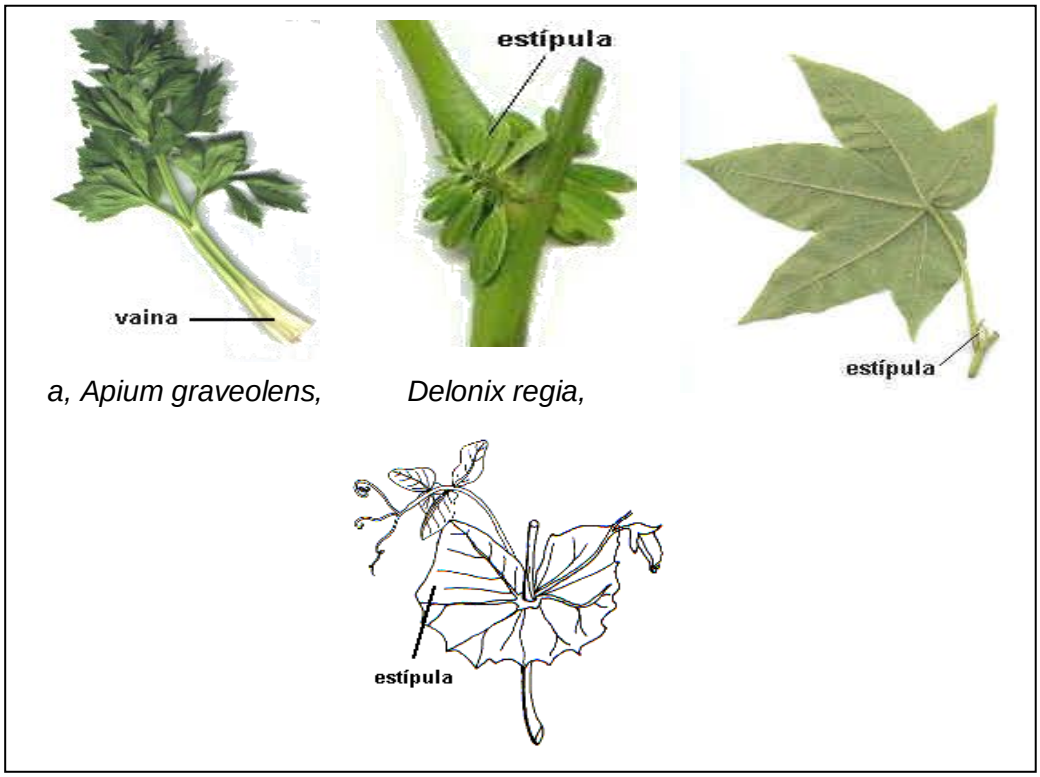


Peltada

6.7. Base foliar y estípulas:



El desarrollode la base foliar es muy variable. Puede ser muy marcado como en las especies de la familia *Umbelliferae* constituyendo una **vaina.** Las bases foliares amplias, envainadoras, son típicas de nudos multilacunares. La base foliare puede estar reducida o faltar, insertándose el pecíolo sobre el tallo. Las **estípulas** son dos apéndices asociados a la base foliar, a uno y otro lado del peciolo, presentes a menudo en hojas con nudos trilacunares. Pueden ser libres, de posición lateral, simples (*Gossypium hirsutum,* algodón . ,o compuestas (pinnadas en *Delonix regia*, chivato y *Peltophorum dubium,* ivira-pita), pequeñas o con dimensiones comparables a las del limbo como sucede en la arveja, *Pisum sativum*. En *Lathyrus aphaca* cada hoja comprende 2 grandes estípulas y el limbo foliar está representado sólo por un zarcillo. En otras especies, las estípulas están ausentes. En *Ficus religiosa* (gomero), y otras especies de *Ficus* , las estípulas (e) se sueldan entre sí formando un capuchón que protege el meristema apical.



a, Apium graveolens, *Delonix regia,*

Adnatas al pecíolo, como sucede en *Rosa*.

coherentes entre sí, las de la misma hoja, con las siguientes variantes:

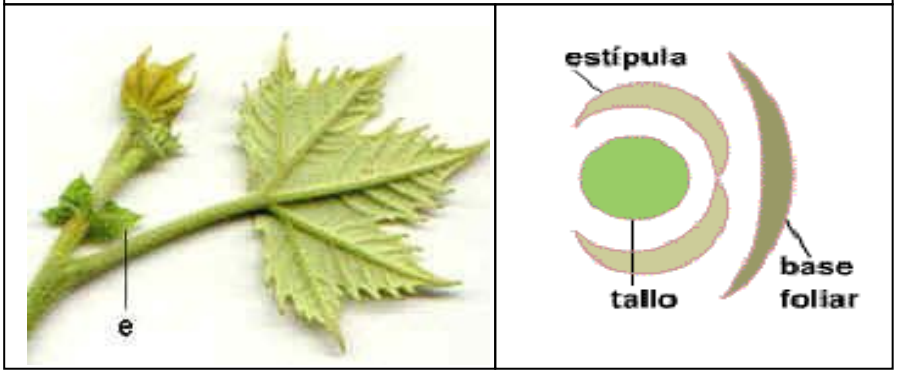
a) axilares o intrapeciolares, entre la hoja y el tallo;

b) opositifolias, soldadas abrazando el tallo;

a. Estípulas (e) adnatas al pecíolo, Rosa sp

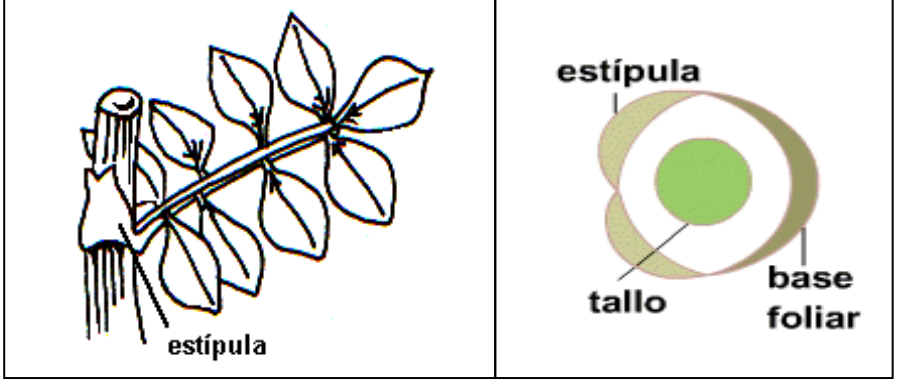


b. Estípulas (e) coherentes entre sí, *Platanus sp.*



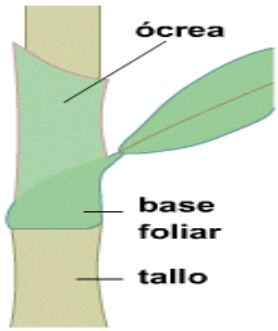
c) ócrea, formando un tubo que encierra el tallo;

c. Estípulas concrescentes y opositifolias en *Coronilla minima*



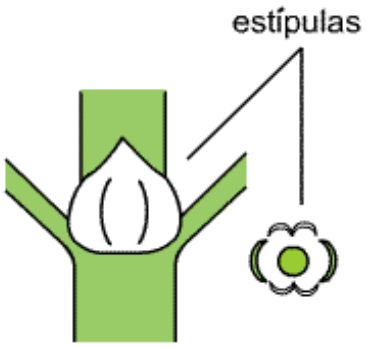
d. Ócrea en *Polygonum*



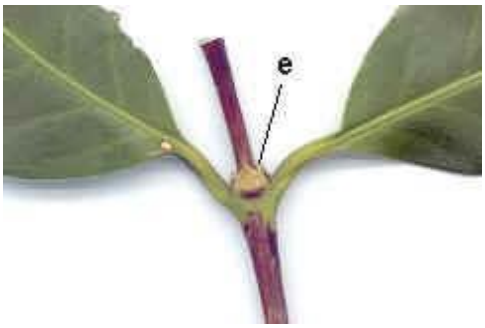


Interpeciolares: cuando se sueldan las estípulas de distintas hojas insertas en el mismo nudo, como ocurre en muchas especies de la familia *Rubiaceae*.

e. Esquema de estípulas interpeciolares en Rubiaceae



f. Estípulas interpeciolares en *Coffea arabica*, café

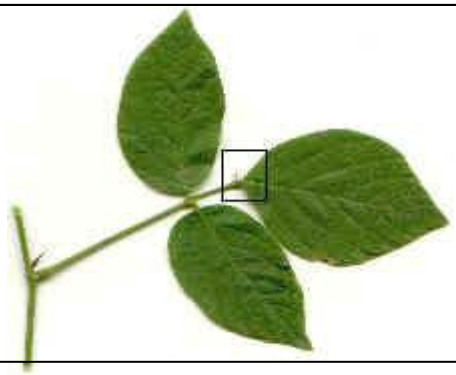


Su duración es variable: pueden ser **caducas**, caer mucho tiempo antes que el resto de la hoja (*Delonix*) o ser **persistentes**, cuando permanecen aún despues de la caída de la hoja.

Las **estipelas** son análogas a las estípulas y se encuentran en la base de los folíolos en hojas compuestas, como sucede en *Desmodium affine* (pega-pega).

Fig.2.24, Estipelas en las hojas compuestas de *Desmodium affine*





VII. LA FLOR:

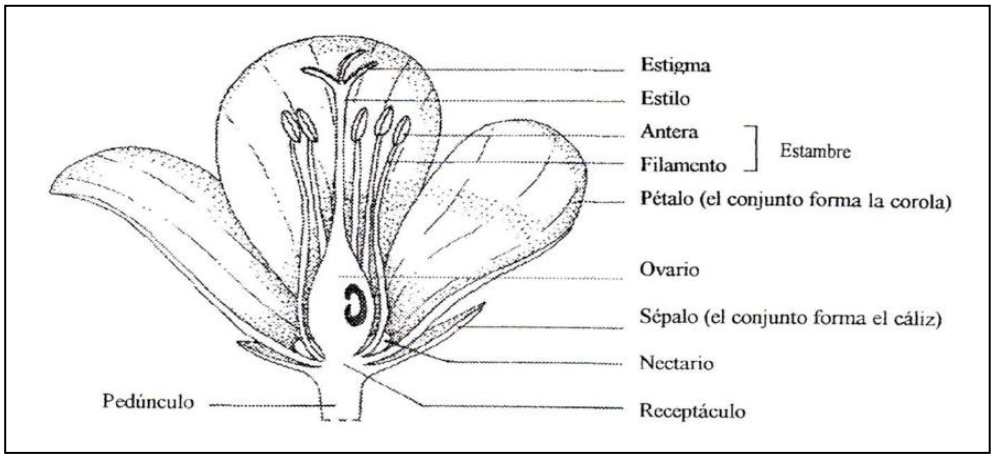
Esta estructura adquiere diferenciación marcada y plena vigencia, en las plantas llamadas **Antofitas**. El objeto de su estudio detenido es debido a que en élla se localiza la función reproductiva y sus caracteres relativamente fijos y constantes revisten importancia diagnóstica en la sistemática de las plantas superiores.

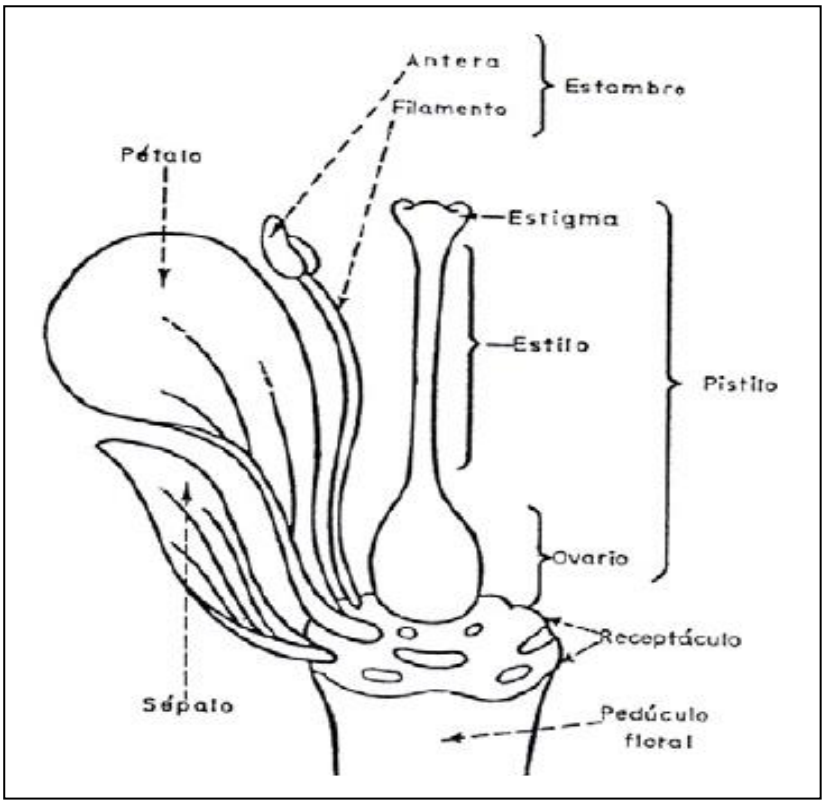
En este tema nos vamos a referir siempre a la flor de las Angiospermas por dos razonesfundamentales: la primera de ellas porque es en este gran grupo de plantas donde ésta compleja estructura alcanza su máximo desarrollo y variabilidad y la segunda porque de los dos grupos de Espermatofitas: **Gimnospermas y Angiospermas**, son éstas últimas las más numerosas, difundidas, familiares e interesantes en nuestras regiones tropicales, siendo en cambio, las Gimnospermas, limitadas en su mayoría a las zonas templadas.

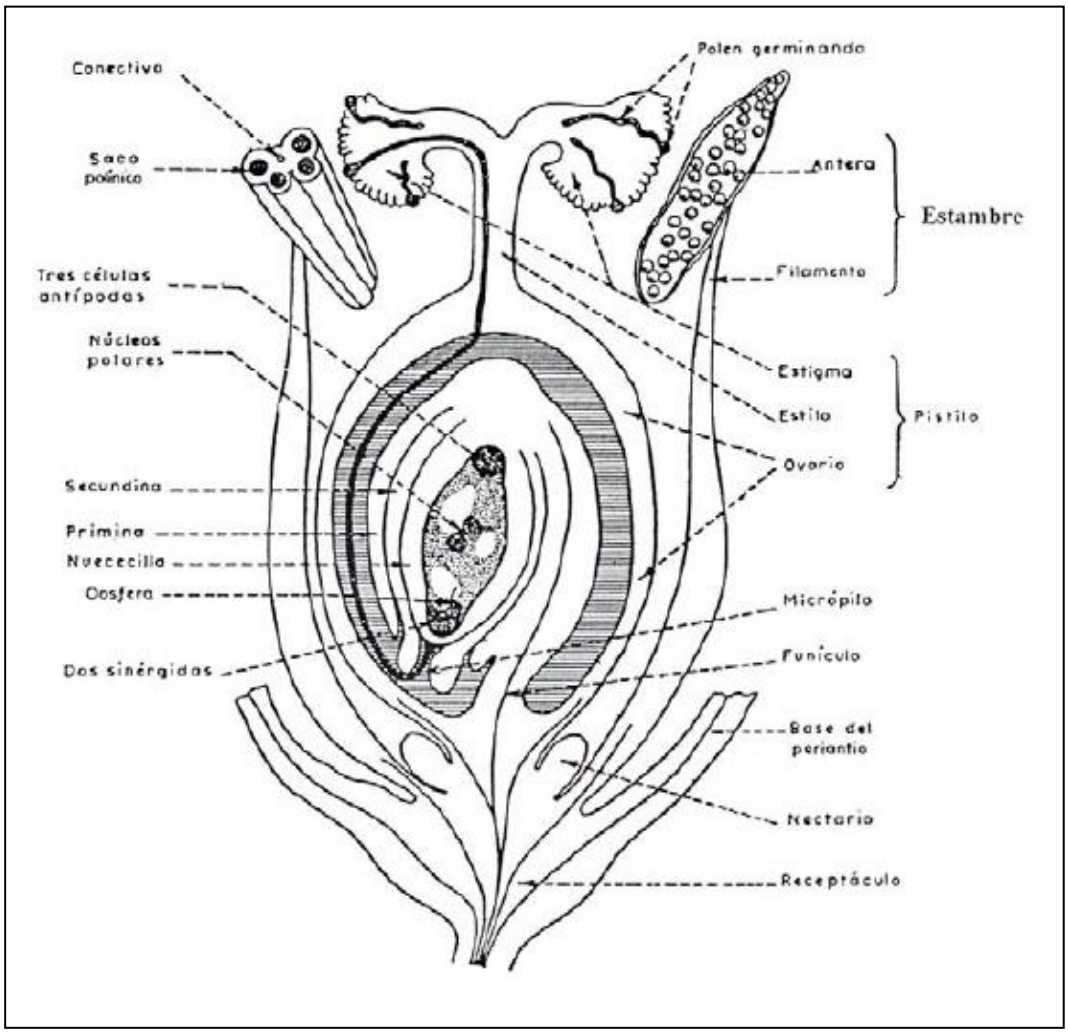
Concepto:

La flor de las Angiospermas es esencialmente una rama foliosa con entrenudos cortísimos, desprovista de yemas axilares y con crecimiento limitado. Lo más característico de esta rama es que sus hojas han experimentado transformaciones y diferenciaciones sucesivas, lo cual exige asignarles nombres apropiados para facilitar su identificación. Así tenemos que en una flor completa distinguiríamos: pedúnculo, es el eje que lleva a la flor, este eje se ensancha en el ápice constituyendo el receptáculo (**tálamo, hipanto, torus**, según denominación de diferentes autores). Sobre el receptáculo se insertan los apéndices florales, que por venir dispuestos generalmente en conjuntos sucesivos de mas de 2 elementos situados a la misma altura, esto es, sobre un mismo nudo, reciben el nombre de verticilos florales y que de afuera-adentro y de abajo-arriba, se denominan: cáliz, constituido por sépalos; corola, por pétalos; androceo, por estambres y gineceo, por carpelos. Los 2 primeros verticilos, sea que estén presentes ambos o sólo uno de ellos, constituyen el perianto o partes accesorias o apéndices estériles de la flor, y los 2 últimos son los llamados órganos esenciales o sexuales o apéndices fértiles.

SECCIONES ESQUEMATICAS DE UNA FLOR MOSTRANDO SUS COMPONENTES




Antera
Filamento
Estambre
Pétalo
Estigma
Estilo
Pistilo
Ovario
Receptáculo
Sépalo
Pedúculo floral


Conectivo
Polen germinando
Saco polínico
Antera
Estambre
Filamento
Tres células antípodas
Núcleos polares
Estigma
Estilo
Pistilo
Ovario
Secundina
Primina
Nucecilla
Oosfera
Micrópilo
Dos sinérgidas
Funículo
Base del perianto
Nectario
Receptáculo

La presencia o ausencia y el número de elementos de cada verticilo periántico tiene valor taxonómico, y se les utiliza en ese sentido para separar grandes grupos vegetales. Así: Las Monocotiledóneas poseen siempre verticilos trímeros, es decir, de 3 elementos; mientras que las Dicotiledóneas los tienen tetra y mas generalmente pentámeros. Dentro de las Dicotiledóneas se toma en cuenta para el perianto, además de la presencia o ausencia y el número de sus elementos, la separación o la concrescencia entre ellos, distinguiéndose por esas características los grupos:

1ro. **Aclamídeas** = plantas con flores desnudas, es decir, sin perianto.

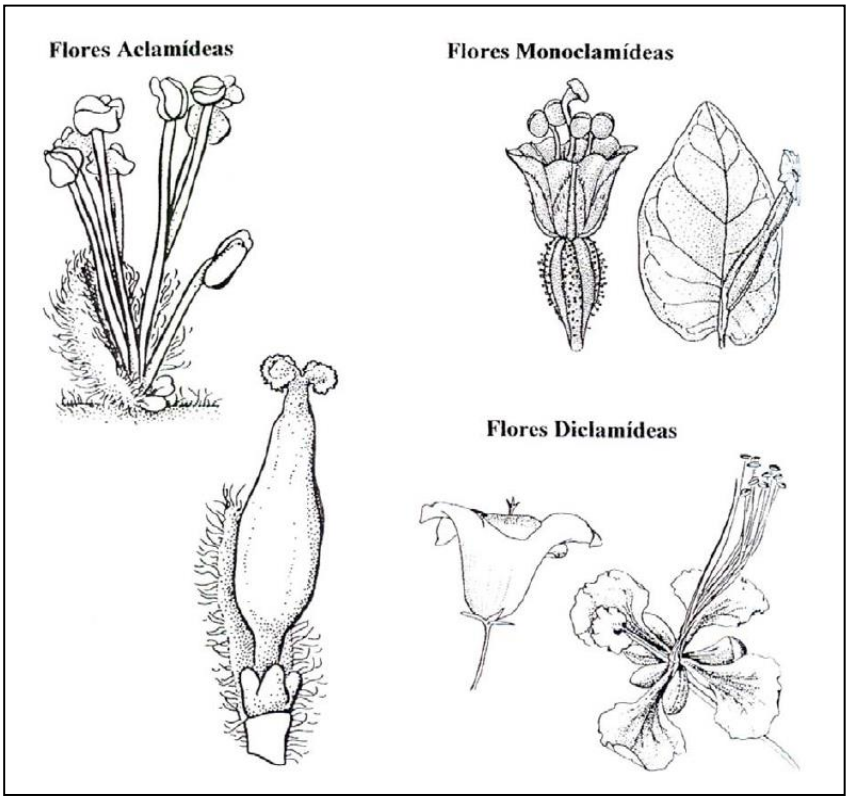
2do. **Monoclamídeas** = plantas con perianto simple (cáliz).

3ro. **Diclamideas**: Homoclamideas, aplicase a la flor que tiene los verticilios periánticos de forma, magnitud, consistencia, etc. semejantes.

4to. **Heteroclamideas Dialipétaleas** = plantas con perianto doble, pero con los pétalos libres entre sí, al menos en su base.

5to. **Simpétalas** = plantas con perianto doble, pero con los pétalos unidos entre sí, al menos en su base.

Los tres primeros grupos antes mencionados se reunen en la clase Arquiclamídeas, como opuesto al cuarto grupo las Metaclamídeas o Simpétalas o Gamopétalas, donde se incluyen las plantas con flores de perianto doble pero con los pétalos unidos al menos en su base.

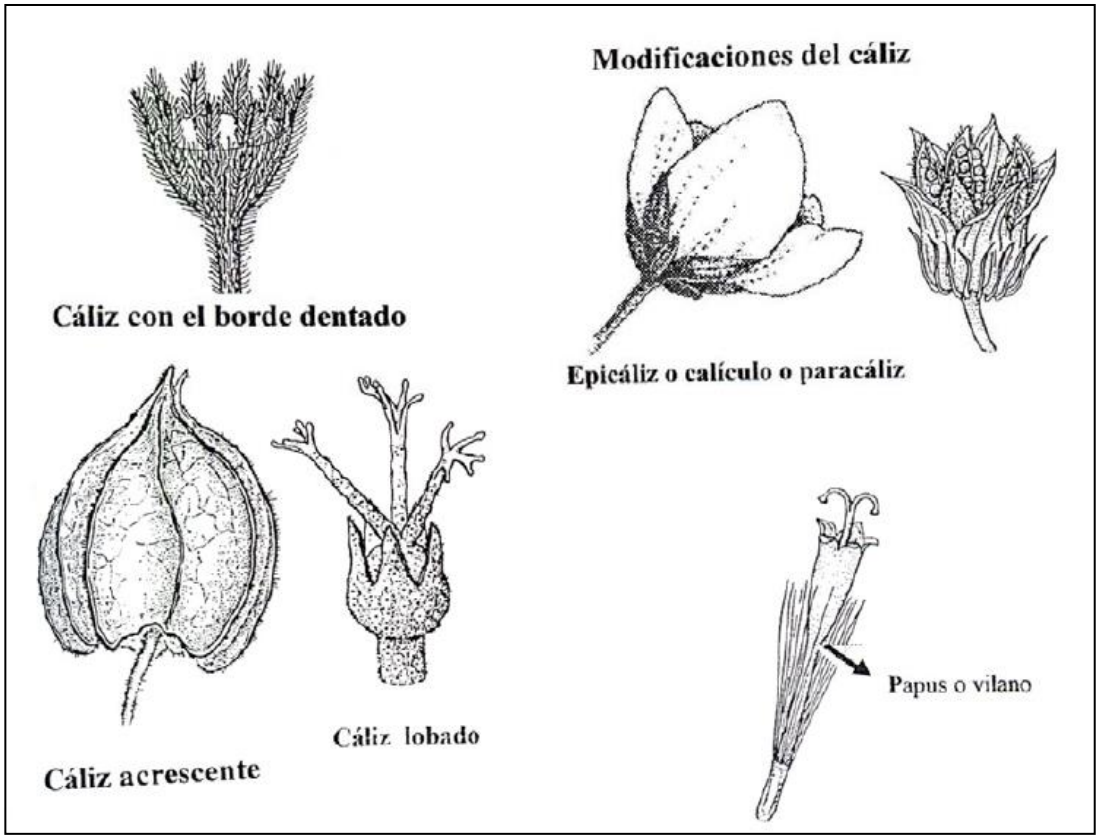


La complejidad de los verticilos y sus componentes es relativamente grande por lo cual conviene estudiarlos por separado.

7.1. Cáliz:

Sus componentes, los sépalos, son casi siempre verdes y de consistencia herbácea, pero no es raro encontrarlos parecidos a pétalos en cuyo casi se consideran petaloides tanto por sus colores vivos como por su textura suave. En otras ocasiones en cambio, son muy reducidos hasta el caso de las Compuestas, donde los encontramos transformados en una corona membranácea o bien en escamas, setas, las cuales forman el llamado papus o vilano.

La duración del cáliz es también muy variada: caduco cuando cae solo, antes de abrirse la flor: deciduo cuando cae junto con la corola, después de la fecundación del ovario; persistente, cuando subsiste en el fruto, acrescente si recrece post fecundación y marcescente si subsiste a ella pero marchito. Algunas veces, sobre todo en inflorescencias, se torna carnoso y constituye la parte comestible del fruto.



7.2. Corola:

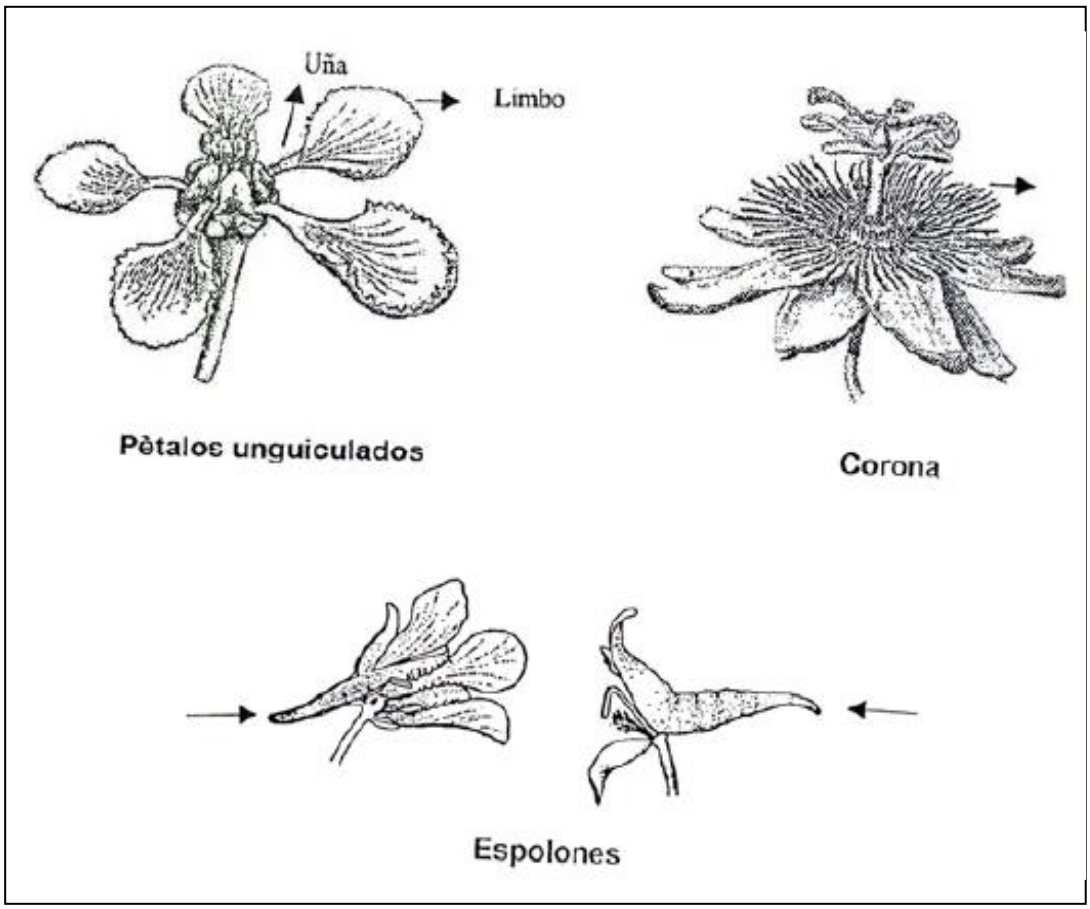
Los pétalos, sus constituyentes, son casi siempre de colores llamativos y solo raramente sepaloides (Juncus). A veces son rudimentarios (lodículas de las Gramíneas).

En los pétalos libres (dialipétalas), se distinguen, las partes siguientes: uña, el extremo basal que se inserta al tálamo a veces notablemente alargada (pétalos unguiculados de las Malpigiáceas) y limbo o lámina, la parte ensanchada. En las corolas simpétalas o gamopétalas, se distinguen: tubo, la zona común por efecto

de la concrescencia, garganta zona límite entre la parte soldada y la libre y limbo la zona libre constituida por lo lóbulos.

Puede ocurrir en algunos casos la presencia de un apéndice bifurcado, entre la uña y el limbo, conocido con el nombre de lígula; el conjunto de lígulas corolinas formaría la corona (Passifloraceas, Amaryllidaceas).

El limbo o lámina, de acuerdo al margen, puede ser: entero, dentado, bífido, laciniado, etc. y también: plano, cóncavo, cuculado, tubuloso, espolonado, etc. La duración de la corola, es bastante limitada, generalmente se marchita y cae después de la fecundación, por ello, en las flores estériles o no fecundas, casi siempre duran mayor tiempo.



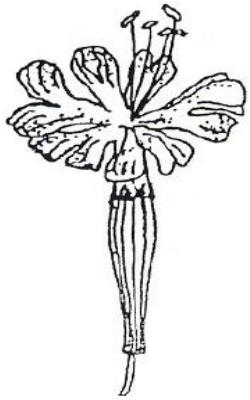
7.2.1. Concrescencia:

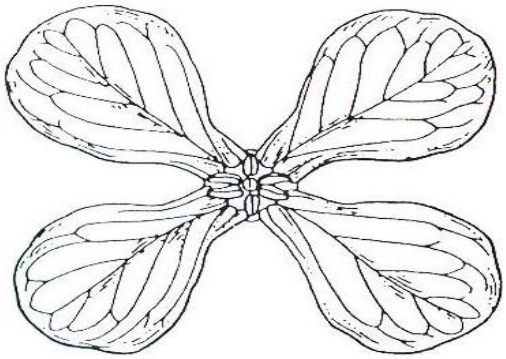
Atendiendo a la concrescencia de los elementos periánticos, ya se esbozó al comienzo una nomenclatura que es aplicable como lo será la de ahora, a los verticilos, pero que se refiere en su mayoría a la corola, porque es donde se presenta mayor variabilidad.

Es la siguiente:

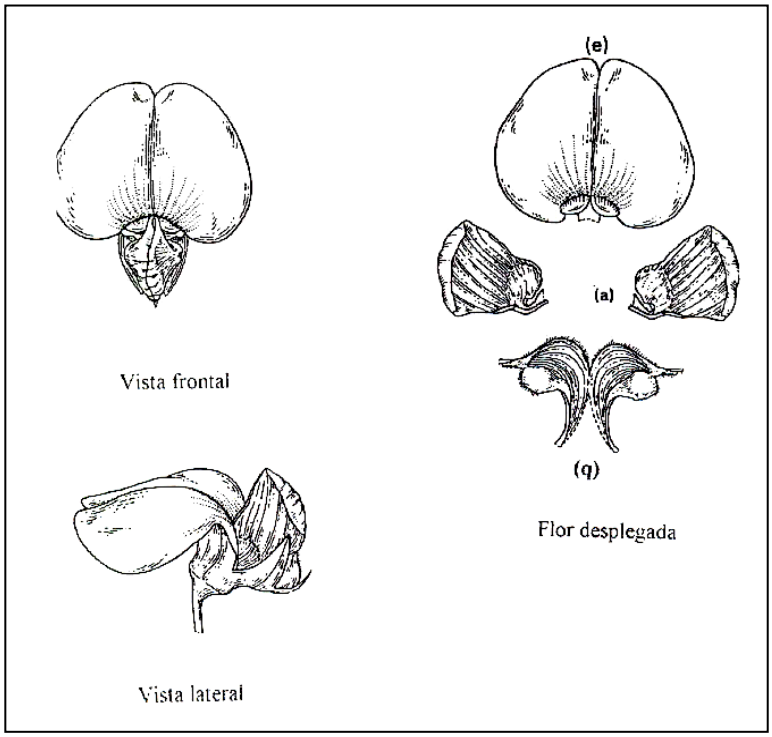
dialipétala = pétalos separados al menos en la base; simpétala = pétalos unidos al menos en la base.

Entre las dialipétalas tenemos:

Rosácea, pentámera, cuyos pétalos tienen con una uña corta y lámina bien desarrollada	**Cariofilácea**, pentámera, pétalos largamente un guiculados
	

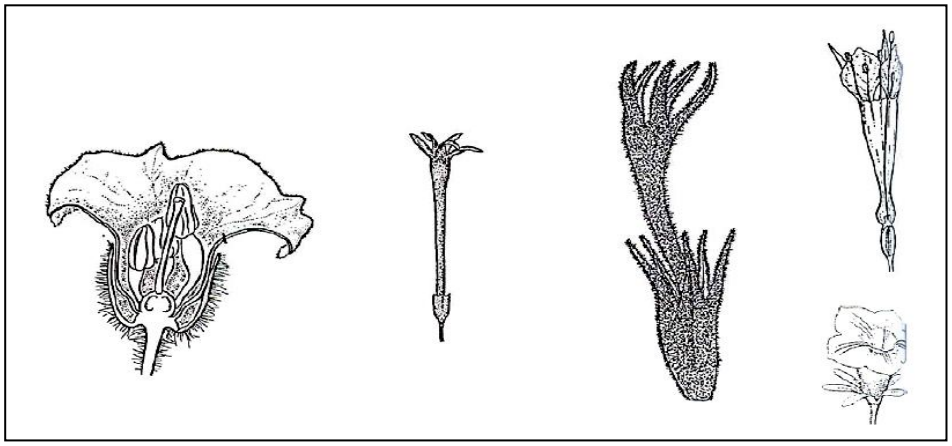
Cruciforme, con 4 pétalos opuestos 2 a 2.


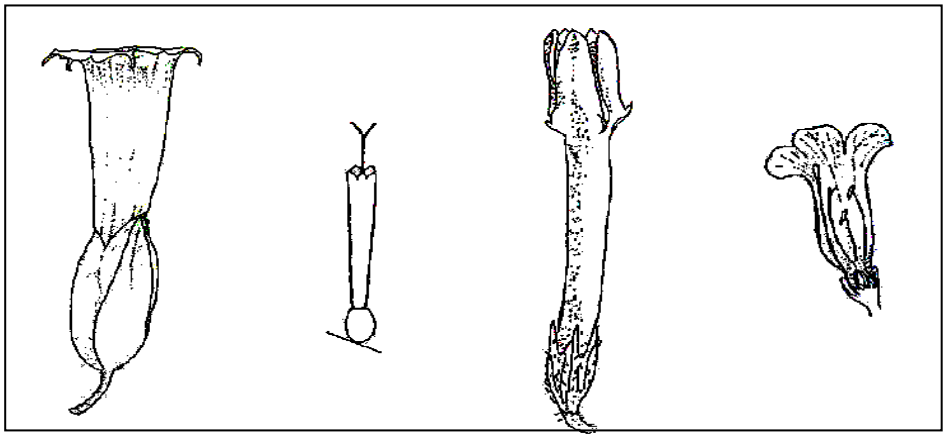
Papilionácea, de 5 pétalos, de los cuales el superior llamado estandarte (e) o vexilo, es distinto a los otros, le siguen dos laterales simétricos, las alas (a), los dos inferiores generalmente unidos en el ápice, formando la quilla (c)



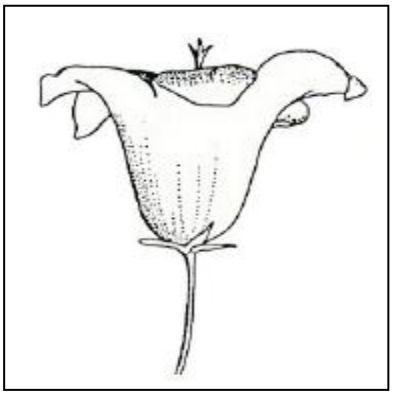
Entre las simpétalas tenemos:

Tubulosa, de forma cilíndrica o casi cilíndrica, el tubo largo el limbo corto o casi nulo.





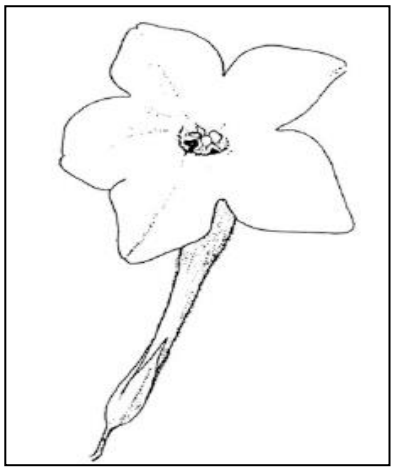
Campanulada, de forma semejante a una campana.



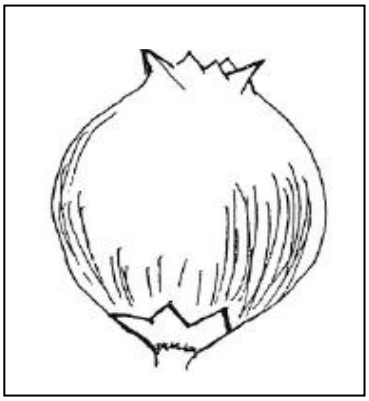
Infundibuliforme, en forma de embudo, gradualmente abriendose desde la base al pice.



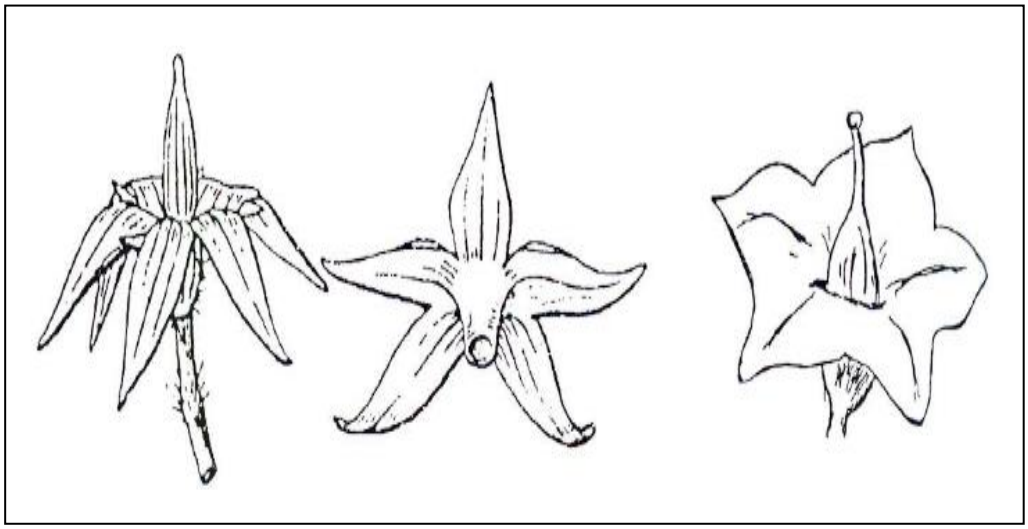
Hipocraterimorfa, de tubo largo y delgado, rematado en el limbo patente.



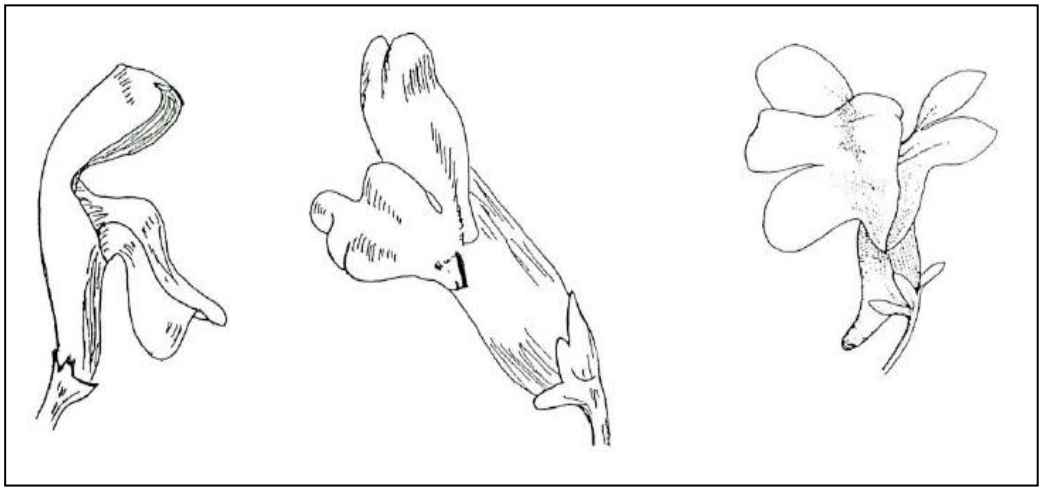
Urceolada, en forma de olla, de tubo relativamente grande y ventrudo, con el limbo poco desarrollado.



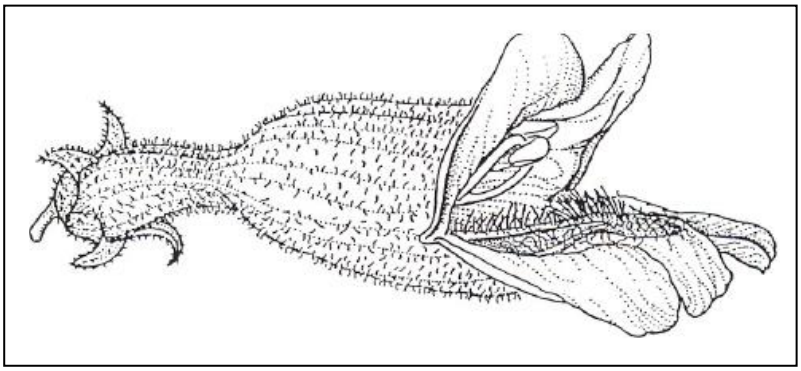
Rotácea, en forma de rueda



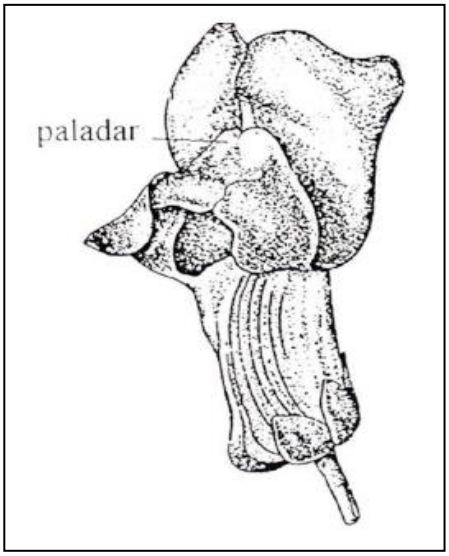
Labiada, con 5 pétalos soldados en grupos de 2 y de 3 formando un complejo ilabiado.



Sacciforme, en forma de saco o bolsa.

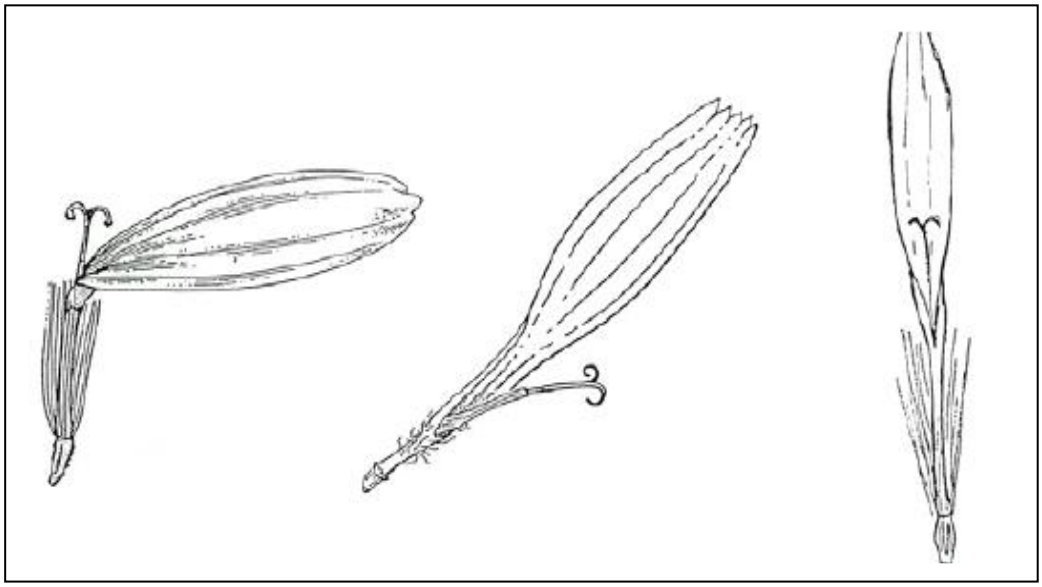


Personada, corola bilabiada, en donde el labio superior tiene una proyección prominente (el paladar) que cierra la garganta.



Ligulada, pentámera con limbo desarrollado de 3 pétalos y los otros 2 rudimentarios.

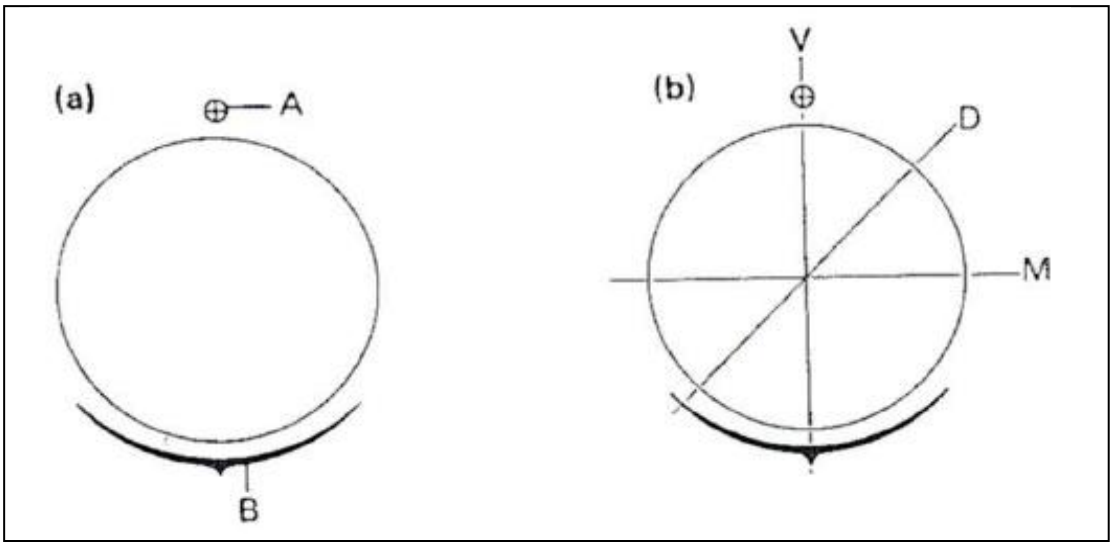
En los capítulos de las compuestas cada una de las corolas tridentadas o quinquedentados, que poseen las flores de la periferia o de toda la inflorescencias.



7.2.2. Prefloración:

De continua utilización en sistemática, dada la persistencia de su presentación en grupos enteros de vegetales, es la **prefloración** o disposición que adoptan en la yema floral las piezas, sea del cáliz o de la corola, para lo cual se reservan las denominaciones de:

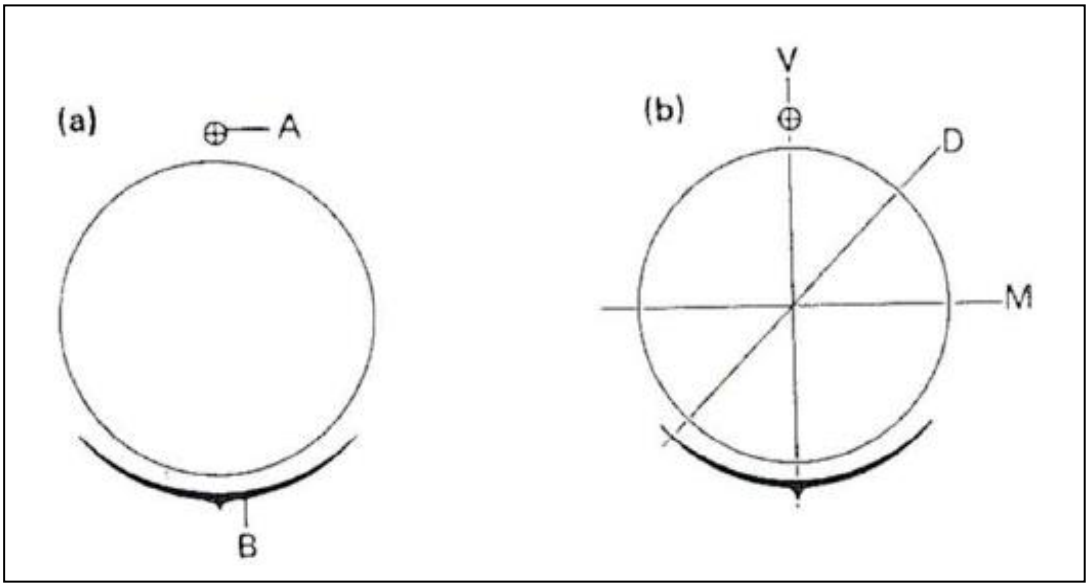
(a) Ubicación de la flor respecto al eje y a la bráctea. **(b)** Planos de Simetría.



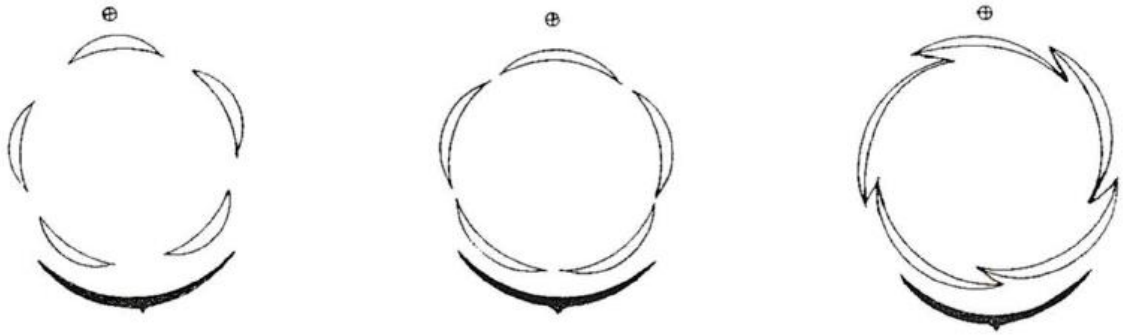
ABIERTA **VALVADA** **PLEGADA**



IMBRICADA



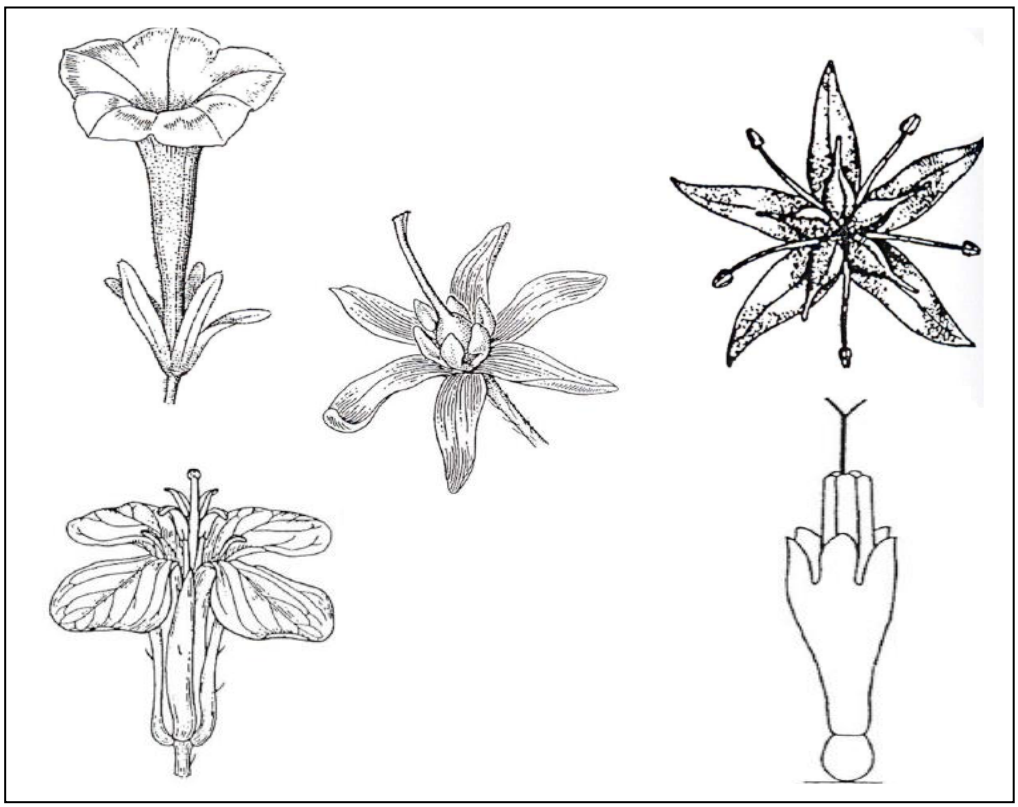
ABIERTA **VALVADA** **PLEGADA**



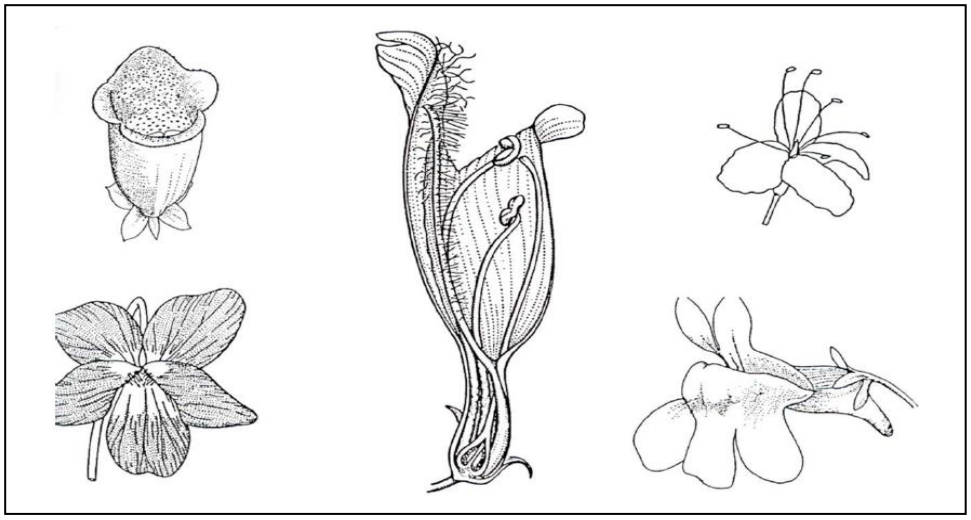
7.2.3. Simetría:

Igualmente es de continuo empleo en sistemática, el tipo de flor de acuerdo a las relaciones de simetría, diferenciándose en este caso entre flores regulares o radiadas o actinomorfas, aquellas que admiten más de 2 planos de simetría, e irregulares o zigomorfas las que admiten sólo un plano de simetría y finalmente aquellas que no admiten ningún plano de simetría denominadas asimétricas.

ACTINOMORFAS



ZIGOMORFAS



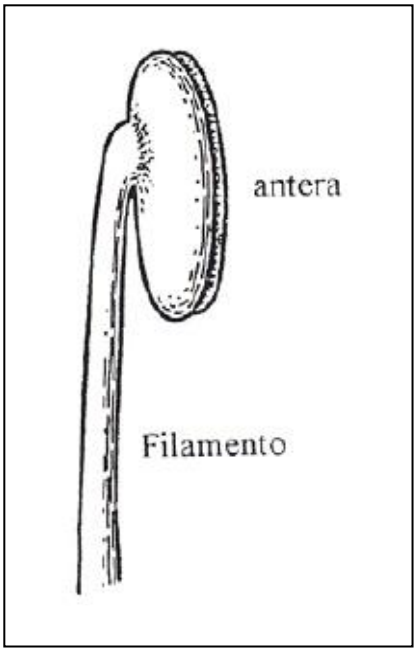
ASIMETRICAS



7.3. Androceo:

Los estambres o elementos que componen el androceo constan de dos partes bien diferenciadas: filamento y antera; sin embargo, la primera parte, es decir, el filamento, puede faltar y el estambre se llama entonces sésil. Es por lo tanto la antera, la parte fundamental de los estambres y en cada una de sus mitades, llamadas tecas las cuales están separadas por un tejido llamado conectivo. Las tecas contienen 2 sacos polínicos, homólogos de los microsporangios de las pteridofitas heterospóreas.

Los sacos polínicos albergan los granos de polen que llevan los elementos fecundantes.

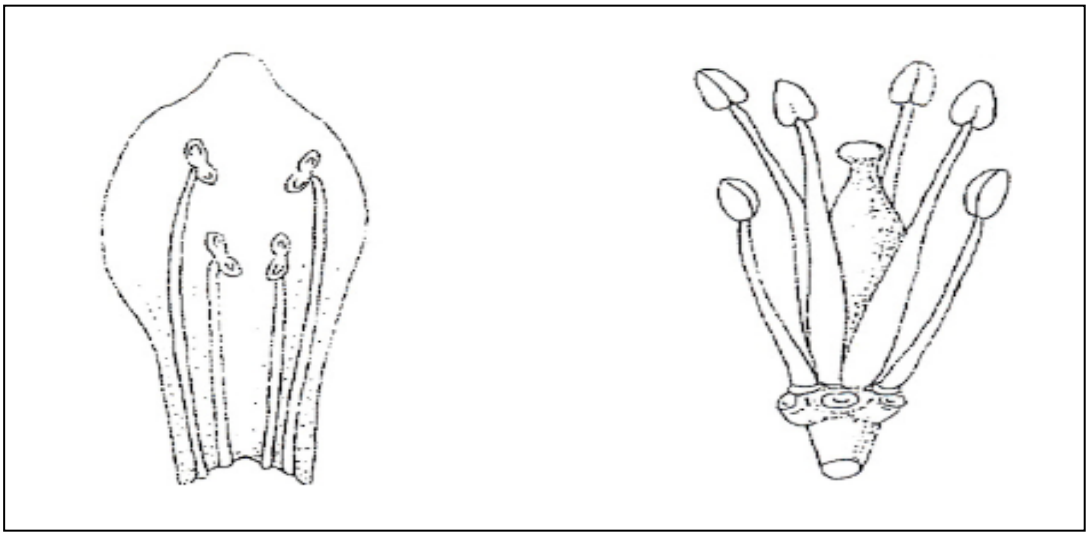


Los estambres se distinguen por su número, su longitud relativa y la manera de unirse entre sí o a otros elementos florales además de su disposición con respecto al gineceo. Por el número de estambres las flores se llaman monandras, diandras, triandras, poliandras; lo más frecuente es que los estambres se presentan en 2 verticilos pentámeros. Tratándose de la relación entre el número de estambres y el de pétalos se llama isostémona a la flor en que coincide el número de estambres y de pétalos, diplostémona la que tienen doble número de estambres y polistémona la que presenta 3 o mas veces estambres que pétalos.

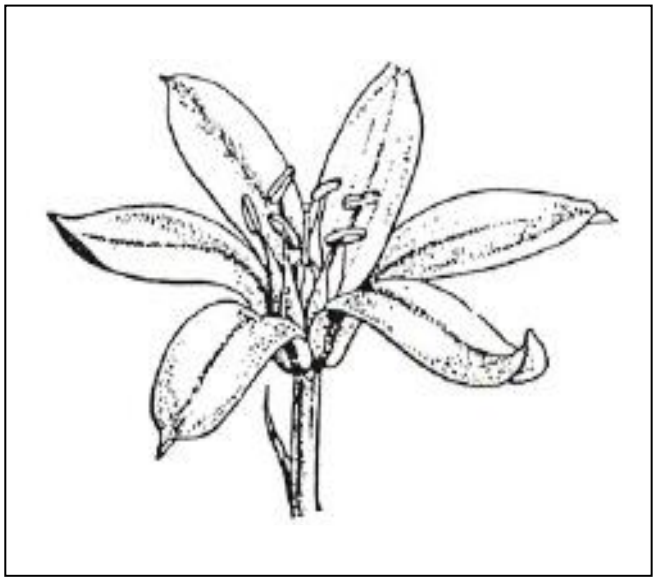
7.3.1. Por la longitud relativa de los estambres se denominan:

Didínamos: Cuando siendo 4 se disponen en dos grupos, 2 más largos y dos más pequeños. Ejem: Tahuarí

Tetradínamos: Cuando siendo 6 se disponen en dos grupos 4 más largos y 2 más pequeños

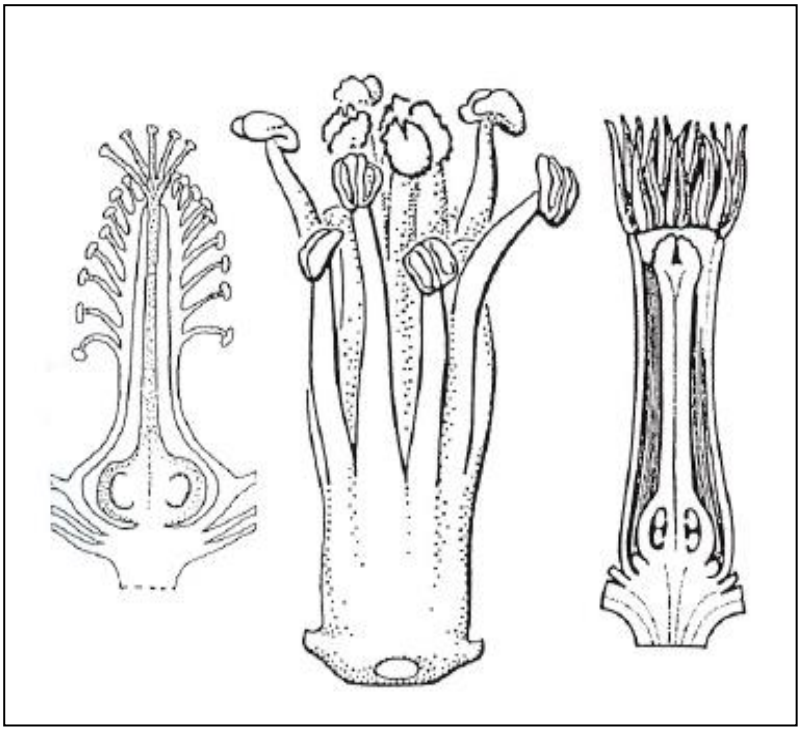


Isodínamos: Cuando todos son del mismo tamaño.



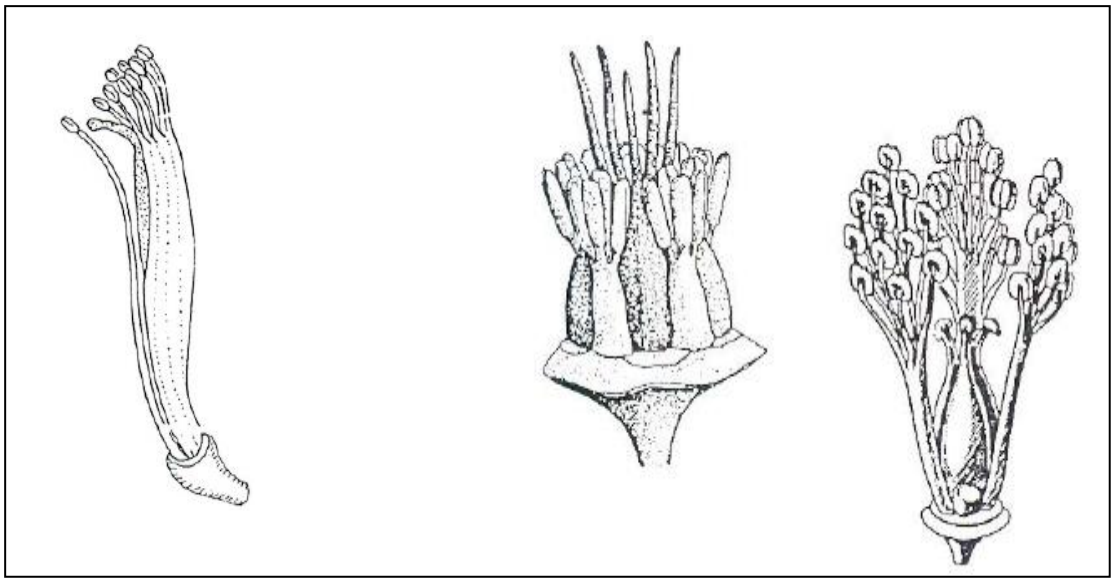
7.3.2. Por la manera de unirse entre sí los filamentos, los estambres pueden ser:

Monadelfos: Unidos en un solo haz. Ejem: cucarda, malva, algodón

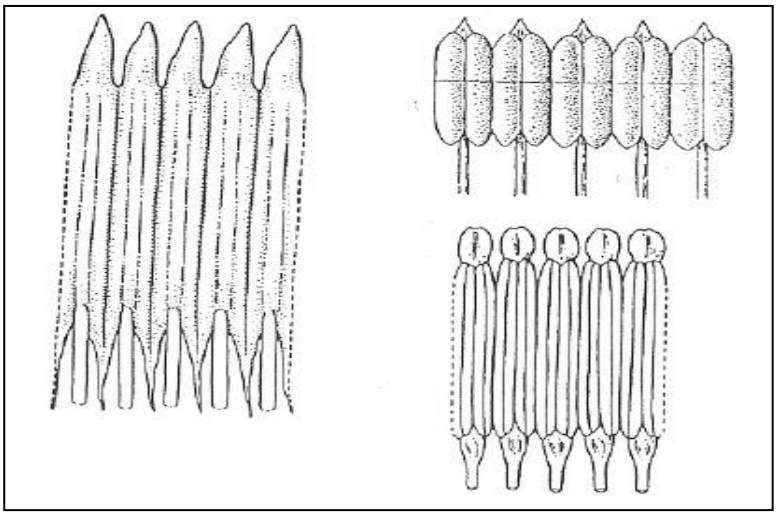


Diadelfos: Unidos en dos haces. Ejem: frejol, kudzu, clitoria

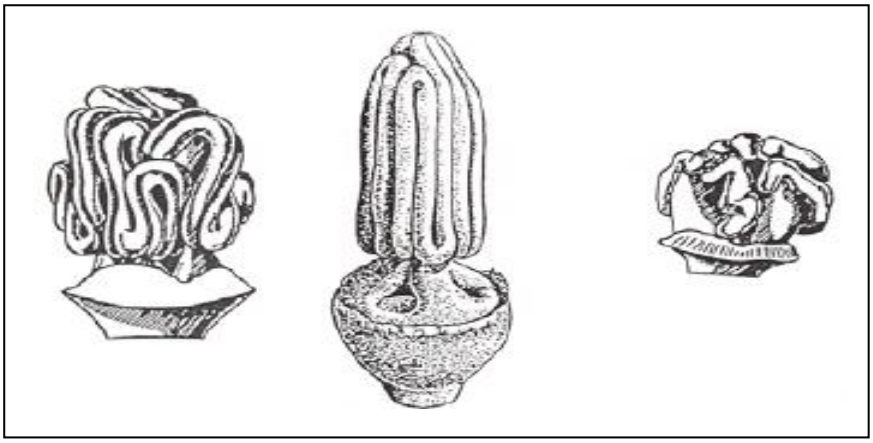
Poliadelfos: Estambres unidos en varios haces. Ejemplo: Cítricos **en general** (limón, naraja, etc.)



Singenéticos: Si son las anteras las soldadas permaneciendo libres o no los filamentos.

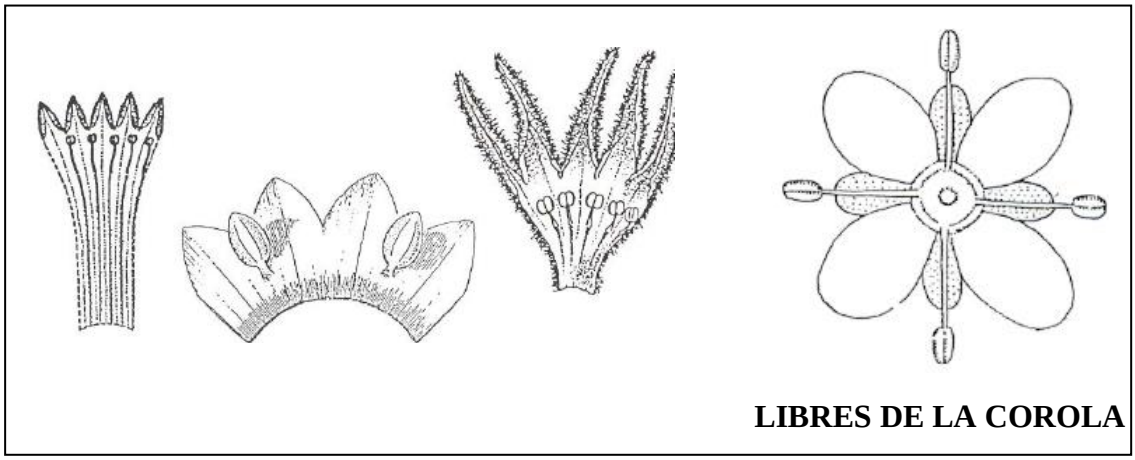


Sinfiandros: Si están totalmente unidos en un solo cuerpo, tanto por los filamentos como por las anteras.



Libres: Cuando están todos separados entre sí. Si es que los estambres están unidos a otros verticilos, lo más frecuente es:

Insertos a la corola (**Epicorolinos**)



LIBRES DE LA COROLA

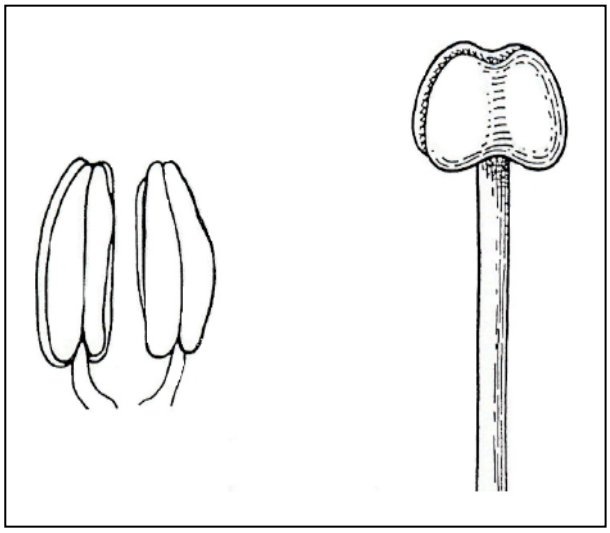
7.3.3. Las anteras por su número de tecas:

Pueden tener solo una teca o dos tecas llamándose respectivamente monotecas y ditecas;

7.3.3.1. Por la inserción del filamento en la antera

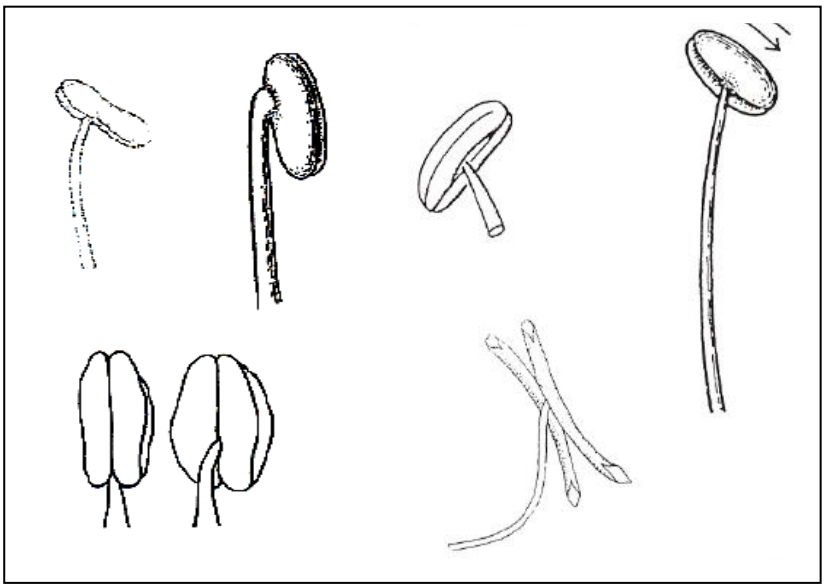
Pueden insertarse:

A continuación del filamento por su base, **Basifijas**



Por el dorso, **Dorsifijas**

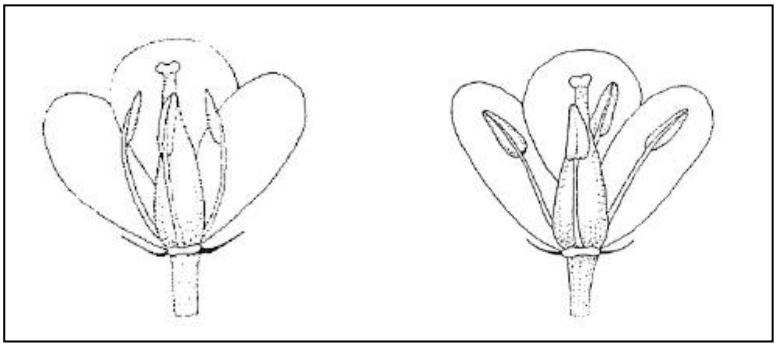
Apenas por un punto, **Versátiles**



7.3.4. Las anteras por su dirección con respecto al eje de la flor pueden mirar:

Hacia ele eje de la flor
Introrsas

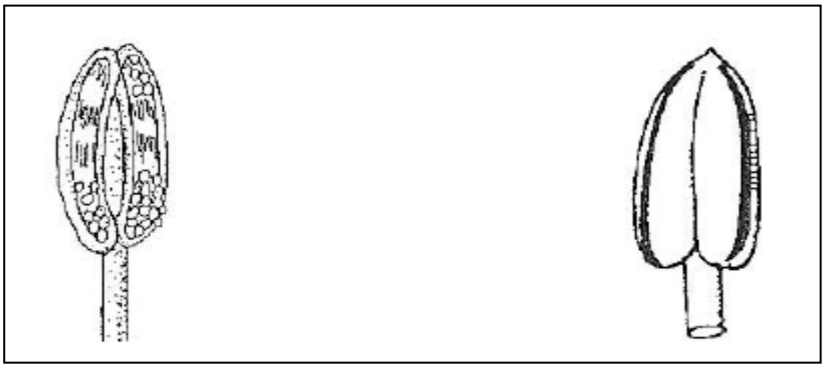
Hacia la parte extrema de la flor
Extrorsas



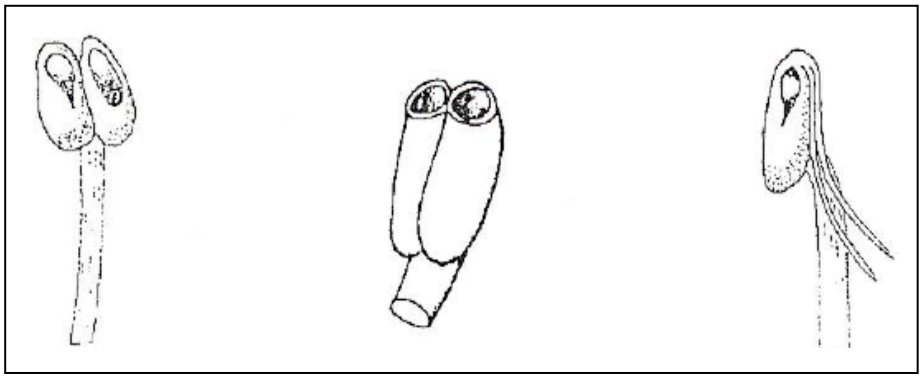
7.3.5. Dehiscencia de las anteras:

La Dehiscencia ocurre debido a la presencia del llamado estrato fibroso, capa de células que envuelven el tapete o tejido nutricio. Dicho estrato fibroso tiene una constitución celular con engrosamiento como en el anillo de las pteridófitas; cuando esta dehiscencia se produce puede ser:

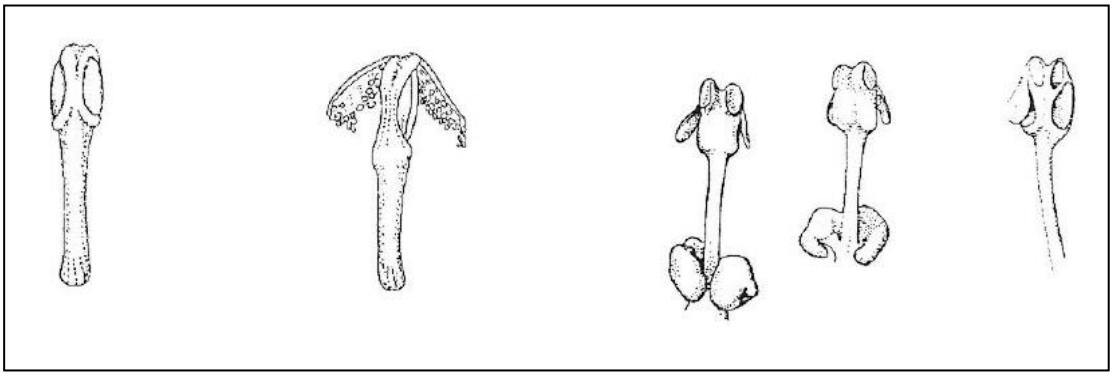
A lo largo de las tecas: Dehiscencia longitudinal



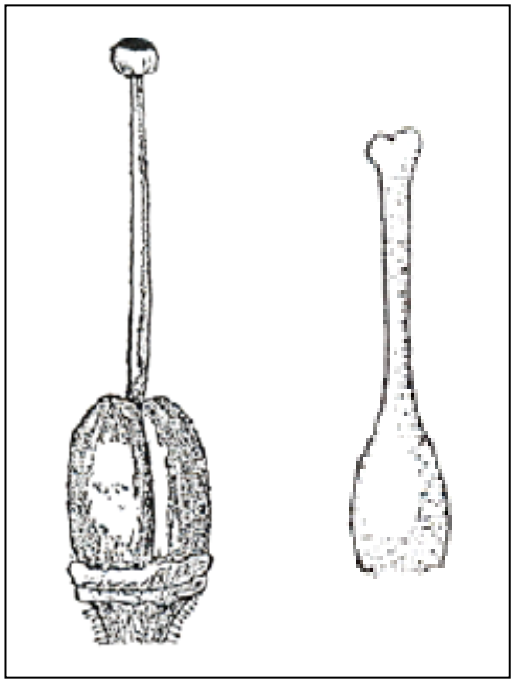
Mediante poros: Dehiscencia poricida



Por ventanas: Dehiscencia valvar



7.4. Gineceo:



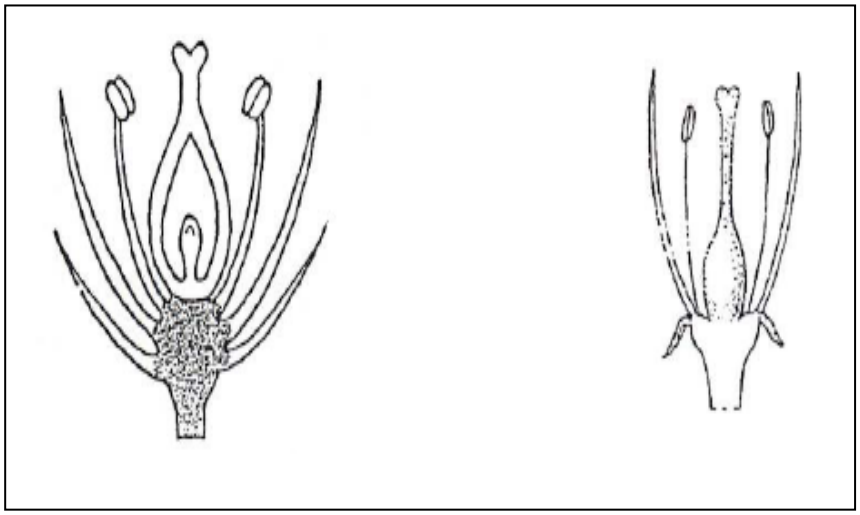
Una a muchas hojas carpelares en las angiospermas, forman estructuras cerradas constituyendo un órgano denominado **pistilo**, en donde se diferencian claramente 3 partes:

Una apical o distal, algo ensanchada y provista de sustancias viscosas, es el estigma; otra filiforme y hueca, a continuación de la anterior, es el estilo y la última, hueca también, pero redondeada y muy ensanchada, en el extremo basal, es el ovario, aquí se encuentran los rudimentos seminales, colocados sobre el tejido denominado placenta. Una vez fecundada la ovocélula, el ovario sólo o con otras partes florales, se transforma en fruto y los rudimentos seminales, en semillas. El punto de inserción de los diferentes verticilos florales, se conoce con el nombre de receptáculo.

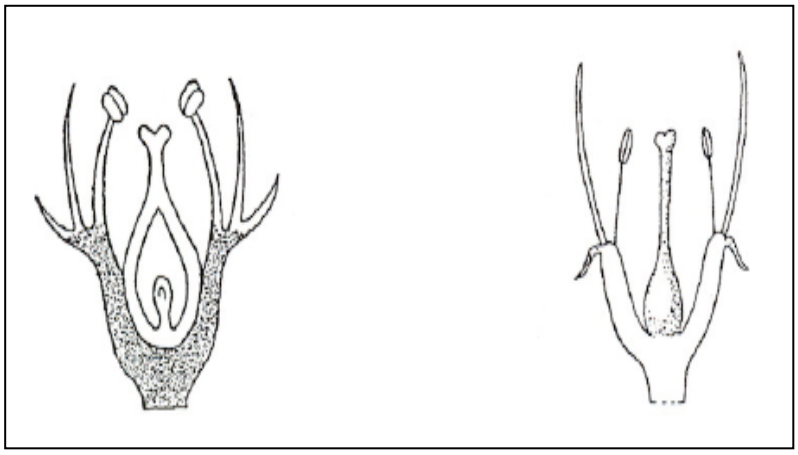
7.4.1. Posición del ovario:

El desarrollo del receptáculo frecuentemente es poco, y queda referido a una zona muy limitada, y como consecuencia todos los verticilos florales se insertan encima del mismo, incluso el gineceo, lo cual determina que el ovario sea denominado como súpero y la flor como hipógina. Otro caso ocurre cuando el receptáculo se ensancha frecuentemente “acopándose” y llevándose en su borde los verticilos accesorios y el androceo; aquí pueden ocurrir dos casos, el receptáculo queda libre del ovario en cuyo caso tenemos **ovario súpero** y **flores perígenas**, o bien, ese mismo receptáculo se suelda con el ovario, determinando

así el calificativo de **semi-ínfero** o **ínfero**, respectivamente, en tanto que la flor así constituida recibe el calificativo de **perígina** o **epígina** respectivamente.



Flor hipógina (ovario súpero)



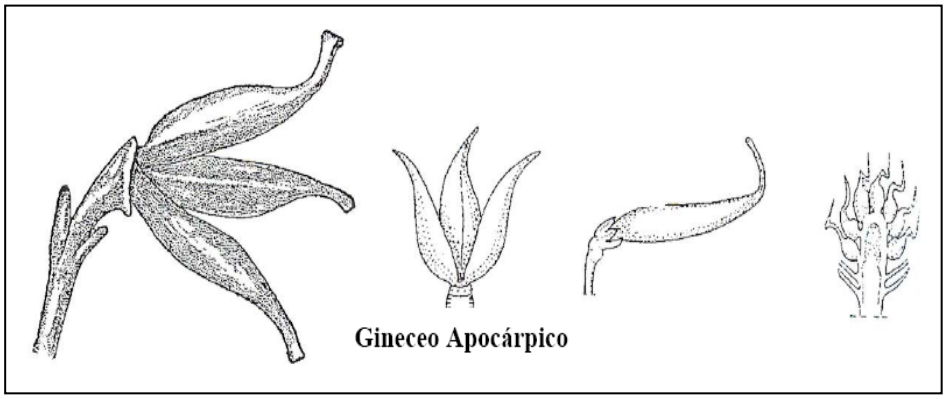
Flor perígina (ovario medio)

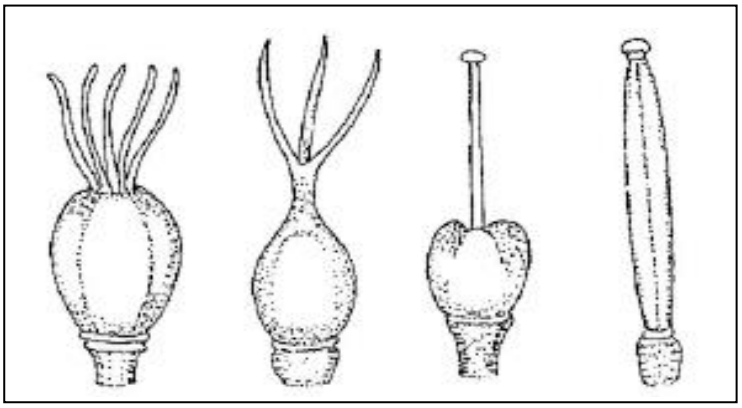


Flor epígina (ovario ínfero)

7.4.2. Por el número de carpelos:

También es importante considerar el **número de carpelos** que participan en la formación del ovario, recibiendo éste los nombres de: mono-bi-tri-tetra, etc. carpelar, de acuerdo a ello. Y de acuerdo a la unión o libertad de esos carpelos, hablaremos de **gineceo apocárpico** (carpelos libres entre sí), o **gineceo sincárpico** (carpelos unidos entre sí).

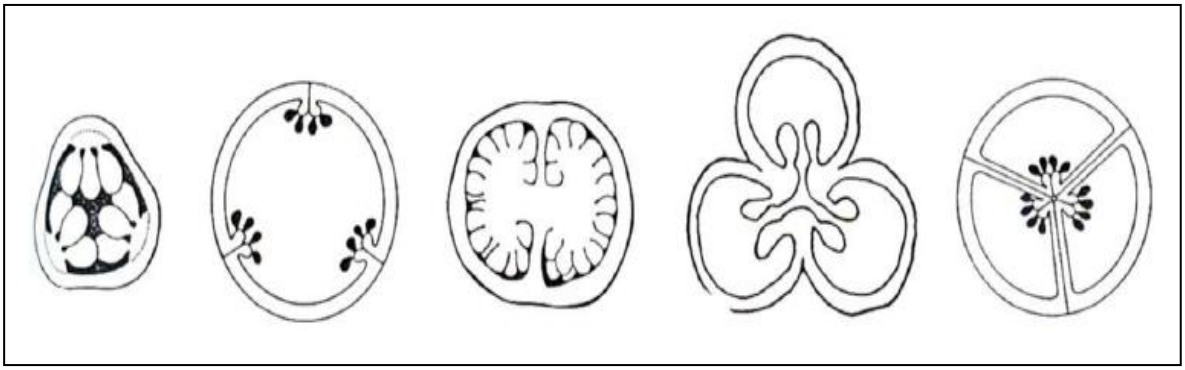




Gineceo Sincárpico

7.4.3. Por el número de cavidades del ovario:

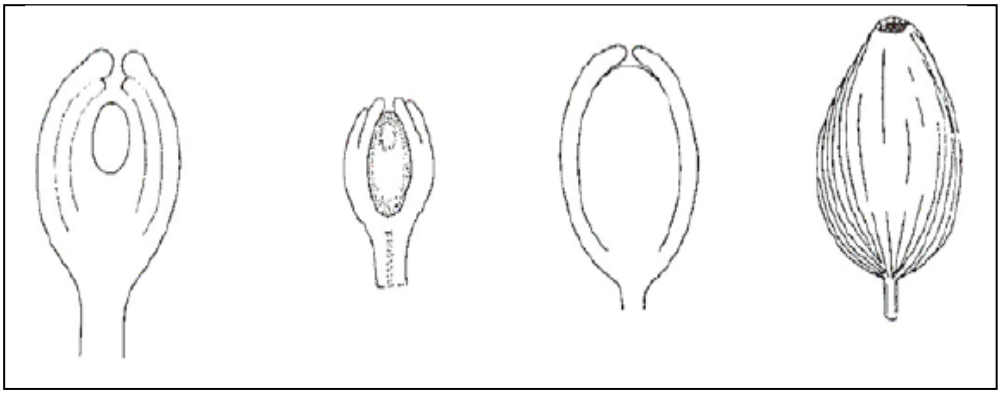
Como consecuencia de la **soldadura de los carpelos**, puede producirse una o más cavidades o lóculos dentro del ovario, denominándose éste, entonces: **uni, bi, tri, o tetralocular**, etc.



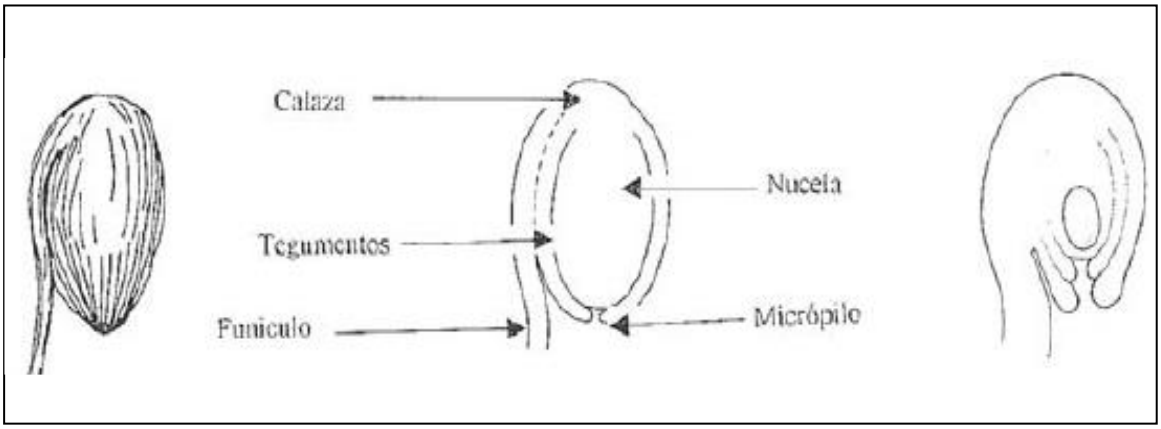
7.4.4. Por la forma y la posición de los óvulos en el ovario:

Respecto a la **forma de los óvulos**, también varían en cuanto a la situación de sus diversas estructuras en relación al giro o al encorvamiento que experimenten y así se distinguen:

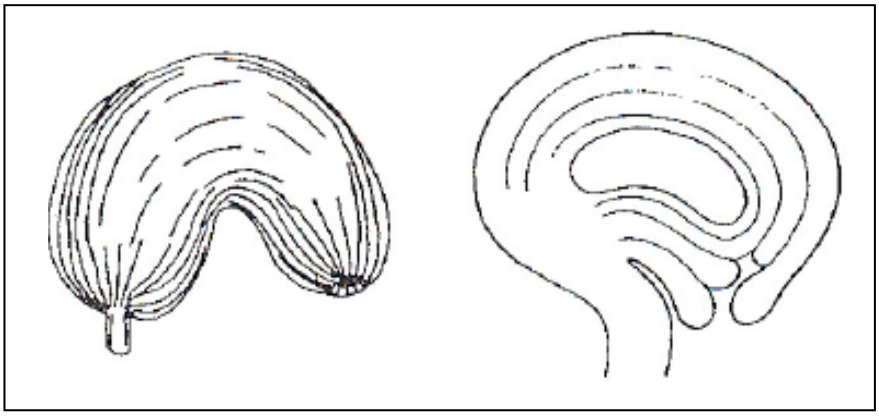
Ortótropo, aquél en el que la **nucela** se encuentra en línea recta con el **funículo**.



Anátropo, aquel que experimenta un giro de 180º, de tal manera que queda en posición invertida y con el eje mayor paralelo al funículo.

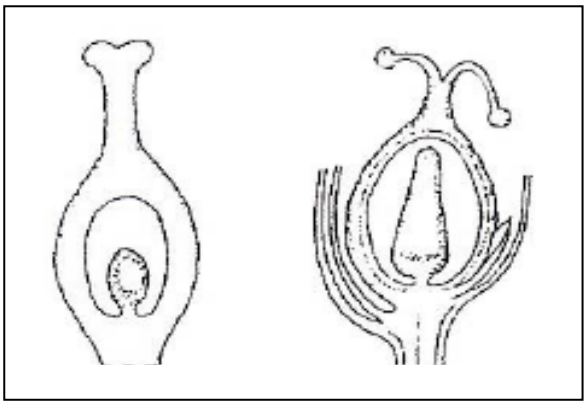


Campilótropo, cuando por encorvamiento de la nucela, quedan la cálaza y el micrópilo muy próximos entre sí y casi en un mismo plano horizontal.

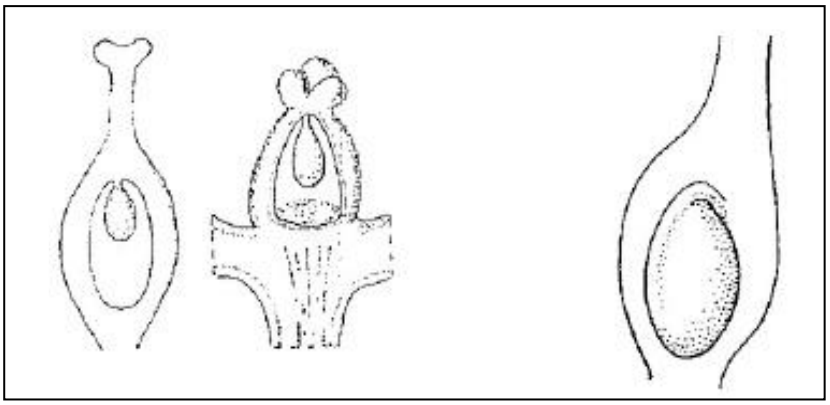


De acuerdo a la **posición del óvulo** dentro del ovario, es necesario distinguir también en:

Óvulo erguido o ascendente, cuando surge de la base del ovario y se dirige hacia su ápice.



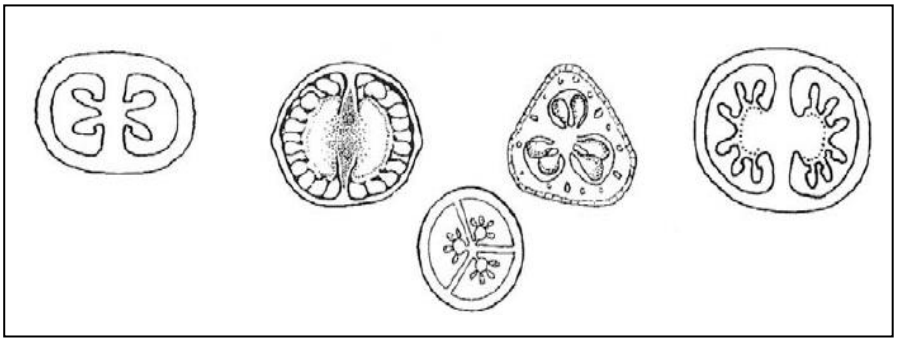
Óvulo colgante o descendente, cuando surge del ápice del ovario y se dirige hacia su base.



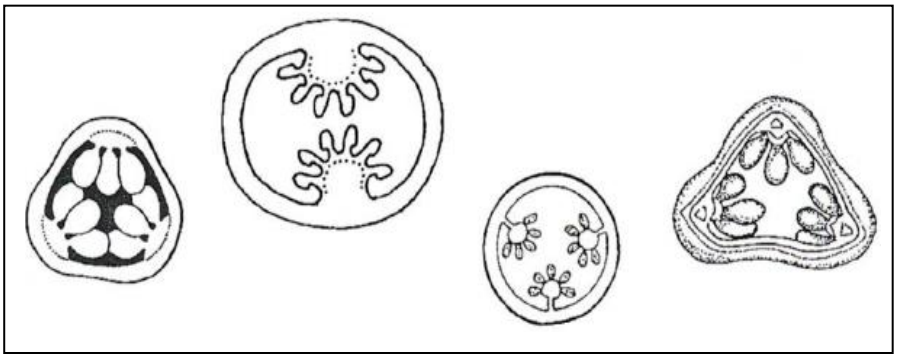
7.4.5. Placentación:

Es el término que se refiere a la disposición o situación de las placentas, lo cual condiciona la inserción de los óvulos. La placentación puede ser:

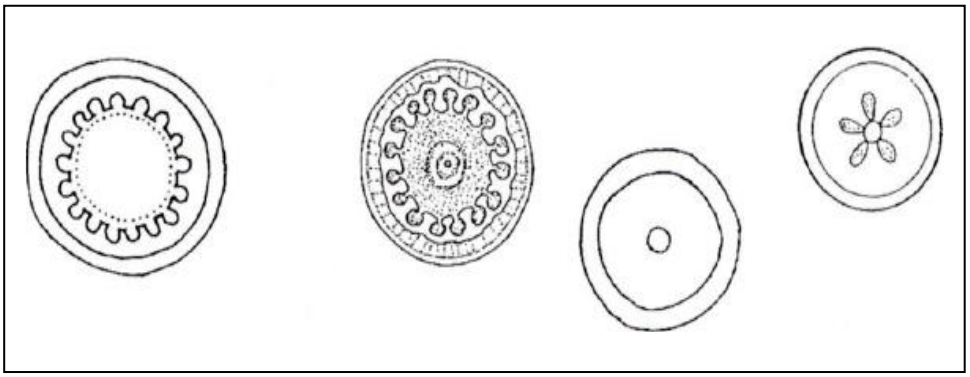
Axial, cuando los óvulos se originan del eje de un ovario septado. (Ejemplo: naranja, limón)



Parietal: Cuando los óvulos están pegados a las paredes del ovario **(ejemplo: papaya)**



Central: Cuando las placentas se agrupan en el centro del ovario no septado, y sobre el eje del mismo.



Las estructuras vistas hasta ahora, son las más ampliamente difundidas, pero no es raro encontrar además, acompañando a la flor: brácteas, hojas modificadas ubicadas en la base de la flor o de las inflorescencias; como ejemplos se puede citar el calículo, verticilo semejante al cáliz y situado inmediatamente por debajo de éste, el cual caracteriza a veces géneros enteros, como el caso de Malváceas; nectarios, órganos capaces de segregar néctar, tanto si constituyen una dependencia floral (nectarios florales) como si no, (nectarios extraflorales); disco, excrescencia generalmente discoidea o anular o a veces glandulífera o pilosa, casi siempre ubicada debajo del ovario, pero también alrededor de él o entre la corola y el androceo (disco extrastaminal o entre el androceo y el gineceo (disco intrastaminal); ginóforo, porción prolongada del eje floral que lleva al gineceo; androginóforo, el mismo caso, pero llevando al androceo y al gineceo; andróforo, el mismo caso, pero llevando sólo al androceo.

Por otra parte, la disposición de las piezas florales no siempre es verticilada, es posible observar, en efecto, una disposición completamente helicoidal (en los grupos menos evolucionados), pasando por otra disposición combinada (flores hemicíclicas), hasta llegar a la verticilada (flores cíclicas). Es observable además,

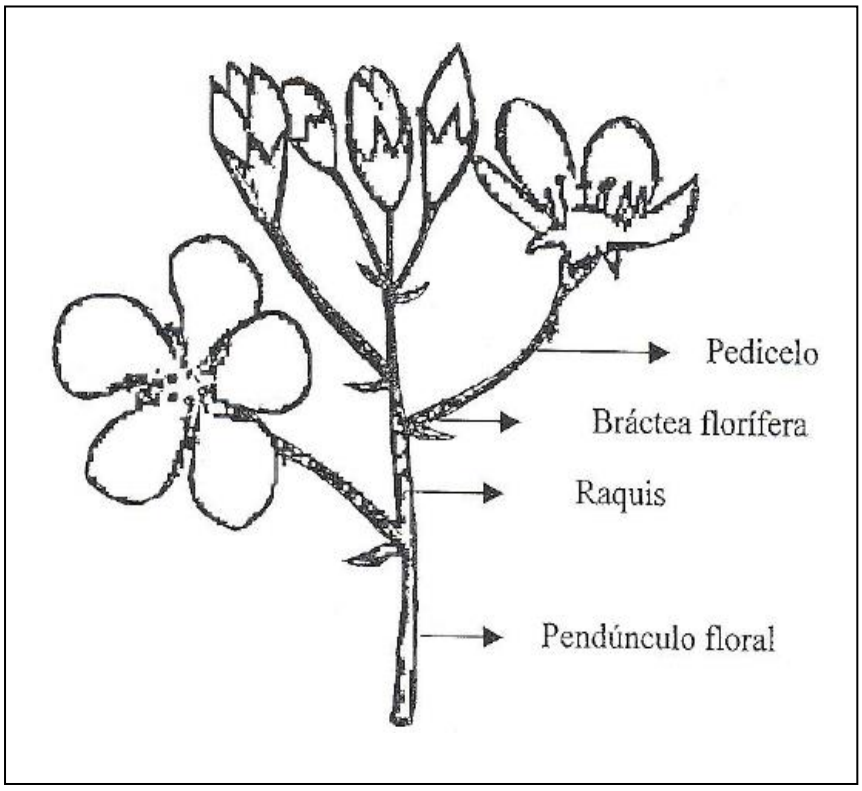
en ciertos casos, una gradación entre las diversas piezas florales, lo cual confirma la teoría de su naturaleza foliar.

Debemos agregar, todavía, que en las flores cíclicas, las piezas de los verticilos se alternan sucesivamente, y ello sucede con tal regularidad que el hecho ha justificado la formulación de la llamada “Ley de la Alternancia”.

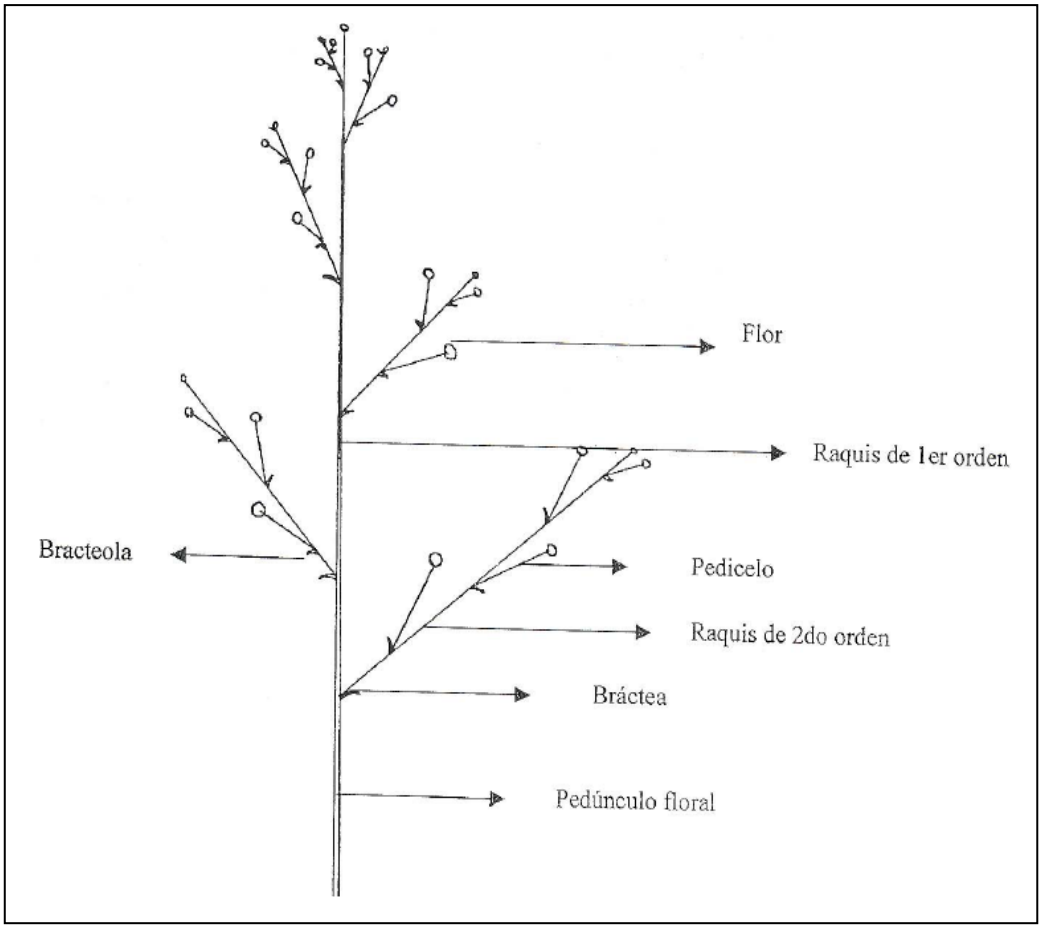
VIII. INFLORESCENCIAS:

La inflorescencia es un sistema de ramas floríferas, en la cual las flores suelen ir acompañadas de brácteas o hipsófilos a veces de carácter foliáceo muy evidentes, o bien con carácter petaloide como el caso de **Bougainvillea spectabilis** (trinitaria) o reducidas a películas escariosas. También se puede definir la inflorescencia, como el ordenamiento de las flores en las ramas floríferas, o dicho de otra forma como, la modalidad de desarrollo de las flores.

8.1. Partes de una inflorescencia:



Partes de una inflorescencia simple



Partes de una Inflorescencia Compuesta

Las **inflorescencias** pueden ser **simples** o complejas:

8.2. Inflorescencias simples:

Son **simples** cuando sobre el eje principal nace una flor en la axila de cada bráctea.

La inflorescencia puede presentar una sola flor, como en el caso de la **magnolia** o el **tulipán.**

Las inflorescencias unifloras pueden ser **terminales** como en la **magnolia,** o **axilares** como en la **camelia**, y constan generalmente del pedicelo y algunas brácteas.

Son inflorescencias que constan de un solo eje, en las cuales se consideran dos grupos básicos: **racemosas y cimosas**. Las Inflorescencias **racemosas**, llamadas también **botríticas o indefinidas** son aquellas cuyo eje tiene desarrollo teóricamente ilimitado; pero en la realidad pueden continuar creciendo, llevando

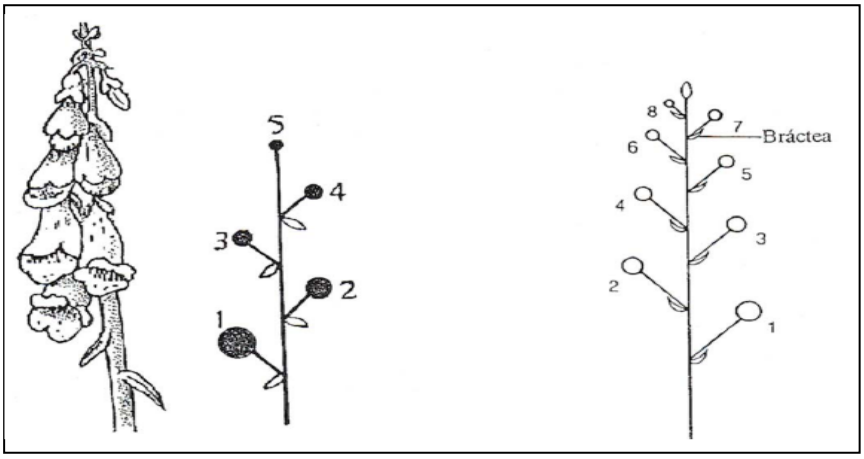
flores laterales y pudiendo o no terminar en una de ellas. Las **Inflorescencias cimosas**, llamadas también definidas, son aquellas cuyo eje tiene crecimiento limitado debido a que remata en una flor, la cual abre primero que las laterales.

8.2.1. Tipos de Inflorescencias Racemosas:

- **Racimo**:

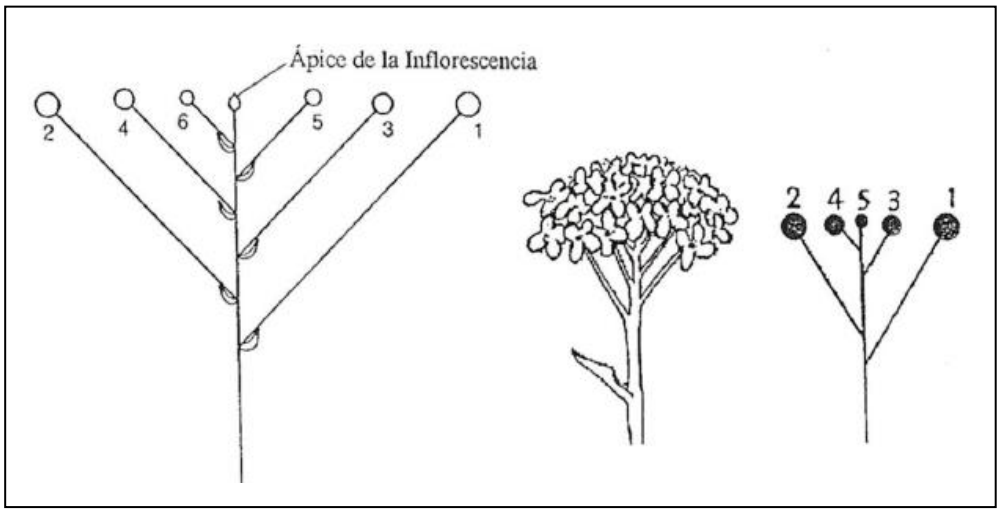
Consta de un eje principal que a intervalos regulares tiene brácteas de cuya axila surgen pedicelos de la misma longitud, cada uno de los cuales remata en una flor.

Generalmente en el extremo del racimo, las flores no se han abierto aún, y los pedicelos no se han acabado de desarrollar cuando, en la parte inferior del mismo, las flores están completamente abiertas. Ej. en miembros de las Crucíferas.



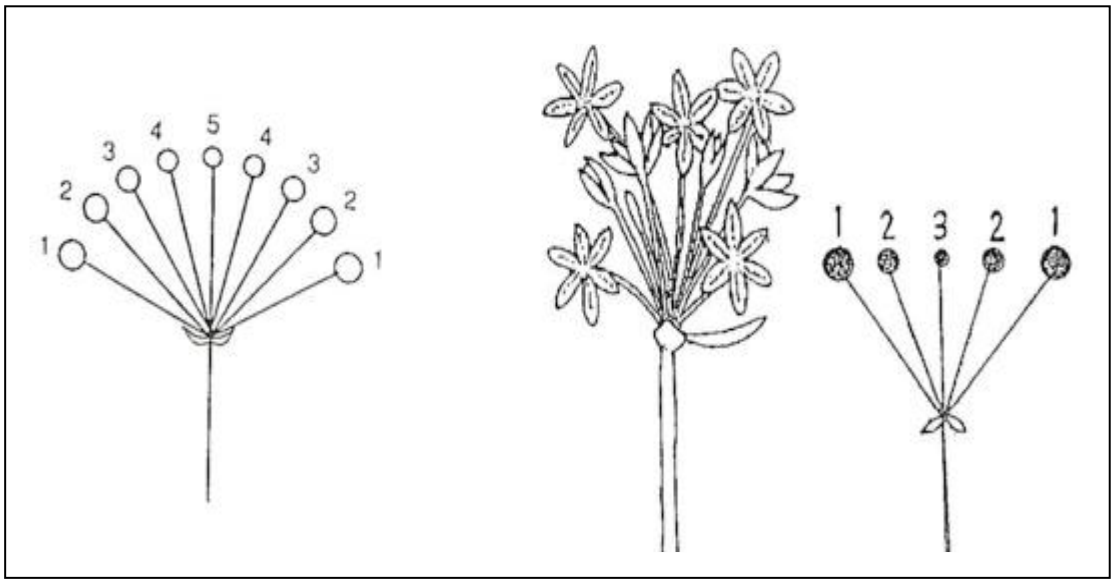
- **Corimbo**:

Parecida al racimo, pero los pedicelos son cada vez más cortos a medida que se aproximan al ápice de la inflorescencia; de tal manera que las flores se colocan a la misma altura, aún siendo la inserción de los pedicelos a distintos niveles, las flores abren casi al mismo tiempo. Ej. en especies del género **Iberis** de las Crucíferas, del género **Sessea** de las Solanáceas.



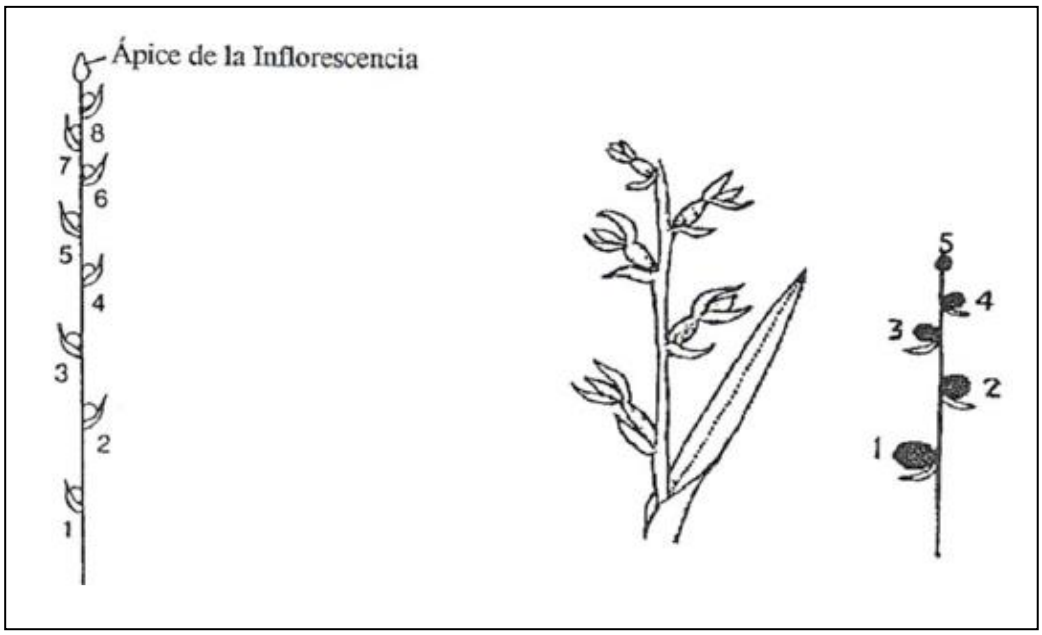
- **Umbela**:

Los pedicelos, partiendo del mismo punto, en el extremo del eje, llevan las flores al mismo nivel. La aproximación de las bases de los pedicelos en el extremo del eje común trae consigo el acercamiento de las brácteas tectrices, que se disponen a manera de un collarcito y constituyen el involucro. Ej. Umbellíferas.



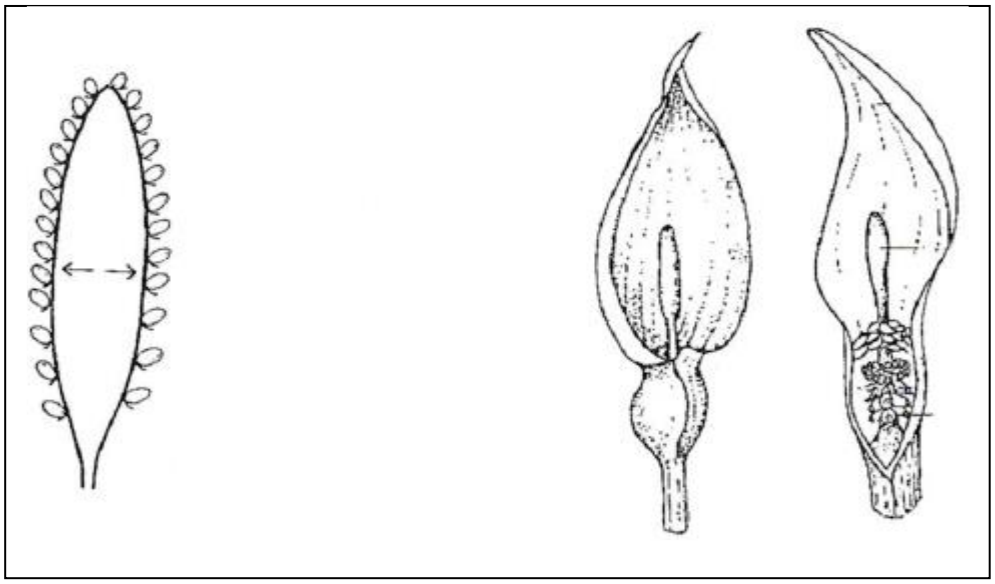
- **Espiga**:

Tiene el eje alargado y las flores insertas sobre el eje carecen del pedicelo. Es pués un racimo en el cual las flores son sésiles. Ej. Plantagináceas, Gramíneas.



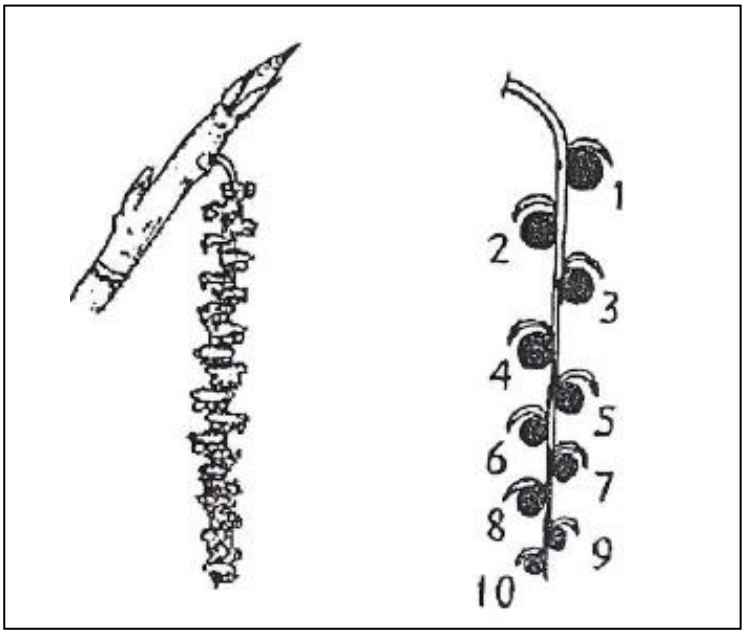
- **Espádice**:

Es una espiga con el raquis muy grueso, a menudo carnoso, acompañada de una bráctea ancha más o menos envolvente, llamada espata. Sobre el eje de la espádice, las flores femeninas pueden encontrarse a cierta distancia de las masculinas. Ej. Aráceas.



- **Amento**:

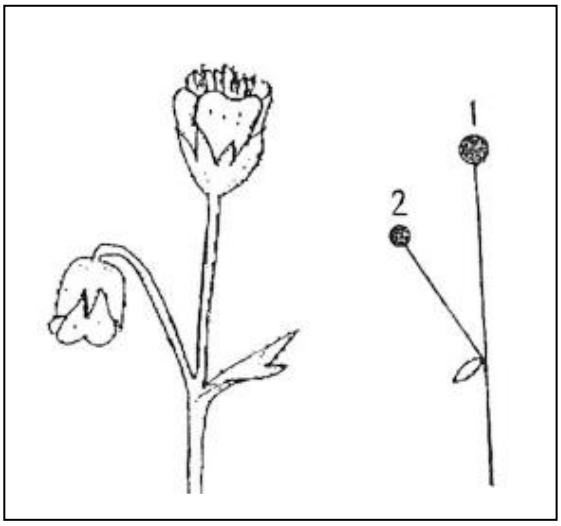
Tiene los caracteres de la espiga, pero por lo común, de raquis flexible, péndulo, el cual se desprende después de la floración; sus flores suelen ser unisexuales y aclamideas. Ej. Betuláceas, Piperáceas.



8.2.2. Tipos de Inflorescencias Cimosas

- **Cima unípara o monocasio**:

Costa de una sucesión de flores en que cada una de ellas representa el fin de un eje, y en relación con una bráctea se forma una nueva ramita que a su vez remata con una flor, y así sucesivamente. Es una cima porque el eje termina con una flor que se abre antes que las otras, y es unípara porque por debajo de la flor terminal se origina una sola ramita lateral que también remata en una flor.

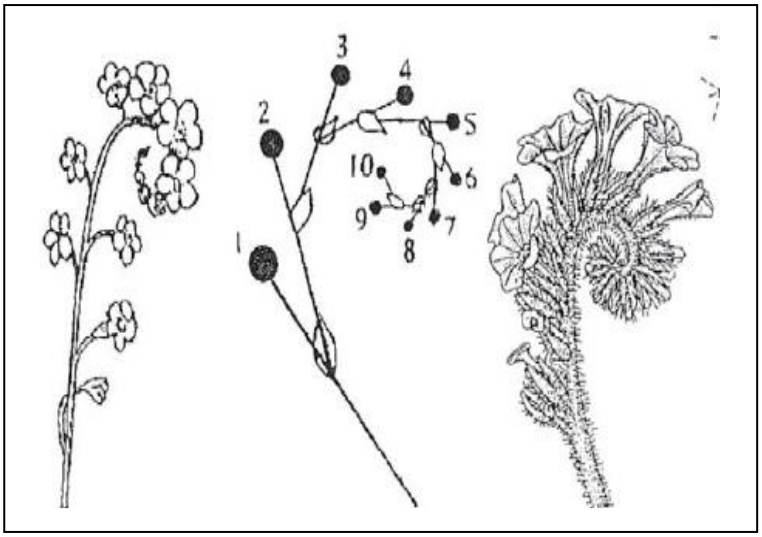


Entran aquí dos tipos de cimas uníparas:

- **Cima unípara escorpioide**:

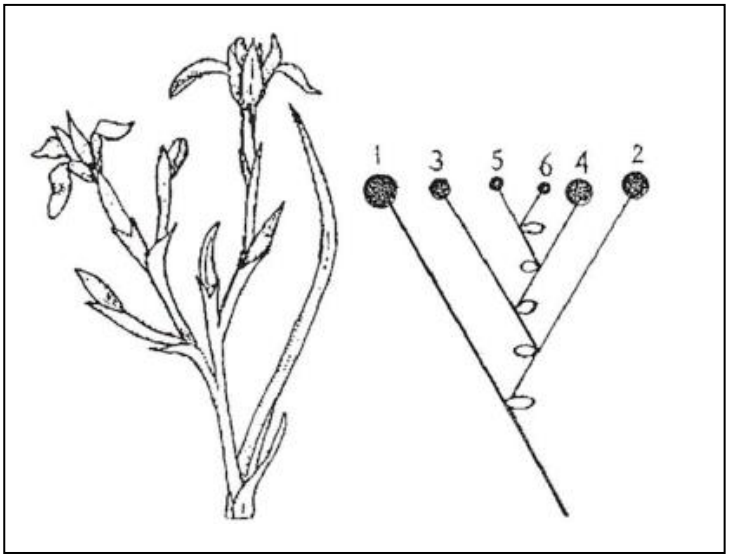
Llamada así porque se arrolla sobre si misma, a manera de espiral, por originarse las ramitas secundarias siempre del mismo lado del eje principal.

Ej. Boragináceas, Hydrophyllaceae.



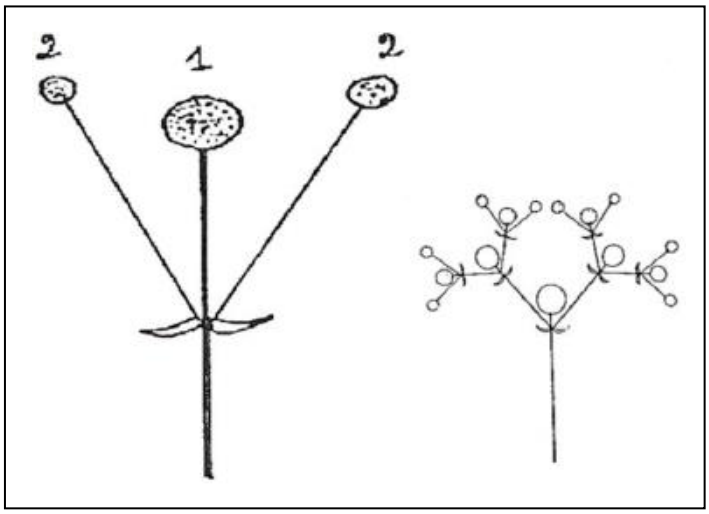
- **Cima unípara helicoide**:

  A diferencia de la anterior, las ramitas laterales de segundo y tercer orden se originan una vez a la derecha y otra vez a la izquierda del eje principal. Ej.: en especies del género Hemerocallis de las Liliáceas.



- **Cima bípara o dicasio**:

  Difiere del monocasio en que se forman dos ramas debajo de la flor terminal y se disponen simétricamente respecto al eje principal. Ej. Cariofiláceas.



DICASIO SIMPLE Y DICASIO COMPUESTO

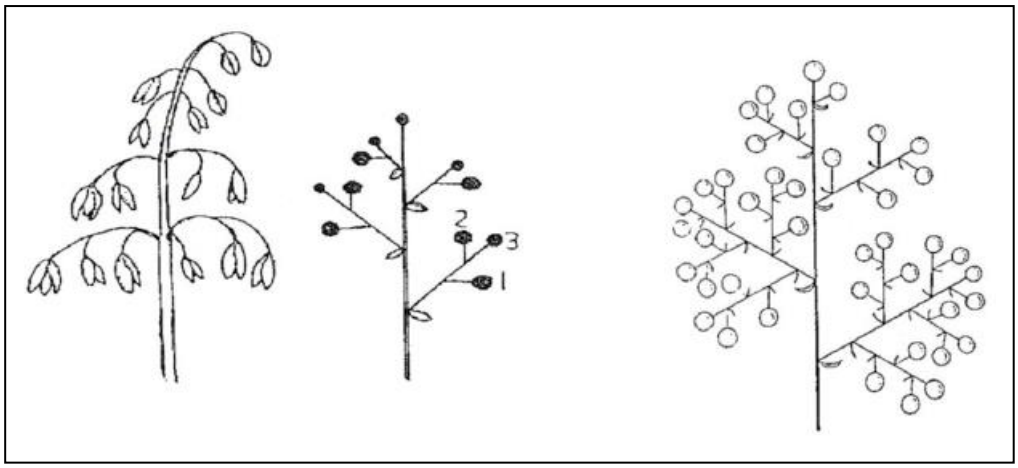
8.3. Inflorescencias compuestas:

Son inflorescencias de muchos ejes, definidas o indefinidas, centrífugas o centrípetas.

Tipos de Inflorescencias Compuestas

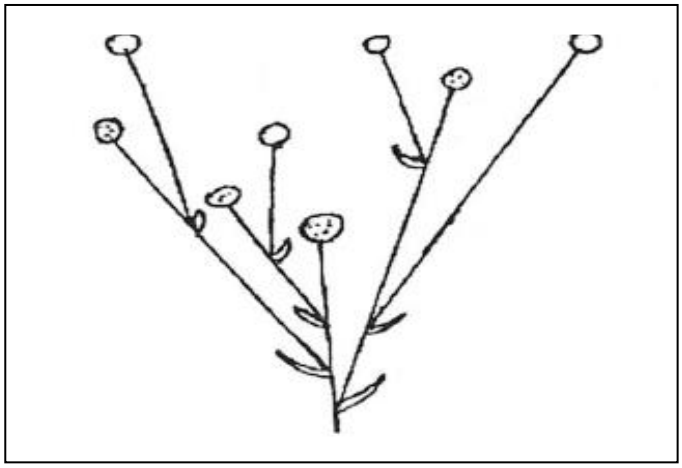
- **Panícula**:

Se puede considerar como racimo, en el cual, en lugar de pedicelos laterales, se forman sendas inflorescencias racemosas. El extremo de las ramitas laterales se halla constantemente por debajo del ápice. Ej. **Vitis vinifera** de las Vitáceas.



- **Antela**:

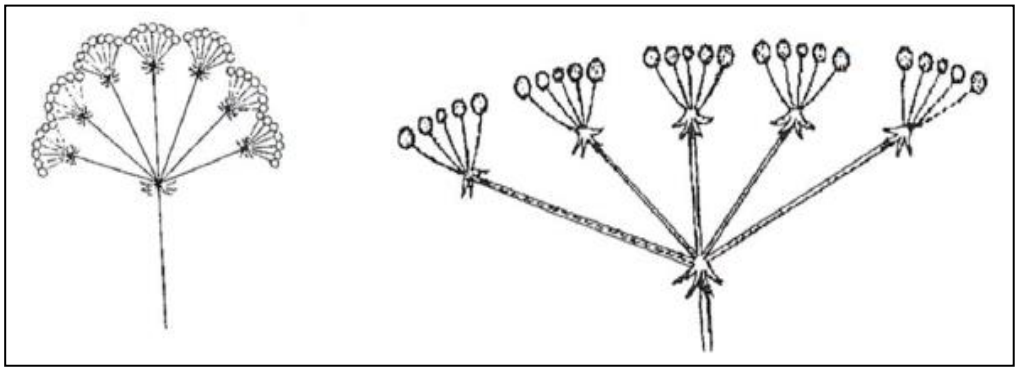
Es semejante a la anterior, sólo difiere de ella en que todas las ramitas laterales superan la longitud del eje respectivo. Ej. Ciperáceas.



- **Umbela compuesta**:

Dícese de la umbela cuyos radios, llevan en vez de flores, otras umbelas de menor tamaño, las cuales reciben el nombre de umbélulas.

Alrededor del ápice del eje principal se disponen las brácteas tectrices de los diversos radios constituyendo el involucro Ej. Umbelíferas.



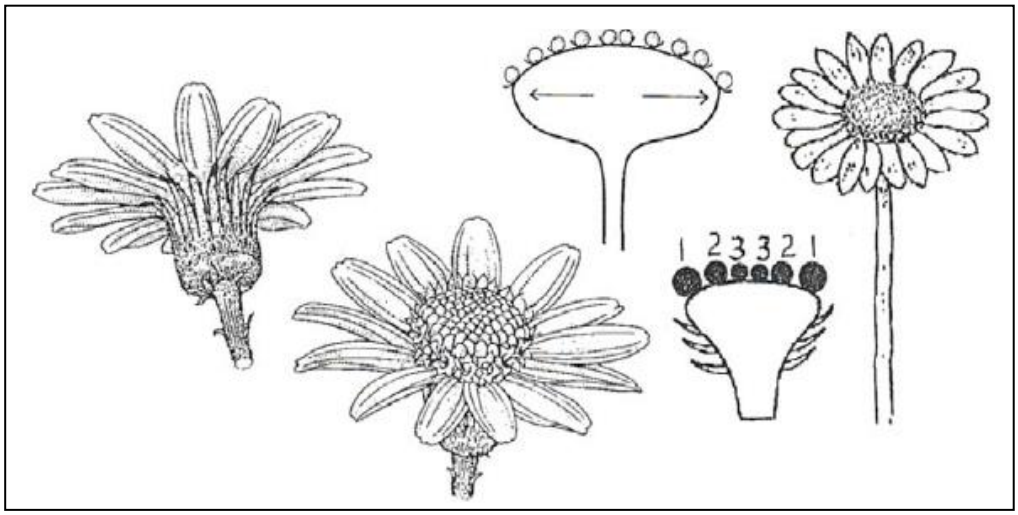
❖ **Pseudantos:**

Inflorescencias que por la manera de disponerse las flores sobre el receptáculo, semejan ser una sola flor. Entre ellos tenemos:

❖ **Capítulo**:

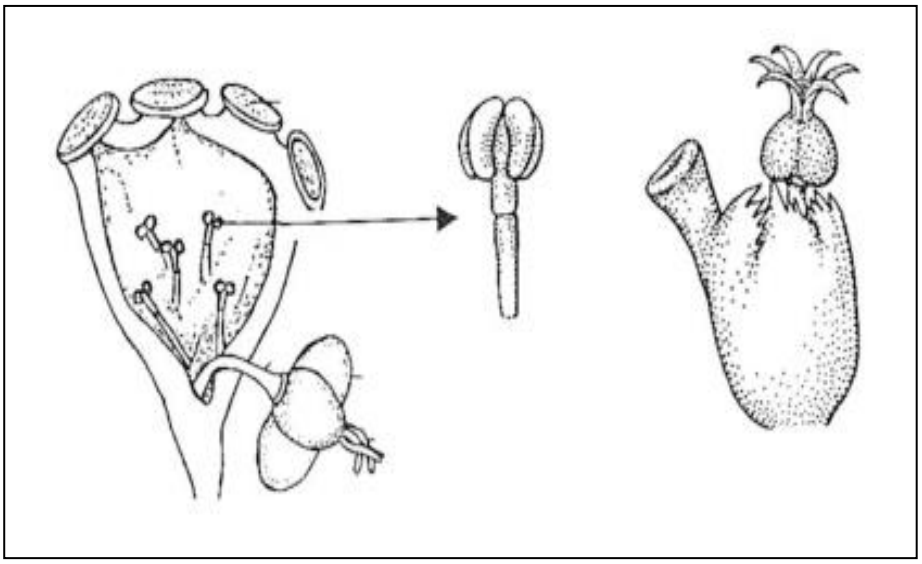
Se puede considerar derivado de una umbela, cuyos pedicelos se hubiesen acortado de tal manera que cada una de las flores se inserta directamente sobre el extremo dilatado del eje de la inflorescencia que se llama receptáculo.

Este puede tener forma plana o convexa, y en torno a él se halla un involucro formado de numerosas brácteas denominadas filarios; sobre ese receptáculo se hallan generalmente dos tipos de flores, las marginales o radiales, y muchas veces en número superior y las centrales o del disco. Además en algunos capítulos se encuentran las flores rodeadas por brácteas más o menos desarrolladas denominadas páleas. Ej. Compuestas.

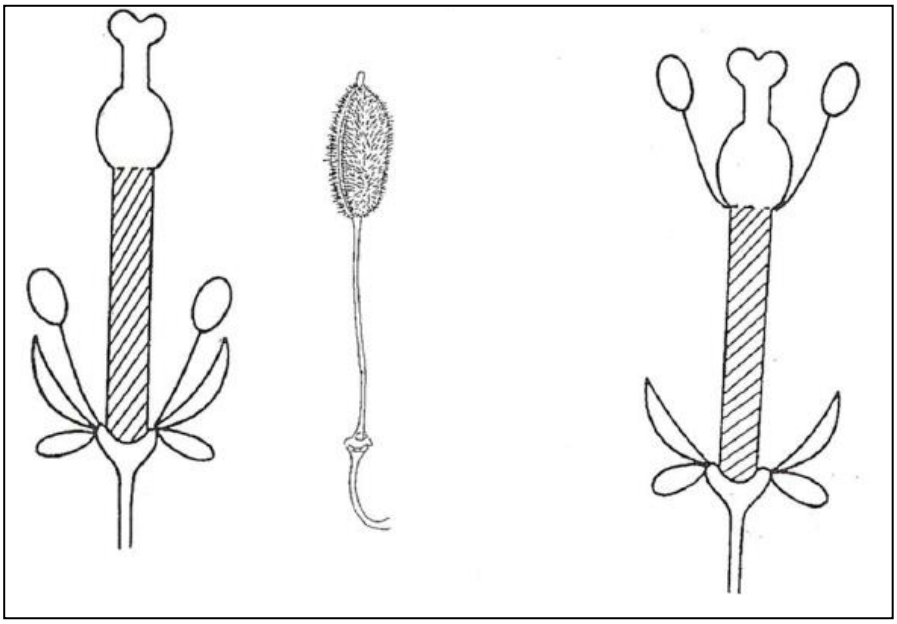


❖ **Ciatio**:

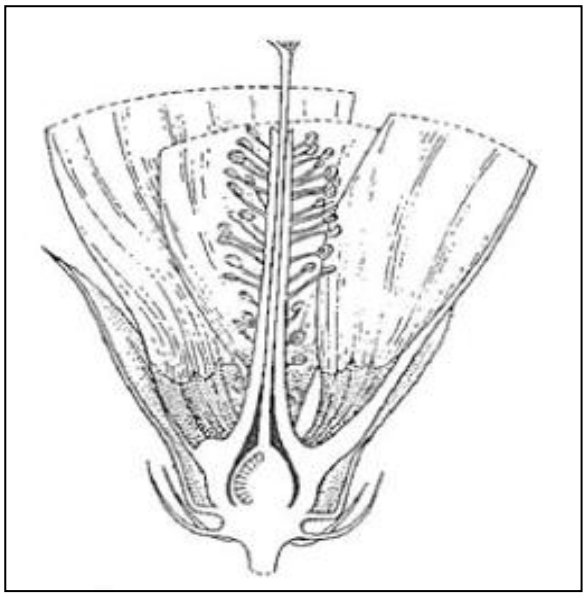
Inflorescencia formada por un grupo de flores masculinas, sin perianto, representadas cada una por un estambre, y una sola flor femenina en posición central, largamente pedicelada, también sin perianto. Alrededor de este grupo de flores se halla un involucro de hipsófilos. Caracteriza a los géneros Euphorbia, Chamaesyce y otros géneros afines de las Euforbiáceas.



❖ **ACCESORIOS:**



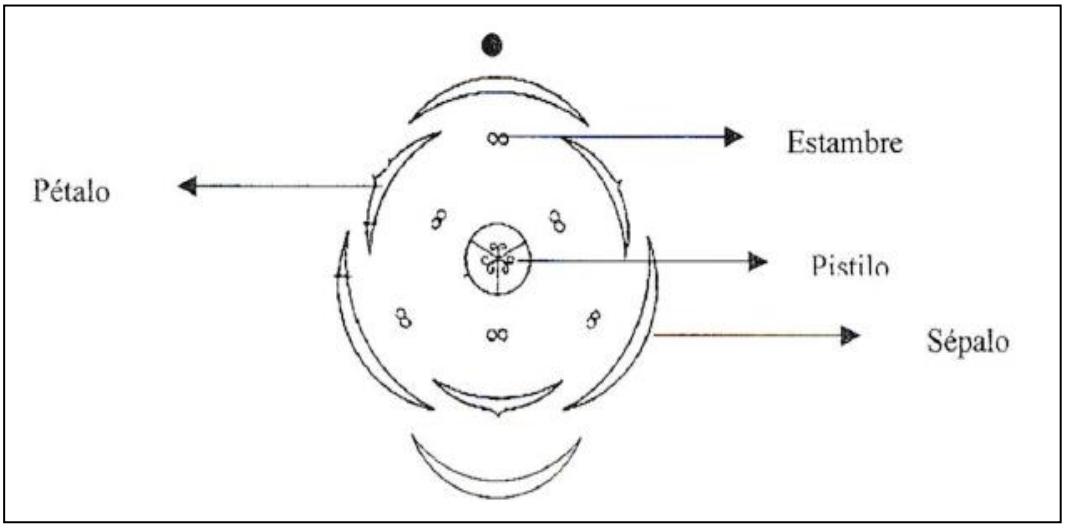
Ginóforo **Androginóforo**



Columna Estaminal

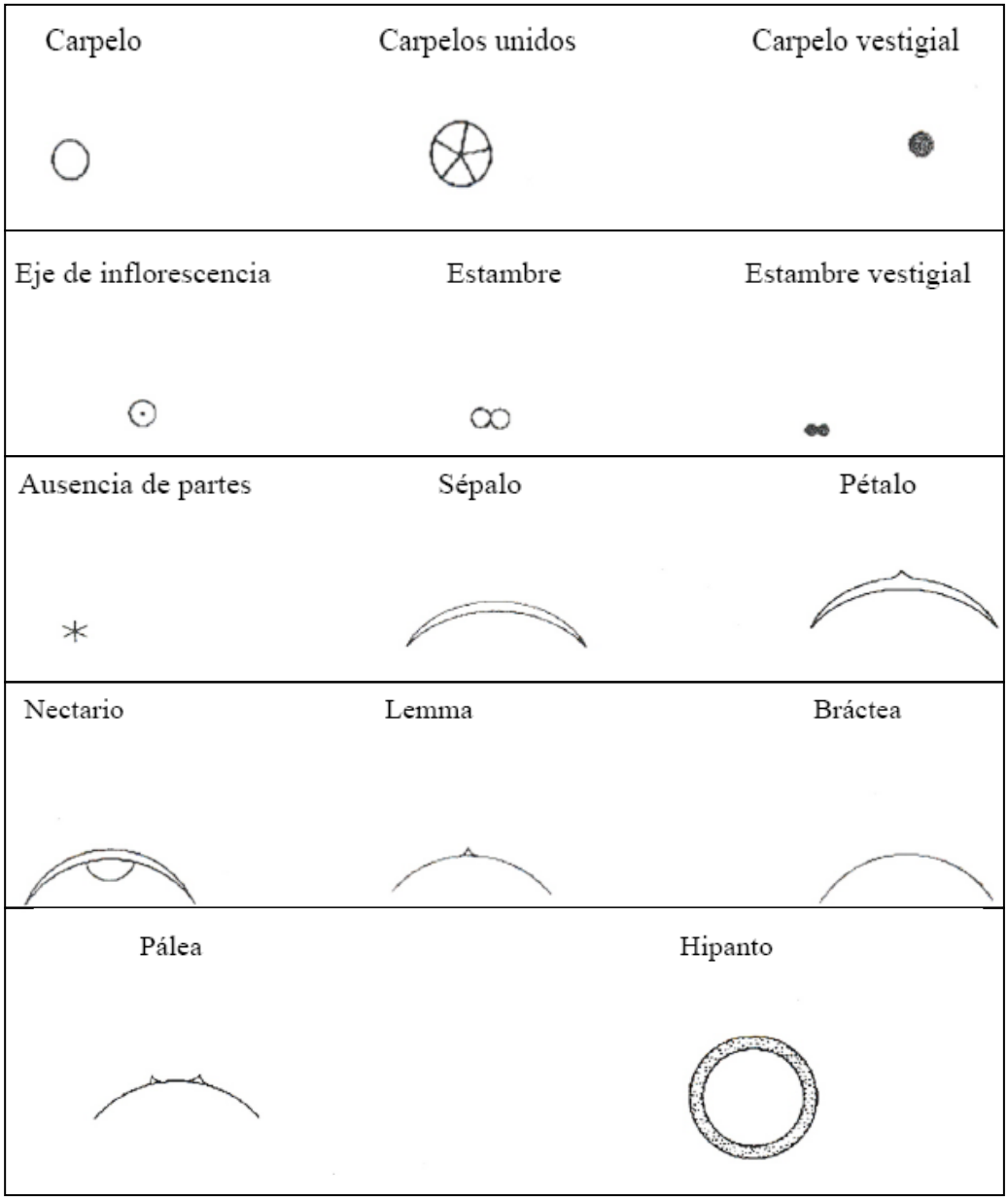
8.4. Diagramas Florales:

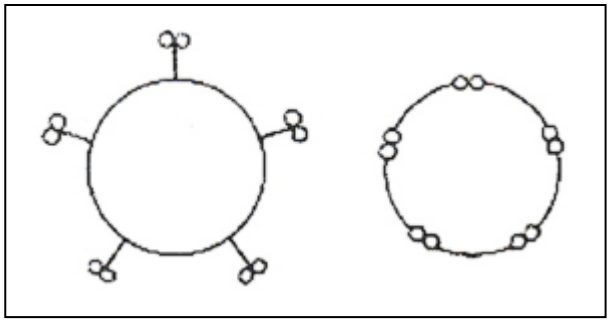
Es la ordenación de los diversos verticilos de la flor, tomados en conjunto. (Porter, 1967), constituyendo así la representación gráfica de los componentes de la flor.



SÍMBOLOS USADOS EN LA REPRESENTACIÓN DE DIAGRAMAS FLORALES

(Porter, 1967).





Estambres unidos por los filamentos y por las anteras

EJEMPLO DE DIAGRAMA FLORAL

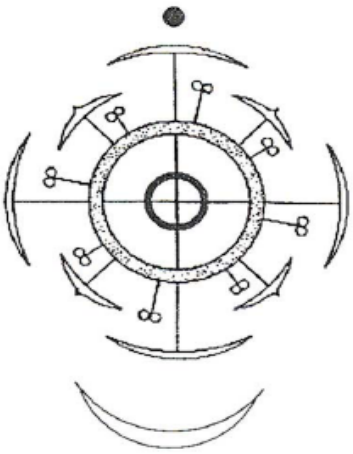
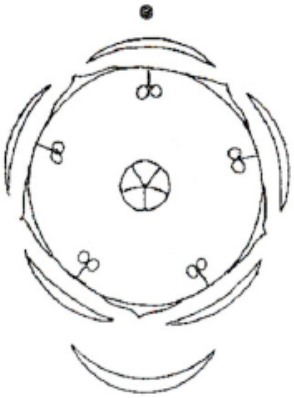


Diagrama floral de una flor tetrámera, diclamidea dialisépala, dialipétala, con estambres libres entre sí y ovario infero.

Diagrama floral de una flor pentámera, diclamidea dialisépala, gamopétala, estambres epicorolinos y ovario súpero.



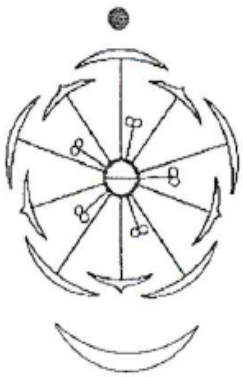


Diagrama floral de una flor pentámera, diclamidea dialisépala, dialipétala, estambres libres entre sí y ovario infero.

8

Fórmula Floral (Font Quer, 1975):

Conjunto de iniciales, cifras y signos con que, de manera abreviada, se indica la estructura fundamental de una flor. Las iniciales se refieren a los distintos verticilos, es decir:

K = cáliz

C = corola

P = perigonio

A = androceo

G = gineceo

Las cifras son índice que expresan el número de piezas de cada verticilo:

∞ Cuando la pieza de cada verticilo son numerosas o indefinidas

n Si el número, sin necesidad de ser muy grande es variable.

o Si falta un verticilo, después de la inicial correspondiente se coloca un cero.

Ejemplo A0.

Cuando cualquier verticilo floral se repite, se expresa indicando con un número el de elementos del mismo, que se repite también cuantas veces sea necesario, separando la cifra por el signo de la adición. Así dos verticilos estaminales de cinco elementos, se representa con la inicial correspondiente y el índice que se indica. Ejemplo: A 5+5.

La simetría de la flor se representa en primer lugar, antes de la primera inicial, con un asterisco (*) si la simetría es radiada o actinomorfa; con una saeta (↧) si es dorsiventral o zigomorfa.

Cuando los elementos de un verticilo son concrescentes, la soldadura se indica por medio de un paréntesis. Ejemplo K (5), C (4)

Si existe concrescencia entre dos verticilos, la soldadura se indica mediante un corchete. Ejemplo [C(3) A5]

El ovario, si es súpero, se indica por una línea horizontal colocada debajo del índice correspondiente al gineceo (G(3)), si es ínfero, la línea se coloca sobre el índice (G (3)).

Ejemplos de Formula Floral:

K5 [C(5) A5] G(5)

Flor actinomorfa, pentámera; cáliz dialisépalo; corola gamopetala; androceo con estambres libres entre sí y epicolorinos; gineceo sincárpico y ovario súpero.

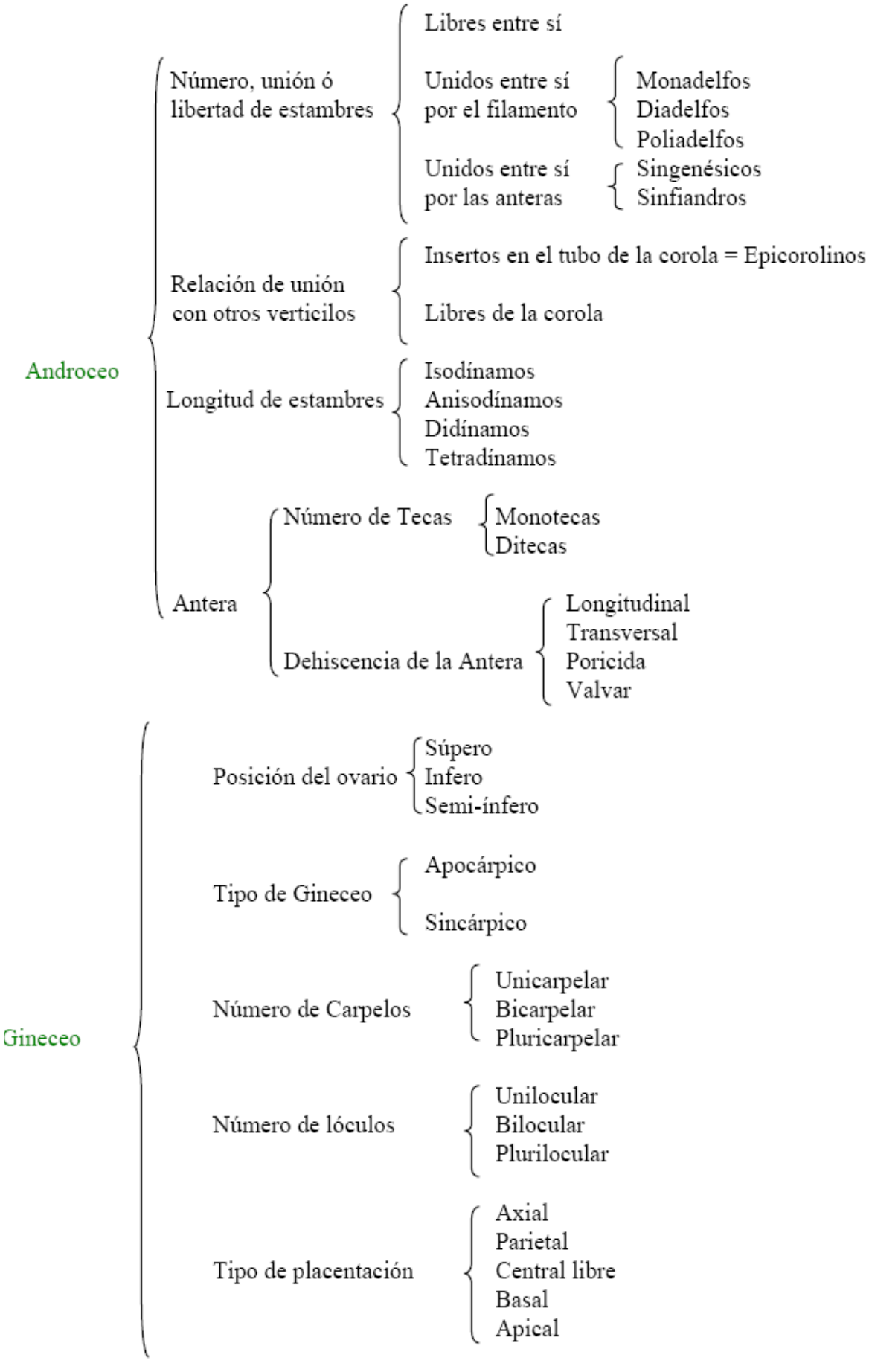
↧ K(3) C(3) A6 G(3)

Flor zigomorfa, trímera; cáliz gamosépalo; corola gamopétala; androceo con estambres libres entre sí y gineceo sincárpico con ovario ínfero.

Guía General para la Disección de una Muestra Botánica

Biotipo – Hábito

- **Hoja**
  - Composición: Simples o compuestas
  - Posición: Alternas, opuestas, verticiladas
  - Apéndices: Estípulas, acúleos
  - Nerviación
- **Inflorescencia**
  - Tipo
  - Posición
- **Flor**
  - Número de elementos en cada verticilo
    - Trímera
    - Tetrámera
    - Pentámera
  - Sexualidad
    - Hermafrodita
    - Unisexual
  - Perianto
    - Flores:
    - Aclamídeas
    - Monoclamídeas
    - Diclamídeas
      - Homoclamídea
      - Heteroclamídea
        - Dialipétalas
        - Metaclamídeas o Simpetalas
  - Prefloración: cáliz y corola
    - Imbricada
      - ascendente
      - descendente
      - contorta =torcida
      - quincuncial
    - Valvada
  - Libertad o unión de sépalos
    - Dialisépala
    - Gamosépala
  - Libertad o unión de pétalos
    - Dialipétala
    - Gamopétala
  - Simetría de la corola
    - Actinomorfa (=radiada=regular)
    - Zigomorfa
    - Asimétrica


Androceo
Número, unión ó libertad de estambres
Libres entre sí
Unidos entre sí por el filamento
Monadelfos
Diadelfos
Poliadelfos
Unidos entre sí por las anteras
Singenésicos
Sinfiandros
Relación de unión con otros verticilos
Insertos en el tubo de la corola = Epicorolinos
Libres de la corola
Longitud de estambres
Isodínamos
Anisodínamos
Didínamos
Tetradínamos
Antera
Número de Tecas
Monotecas
Ditecas
Dehiscencia de la Antera
Longitudinal
Transversal
Poricida
Valvar
Gineceo
Posición del ovario
Súpero
Infero
Semi-ínfero
Tipo de Gineceo
Apocárpico
Sincárpico
Número de Carpelos
Unicarpelar
Bicarpelar
Pluricarpelar
Número de lóculos
Unilocular
Bilocular
Plurilocular
Tipo de placentación
Axial
Parietal
Central libre
Basal
Apical

Gineceo

- Tipo de óvulo: Ortótropo, Anátropo, Campilótropo
- Numero de óvulos por lóculo: - 10; + 10 (numerosos)
- Tipo de flor de acuerdo a posición del ovario: hipógina, perígina, epígina

Otros componentes:

Corona, Disco, Ginóforo, Andróforo, Androginóforo, Estípite, Hipsófilo, Glándulas.

Fruto

- Simple, Compuesto
- Seco, carnoso
- Dehiscente, indehiscente

Diagrama Floral y Fórmula Floral

Literatura Consultada

BELL, A.D. 1998 Plant Form. An Illustrated Guide to Flowering Plant Morphology. Oxford University Press. Reprinted. 341 p.

CRONQUIST, A.1961. Introductory Botany. New York Harpen & Brothers. 601-612 p.

ENDRESS, P.K. 1996. Diversity and evolutionary biology of tropical flowers. Cambridge. Tropical Biology Series. 511 p.

FAWCETT, W. y A. RENDLE. 1920. Flora of Jamaica. Dicotyledons. 4(2):225.

FONT QUER, P. 2000. Diccionario de Botánica. Editorial Labor, S.A., Barcelona. 2da. Reimpresión. 1244 p.

GILG, E. y P.N. SCHÜRHOFF. 1959. Curso de Botánica General y Aplicada. Tercera Edición Revisada. Editorial Labor, S.A. 484 p.

GOLA, G., G. NEGRI y C. CAPPELLETE. 1959. Tratado de Botánica. Segunda

Edición. 897 p.

HARRIS, J. y M. WOOLF. 1994. Plant identification terminology. An illustrated Glossary. Spring Lake Publishing. 188 p.

HEYWOOD, V.H. 1979. Flowering Plants of the World. Oxford University Press. London. 16-17, 20-21, 25-27, 232 p.

HOLMAN R. y W. ROBBINS. 1961. Botánica General. Unión Tipográfica Editorial Hispano Americana. México. 632 p.

IZCO. J, E. BARRENO, M. BRUGUES, M. COSTA, J. DEVESA, F. FERNÁNDEZ, T. GALLARDO, X. LLIMONA, E. SALVO, S. TALAVERA y V. VALDES. 1997. Botánica. Mc Graw-Hill Interamericana de España. 781 p.

JONES, S. B. 1987. Sistemática Vegetal. 2da Edición (1ra. edición en español) Printed in Mexico.536 p.

JUDD. W, C. CAMPBELL, E. KELLOGS and P. STEVENS. 1999. Plant Systematics: A Phylogenetics Approach. Sinauer Associates, Inc., Sunderland. 464 p.

LAWRENCE; G.H.M. 1955. An Introduction to Plant Taxonomy. The MacMillan Company, New York. 179 p.

PORTER, C.L. 1967. Taxonomy of Flowering Plants. 2da. San Francisco, W. H. Freeman & Co. pp. 96-120. 339 p.

RADFORD, A., W: DICKSON, J. MASSEY, R. BILL. 1974. Vascular Plant Systematics. Haper & Row. Publishers. New York. 99-109. 891 p.

ROTH, I. 1968. Organografía comparada de las Plantas Superiores. 147, 165, 179 p.

STRASBURGER, E., F. NOLL, H. SCHENCK y A.F.W. SCHIMPER. 1974. Tratado de Botánica. Sexta Edición Española. Ed. Marín, S.A. 798 p.

WETTSTEIN, R. 1944. Tratado de Botánica Sistemática. Editorial Labor. 1039 p.

IX. POLINIZACIÓN:

La polinización es el transporte de los granos de polen desde los **sacos polínicos** de las anteras hasta el micrópilo de los óvulos en Gimnospermas y hasta el estigma en las Angiospermas.

El estigma forma parte de la estructura femenina de la flor. Cuando el polen de un individuo se une con el estigma de otra flor, en el ovario de esta flor se desarrolla el fruto con semillas, de los cuales al germinar originan otras plantas.

9.1. Cleistogamia y casmogamia

La polinización puede producirse antes o después de la **antesis**. El primer caso es la **cleistogamia**, cuando la polinización se realiza ya en el capullo o botón floral, la autogamia o sea la fecundación con las gametas del propio polen, es obligada porque las flores no se abren.

Su ventaja es que permite, a una especie bien adaptada, perpetuarse en un medio más o menos estable. Su desventaja es que por la autogamia, la especie presenta menor variabilidad hereditaria, y pierde plasticidad evolutiva.

Antesis: Momento de apertura de la flor y también el periodo desde su apertura hasta su marchitez.

La **casmogamia** es el proceso que ocurre después de la antesis, en flores abiertas. En las **flores casmógamas** puede tener lugar la autogamia o la alogamia, polinización cruzada.

9.2. Polinizacion directa – autogamia:

Cuando el transporte de polen, y por ende, la fecundación, ocurre entre flores del mismo individuo, el proceso se denomina **autogamia**. Está muy difundida entre las malezas, las plantas pioneras y las especies insulares, que necesitan la fructificación de individuos aislados. En especies autógamas, las flores con frecuencia son inconspicuas, con piezas florales reducidas, menor cantidad de polen, sin fragancia y sin néctar. ***Lilium martagon*: estilo móvil**

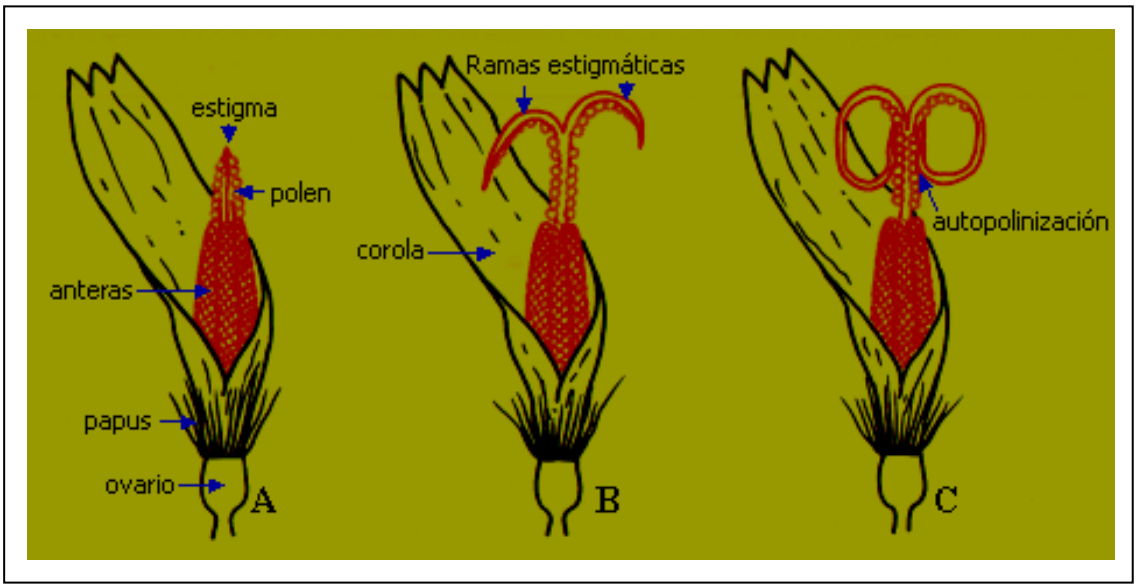


En las flores monoclinas o perfectas o cosexuales, es posible la autofecundación, ya sea por la acción de diversos dispositivos florales o por la intervención de un polinizador.

En el lirio, *Lilium martagon*, el estilo inicialmente erecto, se mueve curvándose para ponerse en contacto con los estambres para autopolinizarse**.**

En la achicoria, ***Cichorium intybus****,* las flores son **protándricas**, es decir que el androceo madura primero; el estilo al crecer, se carga de polen en su cara externa. Si no ocurre polinización cruzada por medio de insectos, las ramas estigmáticas se alargan y se curvan sobre sí mismas, poniendo en contacto su superficie receptiva interna con el propio polen.

Autopolinización en ***Cichorium intybus****,* achicoria



Cuando la polinización ocurre entre flores distintas del mismo individuo se habla de **geitonogamia**, situación común en especies con floración masiva, como el lapacho (***Tabebuia heptaphylla***), el ibirá-pitá (***Peltophorum dubium***), el palo borracho (***Ceiba speciosa***). Genéticamente es equivalente a la autogamia.

Si la planta es monoica, como la de maíz, por ejemplo, la **geitonogamia** es obligada.

Peltophorum dubium, ibirá-pitá



Tabebuia heptaphylla, lapacho



Delonix regia*,* chivato

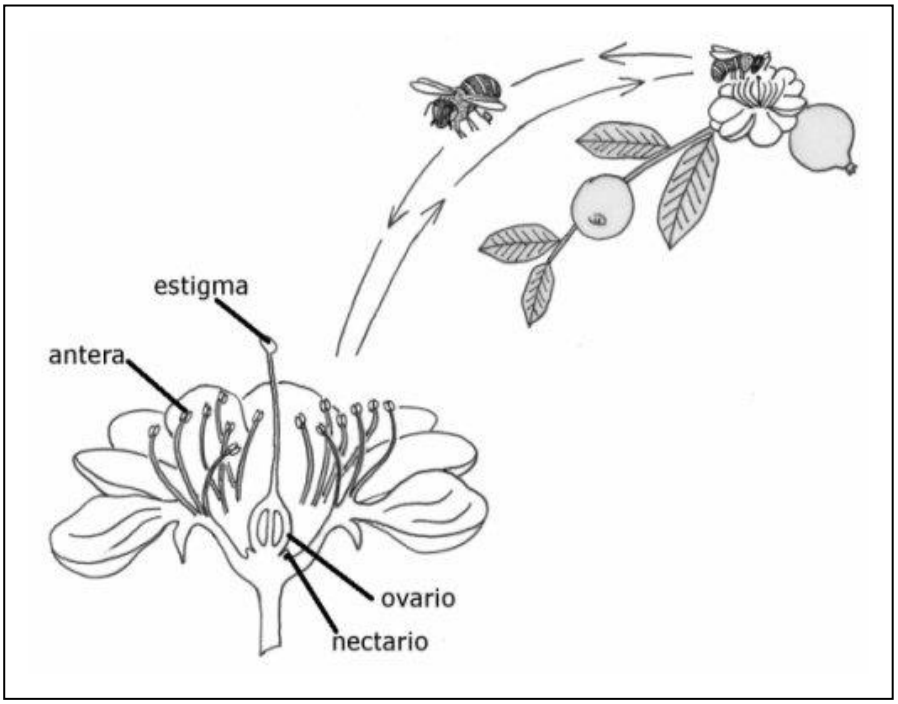


9.3. Tipos de polinización según el medio:

9.3.1. Polinización Entomófila:

En la polinización Entomófila, el agente que transporta el polen son insectos.

La mayoría de especies necesitan a los insectos para la polinización, las llamadas **plantas entomófilas** (del griego entomo = insecto y filo = amigo). Para ello han de generar flores que los atraigan, por lo que serán flores llamativas para ser vistas; unas exudan dulces aromas y otras pestilentes olores, algunas ofrecerán a cambio un nutritivo néctar, también han de preparar un lugar donde se posen los insectos, cual pista de aterrizaje y, por último, han de conseguir impregnar alguna parte del insecto con polen para que lo transporte. Todo esto es la consecuencia de la gran diversidad de flores y el maravilloso espectáculo que nos ofrecen cuando florecen, flores de todos los colores, formas, aromas, tamaños... Por ejemplo, un escarabajo necesitará una flor grande, que aguante su peso sin romperse, para que pueda posarse. Una especie que viva en cuevas u oquedades, generará flores blancas para que sean más visibles desde fuera y atraer a los necesarios insectos.



9.3.2. Polinización Ornitófila:

En la polinización Ornitófila, el agente que transporta el polen son pájaros; el más común de ellos el **colibrí** o **picaflor**. También realizan la polinización otros tipos de aves y también los murciélagos especialmente en especies forestales.

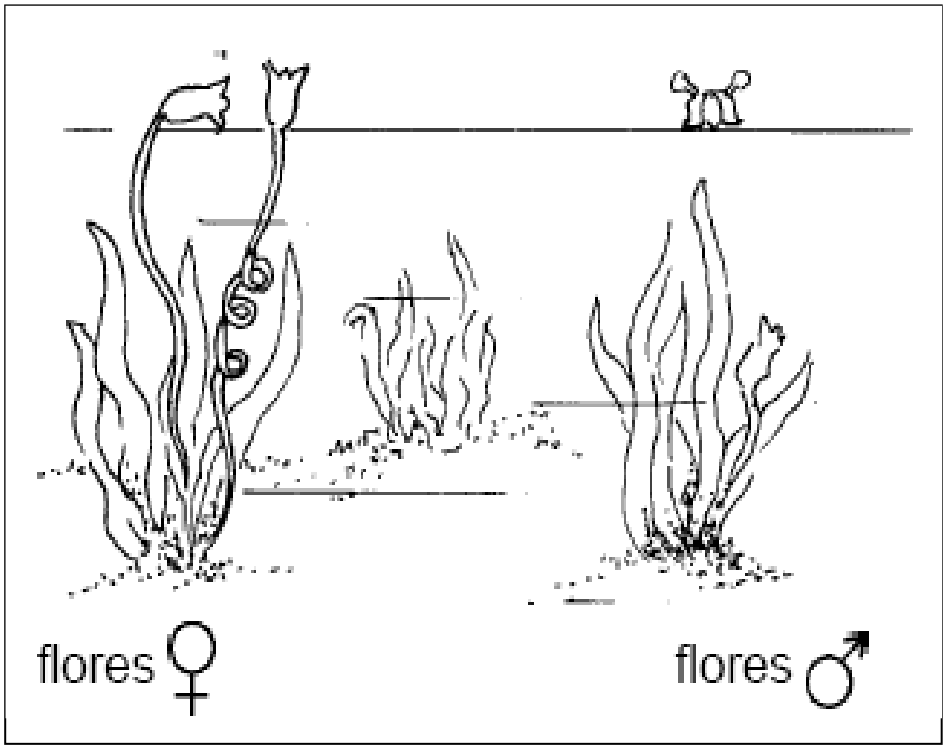
9.3.3. Polinización Anemófila:

En la polinización Anemófila, el transporte del polen se realiza por el viento.

Algunas especies menos evolucionadas como las **gramíneas** o el grupo de los Plantago o llantenes, utilizan como vehículo de dispersión del polen el viento. En consecuencia, no necesitarán flores con olores o vivos colores para atraer a los insectos, pero a cambio tendrán que fabricar más polen, tener muchas flores y que estén agrupadas para que el polen, que llegará arrastrado por el viento, pueda encontrar un pistilo donde posarse.

9.3.3.4. La polinización hidrófila:

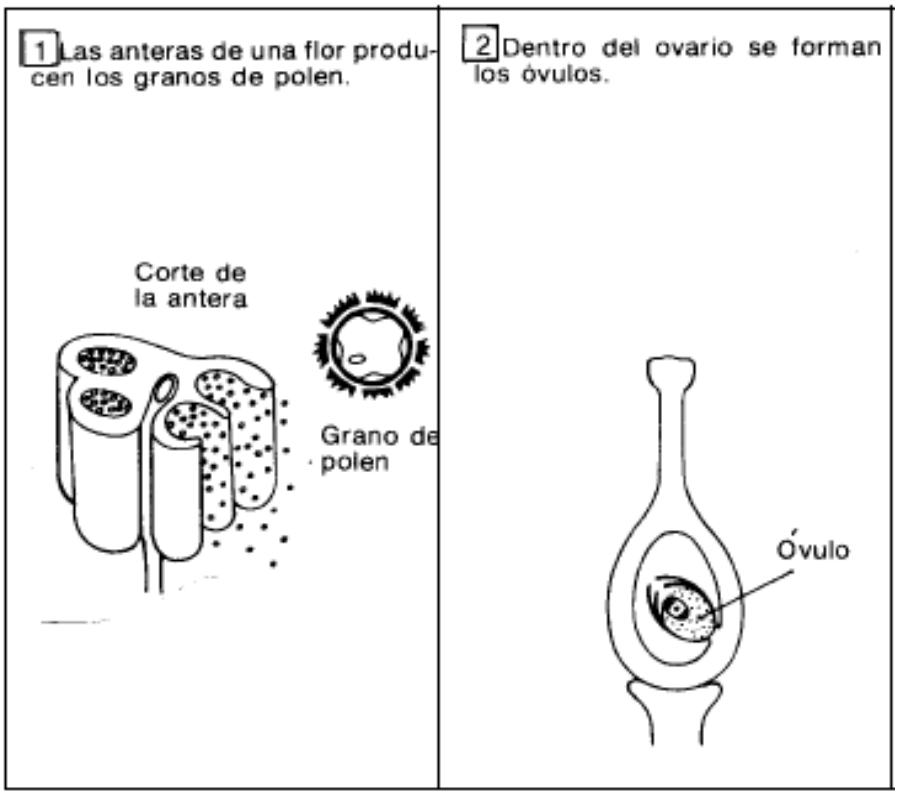
Es efectuada por el **agua**. Sólo se produce en **plantas acuáticas sumergidas**, cuyo polen es transportado por ese medio. Aunque no es totalmente **hidrófila**, es interesante la polinización de la ***vallisneria.*** Sus flores masculinas se desprenden, flotan en la superficie y son arrastradas por el agua hasta los estigmas de las flores femeninas.

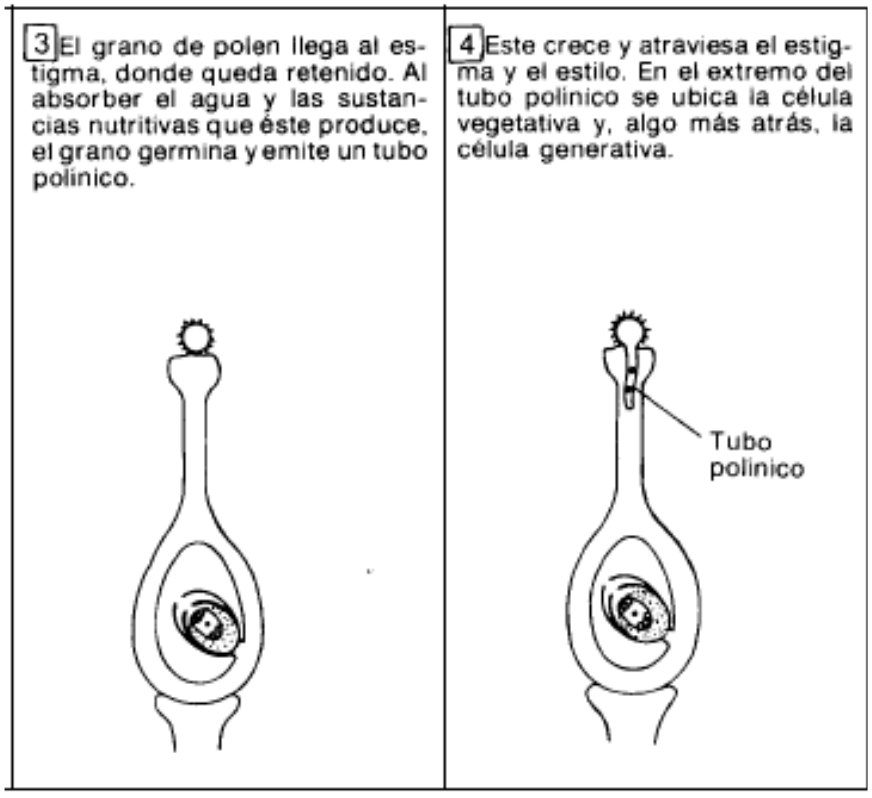


X. FECUNDACIÓN:

Una vez cumplida la **polinización** tiene lugar el importante proceso de la **fecundación**, de cuya realización depende la supervivencia de la especie.

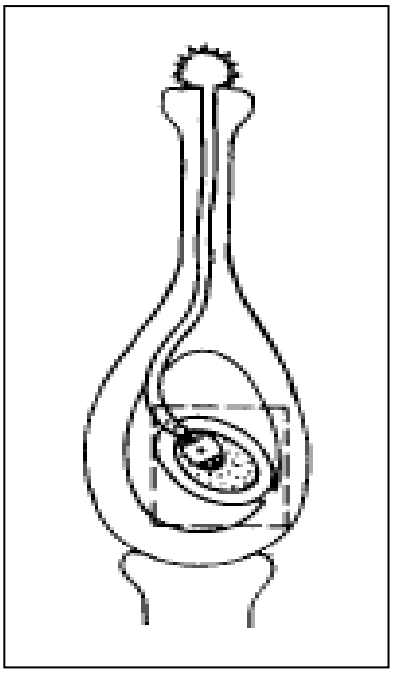
Dicho proceso se realiza de la siguiente forma:





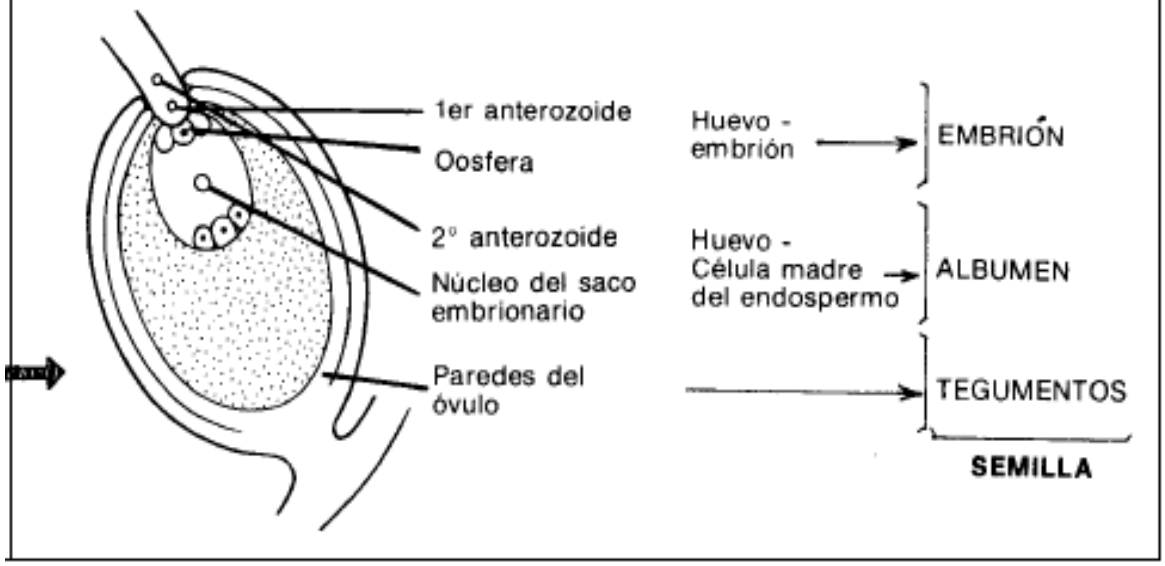
5 El tubo polínico continuo creciendo atraído por los óvulos (quimiotropismo), atraviesa el ovario y penetra en un óvulo por la micrópila.

La célula generativa se divide y forma dos gametos masculinos o anterozoides.

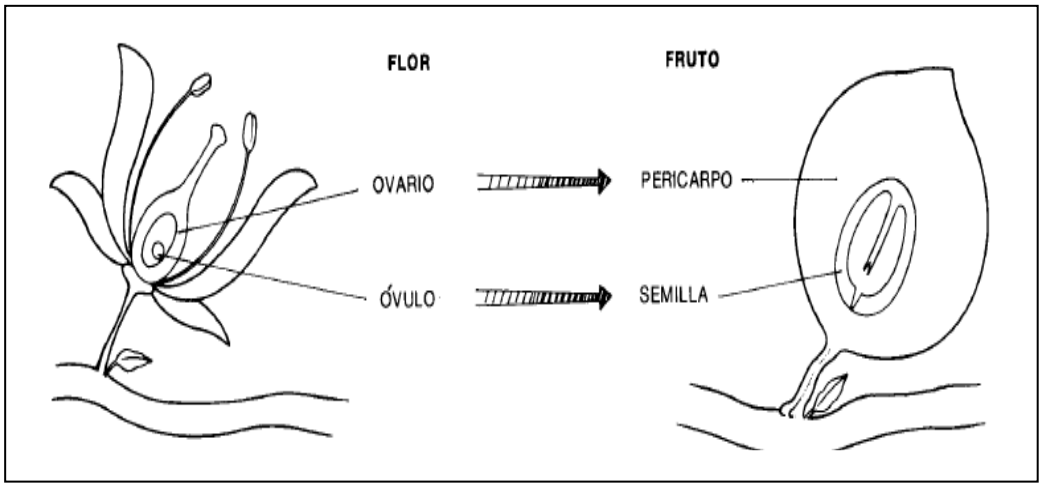


6 El primer anterozoide se une con la Oosfera y origina la célula huevo o cigota, que dará origen al embrión de una planta. Esta fusión es la **primera fecundación.**

El segundo anterozoide se une con el núcleo del saco embrionario y forma la célula madre del endospermo. Esta es la **segunda fecundación.**



De la flor al fruto:



Producida la fecundación, los óvulos se transforman en semillas y la pared del ovario en **pericarpio**, las restantes partes de la flor se secan y caen.

La pared del fruto llamada pericarpio generalmente comprende 3 partes:

- Epicarpo – exterior
- Mesocarpo - medio
- Endocarpo - interno

Los frutos son secos o carnosos según la consistencia del pericarpo. Este protege a la semilla que originara una nueva planta.

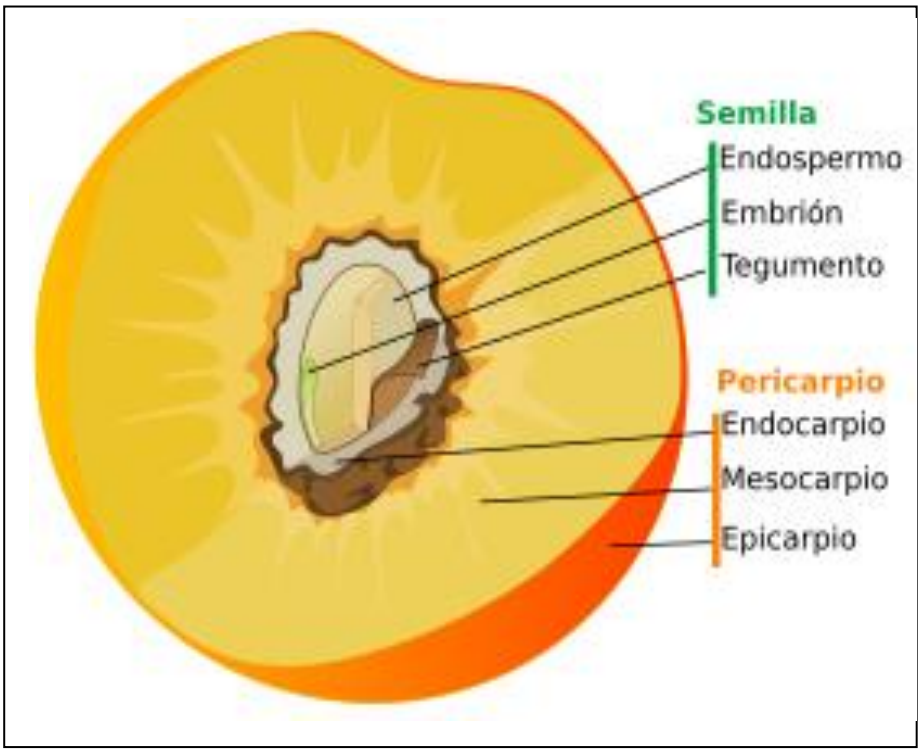
XI. El Fruto:

Luego de la fecundación de los óvulos, y al mismo tiempo en que estos se van transformando en semillas, los carpelos (componentes del gineceo, parte femenina de la flor), junto con otros órganos extracarpelares, sufren una serie de modificaciones que conducen a la formación del ***fruto.*** Siendo posible afirmar que el fruto no es más que el ovario maduro conteniendo a las semillas.

En botánica, el **fruto** es el ovario fecundado de las plantas con flor. La pared del ovario engorda al transformarse en la pared del fruto y se denomina **pericarpio**, cuya función es proteger a la semilla.

En las plantas gimnospermas y plantas sin flores no hay verdaderos frutos, aunque a estructuras reproductivas como los **conos** de los pinos, comúnmente se les tome por frutos.

Muchas plantas se cultivan por que dan ciertos frutos comestibles y a menudo fragantes, sabrosos y jugosos llamados **frutas**.



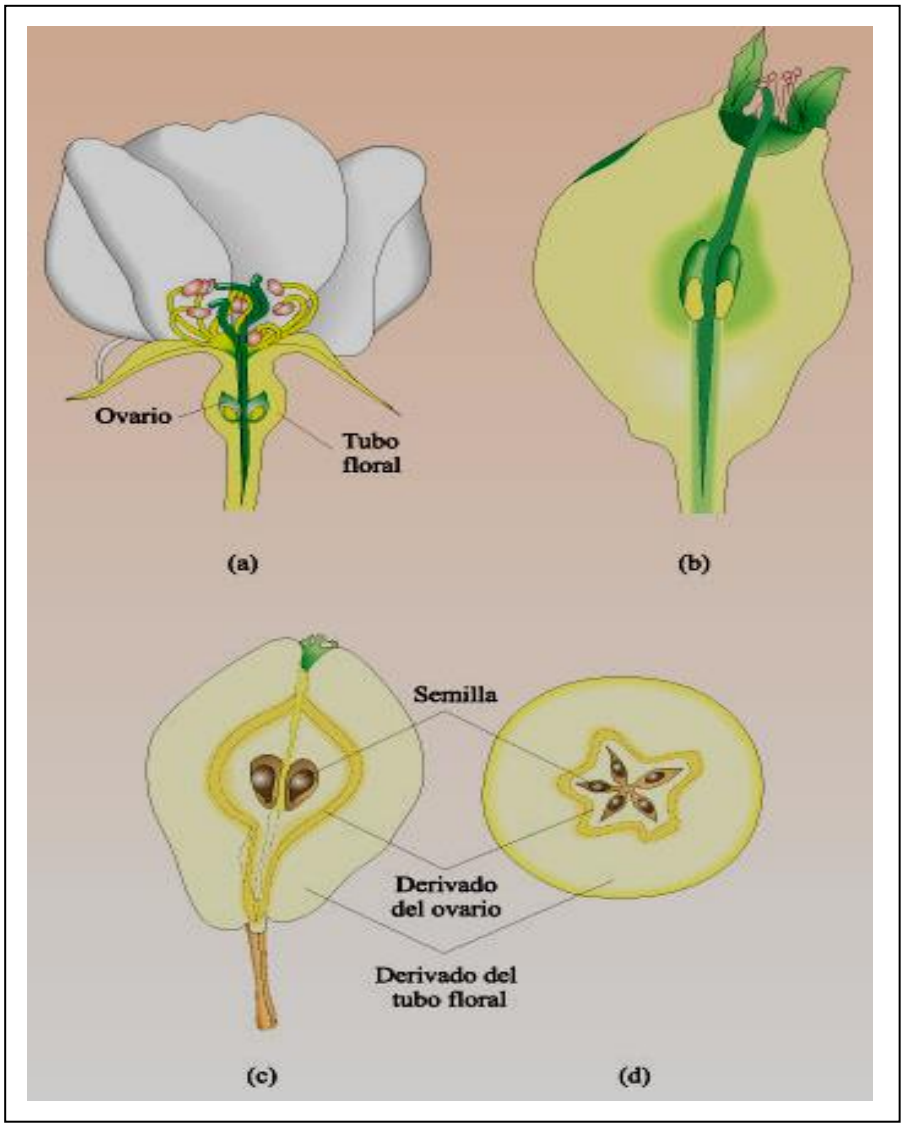
- Origen del fruto
- Estructura del fruto
- Placentación
- Clasificación de los frutos

11.1. Origen del Fruto

En las plantas con flor, el fruto es el conjunto del ovario maduro y todas las demás piezas florales. En sentido botánico, se llama fruto sólo al ovario maduro. En términos coloquiales, la palabra suele usarse sólo para describir los frutos suculentos y comestibles de las plantas leñosas, los de matas y arbustos, como el tomate o el melón, y algunos otros más pequeños, como la fresa o la frutilla. En condiciones naturales, el fruto suele formarse una vez que ha tenido lugar la **fecundación** del **óvulo**, pero en muchas plantas, casi siempre variedades cultivadas, como los cítricos sin semilla, la uva, el banano y el pepino, el fruto madura sin necesidad de fecundación; este fenómeno se llama **partenocarpia**. En cualquier caso, la maduración del ovario provoca el marchitamiento de los estigmas y las anteras y el agrandamiento del propio ovario (o de los ovarios, si la flor tiene más de uno). Los óvulos presentes en el interior de los ovarios fecundados se desarrollan y forman las semillas. En las variedades partenocárpicas éstas no se desarrollan, y los óvulos mantienen el tamaño

original. La principal función del fruto es proteger las semillas durante su desarrollo; en muchas plantas también favorecen su dispersión.

Evolución de la flor del peral al fruto



a) Flor del peral. El ovario es la porción basal del carpelo. b) Flor más vieja, después de que han caído Los pétalos. c) Corte longitudinal y d) corte transversal del fruto maduro. El corazón de la pera es la pared del ovario maduro. La parte carnosa comestible se desarrolla a partir del tubo floral

Para el caso del **marañón o casho** (***Anacardium occidentale***) el fruto consta de dos partes, la nuez y el pseudo fruto; El **pseudo fruto** es el resultado del desarrollo del pedúnculo floral en una estructura carnosa, característico de esta planta.



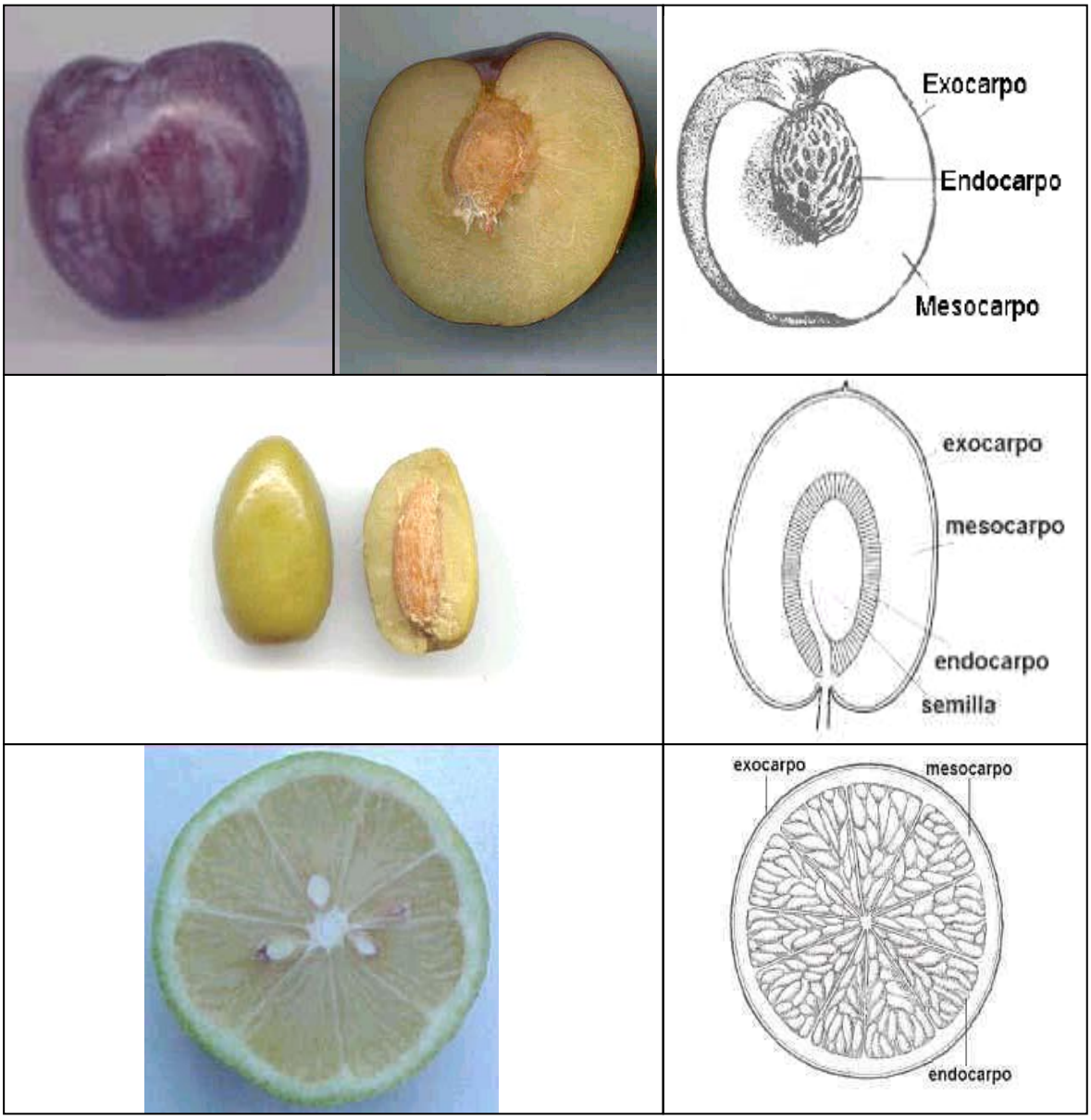
11.2. Estructura del fruto:

Al madurar, las paredes del ovario se desarrollan y forman el **pericarpio**, constituido por tres capas:

La más externa o **epicarpio** suele ser una simple película epidérmica lisa como el caso de la uva; con pelo como en el durazno, o recubierto de cera, como en la ciruela. Proviene de la capa externa del ovario, originada por la epidermis inferior de la **hoja carpelar.**

El grosor de la capa media o **mesocarpio** y de la interna o **endocarpio** es muy variable, pero dentro de un mismo tipo de fruto, una de las capas puede ser gruesa y las otras delgadas. En los frutos carnosos, la pulpa suele corresponder al mesocarpio, como ocurre en el durazno y la uva o seco y esponjoso como la naranja. El mesocarpio proviene de la capa media del ovario, originada por el mesófilo de la hoja carpelar, el en caso del endocarpio proviene de la capa interna del ovario, originada por la epidermis superior de la hoja carpelar. La semilla o las semillas, dispuestas dentro del pericarpio, constituyen en ciertos casos la totalidad de la porción comestible del fruto. Así, en el coco, la cáscara dura exterior es el pericarpio, y la parte comestible interior, es la semilla.

ESQUEMAS DE LA ESTRUCTURA DEL FRUTO MOSTRANDO LAS TRES CAPAS QUE COMPONEN EL EPICARPIO:

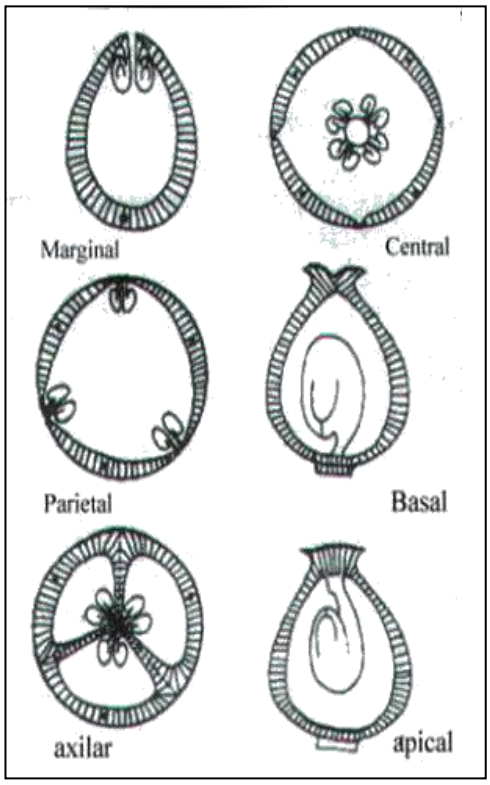


11.3. Placentación:

Como se explicó en la página de flor, se denomina placentación a la disposición de los óvulos dentro del ovario. Cuando el ovario madura, la placentación determina la ubiacación de las semillas dentro del fruto.

Los tipos de placentación son los siguientes:

- **Marginal**: los óvulos se ubican en los márgenes del carpelo. Un ejemplo de un fruto con este tipo de placentación es el frejol o la arveja.
- **Parietal**: los óvulos se fijan en la pared del ovario, ej: la calabaza.
- **Central**: los óvulos se fijan en una columna inserta en la base de un ovario unicular, ej.: la manzana.
- **Axilar**: los carpelos se unen en un ovario pluricular y los óvulos se hallan en los ángulos de unión, ej: la naranja.
- **Basal**: los óvulos se ubican en la cavidad ovárica.
- **Apical**: los óvulos se ubican en el ápendice de la cavidad ovárica.



11.4. Clasificación de los frutos

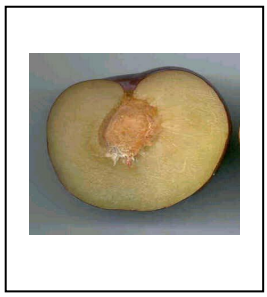
Para la adecuada clasificación de los frutos hay que tener en cuenta muchas características. No obstante, es posible tener una buena aproximación a los distintos tipos de frutos observando: el número de carpelos, la consistencia y la dehiscencia. Durante el trabajo práctico utilizaremos una clave dicotómica simple que nos permitirá clasificar los frutos en base a estas tres características. Veamos de qué se trata...

- **Número de carpelos que forman el fruto**:

Los frutos que derivan de una flor con un sólo carpelo, monocarpelar se denominan ***monocárpicos*** (ej. ciruela, durazno, frejol o arveja, etc.).



Aceituna (monocárpico)



Ciruela (monocárpico)



Palta (monocárpico)

Si por el contrario derivan de una flor con ovario **pluricarpelar**, tenemos dos posibilidades:

- Que los carpelos estén unidos (formando un único ovario -que proviene de un gineceo gamocarpelar-): frutos ***policárpicos*** (ej. uva, tomate, naranja, kiwi)

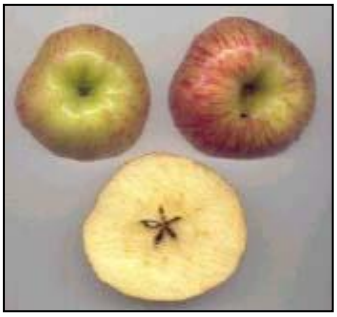
- Que los carpelos están separados entre si, (por lo tanto la flor tiene varios ovarios independientes -el gineceo es dialicarpelar-): frutos ***múltiples***.(ej. frutilla, magnolia, mora, etc.). El mejor ejemplo para visualizar esto es la mora o la frambuesa, donde cada "bolita" que constituye el fruto fue originado por uno de los carpelos que tenía la flor, como son muchos....



Naranja (policárpico)



Kivi (policárpico)

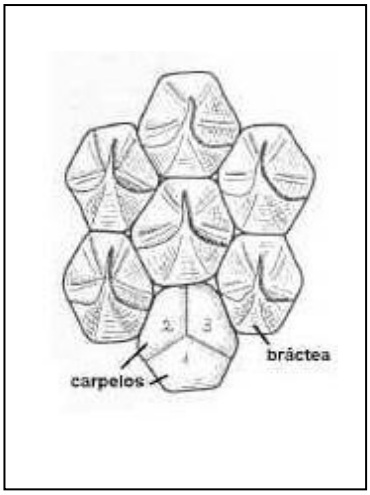


Manzana (policárpico)

Hasta aquí siempre hablamos de frutos que están originados de una única flor pero, en algunos casos, las plantas tienen flores dispuestas en un solo pedúnculo, unas muy cerca de las otras. Este conjunto de flores se denomina **inflorescencia**. El ovario dentro de cada flor dará un fruto, también unido al pedúnculo o eje central, por lo que a todo el conjunto se lo conoce como ***infrutescencia*** o ***fruto compuesto*** (ej. higo, ananá o piña).



Ananá (infrutescencia)



Esquema de cada uno de los frutos que componen la infrutescencia del ananá

Consistencia del fruto:

Hay frutos cuyos pericarpios se mantienen delgados, a estos frutos se los llama ***secos***, en cambio hay otros frutos cuyos pericarpios acumulan sustancias alimenticias, a estos se los denomina ***carnosos.***



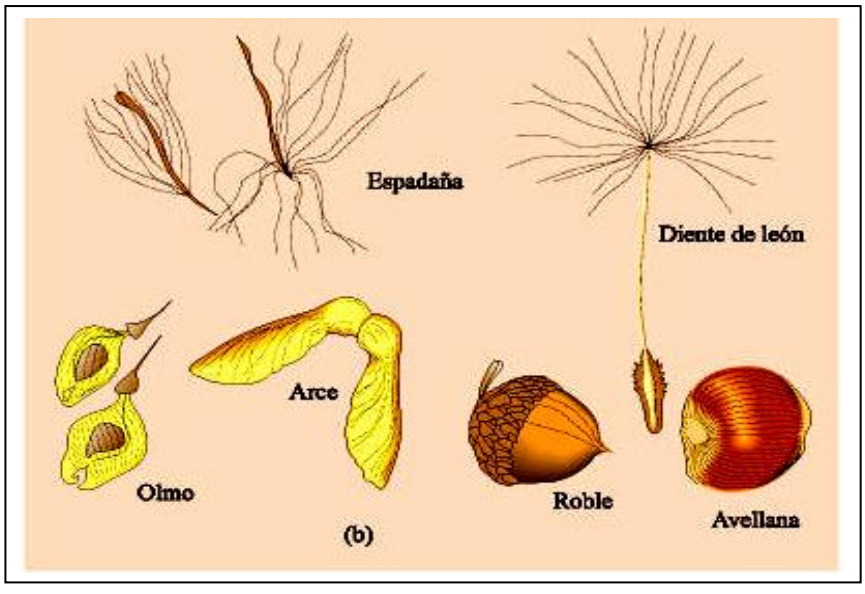
Frutos secos



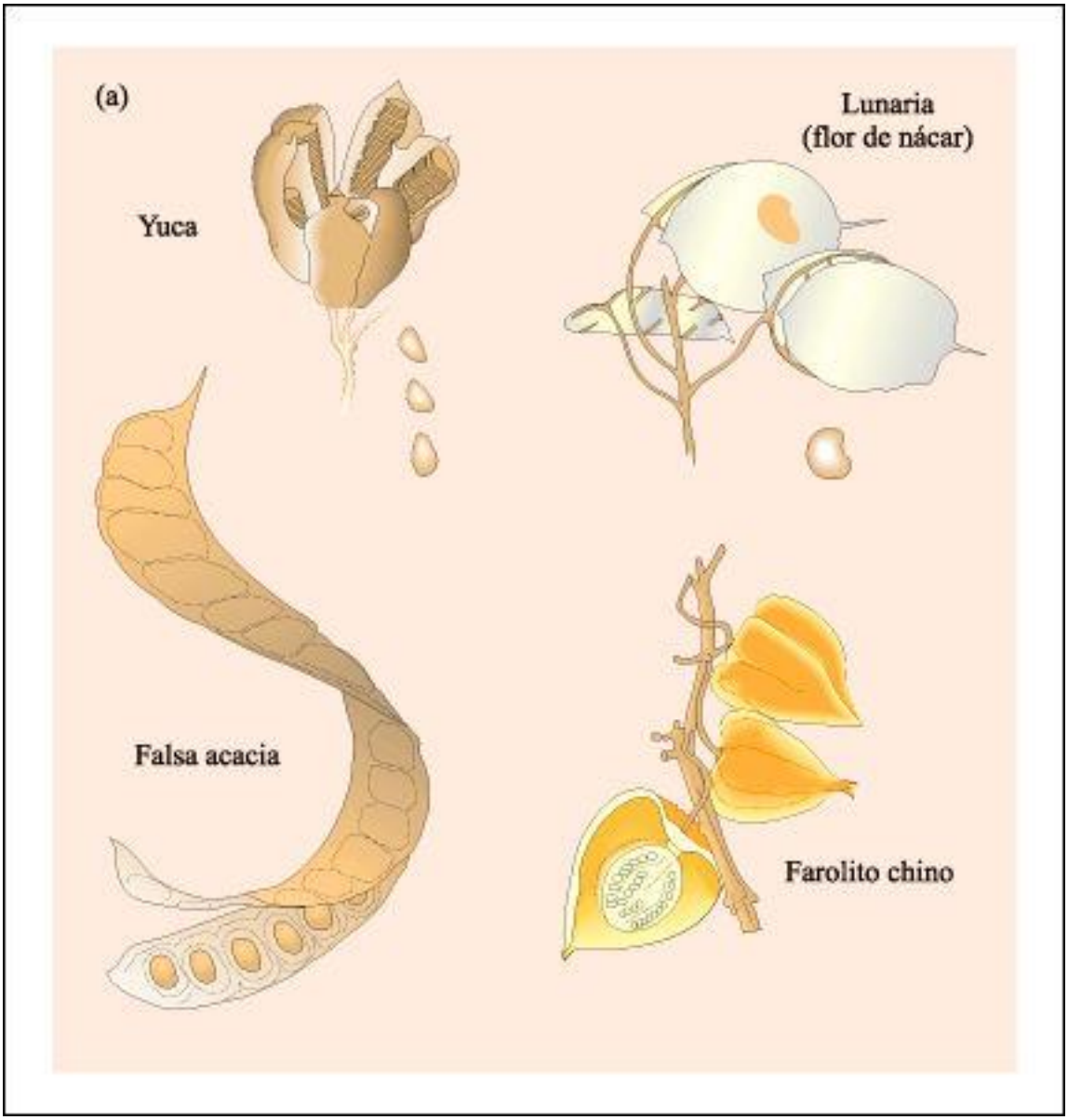
Frutos carnosos

Dehiscencia del fruto:

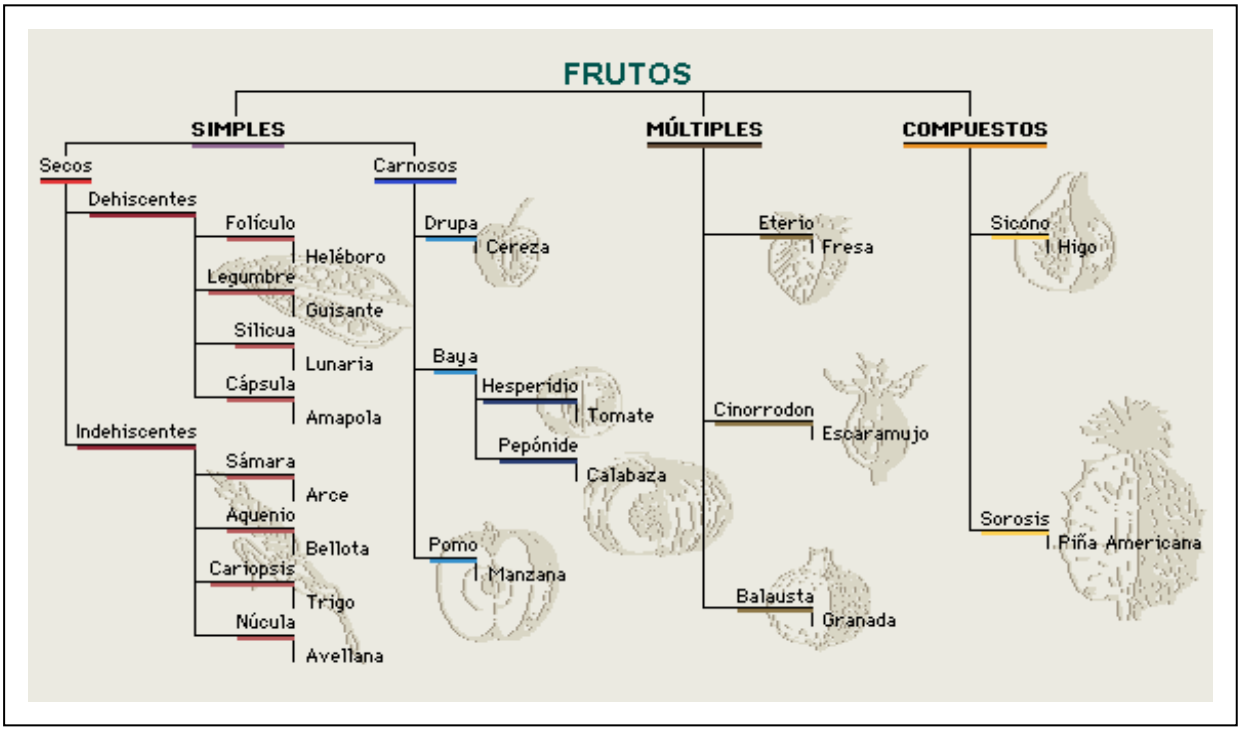
Hay algunos frutos que al madurar permanecen cerrados y sus semillas quedan en el interior, estos son los frutos ***indehiscentes*** (ej. manzana, durazno, roble, arce, etc.). En estos casos, para que las semillas se liberen del interior del fruto y alcancen la tierra para poder germinar, éste debe caer al suelo y pudrirse o bien, si es un fruto carnoso, podrá ser ingerido por algún animal y las semillas pasarán por su tubo digestivo y serán eliminadas con las heces (es por esto que en el campo es tan común encontrar pequeñas plantas germinando en los montículos de estiércol de los animales: podríamos decir que tienen suficiente "abono" para ello...)



Otros frutos, en cambio, se abren espontáneamente y expulsan las semillas al madurar: son los frutos ***dehiscentes*** (ej. arveja, poroto, etc.). Normalmente, los frutos se abren por los lugares donde se soldaron los carpelos. Esta dehiscencia puede ser de varias formar: *longitudinal*, cuando se abre a lo largo del carpelo como en las arvejas; *transversal*, cuando se abre como una caja sacándole su tapa, como en el eucalipto; o *porcida*, cuando las semillas salen por pequeños agujeros o poros como en el caso de la amapola. La dispersión de las semillas (es decir, cuán lejos germinarán de la planta "madre") depende de factores como cuán lejos fueron expulsadas del fruto y de la acción del viento y el agua que pueden ayudar a transportar las semillas.



A continuación, podemos observar cómo se clasifican los frutos utilizando el conjunto de atributos que acabamos de mencionar (número de carpelos, consistencia, dehiscencia) y algunos otros un poco más complejos:



11.5. Funciones del Fruto:

Cualquiera que sea su origen y aspecto, el fruto cumple tres funciones importantes:

1. Contener y proteger a la semilla
2. Contribuir dispersión de la semilla.
3. Atraer animales que dispersan las semillas.

En las plantas con flor, el fruto es el conjunto del ovario maduro y todas las demás piezas florales Los **animales** que comen frutos y dispersan las semillas han contribuido a la reproducción selectiva de las plantas que producen los mejores frutos.

Muchos frutos tienen importancia económica como fuente de alimento y **materias primas**. Los frutos comestibles se llaman comúnmente **frutas.**

El fruto es la parte de los vegetales que está a cargo de proteger las semillas y asegurar su dispersión. Es el resultado de la fecundación del ovario, especialmente por el engrosamiento de las paredes de éste, aunque algunos frutos tienen otro origen ya que pueden proceden del engrosamiento del receptáculo floral o de otro lugar de la flor.

Los tomates son un ejemplo de fruto llamado **baya**, aunque gastronómicamente no sea una fruta sino una verdura.



11.6. Clases de Frutos:

Si el fruto proceden de un **gineceo** unicarpelar o pluricarpelar cenocárpico, se llaman frutos simples; si proceden de un gineceo pluricarpelar apocárpico, se llaman frutos múltiples o colectivos; si en la formación del fruto intervienen otros órganos florales, aparte de los carpelos, se llaman frutos complejos. Cuando a la madurez se abren de una forma determinada para liberar las granas, se llaman dehiscentes; en caso contrario, indehiscentes. Cuando el mesocarpo es carnoso, se llaman carnosos; cuando es no carnoso, se llaman secos.

- **Fruto simple**

  Los frutos simples se desarrollan a partir de un solo **pistilo**, que puede ser mono o pluricarpelar pero siempre están fusionados, como por ejemplo las uvas, naranjas o el melón.

- **Fruto dehiscente**

  Vaina de guisantes, un ejemplo de fruto legumbre (aunque gastronómicamente es una verdura).

  La **dehiscencia** es la cualidad de abrirse solo, así que cuando llega la hora de la maduración los frutos simples dehiscentes se abren a lo largo de líneas o suturas definidas para permitir la **liberación de las semillas**. Lo contrario es indehiscente.

- **Folículo**: procede de un gineceo unicarpelar. Se abre por la línea de sutura ventral. Ej. **Delphinium** (espuela de caballero).

- **Legumbre**: procede de un gineceo unicarpelar. Se abre en dos valvas, por la línea de sutura ventral y también por el nervio central. Ej. *Spartium junceum* (retama).



- **Cápsula**: procede de un gineceo pluricarpelar cenocárpico, paracárpico o sincárpico (en este último caso se llama caja). Puede presentar diversos tipos de dehiscencia. Ej. ***Papaver somniferum*** (adormidera).

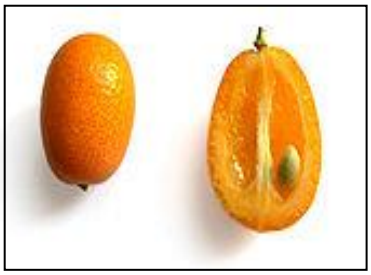
- **Pixidio**: similar a la cápsula. Ejemplo: machimango (*Escheweilera, Couropita*, etc.)

- **Silicua**: variando de cápsula que procede de un gineceo bicarpelar paracárpico, pero con un falso tabique placentario que divide el ovario en dos lóculos. Fruto doble de largo que de ancho; dehiscencia en dos valvas. Ej. Tahuarí (*Tabebuia serratifolia*, etc.).

- **Silícula**: parecidos a la silicua, pero menos de dos veces más largo que ancho. Ej. **Alyssum maritimum** (cabezas blancas).

Fruto carnoso

Los frutos carnosos son frutos simples indehiscentes cuyo interior es **suculento**, por ello son los más apreciados como frutas.



- **Quinotos** entero y mitad, ejemplos de fruto hesperidio.

- **Drupa**: procede normalmente de un gineceo unicarpelar y a veces pluricarpelar cenocárpico. Contiene una sola semilla. Mesocarpio carnoso y endocarpio pétreo. Ej. ***Olea europaea*** (olivo).

- **Baya:** procede de un gineceo uni o pluricarpelar cenocárpico. Contiene una o diversas semillas. Todo el pericarpio es carnoso. Ej. ***Lycopersicum esculentum*** (tomatera).

- **Hesperidio**: baya modificada en la cual el epicarpio tiene glándulas y es rico en esencias, el mesocarpio es carnoso pero seco y el endocarpio membranoso. Ej. ***Citrus aurantium*** (naranjo amargo).

- **Pepónide**: baya modificada con el epicarpio grueso y duro. Ej. ***Solanum melongena*** (berenjena)

Fruto seco indehiscente :



Espigas con granos de trigo, un ejemplo de fruto llamado cariópside.

Los **frutos simples indehiscentes secos** son los frutos que maduran sin dar a luz a la semilla, es decir que no la liberan durante su maduración.

- **Aquenio**: procede de un gineceo uni o pluricarpelar cenocárpico. Contiene una sola semilla. Pericarpio coriáceo no soldado a la semilla.

- **Cípsela:** tipo de aquenio que proviene de un ovario ínfero pluricarpelar. Propio de las valerianaceae, dipsacaceae y asteraceae. Ej. ***Helianthus annuus*** (girasol).

- **Cariópside**: como el aquenio, pero con el pericarpio soldado a la semilla. Ej. *Triticum sativum* (trigo).

- **Nuez (fruto):** procede de un gineceo uni o pluricarpelar cenocárpico. Contiene una sola semilla. Pericarpio leñoso no soldado a la semilla. Ej. *Corylus avellana* (avellano).

- **Núcula:** parecida a la nuez y también monosperma, pero de pericarpio endurecido y normalmente pequeño. Ej. *Rosmarinus officinalis* (romaní)

- **Sámara**: nuez provista de un ala membranosa. Ej. *Acer campestre* (arce silvestre).

- **Esquizocarpio**: procede de un gineceo pluricarpelar sincárpico. Contiene muchas semillas. Este fruto se abre por las líneas de sutura de los diferentes carpelos dando lugar a los mericarpios. Ej. *Malva rotundifolia* (malva).

Frutos compuestos:



- **Fruto agregado:** Frambuesas, ejemplo de **polidrupa.**

Los frutos agregados se desarrollan de una sola flor multicarpelar o con varios pistilos que están libres, por lo que en la misma flor se forman frutos independientes pero juntos.

Fresas, un ejemplo de fruto llamado **eterio.**

- **Polifolículo:** cada carpelo da un folículo y se origina un conjunto de frutos polispermas y secos. Ej. *Helleborus foetidus* (eléboro fétido).

- **Poliaquenio:** cada carpelo da un aquenio y se origina un conjunto de frutos monospermas y secos reunidos en un receptáculo plano, cóncavo o convexo. Ej. *Ranunculus bulbosus* (ranúnculo bulboso).

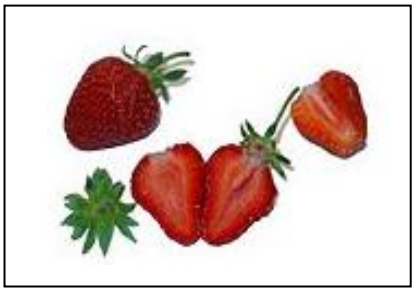
- **Polidrupa**: cada carpelo da una drupa y se origina un conjunto de frutos monospermas y carnosos. Ej. *Rubus ulmifolius* (zarza).

- **Fruto complejo**

Los frutos complejos están formados por otro órganos de una flor aparte de los carpelos o pistilos.

- **Pomo:** fruto formado de un ovario ínferior, con la porción externa proveniente del receptáculo floral; el endocarpio es coriáceo. Ex.: *Pyrus malus* (manzano).

- **Eterio**: poliaquenio en que los aquenios se disponen sobre un eje muy desarrollado y carnoso. Ej. Fragaria vesca (fresa salvaje), fresa.



- **Cinorrodon:** polinuez en que las nueces provienen de carpelos cerrados en un receptáculo cóncavo. Ej. Rosa canina (escaramujo

Botánicamente, según el tipo de fruto:

1. **Fruto simple:** se desarrollan a partir de un solo pistilo, mono o pluricarpelares como por ejemplo las uvas o el melón. Se subdividen según el fruto se abra para soltar la semilla o no.

2. **Fruto agregado:** se desarrollan a partir de varios pistilos independientes que dan origen a varias pequeñas frutitas que se insertan en un receptáculo común como las fresas y las moras.

3. **Fruto complejo:** se desarrollan a partir de un conglomerado de flores o inflorescencia que poseen múltiples ovarios, cada uno de ellos procedente de una flor distinta, que se fusionan en una fruta, generalmente carnosa, al alcanzar la madurez como los higos

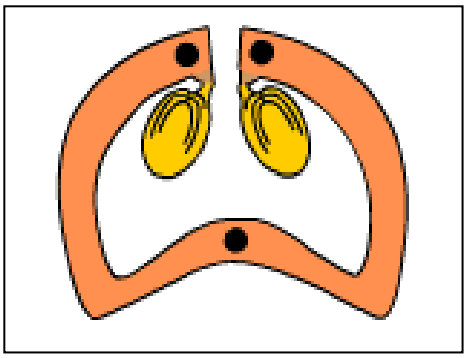
11.7. Dehiscencia del Fruto:

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.

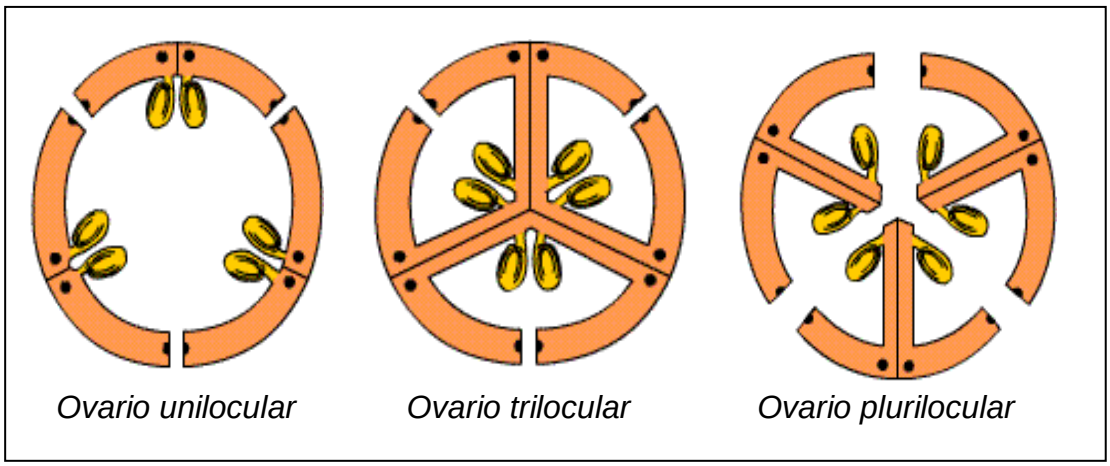
Se distinguen distintos tipos:

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

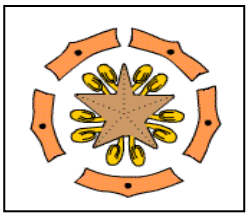


- **Loculicida** (dorsicida): la rajadura se produce a lo largo de la vena media de los carpelos. Puede darse en frutos uniloculares (Turneraceae, Violaceae) o pluriloculares (*Allium*, *Cupania*, Amaryllidáceas, Iridáceas). El fruto puede permanecer entero o se fragmenta en valvas, correspondiendo cada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

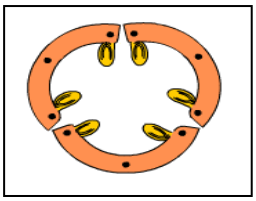
FRUTO FRAGMENTADO EN VALVAS



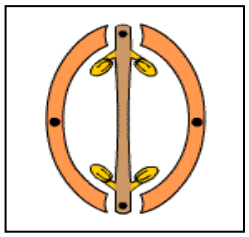
- **Septífraga**: cuando la rotura tiene lugar en los septos, sobre planos paralelos al eje del fruto. Las porciones internas y las semillas quedan unidas a una columna axial. Ej.: ***Cedrela.***



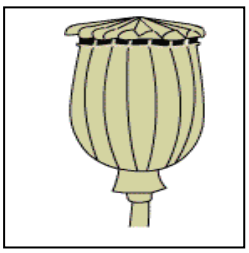
- **Placenticida**: cuando el fruto se raja a lo largo de la parte media de las placentas. Ej.: ***Gentiana*.**



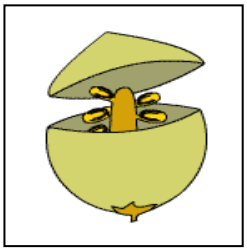
- **Placentífraga**: cuando el fruto se abre por medio de dos hendiduras paralelas, muy próximas a las placentas, como sucede en la **silicua** de las Brasicáceas.



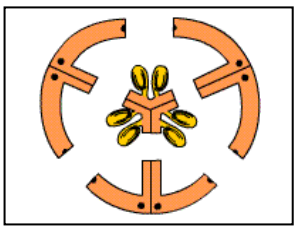
- **Poricida o foraminal**: implica la formación de orificios para salida de las semillas. Ej.: *Antirrhinum majus*, conejito; ***Papaver somniferum,* amapola**.



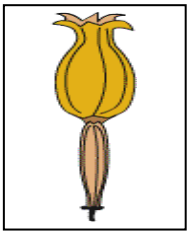
- **Circuncisa o Transversal**: cuando se produce la separación de la parte apical de la pared del fruto a lo largo de una rotura transversal que afecta a todos los carpelos (pixidio). Ej.: ***Portulaca*, verdolaga.**



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



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



CLASIFICACIÓN DE LOS FRUTOS: Se clasifican en dos 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.

1. **Folículo:** Se forma a partir de un gineceo de dehiscencia longitudinal simple o pluriseminado.

Folículo de Grevillea robusta, roble sedoso (Dicot.)



Folículo de Asclepias nigra



- ***Frutos politalámicos*** *(o múltiples) provienen de la unión de dos o más flores*

FRUTOS MONOTALÁMICOS

FRUTOS SIMPLES SECOS

DEHISCENTES

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,*

Legumbre de Glycine max, soja (Dicot.)

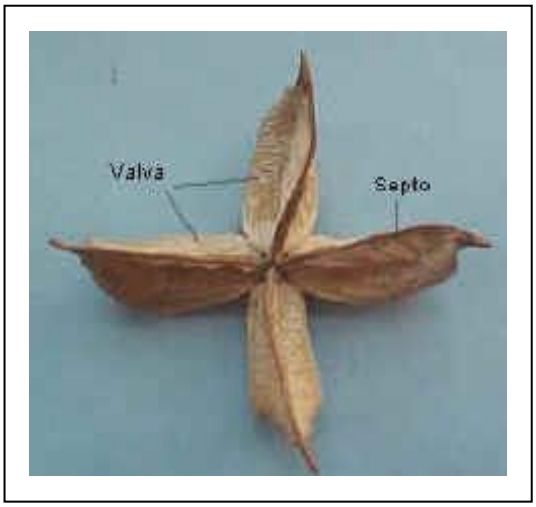


3. **Cápsula**: se forma a partir de un ovario súpero, formado por dos o más carpelos, con dehiscencia **septicida**, **loculicida**, **septífraga**, **placentífraga**, **poricida** o **dental**.

Gossypium hirsutum, algodonero (Dicot.)
Cápsula abierta, dehiscencia loculicida



Pericarpo de la cápsula del algodonero separado en 4 valvas

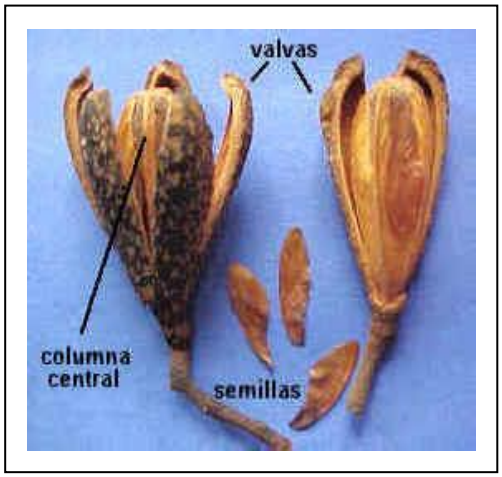




Papaver somniferum, amapola
*Cápsula con **dehiscencia poricida***



Silene sp. Cápsula con dehiscencia



Cedrela tubiflora (Cedro misionero)



Cápsula con dehiscencia septrifaga

a. **Pixidio**: cápsula de dehiscencia **circuncisa u operculada.**Cápsula con el opérculo (tamaño natural: 2 mm)

Ej.: *Portulaca oleracea,* verdolaga

Cápsula con el opérculo (tamaño natural: 2 mm)



Portulaca sp., verdolaga (Dicot.)



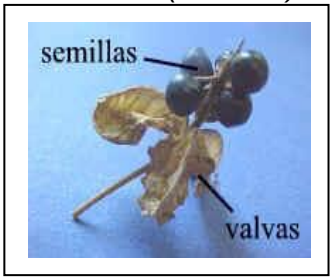
Cápsula dehiscente

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., eucalipto (Dicot.)



Belamcanda chinensis (Monocot.)



Aristolochia sp., patito (Dicot.)

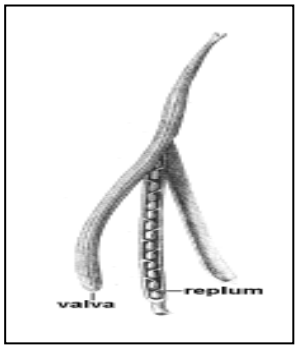


4. **Silicua**: fruto alargado, que se origina a partir de un ovario formado por dos carpelos soldados entre sí, con placentación parietal, y un falso tabique llamado replum de origen placentario. La dehiscencia es **placentífraga**. Ej.: *Cardamine*.

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

***Lunaria annua*, moneda del papa**

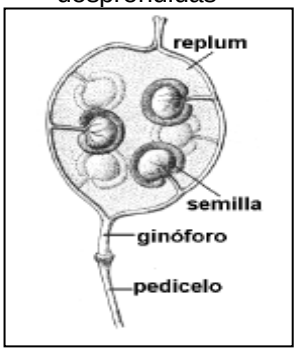
Silicua de *Sisymbrium*



Silícula, aún indehiscente



Silicua con las valvas desprendidas



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.



Abutilon umbelliflorum Dicot.) Conjunto de esquizocarpos con sus cálices persistentes.

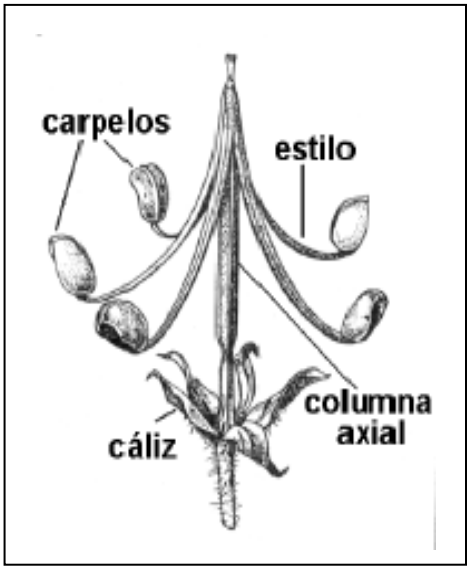


Esquizocarpo formado por 10 mericarpos plurispermos, dehiscentes

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.

Regima de *Geranium*, geranio (Dicot.)





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





Clasificación: Frutos simples secos indehiscentes

- Frutos monotalámicos provienen de una sola flor
  - Frutos **<u>simples</u>**, formados a partir de gineceos unicarpelares o sincárpicos
    - **<u>Secos</u>**
      - Dehiscentes
      - indehiscentes

- **Carnosos**

- Frutos colectivos o agregados, provenientes de gineceos apocárpicos.

- 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:

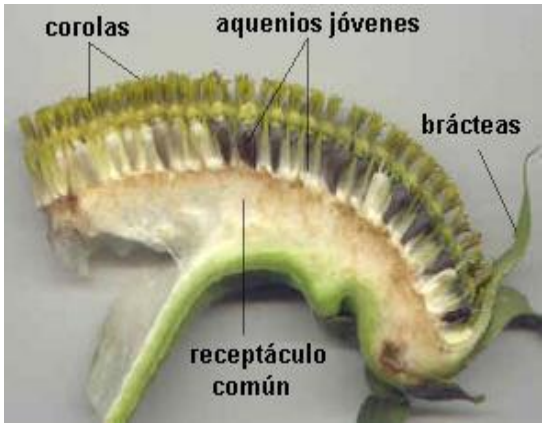
8a. Utrículo: aquenio con pericarpo tenue. Ej.: *Carex, Fagopyrum esculentum.*

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

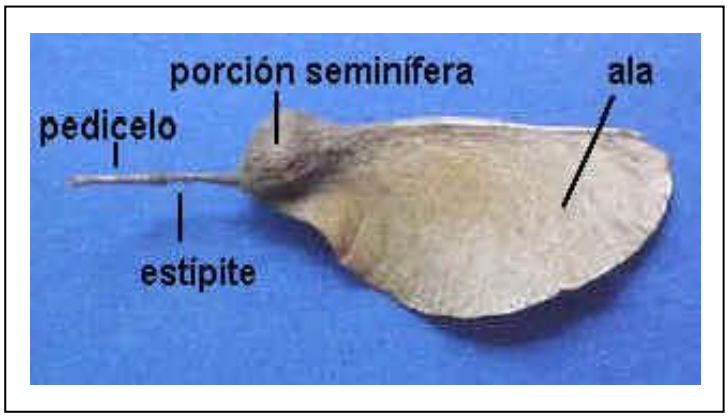
Cariopse de *Zea mays,* maíz (Monocot.)



Cariopse de *Triticum sp.* Trigo (Monocot)



10 . Sámara: ovario súpero, pericarpo con alas.



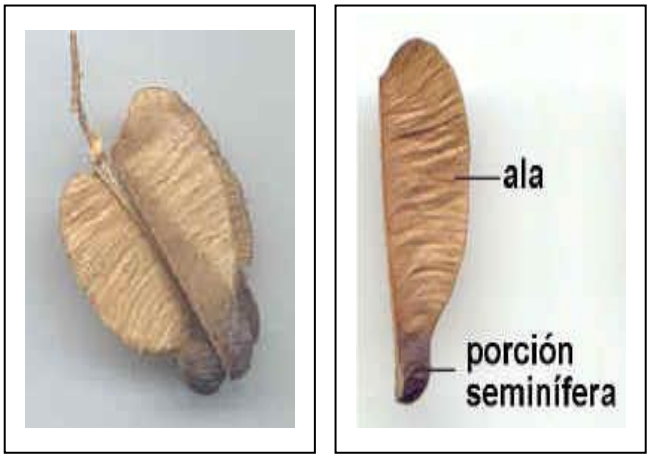
Sámara de tipa, ***Tipuana tipu*** (Dicot.)

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

Disámara de *Acer* sp., arce

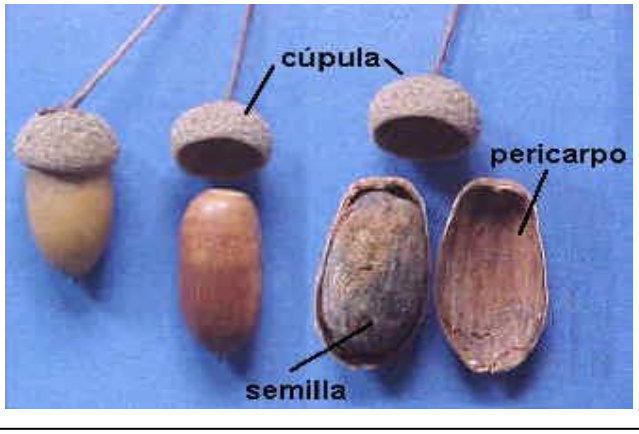


Trisámara de *Serjania glabrata* (Dicot.)



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

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



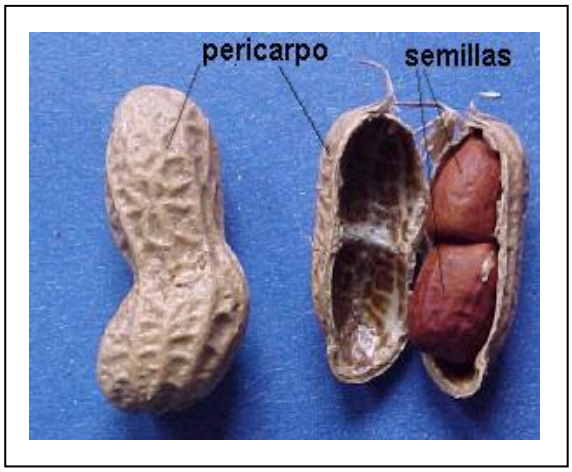
12. Legumbre indehiscente: proveniente de un ovario súpero, unicarpelar, Pluriseminado. El fruto tiene maduración aérea.

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

Enterolobium contortisiliquum
timbó (Dicot.)



Arachis hypogaea, maní (Dicot.)

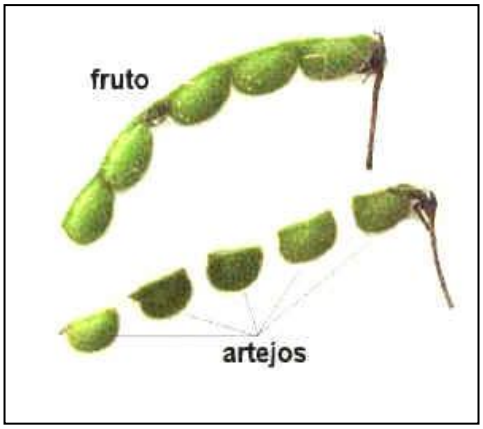


13. Lomento: legumbre indehiscente, pluriseminada, con tabiques transversales que permiten la desarticulación del fruto en artejos uniseminados.

Lomentos de *Mimosa pellita*
(Leguminosae, Dicot.)



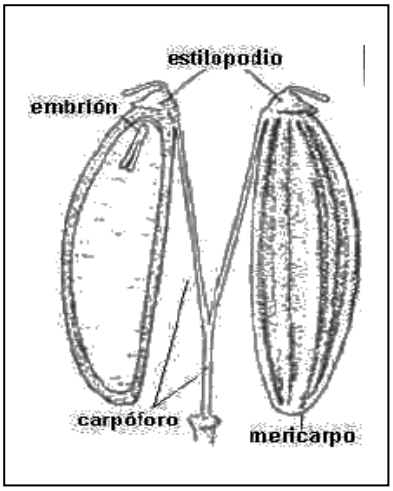
Lomentos de *Desmodium canum*
(Dicot.), pega-pega (tamaño
natural 3-4 cm long.)



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, Dicot.)



Balaústa: granada, *Pánica granatum*
(Dicot.)



Clasificación: Frutos Simples Carnosos

- Frutos monotalámicos provienen de una sola flor
  - Frutos **<u>simples</u>**, formados a partir de gineceos unicarpelares o sincárpicos

    <u>Secos</u>

    <u>carnosos</u>

  - 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 *Lycopersicum esculentum,* tomate (Dicot.) entera y en corte transversa





Actinidia chinensis, kiwi (Dicot.), baya con semillas negras de placentación axilar



Carica papaya, mamón (Dicotiledonea), baya con semillas negras de placentación parietal



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, Monocotiledonea)

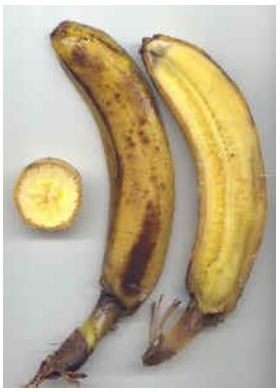
Flores de ovario ínfero.



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 (ver figura 5.13).

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 desgarra dejando una cavidad central como ocurre en el melón. En la esponja vegetal, *Luffa cylindrica*, el mesocarpo es fibroso.



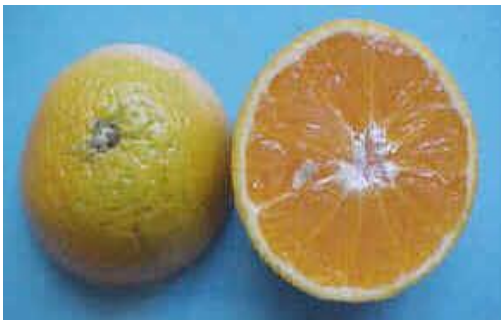
Mormordica charantia, baya dehiscente

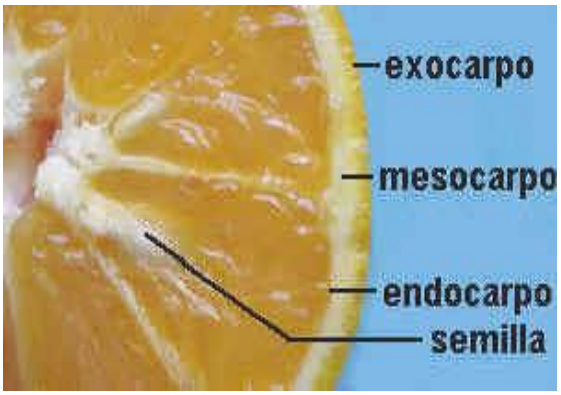


Cucurbita sp., zapallo, (Dicot.), pepónide

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***, naranjo agrio (Dicot.)





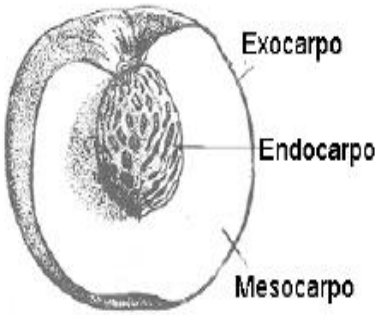
21. Drupa: Deriva de un ovario unicarpelar, con la sutura marcada como un surco pronunciado (durazno) especialmente en el carozo. El endocarpo, vulgarmente llamado hueso o carozo, es esclerenquimático. El mesocarpo es carnoso o fibroso, durante la maduración del fruto disminuye la proporción de ácidos 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 (Dicot.), 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
		

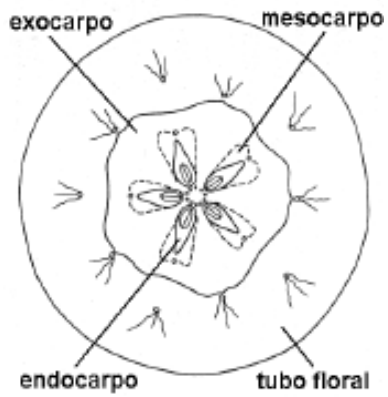
23. Pomo: proveniente de un ovario ínfero, la pared formada por tejido carpelar más el tubo floral de origen apendicular. El ovario es pentacarpelar, los carpelos están unidos entre sí por su cara externa, determinando un solo lóculo pentalobado. Los carpelos son apergaminados con 2 semillas rodeados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

Pomo de *Malus sylvestris*, manzana



Pomo de *Malus sylvestris*, manzana





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.

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

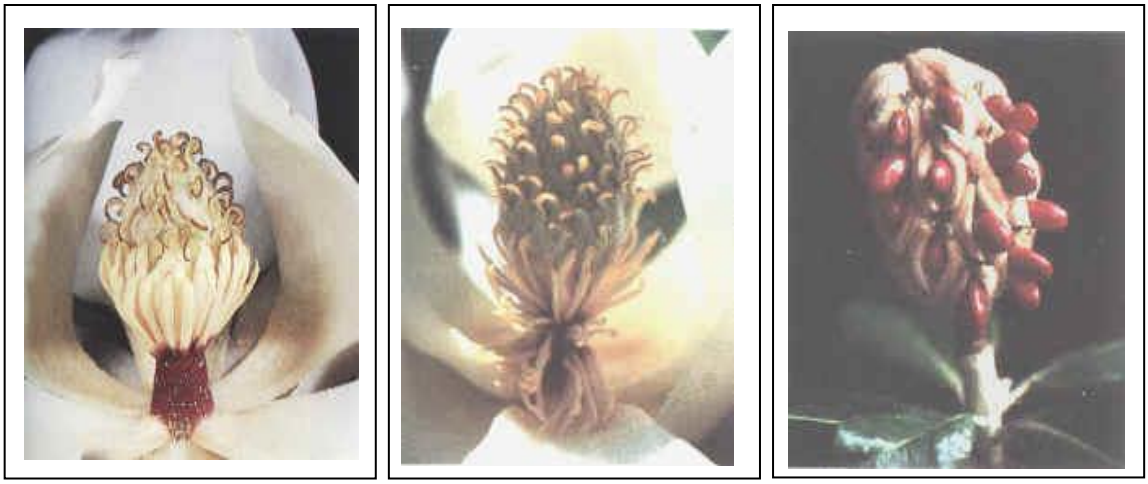
      Indehiscentes
    - **Carnosos**
  - Frutos **colectivos o agregados,** provenientes de gineceos apocárpicos.
- **Frutos** politalámicos (o múltiples) provienen de dos o más flores unidas

Frutos Colectivos o agregados

Estos frutos derivan de ovarios apocárpicos o dialicarpelares.

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

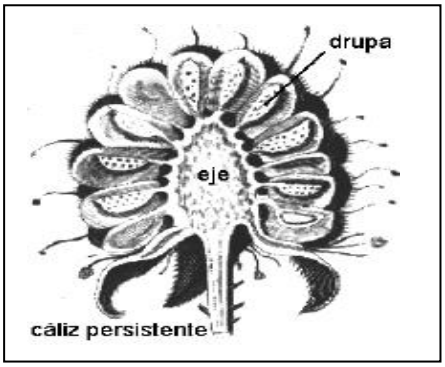
Magnolia grandiflora: flor joven, flor madura y plurifolículo con semillas rojas



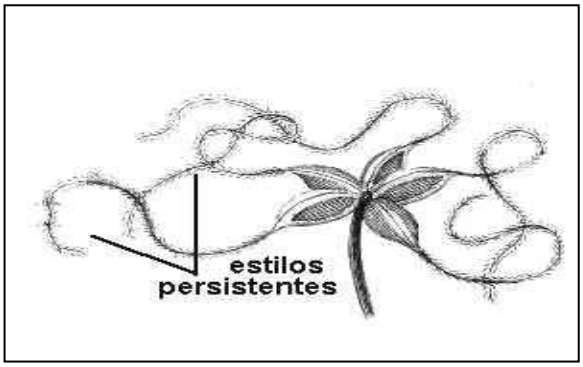
Pluridrupa: numerosos carpelos unispermos desarrollados como drupas sobre el eje seco. Ej.: *Rubus,* frambuesa.

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

Pluridrupa de *Rubus idaeus,* frambuesa



Poliaquenio de *Clematis,* cabello de angel



Cinorrodon: 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



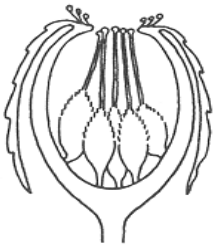
Vista apical, se observan los sépalos reflexos y los restos de los estambres



Corte longitudinal mostrando el receptáculo carnoso y los aquenios

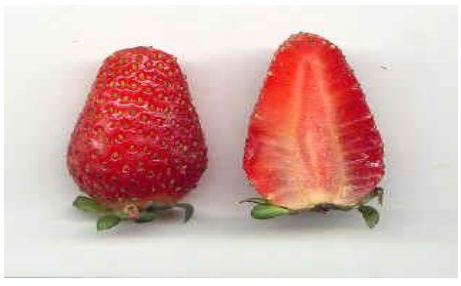


Diagrama del corte longitudinal, se observan los carpelos y el receptáculo acopado



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

Conocarpo de frutilla, *Fragaria vesca*





FRUTOS POLITALÁMICOS o MÚLTIPLES

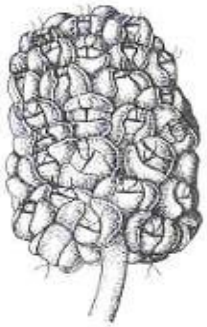
Bibaya: formado por la concrescencia de dos bayas.

Bibaya de *Lonicera japonica,* madreselva



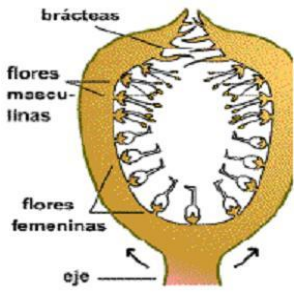
Drupas múltiples: infrutescencia con eje carnoso, drupas rodeadas por tépalos carnosos.

Drupas múltiples en mora, *Morus nigra.*

Aspecto	Esquema	Corte transversal y corte longitudinal
		

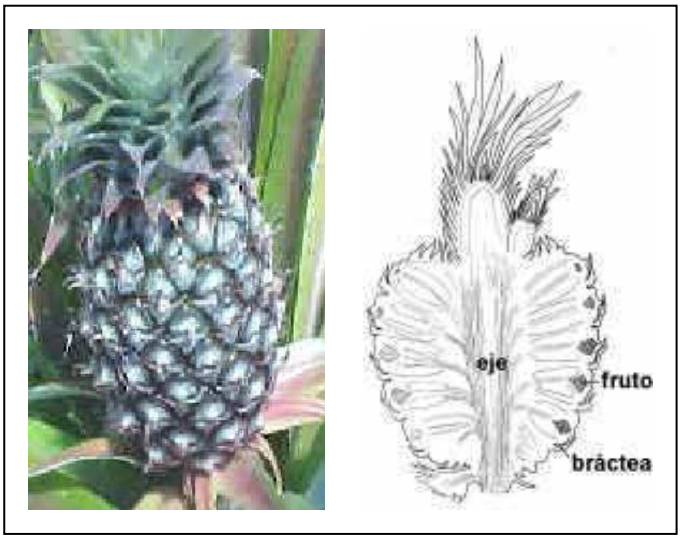
Sicono: eje de la infrutescencia dilatado formando un receptáculo cóncavo, envolvente, piriforme, en cuyo interior están los frutos.

Sicono en *Ficus sp.*





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



XII. SEMILLA

12.1. Exomorfología

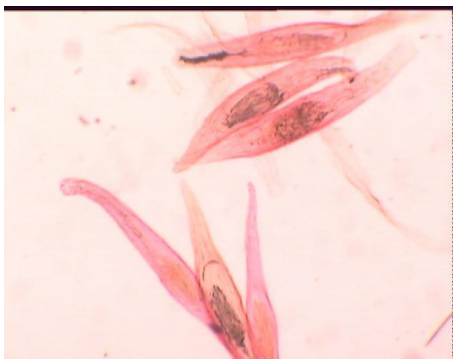
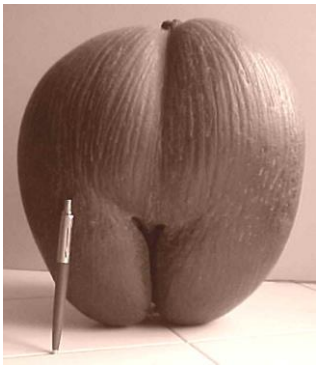
La semilla es el **óvulo** transformado y maduro, después de la fecundación.

Las semillas son importantes en la alimentación (cereal y leguminosa), 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 esculturada.

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 seychellearum,* la "nuez de Seychelles", contenida en enormes frutos uniseminados de hasta 20 kilos de peso, reserva para asegurar a la plántula su establecimiento exitoso en un ambiente sombreado. 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 suficientes sustancias de reserva para el embrión.

Semillas de orquídea, con embrión rudimentario, indiferenciado, fotografiadas con microscopio óptico	Semilla de la palmera *Lodoicea seychellearum,* 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.

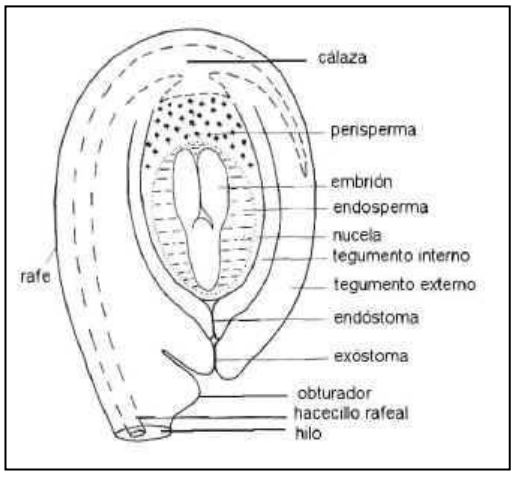
12.2. Morfología externa

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 inhibidoras. También tiene importancia en la diseminación. Se forma a partir de los tegumentos del óvulo.

La superficie puede ser lisa o diversamente esculturada.

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 endosperma leñoso, la cubierta seminal es muy delgada.

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 ocluído, como ocurre en *Cucurbita o Phaseolus*, o puede obliterarse totalmente como ocurre en la semilla de *Ginkgo*.

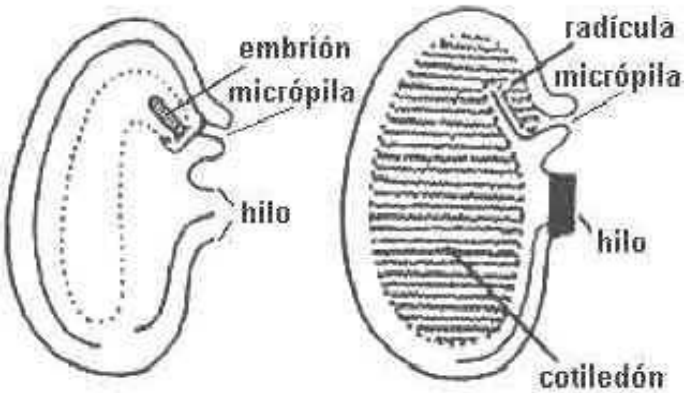
También está el **obturador**, formación de origen placentario, funicular o tegumentario, en conexión con el tejido de transmisión que orienta y dirige el tubo polínico hacia la micrópila. Crece obturando el micrópilo, pero desaparece después de la fecundación.



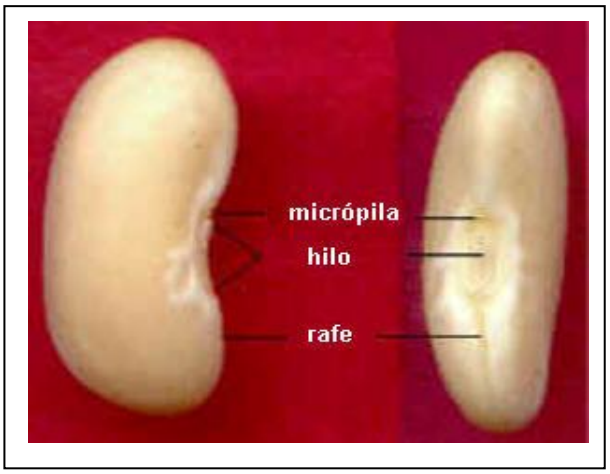
Semillas de *Gingko biloba*

Semilla de *Phaseolus sp*., poroto

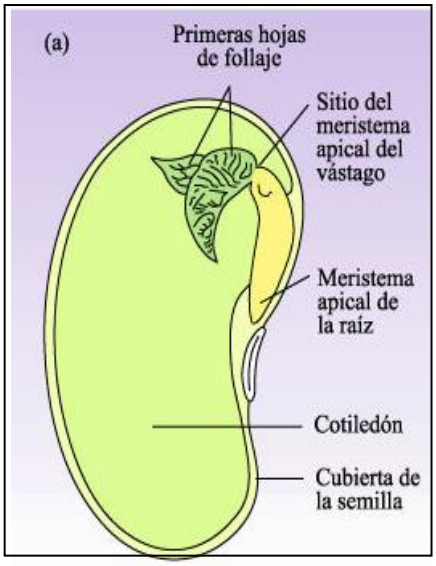
Corte longitudinal del óvulo, campilótropo, y de la semilla resultante (Esquemas de Goebel)



Vista exterior del poroto



En las **angiospermas**, la **semilla** consiste en el **embrión** que se desarrolla a partir de la **ovocélula fecundada**, la reserva de alimento que consiste en el **endosperma** o deriva de éste y la **cubierta** de la **semilla** que se desarrolla de la capa o capas más externas del óvulo . Al mismo tiempo, el fruto se desarrolla de la pared del ovario (la base del carpelo). Cuando el ovario madura en fruto y se forman las semillas, los pétalos, estambres y otras partes de la flor generalmente caen.

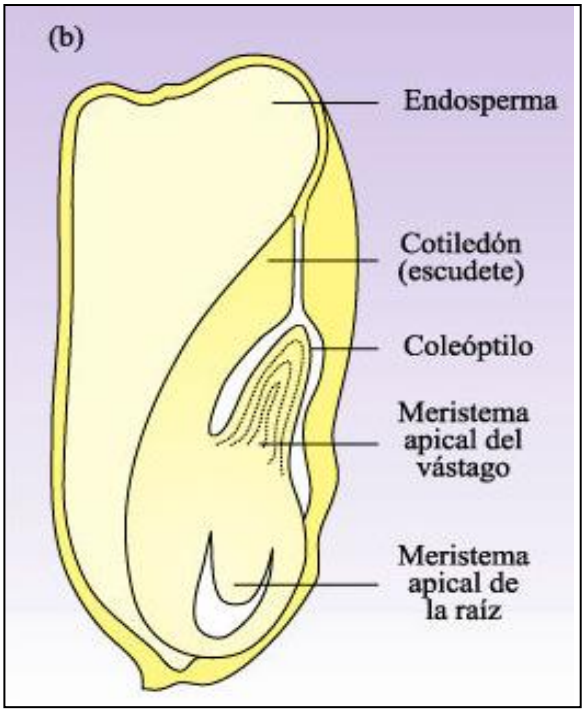


Semillas. a) Dicotiledónea (frejol).

En las **dicotiledóneas** como el **guisante** común o **arveja**, el **endosperma** es digerido a medida que el embrión crece y la reserva de alimento se transfiere a los cotiledones carnosos.

En el **maíz** y otras **monocotiledóneas,** el **cotiledón único**, conocido en el maíz como **escudete**, absorbe las reservas alimenticias del **endosperma**. El **coleóptilo** es una vaina que encierra al meristema apical del vástago; es la primera estructura que aparece por encima del suelo después de que la semilla germina.

Los frutos adoptan formas diferentes. Muchas de estas formas son adaptaciones a una variedad de mecanismos de dispersión.



b) Semilla de monocotiledonea (maíz).

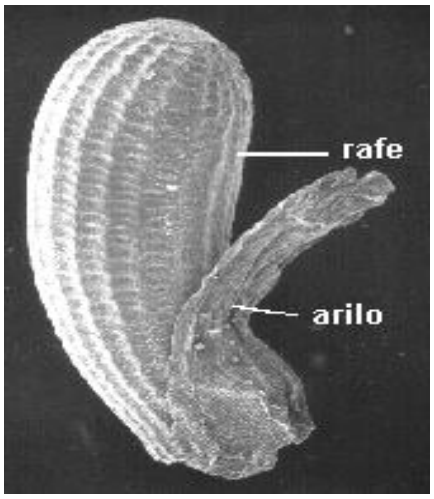
12.3. Apéndices de la semilla

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.

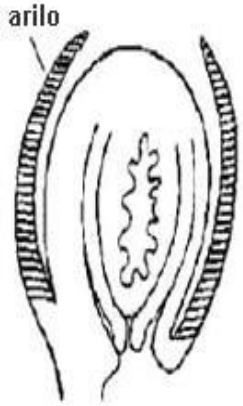
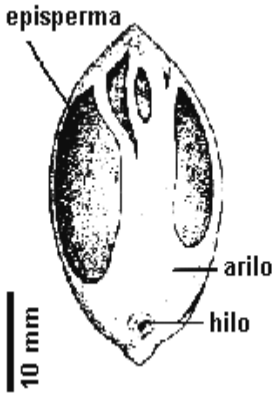
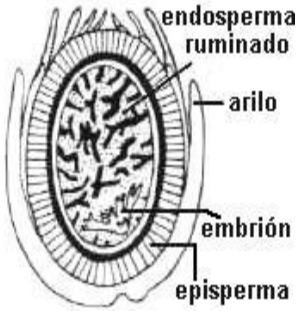
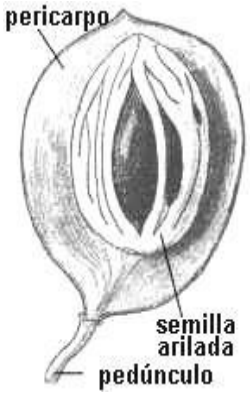
Los tegumentos o el funículo pueden formar una excrecencia llamada **arilo**. La formación del arilo puede iniciarse antes de la fecundación, como en Turnera, o después.

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.

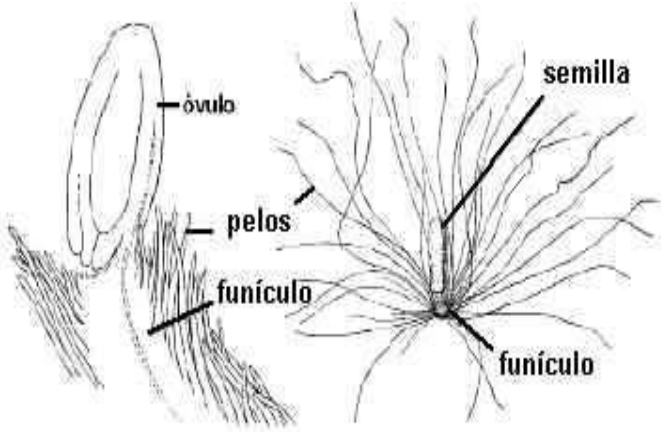
Semilla de *Piriqueta rosea*, foto MEB



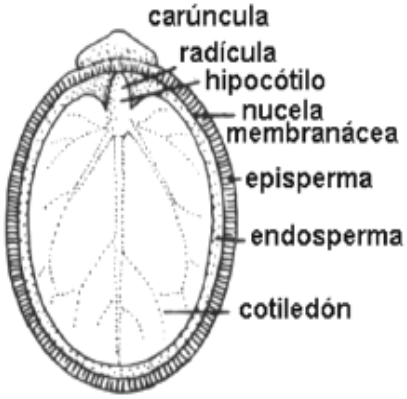
Hay casos muy especiales de formación de arilo. En la "nuez moscada", semilla de *Myristica fragrans*, el arilo se forma alrededor de la micrópila y crece cubriendo toda la semilla; es de color rojizo, y sus células contienen aceites esenciales. Su dilatación contribuye a la dehiscencia del fruto. Se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

***Myristica fragrans,* nuez moscada**			
Óvulo en corte longitudinal	Semilla con arilo	Semilla en corte transversal	Fruto en corte longitudinal
			

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	Arilo funicular en *Victoria cruziana,* irupé
	

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	Corte longitudinal de la semilla
		

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

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

Semilla de *Chelidonium majus*, con estrofíolo		
Óvulo	**Corte longitudinal de semilla**	Fotografía con MEB
		

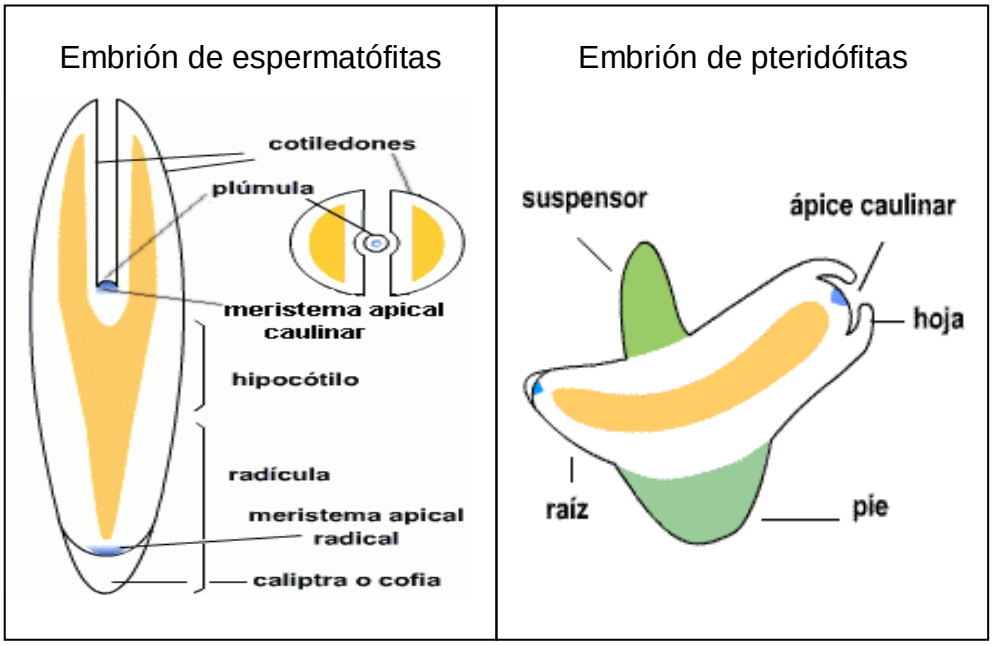
12.4. Embrión y sustancias de reserva

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 nutricio.

Ciclo de vida de las Angiospermas:

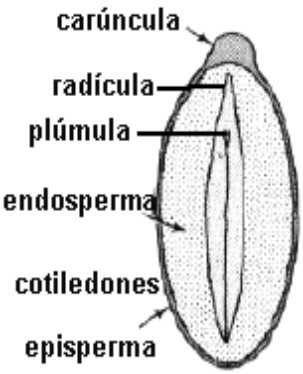
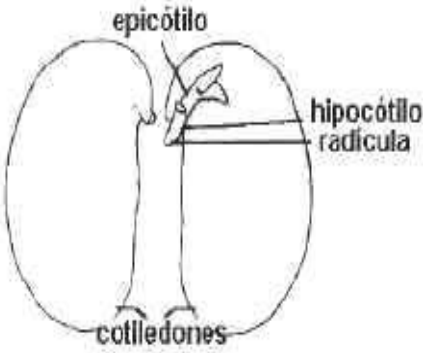
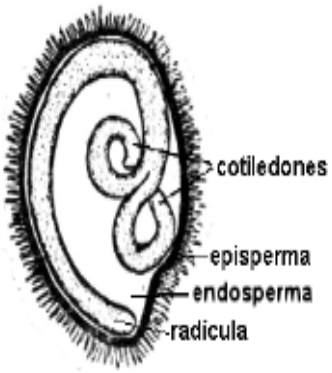
El embrión está formado por la **radícula** dirigida hacia la micrópila, el **hipocótilo** que es el corto eje caulinar, los **cotiledones** que son las primeras hojas y la **plúmula** o gémula que es el ápice caulinar y a veces algunos primordios foliares.

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.

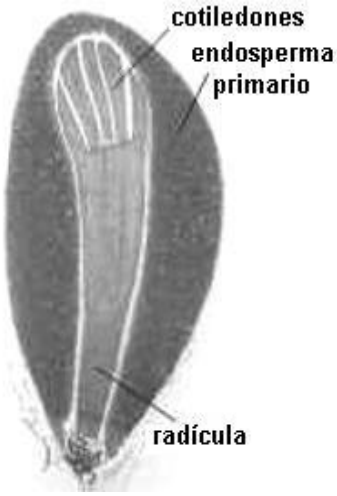
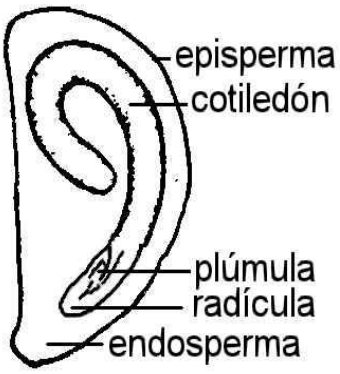
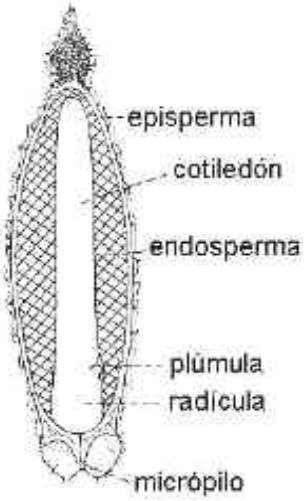


En las **Gimnospermas** el embrión presenta generalmente dos a varios cotiledones, dos en *Ginkgo* y 5-18 en *Pinus*.

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	Embrión de ***Phaseolus sp.***, poroto	Embrión de ***Lycopersicum esculentum,***
		

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	**Embrión de *Allium cepa*, cebolla, en corte longitudinal de semilla**	**Embrión de *Typha angustifolia*, en corte long. de semilla albuminada**
		

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.

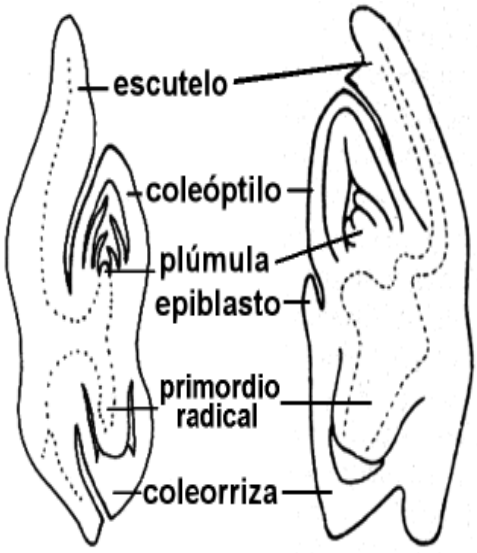
- **Coleorriza**: es la vaina que envuelve la radícula y la caliptra. En embriones jóvenes se continúa con el suspensor. Se interpreta como la raíz primaria abortiva o degenerada, y es perforada por la radícula en el momento de la germinación. Excepcionalmente, especies de otras familias también presentan esta estructura: Commelinaceae (monocotiledóneas), Cycadaceae (gimnospermas) y Lauraceae (dicotiledóneas*).*

- **Primordio radical**: interpretado como la primera raíz adventicia, considerando que la coleorriza es la raíz primaria.

- **Epiblasto**: es un apéndice opuesto al escutelo, que falta en algunas gramíneas. Es un órgano escuamiforme, que según la interpretación de distintos investigadores sería un cotiledón vestigial, o una extensión de la coleorriza, o la vaina del cotiledón.

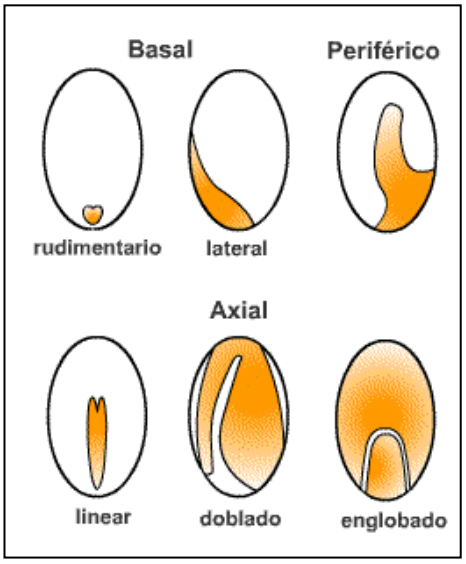
- El procámbium se extiende como un cordón en el embrión. Permite reconocer el nudo escutelar, inmediatamente encima de la radícula, consecuentemente no hay hipocótilo. Las raíces adventicias nacen por encima de este nudo.

Embriones de gramíneas, *Zea* (maíz) y *Triticum* (trigo)



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

12.5. 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.

12.6. 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.

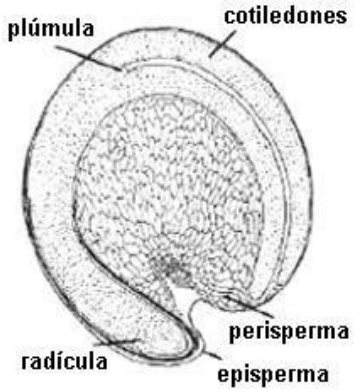
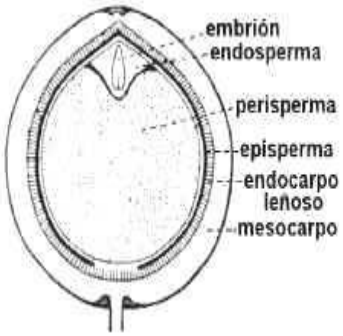
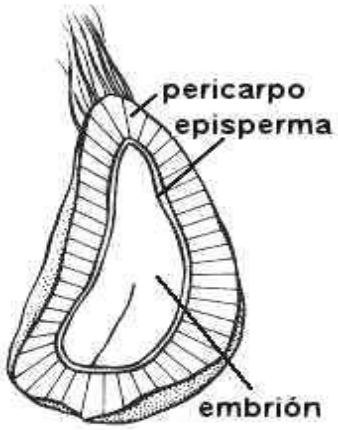
En Angiospermas hay tres posibilidades:

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	*Piper nigrum,* pimienta, corte long. de fruto. Semilla con endosperma y perisperma	*Rosa carolina,* semilla exalbuminada en corte longitudinal de aquenio
		

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.

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

XIII. GERMINACIÓN

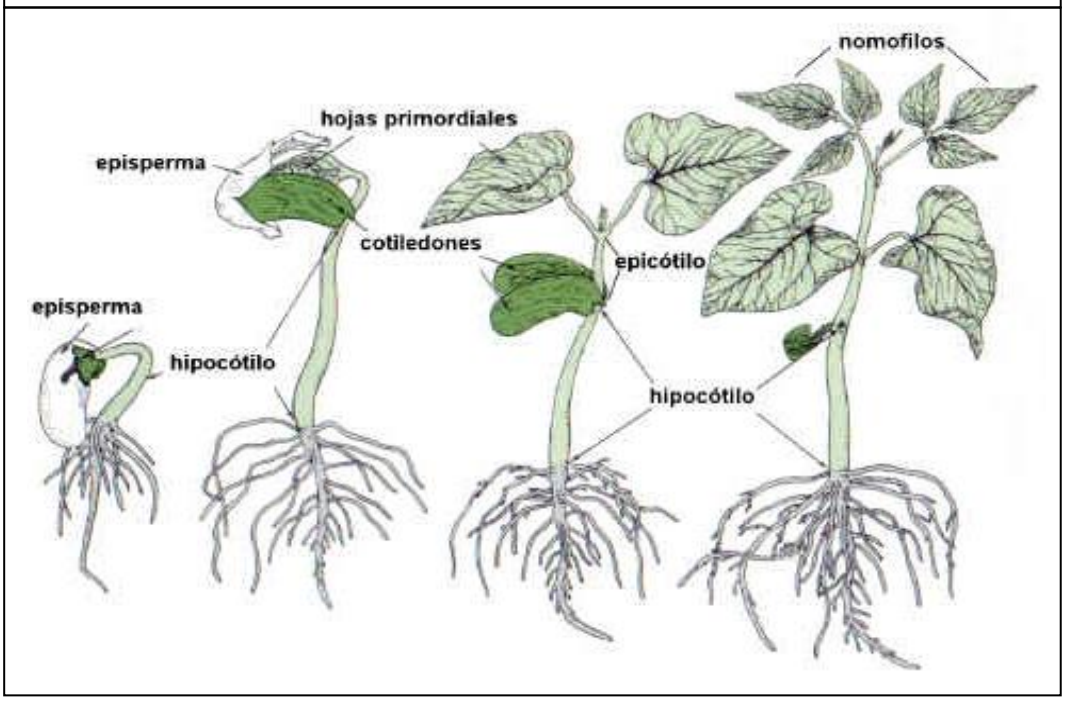
Es el conjunto de fenómenos por los cuales el embrión, que se halla en estado de vida latente dentro de la semilla, reanuda su crecimiento y se desarrolla para formar una plántula (plantita recién nacida).

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

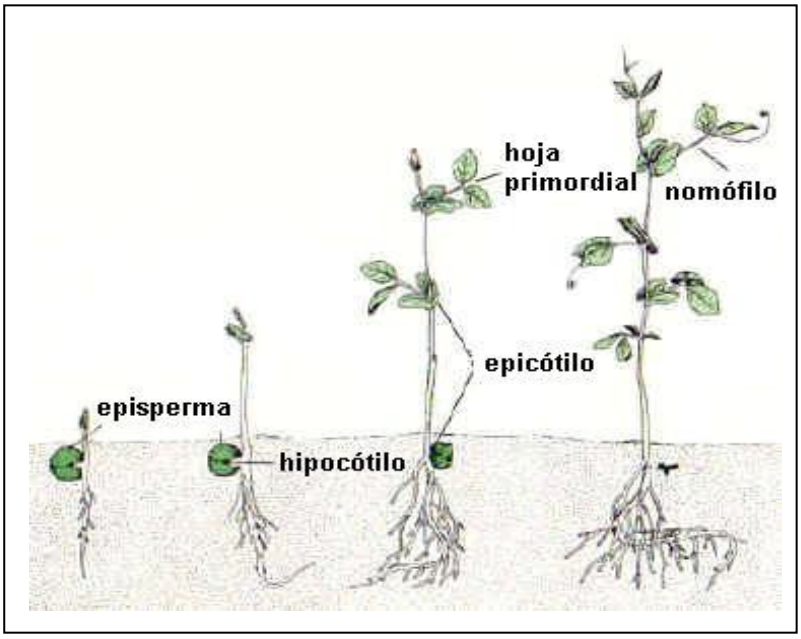
- **Radícula**. Asoma por la micrópila, dando origen a la raíz primaria. Su duración es efímera en las Monocotiledóneas que generalmente desarrollan raíces adventicias, mientras en Gimnospermas y Dicotiledóneas origina la raíz principal que dura toda la vida de la planta.
- **Hipocótilo**. Su crecimiento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



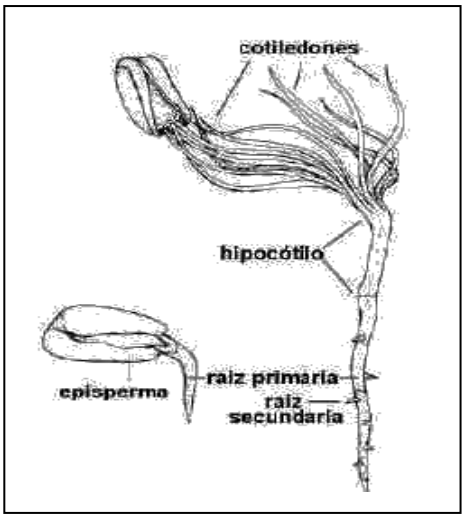
En la **germinación hipógea** su desarrollo es muy reducido o nulo, los cotiledones quedan incluídos en el tegumento seminal por debajo de la superficie del suelo. Ej.: arveja, *Pisum sativum*

Estados sucesivos de la germinación hipógea de una semilla de *Pisum sativum*



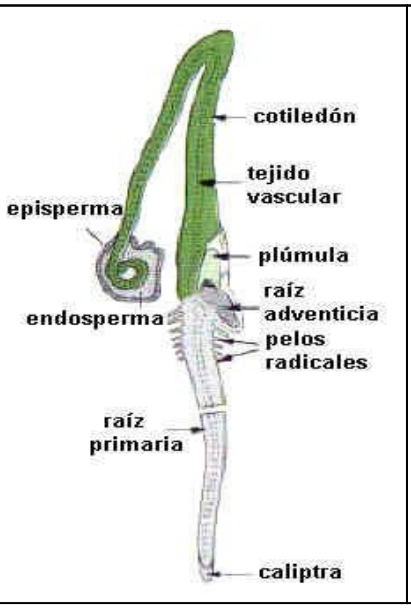
Cotiledones. Su comportamiento varía según que se trate de semillas exalbuminadas o albuminadas. En las semillas exalbuminadas se dan dos casos: si la germinación es hipógea, como en *Pisum*, ceden las reservas acumuladas; si es epígea, como en maní y poroto, ceden las reservas y luego enverdecen.

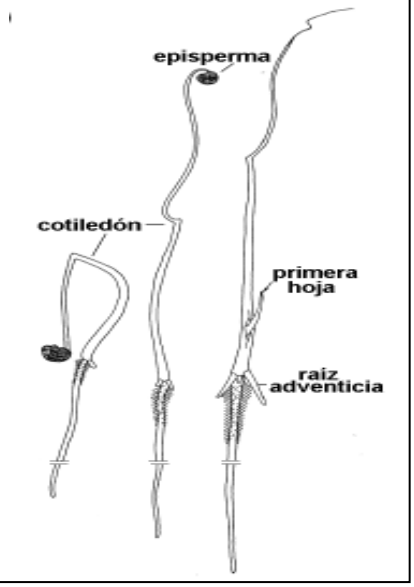
En las semillas albuminadas también se dan dos casos. Si la germinación es hipógea cumplen función haustorial como en Gramineae. Si la germinación es epígea, como en *Pinus*, *Ricinus*, primero tienen función haustorial y luego enverdecen.



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

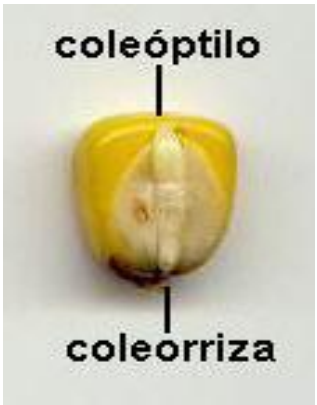
Estados sucesivos de la germinación de una semilla de *Allium*





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.

Grano de maíz al iniciar la germinación



Estados sucesivos de la germinación hipógea de un grano de maíz



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.

XIV. UNIDADES DE DISEMINACIÓN

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

El proceso de diseminación brinda las siguientes ventajas:

- Previene la competencia entre las plántulas,
- Facilita a la especie la ocupación de nuevas localidades, permite a los distintos individuos encontrar condiciones ambientales diferentes.

<table>
<tr><th colspan="4">Disemínulos</th></tr>
<tr><td>Semilla de Cucurbita</td><td>Legumbres</td><td colspan="2">Yemas axilares de la inflorescencia de Agave, desarrolladas en propágulos con bases dilatadas y raíces adventicias</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td>
</td></tr>
</table>

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.

14.1. 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.

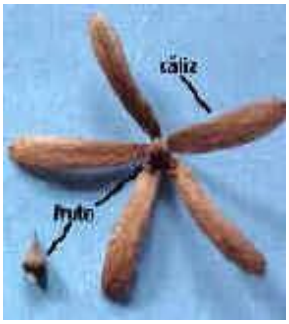
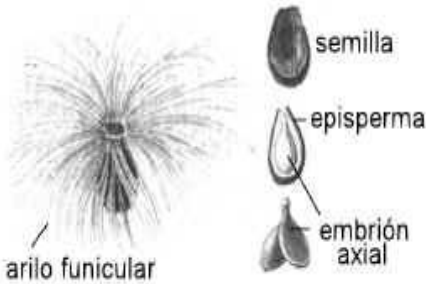
Los frutos de varios géneros autóctonos de ciperáceas como *Eleocharis*, *Cyperus* y *Scirpus* permanecen envueltos en las brácteas asociadas; el aire retenido entre las mismas les otorga flotabilidad.

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 hidrocoros de *Rumex,* (tamaño natural: 5 mm)	Semilla alada de *Aspidosperma quebracho-blanco*	*Taraxacum officinale* (Compuesta) diente de león, infrutescencia.
		

Patagonula americana, **guayaibí**		Semillas de *Asclepias nigra*, con el arilo formado por largos pelos
Rama con frutos	Fruto acompañado por el cáliz persistente y acrescente	
		

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 paraguariensis* (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 cápsulas (pericarpo rojo) y semillas negras con arilo blanco
	

Epizoocoria, 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, conjunto de aquenios**	**Detalle del 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, 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: dícese 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. reimpresión. Ed. Labor S.A., Barcelona.

Gentry A. 1985. The biosphere catalog. Plants.

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. Élémens de Physiologie végétale et de botanique. 3 vols. Maginel, Paris.

Moreno, N.P. 1984. Glosario Botánico Ilustrado. Instituto Nacional de Investigaciones Sobre Recursos Bióticos. Compañía Editorial Continental S.A. DE C.V. México D.F. 1era Edición.

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 .

Rawn, J. D. (2015). «La fotosíntesis». *Bioquímica*. Madrid: Interamericana de España y McGraw-Hill. p. 489. ISBN 84-7615

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.