

CÁTEDRAS

BOTÁNICA MORFOLÓGICA

Alejandra Catán
Gabriela Targa
Alicia Fraño
Claudia Degano

Rector

Ing. Héctor Rubén Paz

Vicerrectora

Lic. Hilda Marcela Juárez

Subsecretaria de Comunicaciones

Lic. María Gabriela Moyano

Coordinador Editorial

Dr. Lucas Daniel Cosci

Botánica Morfológica

Botánica Morfológica

Alejandra Catán

Gabriela Targa

Alicia Fraño

Claudia Degano



Botánica morfológica / Alejandra Catan ... [et al.]. - 1a
edición para el alumno - Santiago
del Estero : EDUNSE, 2023.
Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online
ISBN 978-987-4456-40-3

1. Botánica. I. Catan, Alejandra
CDD 572.2



Libro
Universitario
Argentino

Corrección: Marta Graciela Terrera

Diseño de tapa y maquetación: Noelia Achával Montenegro - María Eugenia Alonso

Ilustraciones: Alejandra Catán, Gabriela Targa, Alicia Fraño, Claudia Degano

Edición: Ignacio Daniel Ratier

©Alejandra Catán, Gabriela Targa, Alicia Fraño, Claudia Degano

© **EDUNSE**, 2023

Av. Belgrano (S) 1912 - G4200ABT

Santiago del Estero, Argentina

email: infoedunse@gmail.com

www.edunse.unse.edu.ar

Las opiniones expresadas en los libros publicados por EDUNSE no necesariamente reflejan los puntos de vista de la Subsecretaría de Comunicaciones ni del Comité Académico u otras autoridades de la Universidad Nacional de Santiago del Estero.

Cualquier tipo de reproducción total o parcial de este libro, no autorizada por los editores, viola derechos reservados.

Hecho el depósito que marca la ley 11.723.

ÍNDICE

PREFACIO	11
-----------------------	-----------

Capítulo 1

INTRODUCCIÓN A LA BOTÁNICA GENERAL.....	13
1.1. Algunos conceptos de la biología	13
1.2. Origen de la vida en el planeta	14
1.3. Clasificación de los seres vivos	16
1.4. Caracterización de animales y vegetales.....	18
1.5. Los métodos de la Botánica	19
1.6. La Botánica y otras ciencias.....	19
1.7. El campo de la Botánica	19
1.8. Aplicaciones de la Botánica.....	20
1.9. Eucariotas y procariotas.....	20
1.10. Reconocimiento del cuerpo vegetativo y reproductivo de monocotiledóneas, dicotiledóneas y gimnospermas.....	22

Capítulo 2

MORFOLOGÍA DE RAÍZ.....	25
2.1. Concepto, origen y funciones	25
2.2. Tipos de sistema radical: alorrido y homorrido	25
2.3. Partes de la raíz	26
2.4. Zonas de la raicilla.....	27
2.5. Clasificación de las raíces según distintos criterios.....	28
2.6. Otras modificaciones de las raíces	30

Capítulo 3

MORFOLOGÍA DE TALLO.....	31
---------------------------------	-----------

3.1. Concepto, origen y funciones	31
3.2. Morfología de tallo de dicotiledónea y monocotiledónea.....	31
3.3. Yemas, concepto y origen	33
3.4. Clasificación de las yemas	34
3.5. Ramificaciones de los tallos, terminal y lateral	35
3.6. Macroblastos y braquiblastos.....	36
3.7. Clasificación de los tallos aéreos.....	37
3.8. Clasificación de tallos subterráneos	41
3.9. Otras modificaciones de los tallos.....	43

Capítulo 4

MORFOLOGÍA DE HOJA	45
4.1. Concepto, origen y funciones	45
4.2. Tipos de hojas	45
4.3. Morfología de la hoja	46
4.4. Clasificación de hoja según su morfología	47
4.5. Clasificación de las hojas según su complejidad.....	51
4.6. Nerviación de las hojas.....	53
4.7. Base foliar	55
4.8. Apéndices foliares	55
4.9. Pecíolo, concepto y tipos.....	57
4.10. Filotaxis	58

Capítulo 5

MORFOLOGÍA DE FLOR	61
5.1. Concepto y origen	61
5.2. Verticilos florales.....	61
5.3. Flor monoclina y diclina	62
5.4. Planta monoica y dioica.....	62
5.5. Morfología de la flor de angiosperma	63
5.6. Clasificación de flor según verticilos de protección.....	63
5.7. Perigonio	64
5.8. Cáliz, concepto y clasificación	64
5.9. Corola, concepto y clasificación.....	65
5.10. Androceo, concepto y composición	70
5.11. Clasificación del androceo.....	70
5.12. Antera, concepto y clasificación.....	73
5.13. Polen, concepto y morfología	75
5.14. Gineceo o pistilo, concepto y morfología	76
5.15. Tipos de gineceo	76

5.16. Formas de inserción del ovario sobre el talamo	77
5.17. Fórmula floral	79
5.18. Diagrama floral	80

Capítulo 6

MORFOLOGÍA DE INFLORESCENCIA	85
6.1. Concepto y órganos constitutivos	85
6.2. Inflorescencias racimosas	86
6.3. Inflorescencias cimosas	90
6.4. Inflorescencias mixtas	91

Capítulo 7

MORFOLOGÍA DE FRUTO	93
7.1. Concepto	93
7.2. Estructura del fruto en las angiospermas	93
7.3. Tálamo, induvia e involucro	94
7.4. Dehiscencia de frutos	95
7.5. Clasificación de los frutos	96

Capítulo 8

MORFOLOGÍA DE SEMILLA	109
8.1. Concepto	109
8.2. Simiente agrícola	109
8.3. Morfología de la semilla	110
8.4. Tipos de reservas	111
8.4. Dispersión o diseminación	112

Capítulo 9

FECUNDACIÓN	113
9.1. Óvulo, origen y estructura	113
9.2. Tipos de óvulos	114
9.3. Formación del saco embrionario	114
9.4. Formación del grano de polen	116
9.5. Fases de la fecundación	117

BIBLIOGRAFÍA	119
---------------------------	-----

Prefacio

El objetivo de este trabajo es aportar el conocimiento producido a través de años en la enseñanza de la Botánica General en la carrera de Ingeniería Agronómica de la Universidad Nacional de Santiago del Estero.

En primer lugar, está destinado a ser una herramienta para estudiantes de agronomía y otras ingenierías, pero también para todo aquel que desee recuperar conocimientos básicos de la morfología vegetal.

Las ilustraciones y fotografías constituyen una parte relevante del libro por lo que se espera que contribuyan a fijar los conceptos desarrollados.

Sobre los términos utilizados, se han escogido los de uso común en el lenguaje científico de la Botánica, corroborados por Pio Font Quer (2000), y utilizados frecuentemente en la Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería de L. Parodi (1978) con el fin de evitar conflictos de interpretación.

Los diferentes métodos de enseñanza-aprendizaje, plasmados en todos los estudiantes que cursaron esta asignatura a lo largo de los años, contribuyeron a concretar esta obra.

Las autoras

Capítulo 1

Introducción a la Botánica General

1.1. Algunos conceptos de la biología

La Biología es originalmente conocida como la ciencia de la vida, estudia a los seres vivos en su estructura y sus procesos vitales. Está integrada básica y fundamentalmente por tres ciencias: la Botánica, que estudia las plantas, la Zoología, los animales, y la Antropología biológica, al hombre.

Los seres vivos son sistemas complejos que se estudian desde diferentes aspectos y que representan una nueva categoría frente a la vida, caracterizada cuando las moléculas (en algún estado de agregación) se organizan de un modo determinado. Esa organización, que es la esencia de la vida, trae consecuencias morfológicas y dinámicas: se manifiesta una formación de individuos, cada uno con una forma propia.

Como resultado de esto, se generan nuevas propiedades: metabolismo, productividad, excitabilidad y forma, cuya existencia conjunta es característica de los seres vivos.

El *metabolismo* está constituido por todos los procesos de materia-energía que ocurren en los organismos vivos. Se conoce como anabolismo a la vía de asimilación y como catabolismo a la vía de degradación o desasimilación. La ordenación o equilibrio en cada organismo se mantiene inalterada: se denomina homeostasis o equilibrio dinámico.

La *productividad* se manifiesta en el crecimiento y la reproducción. Se produce crecimiento cuando el anabolismo supera al catabolismo.

La *excitabilidad* es la capacidad de reaccionar frente a un cambio del ambiente externo o interno, utilizando reservas de energía propias.

La *forma*, antes mencionada, es propia de cada ser vivo y se mantiene constante en cada especie.

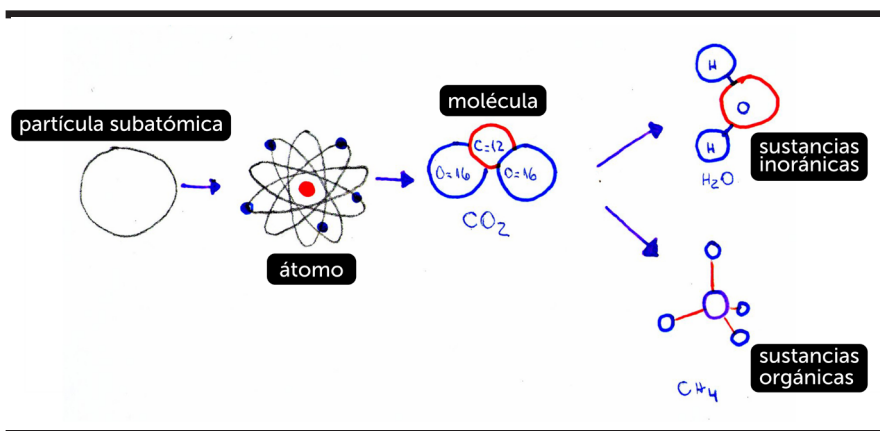
Existe otra propiedad que caracteriza a los seres vivos y es la capacidad de combinar en otra forma y cambiar los caracteres morfológicos o

fisiológicos en el curso de las generaciones, y esa propiedad se denomina *mutabilidad* y *capacidad de recombinación*. Estos dos últimos caracteres hacen posible la evolución de los organismos.

1.2. Origen de la vida en el planeta

Según el conocimiento actual, la ciencia propone que a partir del Big Bang o gran explosión, que llenó todo el espacio, la energía que se encontraba en forma pura fue liberada, con temperaturas superiores a los 100.000.000.000 grados Celsius, las partículas colisionaban, se destruían y se formaron nuevas con liberación de energía. De esa forma, el Universo se expandió y también comenzó a enfriarse, dando lugar a la constitución de materia a partir de esa energía. En ese momento, dos partículas (protones y neutrones) comenzaron a combinarse y formaron los núcleos de los átomos. Cuando la temperatura se redujo a alrededor de los 2.500 grados Celsius, los protones atrajeron a los electrones, creando así a los primeros átomos. A partir de estos átomos, recombinados, y a través de millones de años, se formaron las estrellas y planetas del Universo que conocemos. Estos mismos átomos dieron origen a las primeras formas de vida del planeta, las que evolucionaron y se combinaron hasta las conocidas hoy (figura 1).

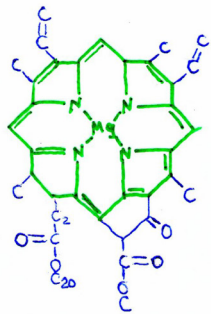
Figura 1. Combinación de elementos químicos



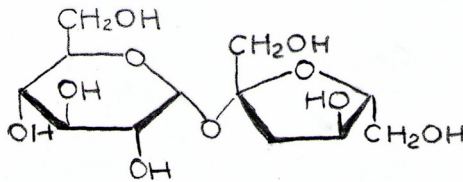
Los organismos se componen de combinaciones de elementos, unidos por diferentes y específicos tipos de enlaces. Esos tipos de enlaces constituyen

moléculas químicas y, en el caso de los sistemas vivos, esas moléculas son orgánicas. Se entiende por esto a las moléculas que contienen Carbono en su conformación (figura 2). Esta gran cantidad de moléculas orgánicas están compuestas básicamente por los siguientes elementos: CHNOPS (Carbono, Hidrógeno, Nitrógeno, Oxígeno, Fósforo, Azufre).

Figura 2. Moléculas orgánicas



clorofila



sacarosa

Esos seis elementos constituyen el 99 % de toda la materia viva. Sin embargo, el *carbono* es fundamental puesto que es el átomo más liviano capaz de formar múltiples enlaces covalentes. En cada molécula compleja (proteínas, lípidos, ácidos nucleicos, carbohidratos, aminoácidos, alcoholes y demás), los átomos que las constituyen se ordenan de manera específica y a partir de ellos se determinan las propiedades de cada organismo.

Partiendo de las partículas subatómicas, átomos, moléculas y moléculas complejas, se observan nuevas propiedades que definen a cada compuesto. Las características de los organismos vivos se manifiestan a medida que aumenta el grado de organización. Así, se puede definir a las células como una colección de materia orgánica, formada a partir de la organización de moléculas más simples.

Una teoría que explica la aparición de la vida en el planeta: luego de la formación de nuestra estrella, el Sol, y los planetas, calculado en 5.000 millones de años atrás, se definía una atmósfera primitiva compuesta principalmente por hidrógeno y helio, pero con el correr del tiempo se diferenció una atmósfera secundaria y, con la presencia de agua y posterior descenso de la temperatura, se plasmaron formaciones líquidas. La presencia de agua favoreció la aparición de vida. En ese momento, esta atmósfera tenía diferentes características que la actual: poco oxígeno

presente y los elementos fundamentales de las moléculas orgánicas solo estaban disponibles en algunas formas en la atmósfera y en las aguas líquidas en superficie. La energía, sobre todo la calórica, era extrema, con alta irradiación de partículas y luz ultravioleta procedente del Sol. A partir de estas condiciones, se formaron las moléculas orgánicas, las que en altas densidades y diferentes enlaces desarrollaron metabolismos sencillos, similares a organismos vivos. Así, estas formas fueron modificando la atmósfera, con el metabolismo de los seres vivos se constituyó la capa de ozono capaz de filtrar radiaciones ultravioletas y, como consecuencia, este proceso permitió la aparición de nuevas formas de vida a partir de sustancias inorgánicas.

Se estima que las primeras células vivas en la Tierra, de acuerdo con el estudio de fósiles, es de aproximadamente 3.500 millones de años y son semejantes a las bacterias actuales. Las primeras células primitivas requirieron de aportes continuos de energía para mantenerse, desarrollarse y reproducirse. Aún no se ha esclarecido cuál tipo de organismo existió primero, autótrofo o heterótrofo. Sin embargo, es cierto que, sin los organismos autótrofos y su evolución, la vida en el planeta hubiese desaparecido. El proceso que marca el éxito de la vida es la fotosíntesis.

El sustrato de todos los fenómenos vitales es el protoplasma de la célula. Este es un sistema altamente organizado en el que intervienen gran número de sustancias químicas: dos de ellas son fundamentales, las proteínas y los ácidos nucleicos, puesto que son portadores de las estructuras ordenadoras y activas que son responsables de la herencia.

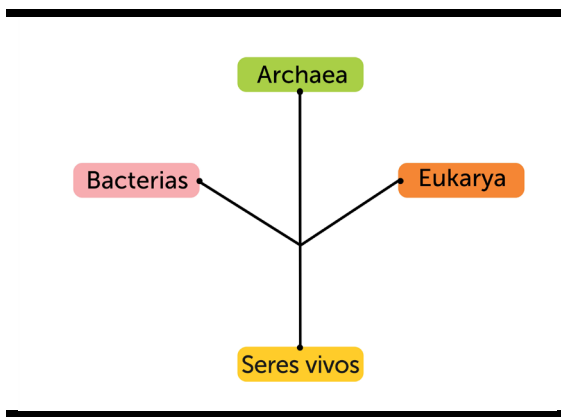
Existen sólidas evidencias que aseguran que los primeros seres vivos fueron los procariotas unicelulares, que aparecieron hace más de tres mil millones de años, con una organización muy simple a nivel de organismo.

La ciencia tuvo grandes pasos de avance. Aristóteles (384-332 a. C.) opinaba que la vida surgía por generación espontánea. Hermann Hoffman y Louis Pasteur (siglo xx) comprobaron que la vida siempre es resultado de otra vida. Fue recién en 1953, año en que L. Miller demostró que importantes componentes de la vida pueden formarse con la ayuda de descargas eléctricas (rayos) en atmósfera constituida por H_2 , vapor de agua, metano, amoníaco y en ausencia de O_2 , originándose azúcares (glucosa, ribosa y otros) y aminoácidos, algunos de ellos esenciales para la vida.

1.3. Clasificación de los seres vivos

En la Biología, los seres vivos se agrupan en diferentes categorías taxonómicas. Hacia 1977, el reino se consideraba la categoría sistemática más inclusiva. Sin embargo, la secuenciación de las moléculas presentes en todos los organismos que cambian a tasas extremadamente bajas, como la subunidad pequeña de **ARN** ribosómico, llevó a Carl Woese y su equipo de investigación a la construcción de un árbol filogenético único en el cual se diferencian tres linajes evolutivos principales. La nueva categoría

Figura 3. *Dominios según Carl Woese*



propuesta abarca a cada uno de estos linajes. Los tres dominios constituyen grupos monofiléticos y se denominan: Bacteria, Archaea, Eukarya. En este sistema, Archaea y Bacteria son dominios distintos formados por organismos procarióticos.

Bacteria: células procariotes. Fosfolípidos de las membranas formados por ácidos grasos lineales unidos al glicerol

por uniones del tipo éster. El ARN ribosómico de la subunidad más pequeña (16S-rARN) posee un bucle entre las posiciones 500-545.

Archaea: células procariotes. Los fosfolípidos de las membranas formados por hidrocarburos largos y ramificados, unidos al glicerol por uniones de tipo éter. El ARN ribosómico de la subunidad pequeña de los ribosomas (16S-rARN) tiene una estructura única entre las posiciones 180-197 o 405-498.

Eukarya: células eucariontes. Los fosfolípidos de las membranas están formados por ácidos grasos lineales, unidos al glicerol por uniones tipo éster. ARN ribosómico de la subunidad pequeña de los ribosomas (18rARN) difiere de los procariotes entre las posiciones 585-656. Los ribosomas, compuestos de 2 subunidades, tienen un valor de sedimentación de 80S.

1.4. Caracterización de animales y vegetales

Puede decirse que la vida se debe a la capacidad de acumular reservas energéticas que permitan el mantenimiento del orden estructural. Cuando cesa el aporte de energía, ocurre la extinción de la vida.

Los animales obtienen la energía a partir del alimento, los vegetales la reciben directamente de la luz solar. La primera diferencia fundamental entre animales y vegetales es que los animales son heterótrofos mientras que los vegetales son autótrofos (exceptuándose algunos grupos muy especializados).

Los organismos fotosintetizadores poseen clorofila, lo que les permite obtener energía a partir de la radiación solar que aprovechan para la síntesis de moléculas orgánicas. Si no existieran estos organismos fotosintetizadores (las plantas superiores, algas, cianobacterias, algunos protistas y otros), no podría haber tampoco vida animal en el mundo. El segundo elemento que interviene en la síntesis de las sustancias orgánicas es el carbono, que se halla siempre en el aire, en la forma de dióxido de carbono.

Debido a su capacidad de tomar la luz solar para la asimilación del carbono, las plantas no necesitan moverse para buscar su alimento, por ello las plantas permanecen enraizadas al sustrato. Existen excepciones a esta regla, tales como los vegetales acuáticos que son microscópicos.

Como los vegetales no necesitan cambiar de lugar, ningún límite externo se opone a su crecimiento; a diferencia de los animales que, siempre, después de cierto período juvenil, cesan de crecer, algunos órganos de las plantas continúan creciendo y desarrollando nuevos tejidos y células hasta el momento de su muerte (cuadro 1).

Cuadro 1: Principales caracteres diferenciales entre animales y vegetales

Vegetales	Animales
Con clorofila	Sin clorofila
Autótrofos	Heterótrofos
Aprovechamiento inmediato de la energía solar	Obtención indirecta de la energía mediante la incorporación de sustancias orgánicas
Productores	Consumidores
Crecimiento ilimitado	Crecimiento limitado
Arraigados y fijos	Libremente móviles
Con pared celular rígida	Sin pared celular

1.5. Los métodos de la Botánica

La Botánica es una rama de la Biología que estudia las plantas y con ello su identificación, distribución, reproducción, orígenes, fisiología, morfología externa e interna. En el campo de la botánica se distingue la Botánica Pura (amplía el conocimiento de las plantas) y la Botánica Aplicada (que investiga en las aplicaciones agronómicas, forestales y farmacéuticas).

La botánica utiliza métodos descriptivos y de experimentación. Para los descriptivos, se basa en la observación y en la descripción. Luego de iniciarse como ciencia descriptiva, la botánica usa experimentos controlados para probar hipótesis, donde hace uso de los métodos experimentales. La experimentación es una ciencia exigente y solo puede esperarse que dé resultados fidedignos si los experimentos se planifican, repiten y registran cuidadosamente.

1.6. La Botánica y otras ciencias

El conocimiento botánico está relacionado con muchas otras ciencias: Física, Química, Geología, Bioquímica, Paleobotánica, Biofísica, Genética, Meteorología, Fotoquímica, Fitografía, Zoología, Fitopatología. La Botánica utiliza instrumentos de la botánica moderna, tales como microscopios de luz y electrónico, el de fases polarizadas, el de interferencias, el espectrofotómetro, entre otros.

La Botánica se reconoció como ciencia a mediados del siglo XVII.

1.7. El campo de la Botánica

La Botánica está integrada por diversas ciencias íntimamente relacionadas en distintas subdivisiones.

Taxonomía o sistemática vegetal: clasificación e identificación de los vegetales.

Genética vegetal: trata de la herencia y la variación.

Ecología vegetal: estudio de las relaciones de las plantas con su medio.

Morfología: en sentido amplio, es la teoría general de la estructura y forma de las plantas, se basa en el estudio comparativo de las formas y la reproducción.

Citología: estudio de la estructura y el comportamiento de la célula.

Histología: estudio de los tejidos.

Anatomía vegetal: estudio del desarrollo y la estructura interna de planta con semillas o espermatófitas.

Ficología y Micología: estudian algas y hongos.

Fisiología vegetal: estudia los mecanismos y procesos que ocurren en las plantas y la interpretación del comportamiento de los vegetales.

Microbiología: estudia las formas microscópicas.

1.8. Aplicaciones de la Botánica

Algunas de las ciencias donde se aplica el conocimiento botánico son:

Patología Vegetal, para conocer las enfermedades causadas por hongos, bacterias y otras.

La Botánica Económica, la Horticultura, la Floricultura, la Silvicultura, la Agronomía, la Farmacognosia, entre otras.

1.9. Eucariotas y procariotas

Las células eucariotas se caracterizan por poseer un núcleo típico, presente en todos los animales y plantas. En los organismos primitivos, los procariotas, no existe un verdadero núcleo separado del citoplasma por una membrana como en los eucariotas. Las células de las algas verdeazuladas y las bacterias no poseen envoltura nuclear, no presentan mitosis, carecen de mitocondrias y plastidios, ellas constituyen los organismos procariotas. La pared celular procariótica posee sustancias heteropolímeras no observadas en las eucariotas. Los eucariotas están plenamente adaptados a la presencia del oxígeno, mientras que el grado de adaptación al oxígeno en los procariotas es variable. Los procariotas presentan la capacidad de fijar nitrógeno, limitada solo a ellos. El ADN se encuentra libre en un compartimiento denominado nucleoplasma. Al referirse a las bacterias y a las algas verdeazuladas, con frecuencia, se utiliza el término protistas inferiores, considerando protistas superiores a todas las otras algas, hongos, mohos viscosos y protozoos (figura 4). Las células eucariotas presentan estructuras diferentes, son de mayor tamaño respecto de las procariotas, presentan citoplasma con endomembranas en sistema compartimentalizado. El núcleo de estas células se considera “verdadero”

porque está recubierto por una doble membrana (carioteca) que contiene al material hereditario, fundamentalmente, en forma de ADN. En el sistema de endomembranas, se definen diferentes organoides con funciones y estructuras específicas, tales como retículo endoplasmático, vacuolas, lisosomas, aparato de Golgi y otros. En el citoplasma, se observan mitocondrias (con doble membrana) y, en el caso de células vegetales, también se disponen los cloroplastos y, por fuera de la membrana plasmática, se encuentra la pared celular (con sustancias como celulosas, hemicelulosas y ligninas). Las células eucariotas presentan citoesqueleto, estructura que les permite mantener o cambiar la forma y facilita la división celular, entre otras funciones (figura 5).

Figura 4. *Célula procariota*

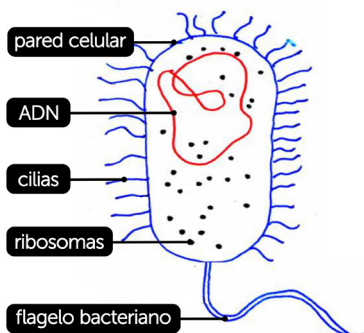
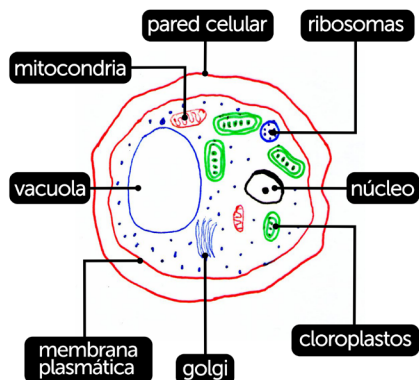
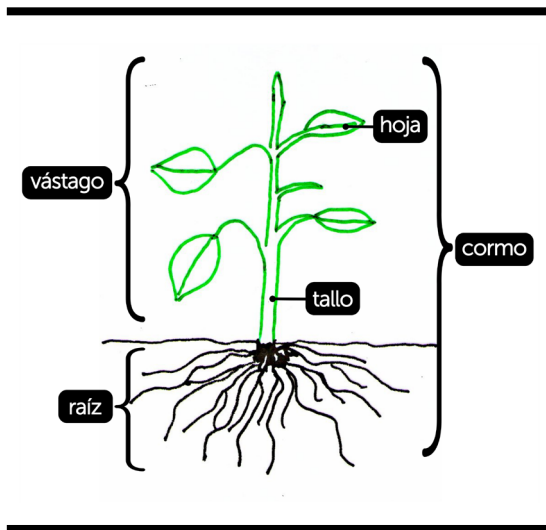


Figura 5. *Célula eucariota*



1.10. Reconocimiento del cuerpo vegetativo y reproductivo de monocotiledóneas, dicotiledóneas y gimnospermas

Figura 6. Partes del cormo



El *cormo* representa el complejo morfológico de las plantas más diversificadas en las que es completa la diferenciación de los tres miembros morfológicos fundamentales: raíz, tallo y hojas (figura 6). El vástago es la parte joven del cormo de la que se formarán las hojas y el tallo. Estos órganos han sufrido modificaciones adaptativas en el curso de la evolución, conduciendo a la formación de estructuras cada vez mejor adaptadas a la vida terrestre.

En un intento por examinar todos los vegetales conocidos y los por conocer, la parte de la botánica que clasifica a los vegetales en función de caracteres comunes y diferenciales es la sistemática o taxonomía. En ese sentido, se clasifican las plantas en dos grupos muy grandes: sin flores y con flores. Entre las plantas con flores, están las gimnospermas y angiospermas.

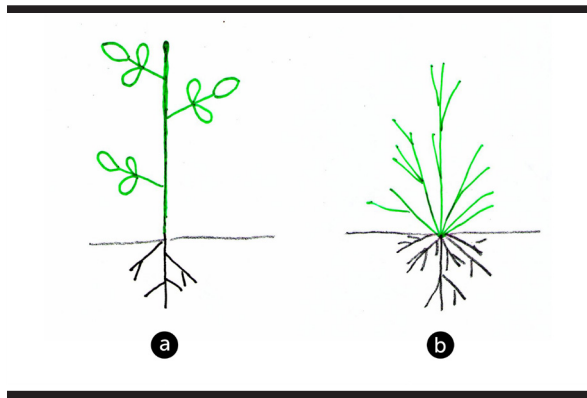
Las *Gimnospermas* son plantas leñosas, con el tallo de ramificación monopódica, leño secundario formado por traqueidas, hojas persistentes, laminares, aciculares, escuamiformes, por lo general coriáceas, con uno o dos nervios, aparato reproductor con semillas expuestas en estructuras denominadas estróbilos, generalmente leñosos.

Las *Angiospermas* son las plantas que poseen flores con semillas encerradas en ovarios. Se identifican dos categorías: *monocotiledóneas* y *dicotiledóneas*.

Monocotiledóneas: embrión provisto de un solo cotiledón, con la radícula precozmente atrofiada, sustituida por un fascículo de raíces adventicias, por lo general, falta el desarrollo secundario en raíz y tallo, hojas paralelinervadas insertas en el tallo por una base ancha. Casi siempre verticilos trímeros (figura 7, cuadro 2).

Dicotiledóneas: embrión con dos cotiledones, tallo y raíz susceptibles de crecimiento secundario en espesor, el tallo primario con haces vasculares colaterales, raíz axonomorfa, hojas de inserción transversal, la mayoría de las veces pecioladas de formas variadas. Las flores pentámeras, menos frecuentemente tetrámeras (figura 7, cuadro 2).

Figura 7: Estructura de dicotiledónea (a) y monocotiledónea (b)



Cuadro 2: Diferencia entre monocotiledóneas y dicotiledóneas

	Monocotiledóneas	Dicotiledóneas
Cotiledones	Uno	Dos
Raíces	Fasciculadas	Axonormfas o pivotante
Tipo de crecimiento	Siempre primario	Primario y algunas veces secundario
Tipo de sistema radical	Homorrizo	allorizo/homorrizo

Nerviación en hojas	Paralelinervadas	Retinervadas
Morfología de hojas	Generalmente enteras, con vaina bien desarrollada.	Formas variadas
Piezas florales	Trímeras	Tetrámeras o pentámeras
Tallo	Herbáceo y sin ramificaciones	Herbáceo o leñoso con ramificación lateral
Haces vasculares en tallo	Atactostela (disposición esparcida)	Eustela (disposición en forma radiada)
Polen	Con un poro o apertura	Con tres poros o aperturas

Capítulo 2

Morfología de raíz

2.1. Concepto, origen y funciones

La raíz es la primera de las partes embrionales que brota de la semilla germinante, no presenta yemas ni apéndices foliares, suele tener forma alargada y geotropismo positivo. Se origina en la radícula del embrión.

Fija la planta al sustrato, absorbe nutrientes en estado de disolución y los transporta al resto del cuerpo de la planta, en ocasiones, las raíces acumulan reservas, intervienen en la modificación del suelo en que habitan, sustentan asociaciones simbióticas de microorganismos, evita intoxicaciones de la planta al ejercer la permeabilidad selectiva por medio de la endodermis.

2.2. Tipos de sistema radical: alorrido y homorrido

Cuando la raíz embrional se constituye en la raíz principal, que alcanza gran desarrollo y se engrosa de maneras variables, constituye un *sistema radical axonomorfo* o *pivotante*. Ejemplo: pino (*Pinus spp.*), alfalfa (*Medicago sativa*), y el sistema se llama *alorrido* (figura 8).

Cuando la raíz embrional cesa en su crecimiento o aborta y es reemplazada por raíces secundarias de origen adventicio, que crecen mucho formando un manojo de raíces de igual origen, constituye un *sistema radical fasciculado* u *homorrido*, como en el maíz (*Zea mays*) (figura 9).

Figura 8. Sistema alorrizo, raíz pivotante ó axonomorfa a: raíz principal; b: raíz lateral; c: tallo

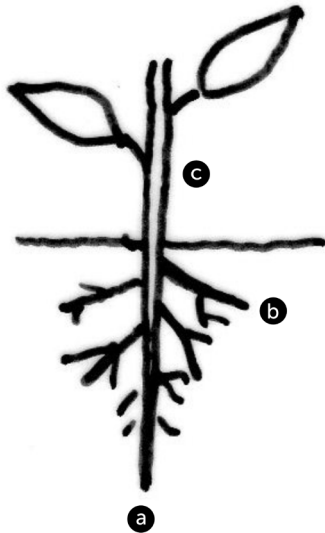
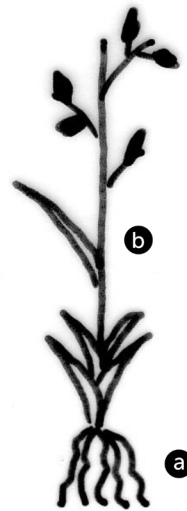


Figura 9. Sistema homorrizo, raíces adventicias o en cabellera o fasciculada: a. raíces; b: tallo y hojas



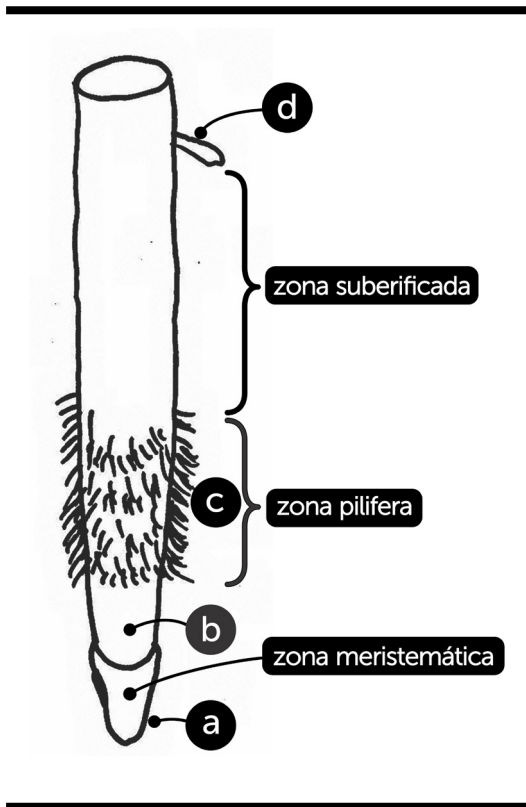
2.3. Partes de la raíz

Las raíces están formadas por el cuello, cuerpo de la raíz y las ramificaciones. El cuello o corona es la zona en que se une el tallo con la raíz. El cuerpo está representado por su eje principal, es la parte central o media de la raíz, suele denominarse raíz principal o primaria. Las ramificaciones laterales están formadas por las raíces de diferente orden, raíz secundaria es la que nace de la raíz primaria; raíz terciaria, la que nace a partir de una raíz secundaria y así sucesivamente. Si una raíz presenta todas estas zonas, se denomina completa. Si carece del desarrollo de la raíz primaria y se generan raíces secundarias de tamaño semejante, se está ante una raíz fasciculada.

2.4. Zonas de la raicilla

Los extremos terminales de las raíces, sean principales o laterales, se denominan *raicillas* y están protegidos por la cofia, caliptra o pilorriza, esta zona puede alcanzar espesor variable y tiene forma de vaina, cubriendo el meristema apical. La cofia se encuentra siempre en las raíces terrestres y epigeas, pero puede faltar en las raíces acuáticas.

Figura 10. Partes de la raicilla: a. caliptra o cofia; b. Zona de alargamiento; c. zona pilífera con pelos radicales; d. raíz lateral



La cofia protege la zona meristemática, que es el área de división celular, la que está seguida por una zona de alargamiento, donde las células se diferencian. Por encima de esta, se encuentra la zona pilífera o de los pelos absorbentes, estos pelos son de origen epidérmico y tienen vida efímera. A medida que estos caen, nuevos pelos se van formando cerca de la zona de alargamiento, mientras que, por arriba de la zona de los pelos, las células se recubren de súber para impermeabilizarse, diferenciando la zona suberosa (figura 10). Las raíces de plantas epifitas carecen de pelos absorbentes, pero esta función es reemplazada por el velamen, estructura de epidermis múltiple que recubre la raíz y permite conservar el agua del ambiente.

2.5. Clasificación de las raíces según distintos criterios

Clasificar es ordenar o agrupar por clases o conjuntos de elementos de acuerdo con características comunes o según algún criterio determinado. Criterio es el principio o juicio que se utiliza para discernir, clasificar o relacionar una cosa. En este caso, se agruparán (clasificarán) raíces por tres criterios: medio de vida, consistencia y por su duración.

Medio de vida: se pueden agrupar o clasificar en:

- aéreas o epígeas: en general son de origen adventicio, función sostén, por ejemplo, la familia Orchidaceae y clavel del aire (*Tillandsia aeranthos*).
- subterráneas o hipógeas: la generalidad de las raíces.
- acuáticas: son aquellas de las plantas acuáticas, por ejemplo, camalote (*Eichhornia crassipe*), irupé (*Victoria cruziana*).

Por su consistencia: se clasifican en:

- carnosas
- leñosas
- herbáceas

Son de especial atención las raíces *carnosas*, las que también se llaman reservantes, ocurren en las plantas que, por lo general, duran dos años de vida y en aquellas en las que desaparece la parte aérea o epígea durante una determinada época (figura 11). Entre las raíces reservantes, se diferencian las de origen embrional que comúnmente se llaman napiformes o cuneiformes, por ejemplo, el nabo (*Brassica rapa*) o la zanahoria (*Daucus carota*), y de origen adventicio que generalmente se identifican con el nombre de tuberosas, como la batata (*Ipomoea batatas*). Las raíces *leñosas* forman parte de las plantas leñosas, en las que se distingue el tronco lignificado si es un árbol, y la raíz leñosa o lignificada, subterránea y de amplia expansión en el suelo; son plantas de gran tamaño, perennes; se conocen como árboles y arbustos (figura 12).

Las raíces *herbáceas* se caracterizan por ser delgadas, flexibles y carentes de tejidos lignificados, en general pertenecen a plantas anuales (figura 13).

Por su duración se clasifican en:

- anuales (un año de vida)
- bienales (dos años de vida)
- perennes (más de dos años de vida)

Figura 11. *Consistencia carnosa*

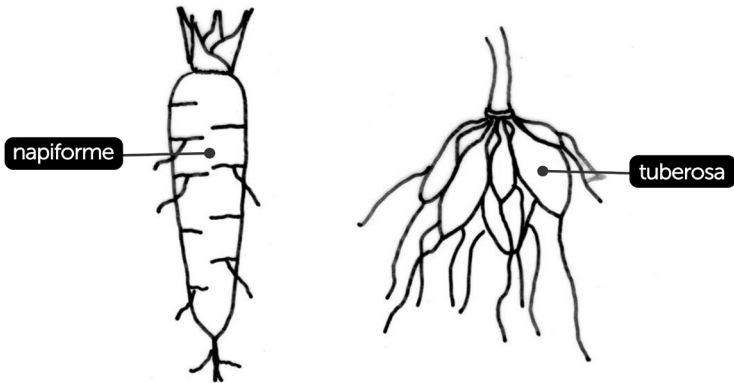


Figura 12. *Consistencia leñosa: a. raíz leñosa; b. tronco*

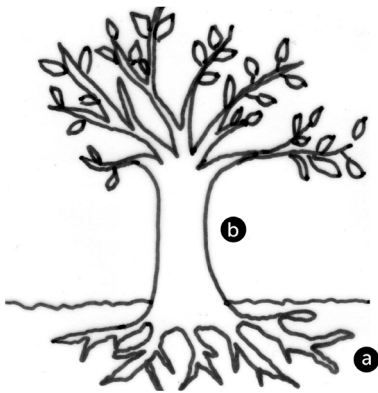
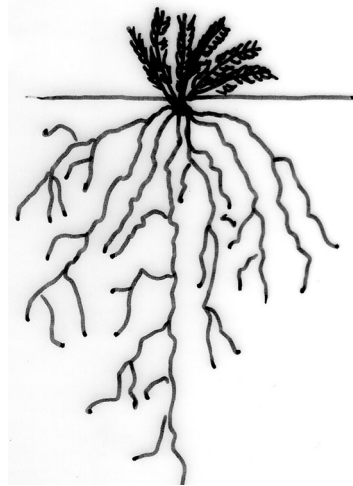


Figura 13. *Consistencia herbácea*



2.6. Otras modificaciones de las raíces

Además de poder clasificar las raíces por estos tres criterios, medio de vida, consistencia y duración, existen muchas otras formas de raíces como producto de la adaptación a diferentes condiciones de vida o medio ambiente en que se encuentran las plantas. A modo de ejemplo, podemos citar las plantas de zonas pantanosas que emiten raíces con geotropismo negativo y que emergen del suelo para permitir la llegada de oxígeno a las partes sumergidas, estas raíces se conocen generalmente como *neumatóforos*.

Otra modificación adaptativa es la que presentan los árboles muy grandes con ramas pesadas que emiten raíces adventicias que llegan hasta el suelo con el fin de sostener a las ramas, se presentan en árboles del género *Ficus* y se llaman raíces *columnares*.

También en árboles de gran porte se presenta otra modificación de raíces, aquellas que emergen desde la base del tronco y se desarrollan en forma laminar con el fin de aportar una buena base a estos árboles, son las raíces tabulares.

Algunas raíces emiten yemas que facilitan su propagación vegetativa, son las llamadas raíces gemíferas, tal como sucede con los álamos plateado (*Populus alba*).

Capítulo 3

Morfología de tallo

3.1. Concepto, origen y funciones

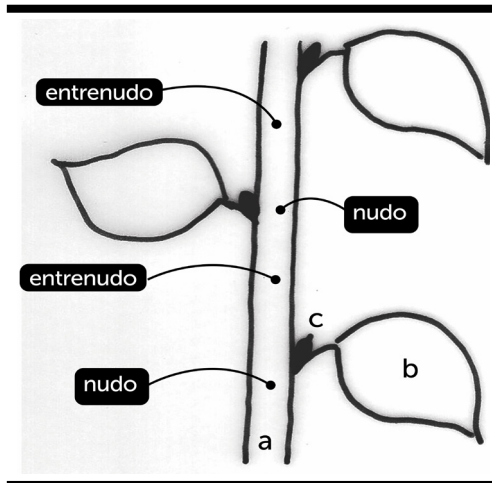
El tallo es la parte del cormo que lleva las hojas, flores y frutos. En la mayoría de las plantas, esta porción se encuentra por encima de la superficie del suelo y presenta geotropismo negativo. El tallo se origina en la yema inicial caulinar o en una yema lateral, si se va a producir una ramificación. Al germinar la semilla, lo primero que emerge es la raíz. Los cotiledones (primeras hojas u hojas embrionales) surge debido al crecimiento del hipocótilo, porción de tallo entre el cuello de la raíz y el nudo cotiledonar, y por encima del nudo cotiledonar se diferencia el primer entrenudo del tallo denominado epicótilo, que continuará el eje principal y llevará las hojas verdaderas cuando la germinación es epígea. En el caso de germinación hipógea, el hipocótilo es muy reducido, por lo que los cotiledones quedan bajo la superficie de la tierra, mientras que el epicótilo se desarrolla llevando a la plúmula hasta la superficie del suelo.

Entre las funciones del tallo se mencionan: sostén de hojas, ramas y flores, conducción de agua y sales en disolución desde la raíz y hasta las hojas, y transporte de fotosintatos desde las hojas y hacia el cuerpo de la planta, almacenamiento de sustancias de reserva y agua, fotosíntesis cuando tiene crecimiento primario, en algunos casos, se usa como órgano de reproducción asexual o vegetativa.

3.2. Morfología de tallo de dicotiledónea y monocotiledónea

Este vástago lleva una yema apical que porta los rudimentos de hojas. El tallo crece por el desarrollo en longitud de la yema terminal que va

Figura 14. Partes del tallo: a. tallo; b. hoja; c. yema



formando nuevos rudimentos foliares, pero, principalmente, por alargarse el eje en la porción situada debajo de la yema, así las hojas se apartan unas de otras y quedan a cierta distancia. El punto de unión de la hoja con el tallo se llama NUDO y el espacio entre dos hojas sucesivas, ENTRENUDO (figura 14).

En las gramíneas, la zona basal del entrenudo conserva la actividad meristemática, de manera que el alargamiento ocurre no solo en la porción apical, sino también en los entrenudos. Los nudos de las

gramíneas son particulares y en ellos se pueden diferenciar las siguientes zonas: la cicatriz foliar, la zona de raíces adventicias, la banda meristemática, la yema y la depresión longitudinal, esto se conoce como FITÓMERO (figura 15, imagen 1).

Imagen 1. Fitómero

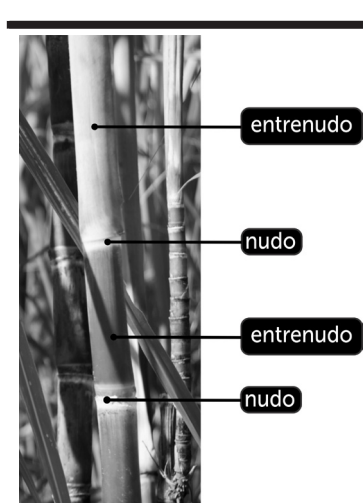
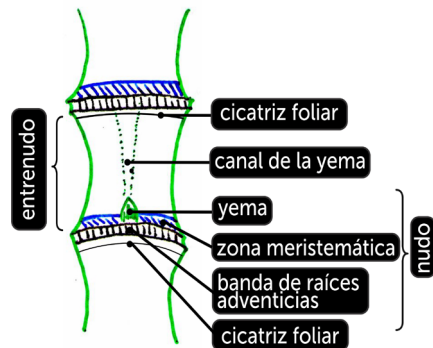


Figura 15. Partes del fitómero



En los casos en que los entrenudos permanecen sin desarrollar (braquiblasto), se forma un tallo en roseta en el que las hojas están densamente dispuestas, también llamadas plantas brevicaules, son comunes en las asteráceas (imagen 2) y las brasicáceas.

Imagen 2. Tallo en roseta de diente de león (*Taraxacum officinale*)



3.3. Yemas, concepto y origen

Imagen 3. Yemas axilares en duraznero (*Prunus pérsica*)



La yema es un punto de crecimiento ubicado generalmente en la axila, entre el tallo y la hoja, normalmente protegida por escamas o catáfilas, que da lugar a la formación de hojas y flores (imagen 3). Las yemas axilares tienen origen exógeno, es decir, se forman a partir de las tres últimas capas subyacentes de la epidermis; las

yemas apicales se originan en el meristema apical.

La yema se ubica en el ápice del tallo y encierra tejido embrional que dará lugar a diferentes órganos. En algunas especies, para proteger el tejido meristemático contra el frío y el agua, se reviste de hojas transformadas que se llaman pérulas.

3.4. Clasificación de las yemas

Las yemas se clasifican por diferentes criterios: posición en el tallo, por lo que originan, por origen, por el número de yemas en el nudo, por el tipo de protección y por su desarrollo.

Por su posición en el tallo: se llaman *axilares* las localizadas en el ángulo entre la hoja y el tallo y *apical, terminal* o *extraxilar*: la localizada en el ápice del eje principal del tallo (figura 16).

Por lo que originan: *vegetativas*, las que darán origen a hojas; *floríferas*, las que originarán flores; *mixtas*, las que originan flores y hojas.

Por su origen: *normales* son las yemas axilares y apicales, y *adventicias*, todas las que nacen en lugares diferentes a estos, por ejemplo, en hojas de begonia (*Begonia spp.*).

Por el número de yemas en el nudo: *múltiples*, cuando en cada nudo se encuentran varias yemas. Son seriales cuando se encuentran ubicadas una por encima de la otra, como en madreselvas (*Lonicera spp.*) y santa rita (*Bougainvillea spp.*). Otro tipo de yemas múltiples son las colaterales o adyacentes, que se ubican una a lado de la otra en la axila de la hoja, por ejemplo, ajo (*Allium sativum*) (figura 17).

Por su protección: *peruladas*, se llaman a las yemas protegidas por estas hojitas modificadas denominadas pérulas, plantas caducifolias, por ejemplo, el paraíso (*Melia azedarach*); y *desnudas*, las que carecen de ellas, que son menos frecuentes, por ejemplo, lechuga (*Lactuca sativa*) y plátano (*Platanus × hispanica*).

Por el tiempo de desarrollo: *yemas durmientes*, las que solo se desarrollan accidentalmente o por acción de un estímulo.

Figura 16. Yemas por su posición:
a. yema axilar; b. yema apical

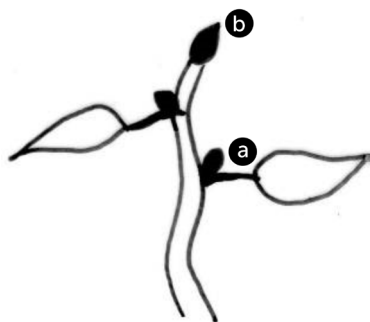
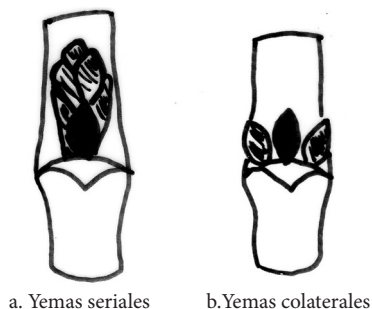


Figura 17. Yemas múltiples: a. yemas seriales; b. yemas colaterales



3.5. Ramificaciones de los tallos, terminal y lateral

Figura 18. *Ramificación dicotómica*



Ramificación es el proceso por el cual se producen ramas a partir de un eje principal que puede ser tanto el tallo, como la raíz. También se menciona con este término al sistema de nervaduras que se ramifican a partir de la nervadura central de la hoja, lo que se verá más adelante.

En los tallos, se pueden identificar dos tipos básicos de ramificación: terminal y lateral.

La *terminal*, llamada *dicotómica*, se da en las plantas inferiores Talofitas, y consiste en la división de la yema terminal en dos, las que darán sendas ramas secundarias con sus respectivas yemas terminales que, oportunamente, se dividirán nuevamente, dando otras dos ramas cada una y así sucesivamente hasta producir el sistema total de ramificaciones (figura 18).

La ramificación *lateral* se da en la Cormofitas, esto es, en las plantas superiores y pueden diferenciarse dos tipos básicos de ella: *monopódica* y *simpódica*. En la ramificación *monopódica*, siempre se diferencia un eje principal y, a partir de las yemas laterales, van surgiendo las ramas de segundo orden, pero siempre menores que el eje principal, característica de las coníferas (figura 19).

La ramificación *simpódica* es aquella en la cual la yema principal muere al alcanzar el desarrollo final del tronco y a partir de yemas laterales se producen las ramificaciones de orden mayor, generando las copas de los árboles (figura 20). Cuando las ramas alcanzan desarrollo semejante al del tallo principal se conoce como *pseudodicotomía*.

Figura 19. *Ramificación lateral monopódica*

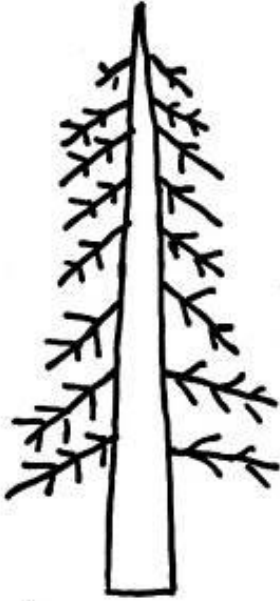


Figura 20. *Ramificación lateral simpódica*



3.6. Macroblastos y braquiblastos

De acuerdo con la intensidad de crecimiento de las ramas, estas se clasifican en macroblastos y braquiblastos. Las ramas de las copas, producidas durante el proceso de ramificación, se conforman generalmente en los macroblastos, que portan las hojas y flores de los árboles.

Hay además otro tipo de ramificación con entrenudos muy cortos y de crecimiento definido, por lo que las hojas se presentan muy próximas entre sí. Este tipo de ramificación se denomina braquiblasto y se presenta en especies del género *Cedrus*, casuarinas (*Casuarina equisetifolia*), espárragos (*Asparagus officinalis*) que presentan hojas arrosetadas, y en especies del género *Prunus* (por ejemplo, duraznero), que presenta yemas floríferas en el braquiblasto (imagen 4 y 5).

Imagen 4. Braquiblasto en *Casuarina* spp.

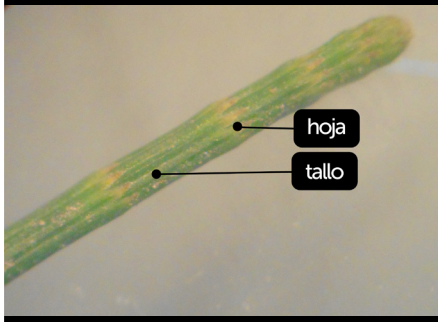


Imagen 5. Braquiblasto en *Prunus* spp.



3.7. Clasificación de los tallos aéreos

Son los tallos que se desarrollan fuera del suelo, aun permaneciendo postrados en el mismo suelo, su geotropismo negativo es muy marcado. Los **tallos aéreos** se pueden clasificar en:

Imagen 6. Tallo propiamente dicho de rama negra (*Conyza bonariensis*)



Los **tallos aéreos** se pueden clasificar en:

Tallo propiamente dicho: es el tallo herbáceo, erecto, verde, que caracteriza a las plantas anuales, y que generalmente no viven más de dos años (imagen 6). Pensamiento (*Viola tricolor* var. *Hortensis*), rama negra (*Conyza bonariensis*).

Tronco: es el tallo macizo y leñoso que caracteriza a árboles y arbustos (imágenes 7 y 8). Paraíso (*Melia azedarach*).

Caña: es un tallo con nudos y entrenudos visibles, erguido, generalmente sin ramificaciones, puede ser hueco o macizo y durar uno o dos años o ser perenne (imagen 9). Maíz (*Zea mays*), trigo (*Triticum* sp.), avena (*Avena sativa*), entre otros.

Estípite: es el tallo típico de las palmeras, puede presentar cicatrices foliares marcadas, no presenta ramificaciones, termina en penacho de hojas y flores (imagen 10). Palmito (*Chamaerops humilis*).

Imagen 7. Tallo leñoso (tronco) de árbol (*Prosopis alba*)



Imagen 8. Tallo leñoso de arbusto



Imagen 9. Caña



Imagen 10. Estípite



Imagen 11. Estolón



Estolón: son tallos plagiótropos (que crecen horizontales) y pueden ser: epígeos (que crecen sobre la superficie del suelo, por ejemplo, frutilla (*Fragaria x ananassa*); o hipógeos (que crecen por debajo de la superficie del suelo, menta, por ejemplo) que emiten raíces y brotes permitiendo la multiplicación de la especie (imagen 11).

Trepador: son tallos que se sirven de zarcillos, espinas o raíces adventicias para adherirse a soportes, tanto vivos (otras plantas)

como no vivos (alambrados) para erguirse y desarrollar su sistema de ramificación, ejemplo, vid (*Vitis vinifera*) (zarcillos) (figura 21, imagen 12).

Figura 21. Tallo trepador por raíces. a. tallo; b. hoja; c. yemas axiales; d. raíces aéreas adventicias.

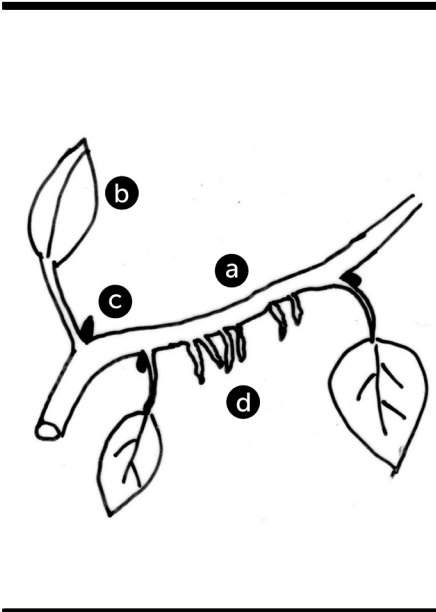
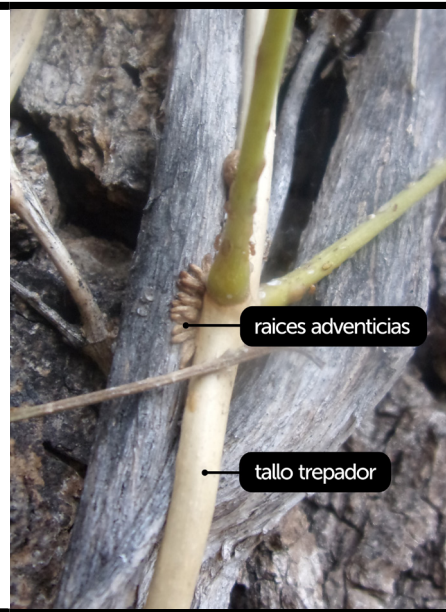


Imagen 12. Tallo trepador con raíces adventicias



Voluble: tallo que crece enroscándose en soportes sin necesitar para ello de zarcillos o espinas (imagen 13). Ejemplo: batata (*Ipomoea batatas*).

Suculento: tallos carnosos y gruesos con abundante reserva de agua u otros jugos (imagen 14). Cactáceas como la tuna (*Opuntia ficus indica*), crasuláceas como el aloe (*Aloe vera*).

Escapo: tallo herbáceo sin ramificación que remata en un conjunto de flores (figura 22, imagen 15), como se observa en el género *Hemerocallis*.

Imagen 13: Tallo voluble



Imagen 14: Tallo suculento



Figura 22. Escapo

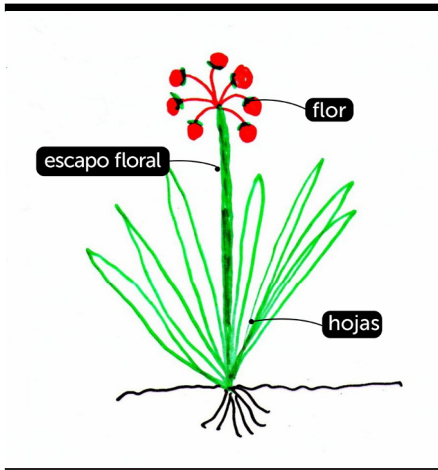
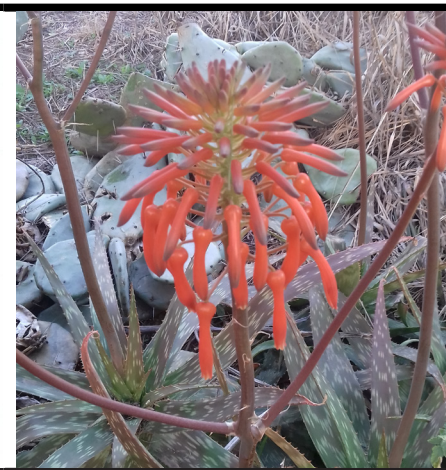
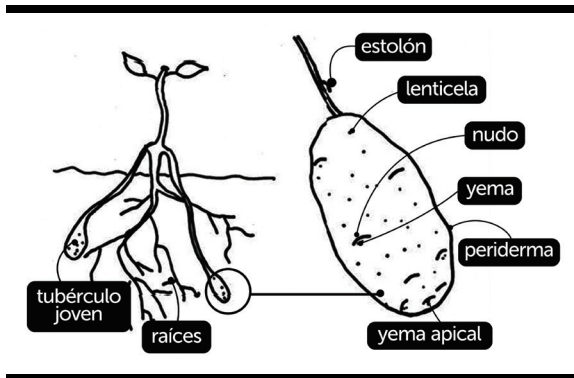


Imagen 15. Escapo floral de aloe (*Aloe vera*)



3.8. Clasificación de tallos subterráneos

Figura 23. Planta y tubérculo de papa (*Solanum tuberosum*)



Los **subterráneos** son aquellos que viven bajo el nivel del suelo, en general son tallos reservantes.

Tubérculo: tallo engrosado, rico en almidones, que presenta yemas con catáfilas, estas yemas se conocen como ojos. Todo el tubérculo está recubierto por la peridermis o periderma, por ejemplo, papa (*Solanum tuberosum*).

(figura 23). Estos tubérculos se usan como material de propagación.

Rizomas: tallo con yemas protegidas con catáfilas, produce vástagos foliíferos y floríferos, también produce raíces. Se diferencian dos tipos de rizomas: definidos e indefinidos. En el primer caso, la yema apical deja de crecer y el rizoma emite los vástagos cercanos al rizoma principal (figura 24), por ejemplo, caña de Castilla (*Arundo donax*). En los rizomas indefinidos, la yema terminal continúa creciendo y los vástagos van emergiendo alejados de la planta madre (figura 25), como en el sorgo de Alepo (*Sorghum halepensis*).

Figura 24. Rizoma indefinido

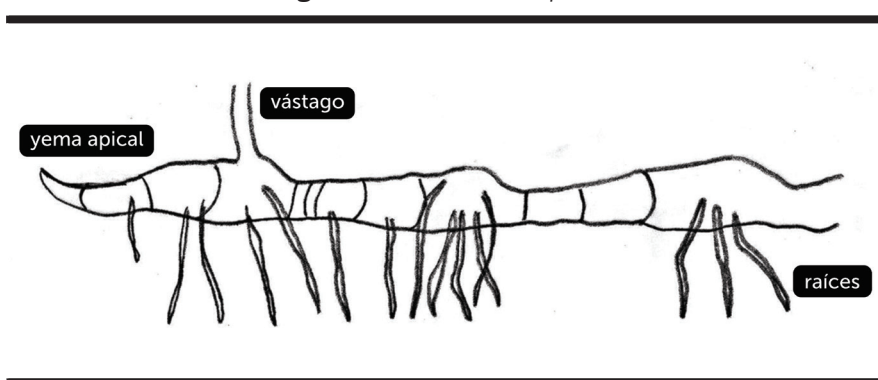
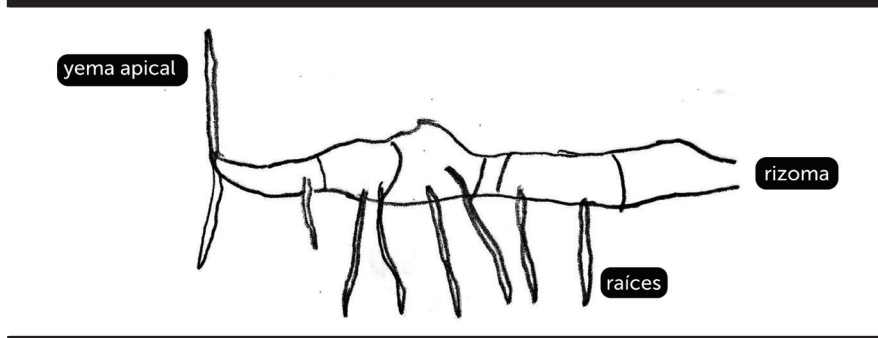


Figura 25. Rizoma definido



Bulbos: conjunto de tallo reducido (braquiblasto), convertido en un disco que porta yema/s, y las bases foliares reservantes que se llaman catáfilas, cubiertas por catáfilas protectoras, no reservantes, membranosas o papi-ráceas y generalmente de color castaño, llamadas binzas. Este tipo de bulbo se denomina *tunicado* (imagen 16), por ejemplo, cebolla (*Allium cepa*).

Cuando el disco está muy desarrollado y representa el mayor volumen del bulbo, se encuentra protegido por catáfilas membranosas, el bulbo es *macizo*. Azafrán (*Crocus sativus*).

Cuando las catáfilas se disponen en forma imbricada, el bulbo se llama *escamoso*, como en la azucena (género *Lilium*).

Imagen 16. Bulbo de cebolla (*Allium cepa*):
a. raíces; b. platillo;
c. yema; d. túnica de reserva;
e. túnica de protección o catáfila;
f. cuello

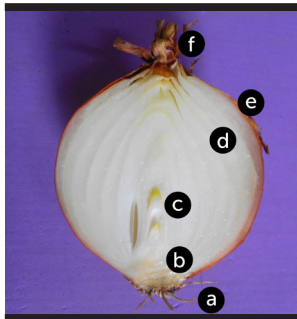


Figura 26.
Bulbo escamoso

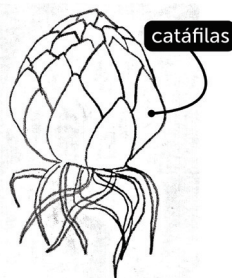
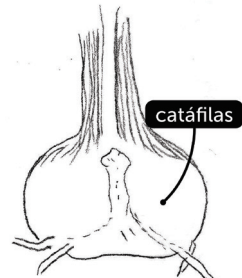


Figura 27.
Bulbo macizo



3.9. Otras modificaciones de los tallos

Espinas caulinares: apéndice puntiagudo lignificado y con tejido vascular, por lo que no puede ser separado del órgano que la porta sin producir desgarrar de tejidos subyacentes (imagen 17). Garabato (*Acacia furcatispi-na*), santa rita (*Bougainvillea spp.*).

Zarcillos caulinares: apéndice filiforme, de origen caular que la planta utiliza para trepar, pueden ser simples, bifidos, trifidos, multifidos (imagen 18). Vid (*Vitis vinifera*), barba de chivo (*Clematis montevidensis*), arveja (*Pisum sativum*), poroto (*Phaseolus vulgaris*).

Imagen 17. Espina caular en na-ranjo agrio (*Citrus x aurantium*)

Imagen 18. Zarcillo de *Clematis montevidensis*



Aguijones: apéndice puntiagudo lignificado y, a diferencia de las espinas, sin vascularización, por lo que puede ser separado sin producir daño estructural (imagen 19). Rosal (*Rosa spp.*), palo borracho (*Ceiba speciosa*).

Cladodios y filoclados: tallos modificados, comprimidos, generalmente verdes, en los que se lleva a cabo la fotosíntesis, poseen hojas y ramas muy modificadas, a veces reducidas a pequeñas brácteas. El cladodio se corresponde a un macroblasto (imagen 20), con crecimiento ilimitado. Tuna (*Opuntia spp.*). El filoclado, a un braquiblasto con crecimiento limitado (imagen 21). Helecho mosquito (*Ruscus spp.*), casuarina (*Casuarina spp.*). El cladodio puede presentar las hojas modificadas hasta adquirir la forma de espinas.

Imagen 19. Aguijón de palo borracho (*Ceiba speciosa*)



Imagen 20. Cladodio



Imagen 21. Filoclado de helecho mosquito (*Ruscus sp.*)



Capítulo 4

Morfología de hoja

4.1. Concepto, origen y funciones

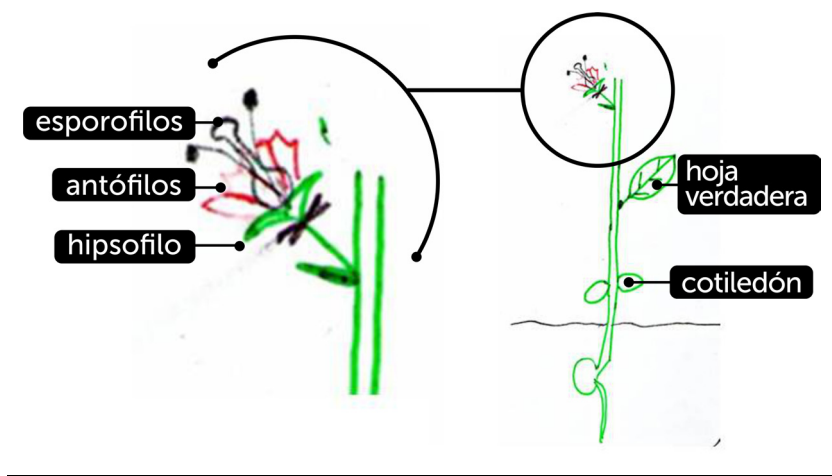
La hoja es un apéndice caulinar, lateral o terminal, originado en una yema foliífera. Tiene crecimiento limitado y basiplástico, forma generalmente laminar y estructura dorsiventral (un solo plano de simetría).

La función principal de la hoja es la producción de hidratos de carbono por fotosíntesis para lo cual está especialmente adaptada por su forma, ubicación en la planta y estructura tanto interna como externa, ya que posee estomas y porta la clorofila.

4.2. Tipos de hojas

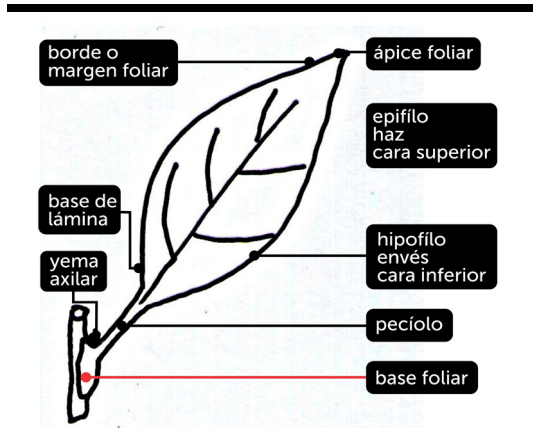
Según la sucesión en el vástago, se identifican como *cotiledones* a las hojas embrionales; *hojas primordiales*, a veces presentes y más reducidas en relación con los nomófilos; *nomófilos* u hojas verdaderas con función primordial de fotosintetizar; *catáfilos* son pequeñas hojas modificadas que sirven de protección a las yemas; *hipsófilos* son brácteas de protección de la flor o inflorescencia (el conjunto de hipsofilos situados cercanos al cáliz se denomina paracáliz o calículo), también pueden reemplazar a la corola como órganos de atracción, como en santa rita (*Bougainvillea spp.*); *antófilos* son las hojas modificadas que forman la flor, se pueden diferenciar en antofilos estériles (cáliz y corola) y antofilos fértiles (estambres y gineceo) (figura 28).

Figura 28. *Sucesión foliar*



4.3. Morfología de la hoja

Figura 29. *Parte de una hoja completa*



La hoja completa está formada por la *lámina*, que presenta infinitas variedades en cuanto a su forma, particularidades del margen y tipo de nerviación; el *pecíolo*, que es el rabillo que une la lámina con la base foliar y la *base foliar* que es el punto de unión de la lámina (o el pecíolo cuando está presente) con el tallo o la rama (figura 29).

En algunas hojas, puede faltar el pecíolo, llamándose hoja sésil; o puede faltar

la lámina y será un *filodio*, que es el pecíolo ensanchado que cumple las funciones de la hoja completa.

4.4. Clasificación de hoja según su morfología

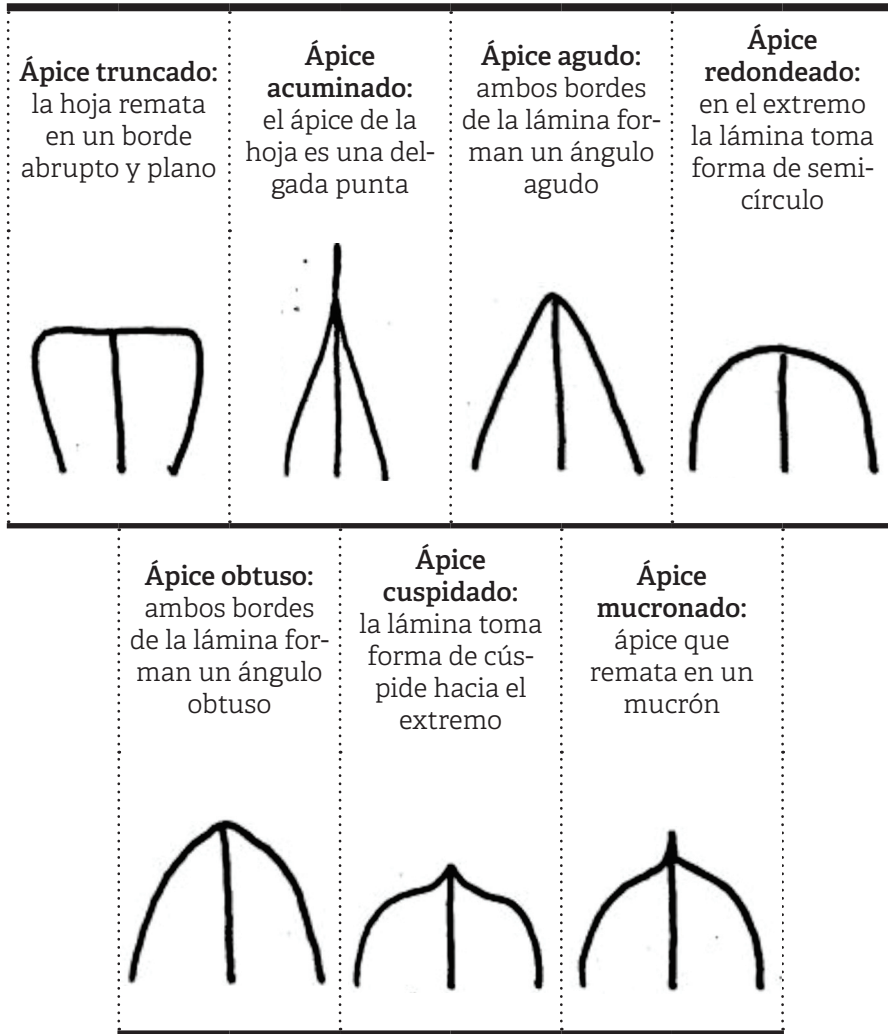
Algunos de los tipos básicos de hoja de acuerdo con la forma de la lámina, son:

Figura 30. Tipo de hojas.

Hoja lanceolada: la que tiene forma de espada o lanza 	Hoja astada: que presenta forma de alabarda (combinación de un arma antigua formada por hacha y lanza) 	Hoja romboidal: lámina en forma de romboide 	Hoja obromboidal: lámina con forma de romboide invertido 	Hoja elíptica: lámina de forma oval, sin punta marcada 
Hoja oblonga: lámina más ancha que larga 	Hoja cordada: lámina en forma de corazón 	Hoja ovada: con forma de huevo y el ápice delgado 	Hoja linear: lámina larga y angosta 	Hoja acicular: lámina muy delgada y en forma de agujas 

Algunos tipos de ápices que caracterizan a las hojas son:

Figura 31. Clasificación por el ápice de la lámina



De acuerdo con el margen o borde, algunas formas son:

Figura 32. Clasificación por el borde de la lámina

Borde entero: borde liso, que no tiene ningún recorte 	Borde aserrado o serrado: se observan dientes agudos en dirección al ápice, idénticos a los dientes de una sierra 	Borde crenado o festoneado: con ligeras ondulaciones redondeadas, a modo de festones 	Borde lobado o lobulado: el margen se encuentra recortado en lóbulos marcados, cuya profundidad alcanza desde 1/8 hasta la mitad de la lámina 
Borde sinuado o sinuoso: el margen tiene ondulaciones o bordes sinuosos 	Borde ondulado: el borde tiene pequeñas entradas en la lámina 	Borde dentado: presenta el borde con dientes pequeños perpendiculares a la nervadura principal 	

Algunas de las bases de lámina son:

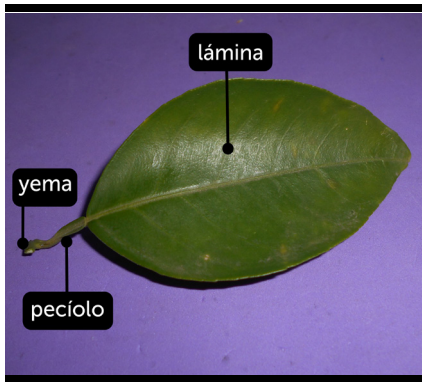
Figura 33. Clasificación por la base de lámina

Base cuneada: base en forma de cuña, aguda, cuyos bordes son rectos convergen hacia el centro 	Base aguda: ambos bordes, al converger, forman un ángulo agudo 	Base redondeada: con forma de semicírculo 	Base cordada: base en forma de corazón 
Base truncada: base en forma de línea recta de manera abrupta 	Base astada: la base con dos lóbulos divergentes y sobresalientes 	Base sagitada: base en forma de flecha 	Base peltada: lámina redondeada y el pecíolo emerge desde el centro de la lámina 

Se puede describir una hoja a partir de todos los términos antes mencionados, forma de lámina, de ápice, de borde y de base de la lámina. Por ejemplo: hoja con lámina elíptica, bordes aserrados, ápice acuminado y base de la lámina redondeada.

4.5. Clasificación de las hojas según su complejidad

Imagen 22. Hoja simple de santa rita (*Bougainvillea spp.*)



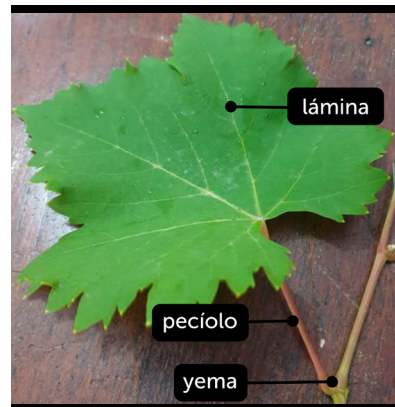
Las hojas pueden clasificarse por su complejidad según el grado de división del limbo en simples y compuestas (palmadas, pinnadas y bipinnadas).

Las hojas simples son las que conservan el limbo único (imagen 22), el que puede ser entero, o presentar hendiduras. Cuando las hendiduras llegan casi hasta la mitad del semilimbo, se llama lámina pinnatífida, como por ejemplo en roble (*Quercus robur*); si las hendiduras del limbo pasan la mitad del semilimbo, como

en la cerraja (*Sonchus oleraceus*), se llaman láminas pinnatipartidas, y en el caso que la hendidura sea tan profunda que llega a la nervadura central, se llamara pinnatisecta como los abrepunños (*Centaurea solstitialis*).

Si en la hoja simple se presentan varias venas principales que parten desde un mismo punto de forma semejante a una mano abierta, se denominará palmatífida, palmatipartida o palmatisecta de acuerdo con la profundidad de las incisiones. Ejemplos: castor o ricino (*Ricinus communis*), plátano (*Platanus x acerifolia*) y vid (*Vitis vinifera*) (imagen 23).

Imagen 23. Hoja simple palmada de vid (*Vitis vinifera*).

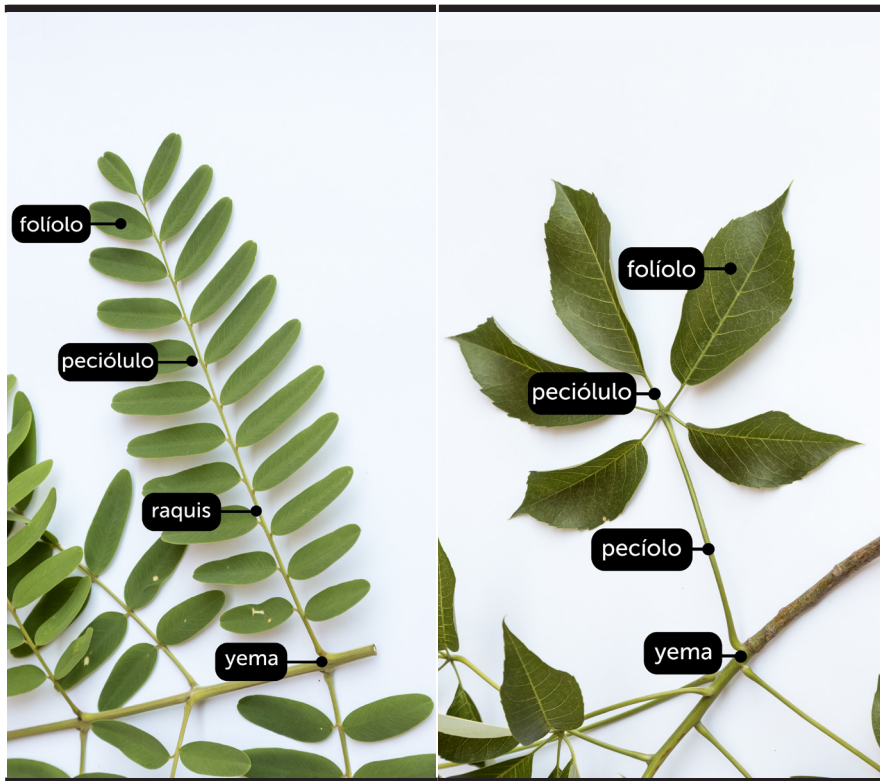


Las hojas se denominan compuestas cuando el limbo está dividido de tal forma que se constituyen folíolos sostenidos por peciólulos (imagen 24).

Cuando los folíolos se insertan en un único punto o raquis punctiforme y la hoja adquiere forma de mano abierta, ya sea que tenga tres o más folíolos, se denomina palmaticompuesta (imagen 25). Las hojas de palo borracho (*Ceiba speciosa*) y de lapacho (*Tabebuia spp.*) son ejemplos de este tipo de hojas.

Imagen 24. Hoja compuesta pinada en tipu (*Tipuana tipu*)

Imagen 25. Hoja palmaticompuesta de *Tabebuia rosea*



Si tiene tres folíolos, suele denominarse trifoliada, tal como la alfalfa (*Medicago sativa*) (imagen 26).

Cuando los folíolos se disponen a ambos lados del raquis siguiendo la nerviación pinnada, se tiene una hoja pinaticompuesta (imagen 24). Puede terminar en número par de folíolos: paripinnada; o impar: imparipinnada.

Puede suceder que cada folíolo sufra una nueva división, siguiendo su nervadura central, en cuyo caso se genera una hoja bipinnada, como en el algarrobo (*Prosopis spp.*) y pacará (*Enterolobium contortisiliquum*). En este caso, a cada grupo de foliólulos se denomina pinna, y a dos pinnas: yuga (imagen 27).

Imagen 26. Hoja compuesta: trifoliada en alfalfa (*Medicago sativa*)



Imagen 27. Hoja compuesta bipinnada de *Prosopis alba*



4.6. Nerviación de las hojas

La nerviación es la distribución de los haces vasculares en la lámina.

Por el tipo de nerviación, las hojas pueden clasificarse en uninervias (una única nervadura, como en el caso de los pinos (*Pinus spp.*) y plurinervias. Estas últimas, según el patrón de distribución, se denominan paralelinervias (nervaduras principales paralelas, típicas de monocotiledóneas), retinervias (nervaduras de primer y segundo orden distribuidas formando una red, como en la hoja de la vid, (*Vitis vinifera*) y penninervias o pinnatinervias (presentan nervadura central y nervaduras secundarias a ambos lados, semejante a una pluma), como la hoja de los cítricos (*Citrus spp.*).

Entre las formas básicas de nerviación, se conocen:

Figura 34. *Tipos de nerviación*

Hojas uninervias:
presentan una sola nervadura



Hojas paralelinervias:
nervaduras paralelas entre sí



Hojas penninervias:
nervadura principal marcada y
las de menor grado se disponen
como las plumas



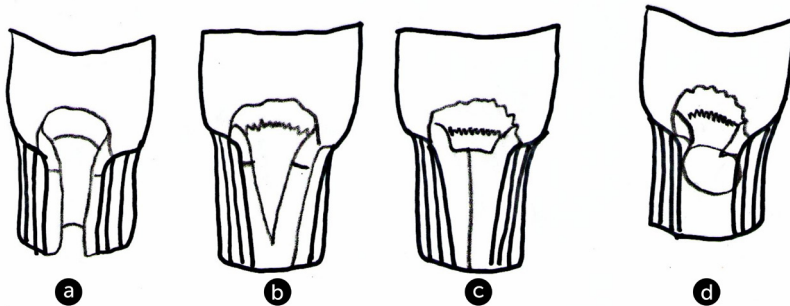
Hojas palmatinervias:
las nervaduras parten desde un
punto y emergen como los dedos
en la palma de mano



4.7. Base foliar

Se considera a la base foliar como el punto de unión de la rama o tallo con el pecíolo o con la lámina cuando la hoja es sésil. No debe confundirse este concepto con el de base de la lámina, antes explicado. Hay casos en que la base foliar se ensancha envolviendo al tallo y, en muchos casos, se extiende cubriendo varios entrenudos (como en las gramíneas y palmeras), tomando en estos casos el nombre de *vaina foliar* (figura 35). En las gramíneas, se le asignan diferentes nombres de acuerdo con la morfología de la vaina, a saber: *abierta* (figura 35 a), *partida o hendida* (figura 35 b), *cerrada* (figura 35 c), *ventricosa* (figura 35 d). Es partida cuando los márgenes de la vaina no se tocan, hendida cuando presenta una pequeña escotadura en la parte que abraza al tallo, cerrada cuando no hay escotadura y ventricosa cuando muestra un abultamiento en la zona de unión de los márgenes de la vaina.

Figura 35. Tipos de vaina: a. abierta; b. partida; c. cerrada; d. ventricosa



4.8. Apéndices foliares

Los apéndices son partes del nomófilo o de hoja compuesta que presentan anexos o extensiones que sirven para el reconocimiento de las especies.

Lígula: apéndice membranoso, impar, entre la base foliar y la lámina, que sirve para impedir el ingreso de agua entre la vaina y el tallo, presente en las gramíneas y otras familias de monocotiledóneas (figura 36).

Aurículas: apéndice membranoso ubicado de a pares entre la base foliar y la lámina, presente en las gramíneas (figura 36).

Ócreas: dos estípulas membranosas soldadas entre sí, formando una sola pieza que sirve de protección al ápice caulinar, se considera que es propia de la familia poligonáceas. También se llama ócrea a las estípulas soldadas que posee el género *Ficus* y que protegen la hoja (figura 37).

Figura 36. Apéndices foliares de gramíneas

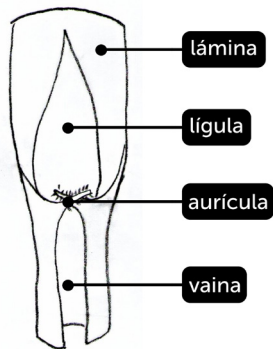
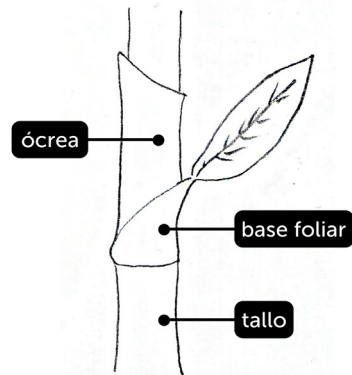


Figura 37. Ócreas



Estípula: apéndice foliáceo que se forma a los lados de la base foliar (adnatos o concrecentes con la misma), generalmente de a pares. Caracteriza a gran número de leguminosas, rosáceas y malváceas (figura 38, imagen 28).

Figura 38. Estípulas

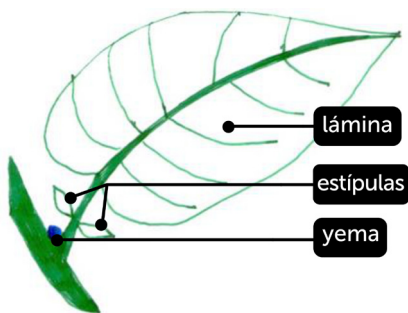


Imagen 28. Estípulas adnatas al pecíolo



Estipelas: estípulas que se localizan en los folíolos (figura 39).

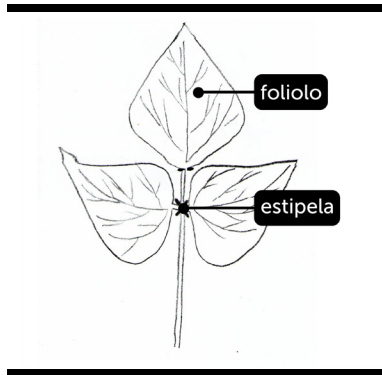
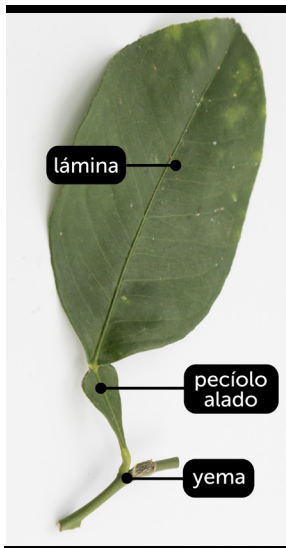


Figura 39. Estipelas

4.9. Pecíolo, concepto y tipos

Imagen 29. *Pecíolo alado naranjo agrio (Citrus x aurantium)*



El pecíolo es un rabillo de aspecto rollizo y liso, que a veces se presenta acanalado en su parte superior, cuya longitud puede variar entre las especies y cuyo sistema vascular es continuo con el del tallo. **Pecíolo alado:** cuando presenta extensiones en forma de dos alas (imagen 29). Naranjo agrio (*Citrus x aurantium*).

Pecíolo erizado: en el caso que presente espinitas (hojas basales de las palmeras).

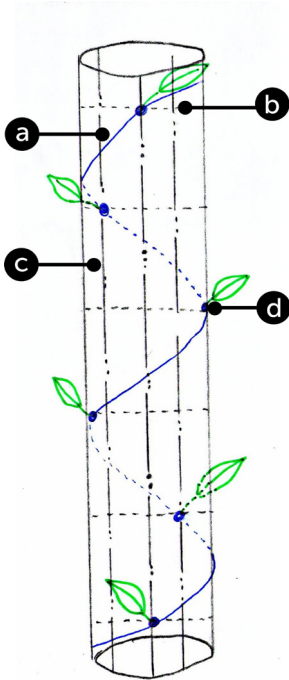
Pulvínulo: es una modificación que sufre la base foliar cuando se engrosa y produce movimientos debido a las variaciones de turgencia del tejido parenquimático, tal como ocurre en algunas leguminosas.

Filodio: pecíolo que cumple la función de la lámina cuando esta se ha reducido, por ejemplo, en algunas acacias.

Hojas sésiles: son carentes de pecíolo y presentan únicamente lámina y base foliar, tal como las hojas de las gramíneas.

4.10. Filotaxis

Figura 40. Líneas ortóstica y parástica: a. parástica; b. nudo; c. ortóstica; d. inserción de hoja.



La filotaxis es el estudio de la disposición de las hojas sobre el eje caulinar. Se diferencian dos tipos básicos de disposición de hojas: *alterna* y *verticilada*.

Para facilitar la comprensión de la filotaxis, se definen dos líneas imaginarias. Una línea que se genera al unir las hojas sucesivas y recibe el nombre de espira generatriz o *parástica*; la otra es una línea vertical que une hojas superpuestas, no sucesivas, y se denomina *ortóstica*. Sirve para definir cuántos giros tiene la parástica hasta que dos hojas se ubican en la ortóstica y es propio de cada especie (figura 40).

Es *alterna* cuando se presenta una sola hoja por nudo (figura 41 a). Es opuesta cuando se sitúan dos hojas por nudo, enfrentadas (figura 41 b).

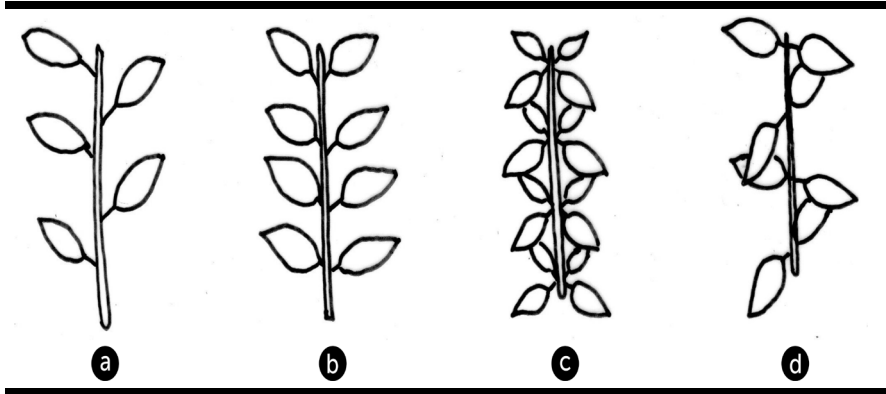
La disposición es *verticilada* cuando en cada nudo se insertan tres o más hojas (figura 41 c). El conjunto de hojas constituye un verticilo.

Cuando dos hojas se disponen enfrentadas y el verticilo anterior está girado 90° con el siguiente en dos nudos consecutivos, como si formase una cruz (figura 41 d), se denomina disposición *decusada*.

Las hojas verticiladas cumplen dos reglas básicas en su distribución en el nudo y tallo:

- 1- *regla de la equidistancia*: las hojas de un nudo o verticilo están separadas entre sí por la misma distancia, y
- 2- *regla de la alternancia*: en verticilo o nudos sucesivos, las hojas no se superponen

Figura 41. Tipos de filotaxis: *a. alterna*; *b. opuesta*; *c. verticilada*; *d. decusada*



Capítulo 5

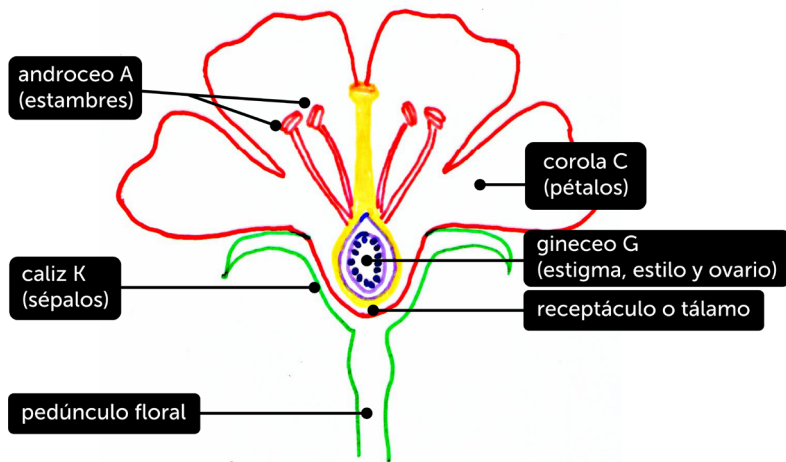
Morfología de flor

5.1. Concepto y origen

Es el órgano reproductivo constituido por un eje caulinar con apéndices laterales, originado en una yema florífera. Se compone de hojas muy modificadas y especializadas, unas con función de reproducción y otras, de protección (en el caso de las angiospermas). Dichas hojas modificadas o antófilos forman verticilos en un extremo de tallo con entrenudos muy acortados que se ensancha para permitir esta inserción, al que se denomina tálamo o receptáculo; puede decirse que es un braquiblasto con entrenudos muy cortos que llevan hojas modificadas, dispuestas en verticilos.

5.2. Verticilos florales

De afuera hacia adentro, en una flor completa, encontramos cinco verticilos: verticilo externo, el cáliz, formado por sépalos; el segundo verticilo, la corola, formada por pétalos; el tercer (y a veces cuarto) verticilo, el androceo, formado por estambres; y el quinto verticilo, el gineceo, formado por carpelos (figura 42). Cáliz y corola constituyen el perianto en la flor.

Figura 42. Esquema de flor completa con estambres soldados al gineceo

5.3. Flor monoclina y diclina

Cuando la flor es hermafrodita, o sea, tiene los dos sexos en el mismo receptáculo, estamos ante una flor monoclina. Por ejemplo, naranjo (*Citrus × sinensis*).

Cuando la flor es unisexual, se denomina diclina. Por ejemplo, género *Salix*.

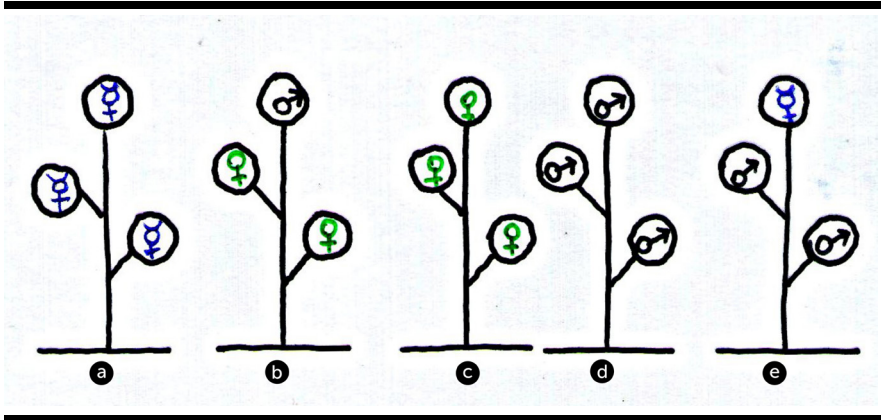
5.4. Planta monoica y dioica

En el caso de flores unisexuales o diclinas, ambas flores pueden estar en el mismo pie, nos encontramos ante una planta monoica, tal como en cucurbitáceas (*Cucurbita spp.*), maíz (*Zea mays*), pino (*Pinus spp.*), casuarina (*Casuarina equisetifolia*); en el caso en que las flores unisexuales estén en plantas distintas, estamos ante plantas dioicas, como en álamo (*Populus alba*), sauce (*Salix spp.*), ruda (*Ruta graveolens*).

Se denomina Poligamia cuando ocurre la coexistencia de flores mono-

clinas y diclinas en una misma especie, distribuidas en el mismo individuo o en individuos distintos.

Figura 43. *Ubicación de los sexos en las flores y plantas: a. monoclina; b. diclino monoica; c. y d. diclino dioica; e. poligamia*



5.5. Morfología de la flor de angiosperma

En esta sección, se dará preponderancia a la flor de las angiospermas, plantas que presentan los verticilos estériles; a diferencia de las gimnospermas en las que los óvulos se disponen desnudos, es decir, las hojas carpelares no se cierran formando un ovario. La flor de las angiospermas implica un signo de evolución al presentar los óvulos protegidos. Hay teorías que consideran que las angiospermas evolucionaron desde grupos de gimnospermas, actualmente extinguidos. Las angiospermas y gimnospermas se distinguen a partir de la flor y el fruto.

5.6. Clasificación de flor según verticilos de protección

Flor aclamídea: carece de cáliz y corola. Solo presenta androceo y gineceo o uno de los dos.

Flor haploclamídea: presenta un verticilo infértil, ya sea cáliz o corola. Cuando está presente solo la corola, es asépala y si solo está presente el cáliz, es apétala.

Flor diploclamídea: cuando presenta ambos verticilos infértiles.

Flor homoclamídea: es la flor diploclamídea que presenta ambos verticilos sin diferenciar. Si es verde, se llama perigonio calicino, si, por el contrario, es de otro color diferente del verde, se denomina perigonio corolino.

Flor heteroclamídea: presenta ambos verticilos infértiles diferenciados en forma y color, que corresponden a cáliz y corola.

5.7. Perigonio

El perigonio está constituido por sépalos y pétalos indiferenciados. Cada pieza se denomina tépalo. El perigonio es corolino cuando es de un color diferente del verde, es calicino cuando es verde.

5.8. Cáliz, concepto y clasificación

El cáliz, el verticilo más externo de la flor, se clasifica según la concrecencia de sus piezas, así como por la simetría.

Si todos sus sépalos están unidos entre sí, o sea, son concrecentes, se denomina cáliz gamosépalo; o pueden ser no concrecentes o libres y se llama cáliz dialisépalo.

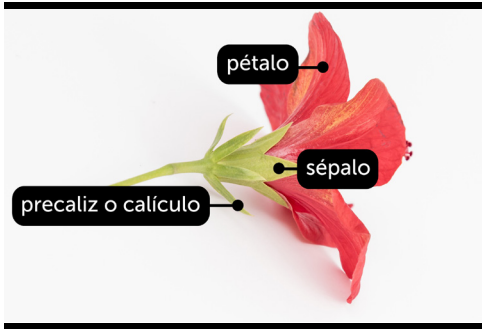
Cuando el cáliz es gamosépalo, las porciones libres de los sépalos se llaman dientes, lóbulos o lacinias a medida que aumenta la profundidad de la separación. La parte soldada se llama tubo y la parte libre, limbo.

El cáliz puede desprenderse luego de la antesis o apertura de la flor (se denomina caedizo, efímero o fugaz), como en las amapolas (*Papaver somniferum*), o luego de la fecundación (cáliz deciduo), o permanecer unido hasta la maduración del fruto (cáliz persistente), como en el tomate (*Solanum lycopersicum*).

Hay casos en que el cáliz persistente, además, crece encerrando al fruto, cáliz acrecente, como en el género *Physalis*.

En las compuestas, los sépalos están reducidos a pelos y dan lugar a la formación del papus o vilano.

Imagen 30. Paracáliz
(*Hibiscus rosa sinensis*)



Hay plantas que presentan un verticilo de protección externo al cáliz, en esos casos se denomina paracáliz o cálculo (imagen 30). Puede tener el mismo número de piezas que el cáliz y la misma concrescencia de piezas, o pueden ser diferentes, por ejemplo, algodón (*Gossypium hirsutum*) y rosa china (*Hibiscus rosa sinensis*).

5.9. Corola, concepto y clasificación

La corola es el segundo verticilo de protección de las flores, cuando la flor presenta perianto y está formado por pétalos.

Se clasifican las corolas por dos criterios simultáneamente: grado de concrescencia de los pétalos y simetría. Así, se tienen cuatro combinaciones (cuadro 3).

Cuadro 3: Tipos de corola según concrescencia y simetría de sus piezas

Tipo de corola	Concrescencia	Simetría
Gamopétalas actinomorfas, tabaco (<i>Nicotiana tabacum</i>)	Pétalos unidos o soldados	Dos o más planos de simetría
Gamopétalas zigomorfas, conejito (<i>Antirrhinum majus</i>)	Pétalos unidos o soldados	Un plano de simetría
Dialipétalas actinomorfas, clavel (<i>Dianthus sp.</i>)	Pétalos libres	Dos o más planos de simetría
Dialipétalas zigomorfas, arveja (<i>Pisum sativum</i>)	Pétalos libres	Un plano de simetría

Corolas gamopétalas actinomorfas:

Corola acampanada o campanulada: corola en forma de campana, tubo medianamente corto y limbo expandido (cuadro 4, figura 44 a).

Corola tubular: corola con tubo de forma cilíndrica que termina en un limbo corto, casi nulo (cuadro 4, figura 44 b).

Corola infundibuliforme: corola en forma de embudo con limbo destacado y amplio (cuadro 4, figura 44 c).

Corola hipocrateriforme / hipocraterimorfa: tubo largo y angosto que remata en un limbo extendido o patente (cuadro 4, figura 44 d).

Corola urceolada: corola de tubo grande y ventrudo, limbo poco desarrollado (semejante a una olla) (cuadro 4, figura 44 e).

Corola rotácea: tubo muy corto y limbo patente, tiene apariencia de una rueda (cuadro 4, figura 44 f).

Cuadro 4: Ejemplos de corolas gamopétalas actinomorfas

Tipo	Ejemplo
Acampanada (figura 44 a)	Batata (<i>Ipomoea batatas</i>)
Tubular (figura 44 b)	Lapacho (<i>Tabebuia</i> sp.), chamico (<i>Datura ferox</i>)
Infundibuliforme (figura 44 c)	Flor de la trompeta (<i>Brugmansia arbórea</i>)
Hipocraterimorfa /hipocrateriforme (figura 44 d)	Jazmín (<i>Plumbago capensis</i>)
Urceolada (figura 44 e)	Algunos tipos de ericas (<i>Erica</i> spp.)
Rotácea (figura 44 f)	Solanáceas: tomate (<i>Solanum lycopersicum</i>), pimienta (<i>Capsicum annuum</i>)

Corolas gamopétalas zigomorfas

Corola labiada: corola provista de dos labios (cuadro 5, figura 44 g).

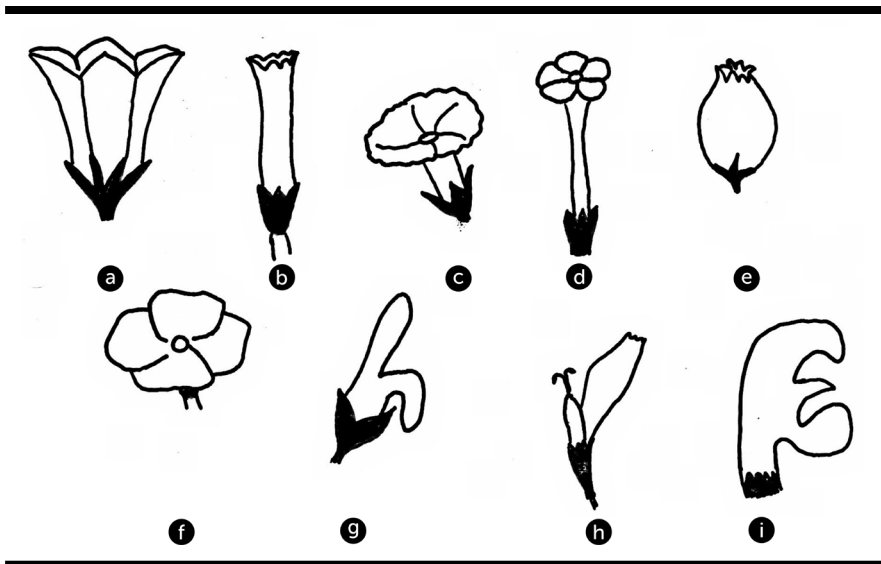
Corola ligulada: corola que se asemeja a las lígulas de las gramíneas y puede ser tri o pentadentada en su extremo sobresaliente. Estas corolas se encuentran en la periferia de muchas compuestas (cuadro 5, figura 44 h).

Corola personada: es una corola bilabiada con abolladura en el labio inferior (paladar) que cierra la garganta corolina (cuadro 5, figura 44 i).

Cuadro 5: Ejemplos de corolas gamopétalas zigomorfas

Tipo	Ejemplo
Labiada (figura 44 g)	Lavanda (<i>Lavandula dentata</i>), orégano (<i>Origanum vulgare</i>)
Ligulada (figura 44 h)	Girasol (<i>Helianthus annuus</i>)
Personada (figura 44 i)	Conejito (<i>Antirrhinum majus</i>)

Figura 44. Tipo de corolas gamopétalas: actinomorfas: a. acampanada; b. tubular; c. infundibuliforme; d. hipocrateriforme; e. urceolada; f. rotácea; zigomorfas: g. labiada; h. ligulada; i. personada.



Corolas dialipétalas actinomorfas:

Para definir las corolas dialipétalas se manejan los conceptos de uña (que es la porción del pétalo que se inserta en el cálamo) y de limbo (es la parte superior de pétalo).

- Corola rosácea:** tiene cinco piezas o múltiplos de ellas. Presenta pétalos con uña corta y limbo muy desarrollado (cuadro 6, figura 45 a, imagen 31).
- Corola aclavelada:** tiene cinco piezas o múltiplos de cinco. Tiene uña larga y delgada y limbo patente (cuadro 6, figura 45 b).
- Corola cruciforme:** tiene cuatro pétalos con uñas cortas dispuestos en forma de cruz (cuadro 6, figura 45 c, imagen 32).

Cuadro 6: ejemplos de corolas dialipétalas actinomorfas

Tipos	Ejemplo
Rosácea (figura 45 a)	Manzana (<i>Pyrus malus</i>), durazno (<i>Prunus persica</i>)
Aclavelada (figura 45 b)	Clavel (<i>Dianthus sp.</i>),
Cruciforme (figura 45 c)	Familia crucíferas, nabo (<i>Brassica rapa</i>)

Corolas dialipétalas zigomorfas

Papilionada o amariposada: corola de cinco pétalos libres, se diferencia uno central grande, llamado estandarte, flanqueado por dos laterales menores denominados alas, estas protegen dos pétalos que suelen estar más o menos concrescentes por el borde y forman la quilla. Característica de la subfamilia papilionoideas de la Familia Fabaceae, por ejemplo, alfalfa (*Medicago sativa*) (figura 45 d).

Figura 45. Tipos de corolas dialipétalas: actinomorfas: a. rosácea; b. aclavelada; c. crucífera; zigomorfa: d. amariposada o personada

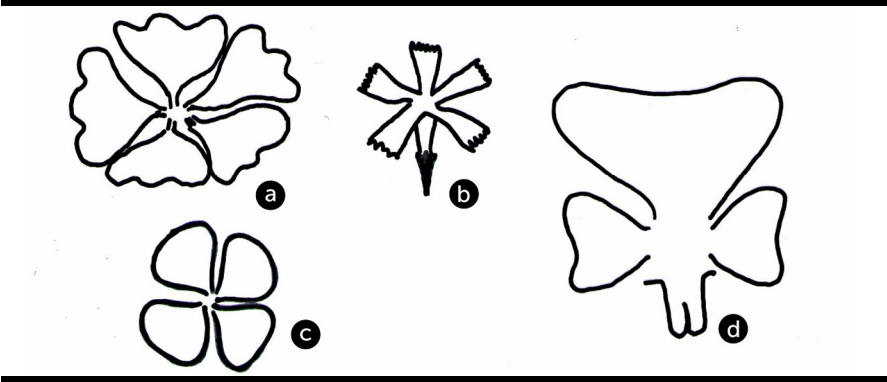


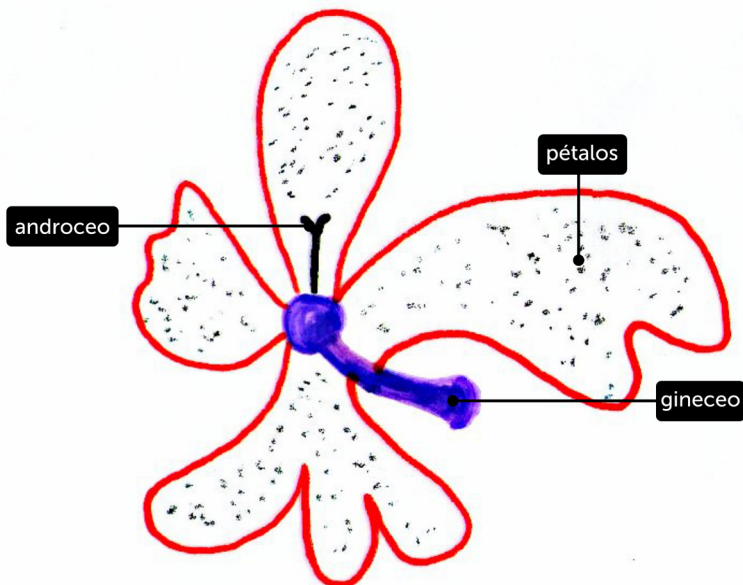
Imagen 31. Corola rosácea del género *Prunus*



Figura 32. Corola cruciforme de rúcula (*Eruca vesicaria*)



Las corolas, que no pueden dividirse por ningún plano para dar dos partes iguales, se llaman **asimétricas** (figura 46). Ejemplo achiras (*Canna indica*).



5.10. Androceo, concepto y composición

El androceo es el órgano masculino de la flor. Está formado por estambres, uno o más. En una flor hermafrodita o monoclina completa, corresponde al tercero y al cuarto verticilo.

Cada estambre está formado por el filamento, parte estéril, y la antera, parte fértil. Cuando falta el filamento, la antera es *sésil*. Si el estambre es estéril, se denomina *estaminodio*.

5.11. Clasificación del androceo

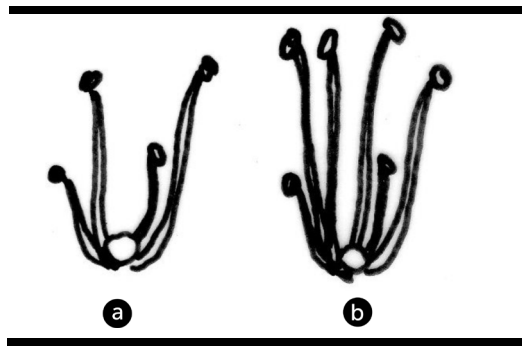
El androceo se clasifica en función del grado de soldadura y de la dimensión de todas las piezas que lo componen.

Por el **número y tamaño de los estambres**, el androceo puede ser:

Didínamo: dos estambres cortos y dos largos. Ejemplo: labiadas (figura 47 a).

Tetradínamo: androceo de seis estambres, cuatro largos y dos cortos. Ejemplo: crucíferas (figura 47 b).

Figura 47. a. *didínamo*; b. *tetradínamo*



De acuerdo con el **grado de unión entre ellos o a otras piezas florales**, el androceo puede ser:

Si los filamentos están unidos entre ellos:

Monadelfo: filamentos soldados formando un solo grupo como en familia malváceas: algodón (*Gossypium hirsutum*), rosa china (*Hibiscus rosa-sinensis*) (figura 48a, imagen 33).

Diadelpho: androceo cuyos estambres forman dos grupos, como en las papilionadas, que tienen nueve estambres soldados y uno libre.

Ejemplo: alfalfa (*Medicago sativa*) (figura 48 b).

Poliadelfo: androceo, cuyos estambres forman varios grupos. Ejemplo: flores de los cítricos (figura 48 c).

Cuando la unión se da por las anteras:

Sinanteria: anteras concrescentes o soldadas íntimamente formando un solo cuerpo, ejemplo caléndula (*Calendula sp.*) (figura 48 d).

Cuando la unión es por filamentos y anteras:

Sinfiandro: si los estambres forman un tubo en el que es difícil identificar a cada uno de ellos (tanto filamento como anteras), por ejemplo, zapallo (*Cucurbita spp.*) (figura 48 e, imagen 34).

Cuando los estambres están unidos a otro verticilo:

Epicorolinos: Cuando están soldados a los pétalos, por ejemplo, jacarandá (*Jacaranda mimosifolia*) (figura 48 f).

Figura 48. Grado de unión: a. monadelfo; b. diadelpho; c. poliadelfo; d. sinantéreo; e. sinfiandro; f. epicorolino

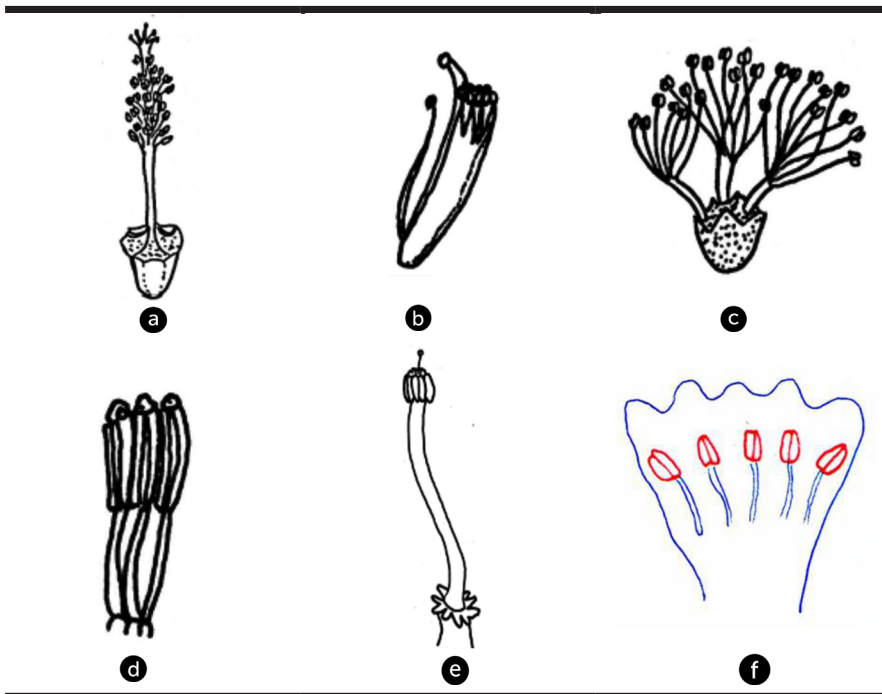


Imagen 33. Androceo monadelfo de rosa china (*Hibiscus rosa-sinensis*)



Imagen 34. Androceo sinfiandro en flor de palo borracho (*Ceiba speciosa*)



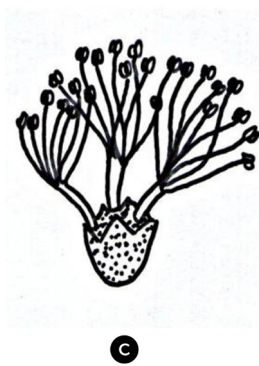
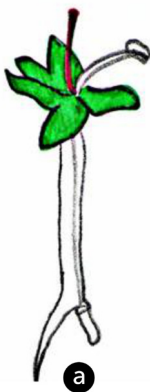
Por el número de estambres:

Monandria: un único estambre, por ejemplo, el *Centrathus ruber* (figura 49 a).

Diandria: cuando tiene dos estambres, por ejemplo, las verónicas (*Veronica spp.*) (figura 49 b).

Poliandria: cuando el número de estambres es mayor a 20 (figura 49 c).

Figura 49. Número de estambres. a. monandria, b. diandra; c. poliandra

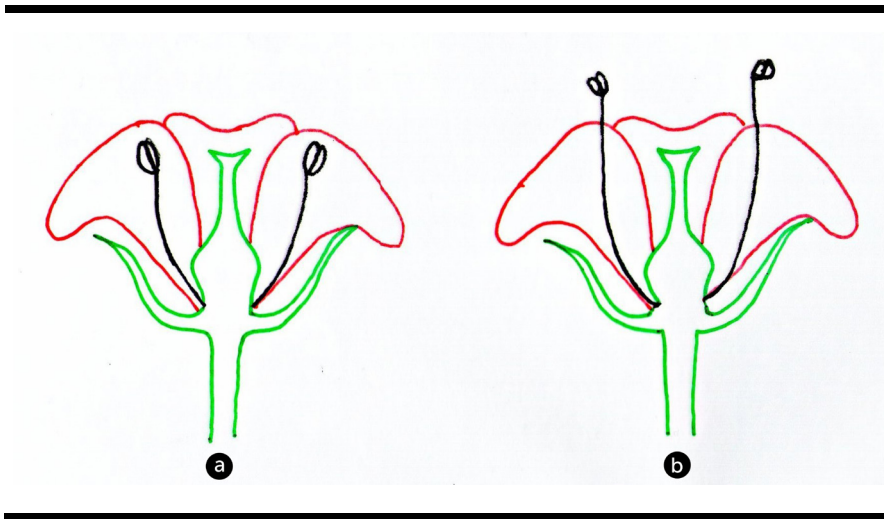


Por la relación de tamaño de los filamentos con los pétalos el androceo puede ser:

Insertos o inclusos: cuando la longitud del filamento es menor que la longitud de los pétalos. Ejemplo: tevetia (*Thevetia peruviana*) (figura 50 a).

Exertos: cuando, por su longitud, sobresalen a los pétalos, ejemplo, familia *cesalpinoideas* (figura 50 b).

Figura 50. Tamaño de los filamentos: a. insertos; b. exertos



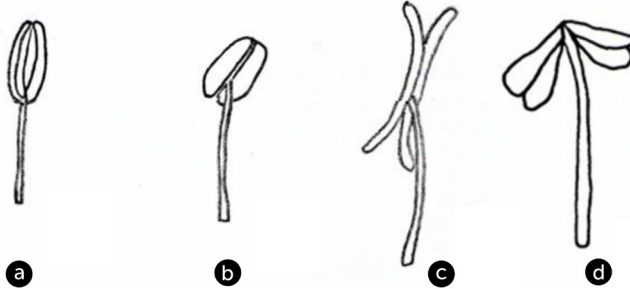
5.12. Antera, concepto y clasificación

Es parte del estambre en que se desarrolla y almacena el polen. La antera está formada por tecas que llevan los sacos polínicos. Las tecas se unen entre sí al filamento por el conectivo, tejido especializado.

Las anteras se clasifican por el número de tecas. Si tiene una sola teca, se denomina monoteca, ejemplo, la malva (*Sphaeralcea bonariensis*), y si tiene dos, se denomina biteca, como soja (*Glycine max*).

Por el tipo de unión de la antera con el filamento: se identifican anteras **basifija** (las que se insertan en la base), como en *Solanum*; **dorsifija** (se insertan al filamento por el dorso de las mismas), **versátil** (insertas en un punto del dorso, parecen oscilantes), como en las gramíneas; y **apicifijas** (insertas en el ápice), como en bignoniáceas (figura 51).

Figura 51. Clasificación de anteras según inserción con el filamento: a. basifija, b. dorsifija, c. dorsifija versátil, d. apicifija



De acuerdo con la **dehiscencia**, fenómeno por el cual se produce la apertura espontánea de la antera a su madurez (figura 52), se clasifica en:

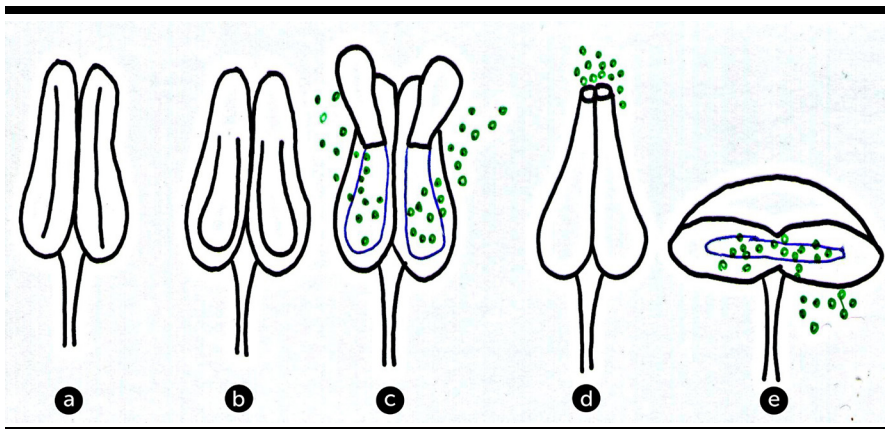
Longitudinal: cuando la apertura se produce en sentido paralelo al eje mayor de la antera. Es la dehiscencia más común (figura 52 a).

Valvar: una porción de la cubierta de la antera se separa y levanta formando una abertura para la salida del polen. Laurel de cocina (*Laurus nobilis*) (figura 52 b).

Foraminada o poricida: cuando la apertura se produce en forma de poros o agujeros de forma circular, oblonga o irregular (figura 52 c).

Transversal: cuando la apertura se produce en sentido perpendicular al eje mayor de la antera (figura 52 d)

Figura 52. Tipo de dehiscencia en anteras: a. longitudinal; b. y c. valvar (cerrada-abierta); d. poricida; e. transversal



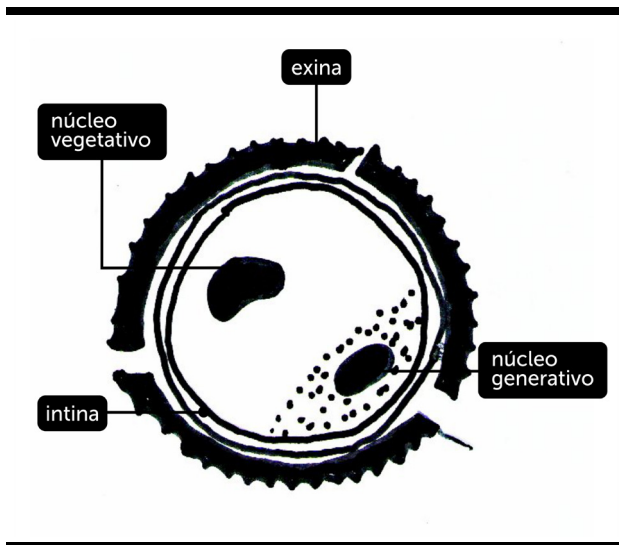
De acuerdo con el lugar donde se produce la apertura de las anteras, puede ser:

Introrsa: cuando la apertura se produce hacia el interior de la flor.

Extrorsa: cuando la apertura se produce hacia el exterior de la flor.

5.13. Polen, concepto y morfología

Figura 53. Partes del grano de polen



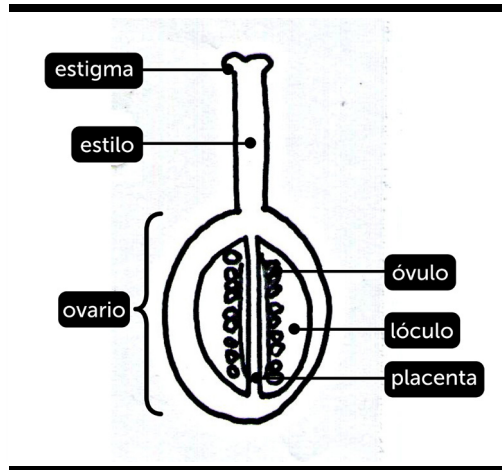
El polen es el contenido de los sacos polínicos de las anteras con aspecto de polvo, formado por numerosos conjuntos pluricelulares que se llaman "Granos de polen", los que contienen la/s gameta/s masculina/s de la planta. Son de forma variable, pero fija para cada especie. Para la protección del contenido, fundamental para la reproducción, cada grano de polen posee

una pared o esporodermis formada por dos capas, una externa: exina y una interna, intina. La exina puede estar muy diferenciada y presentar topografía variada según las especies (figura 53).

En la exina hay aperturas para la salida del tubo polínico que, según la forma, pueden ser: poros, si son redondeados, o colpos, si son alargados en forma de surco. También pueden combinarse en colpores. El número y distribución de las aperturas depende del grupo taxonómico al que pertenece la planta (figura 53).

5.14. Gineceo o pistilo, concepto y morfología

Figura 54. Partes del gineceo



El gineceo o pistilo es el conjunto de piezas florales que forman el órgano femenino de la flor. En las angiospermas, el gineceo está formado por carpelos, uno o más, que se pliegan formando una porción ensanchada que se denomina ovario, con una cavidad o lóculo que puede ser único o tantos como carpelos tenga la flor, que encierra los rudimentos seminales.

En el extremo distal del carpelo, se forma una estructura particular, papilosa, que sirve para retener los granos

de polen, esta estructura recibe el nombre de estigma.

Entre ellos, se desarrolla un conducto, más o menos largo, que puede ser macizo o hueco, se denomina estilo (figura 54). Cuando no se desarrolla el estilo, el estigma es sésil. La forma del estilo varía de acuerdo con las especies.

5.15. Tipos de gineceo

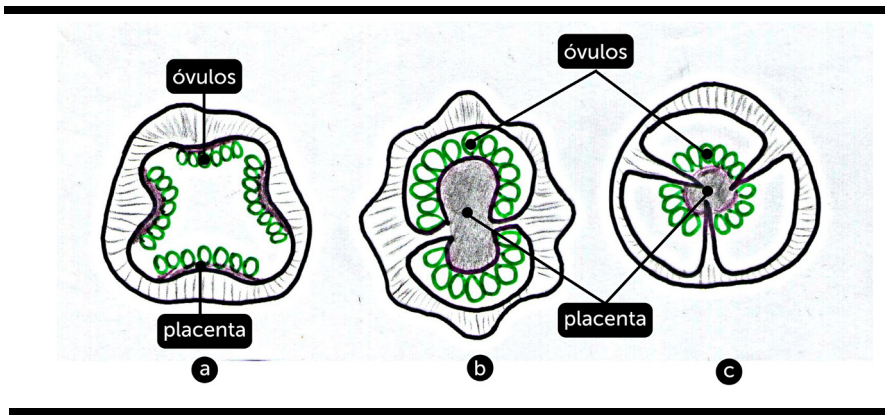
De acuerdo con el número de carpelos, el gineceo puede ser **unicarpelar** (un solo carpelo) o **pluricarpelar** (varios carpelos). Estos pueden estar unidos y se denominan gamocarpelares, o libres y se llaman dialicarpelares. En los gineceos unicarpelares se forma una sola cavidad o lóculo (unilocular) y puede contener un óvulo (uniovular) o varios óvulos (pluriovulado) (figura 55 a). En los gineceos pluricarpelares, puede constituirse un solo lóculo o cavidad (unilocular) o varios lóculos (plurilocular), a su vez, cada uno de los lóculos puede contener un solo óvulo o varios.

La inserción de los óvulos sobre la hoja carpelar se denomina placentación. Dentro de las placentaciones más comunes se reconocen las siguientes: marginal, cuando los óvulos se insertan en las nervaduras marginales

o del borde (en gineceos unicarpelares). Placentación parietal, cuando los óvulos se insertan en las paredes del ovario (gineceo pluri y gamocarpeal), y es axial cuando los óvulos se disponen en las placentas del centro del ovario (gineceo pluricarpelar y plurilocular) (figuras 55 b y c).

En las gimnospermas, el gineceo se constituye por hojas carpelares que permanecen abiertas y portan los rudimentos seminales en el borde o en la base de ellas.

Figura 55. Tipos de gineceos según el número de lóculos: a. unilocular, placentación parietal; b. bilocular, placentación axilar; c. trilocular (plurilocular), placentación axilar



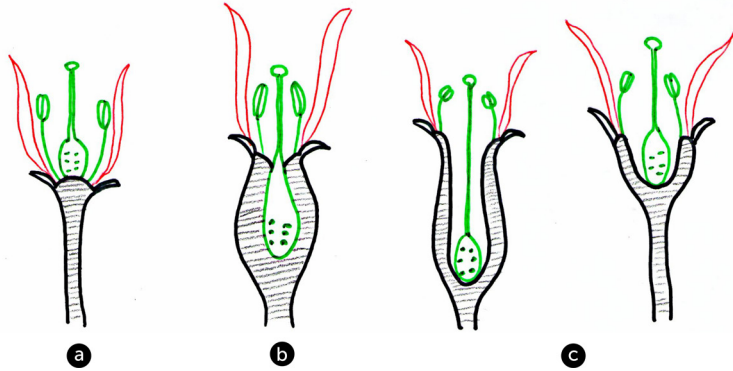
5.16. Formas de inserción del ovario sobre el talamo

Por el grado de adherencia o unión del talamo con el ovario, este se puede clasificar en:

Ovario súpero o libre: cuando no tiene adherencia al talamo. En este caso, la flor se llama hipógina (figura 56 a).

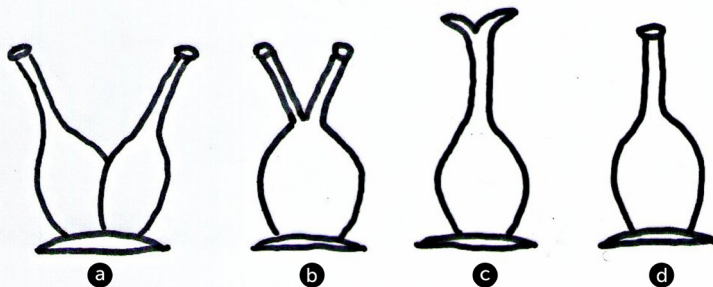
Ovario infero: en los casos en que el talamo toma forma de copa y encierra al ovario, adhiriéndose a dicho ovario. En este caso, la flor es epígina (figura 56 b).

Ovario semiinfero: se da en los casos de talamo acopado, pero el gineceo no está unido a él o cuando el talamo solo está adherido a la parte inferior del ovario. La flor en este caso se llama perígina (figura 56 c).

Figura 56. Inserción del ovario: a. súpero; b. ínfero; c. semiínfero

Las porciones superiores del gineceo se denominan estilo y estigma. Los estilos pueden alcanzar desarrollos muy considerables, como en el maíz (*Zea mays*), y en otros casos, ser sésil. Si el gineceo posee más de un carpelo, puede existir un estilo único o un estilo por cada carpelo.

En el caso de tratarse de un gineceo pluricarpelar, pueden ocurrir diferentes grados de unión de las piezas solo unidas por ovario, unidas o fusionadas por ovario y estilo, y unidas por ovario, estilo y estigmas (figura 57).

Figura 57. Grados de unión de estilos, estigmas y ovarios: a. gineceo pluricarpelar dialicarpelar; b. gineceo pluricarpelar gamocarpelar y estilos libres; c. gineceo pluricarpelar gamocarpelar y estilo bífido; d. gineceo pluricarpelar gamocarpelar con las hojas carpelares unidas a nivel del estilo

El estigma es la porción extrema de la hoja carpelar, puede adoptar for-

mas diversas, posee células papilares de las que rezuma, en muchos casos, viscoso y pegajoso. El estigma es el encargado de retener los granos de polen, donde se inicia su germinación.

5.17. Fórmula floral

La fórmula floral es una forma de representar simbólicamente la estructura de una flor mediante letras, cifras y símbolos.

La simetría se expresa a través de símbolos, la simetría de la flor puede ser: actinomorfa, zigomorfa y sin simetría; y la estructura floral puede ser cíclica o espiralada. También, puede incluirse simbología que indique el sexo de la flor (masculina, femenina, hermafrodita). Las letras representan los verticilos: **K**, cáliz; **C**, corola; **P**, perigonio, si el perigonio es calicino (tépalos de color verde), el subíndice es la **K** y, si es corolino (tépalos de color distinto del verde), es la **C**; **A**, androceo que puede estar presente en un ciclo o en dos ciclos; **G**, gineceo; si el gineceo es súpero, lleva una línea debajo de la **G**, si el gineceo es ínfero, lleva una línea por encima de la **G**, si el gineceo es semiínfero, la **G** va sola (cuadro 7). Estas representaciones se verán en ejemplos.

Los números representan la cantidad de piezas del verticilo y se escriben a modo de subíndice. Cuando son numerosos, se representa con el símbolo de infinito. Cuando dos verticilos se repiten, se indica poniendo el número de piezas separadas con el signo +. Cuando las piezas del verticilo son conrescentes, se encierra entre paréntesis el número de piezas, cuando son libres se indica sin paréntesis. En ocasiones en que el androceo se ubica sobre la corola, se encierran ambos verticilos en corchetes.

Cuadro 7. Simbología empleada para Fórmula floral

Carácter	Simbología	Ejemplo
Simetría actinomorfa		Rosa (<i>Rosa sp.</i>)
Simetría zigomorfa		Ceibo (<i>Erythrina crista-galli</i>)
Sin simetría		Flor pájaro (<i>Strelitzia reginae</i>)
Disposición cíclica		Clavel (<i>Dianthus caryophyllus</i>)

Disposición espiralada		Magnolia (<i>Magnolia grandiflora</i>)
Sexualidad hermafrodita		Tomate (<i>Solanum lycopersicum</i>)
Sexualidad masculina		Zapallo (<i>Cucurbita maxima</i>)
Sexualidad femenina		Zapallo (<i>Cucurbita maxima</i>)
Cáliz gamosépalo	$K_{(5)}$	Clavel (<i>Dianthus caryophyllus</i>)
Cáliz dialisépalo	K_5	Rosa (<i>Rosa</i> sp.)
Corola gamopétala	$C_{(5)}$	Campanita (<i>Ipomoea</i> sp.)
Corola dialipétala	C_4	Tomate (<i>Solanum lycopersicum</i>)
Perigonio calicino	P_K	Cardos (<i>Eryngium campestre</i>)
Perigonio corolino	P_C	Tulipán (<i>Tulipan</i> spp.)
Androceo un ciclo	A_{10}	Tomate (<i>Solanum lycopersicum</i>)
Androceo dos ciclos	A_{9+1}	Ceibo (<i>Erythrina crista-galli</i>)
Gineceo semiínfero gamo- carpelar, tricarpelar, con tres lóculos y numerosos óvulos	$G_{(3)_3}^{\infty}$	Tomate (<i>Solanum lycopersicum</i>)

5.18. Diagrama floral

El diagrama floral es la representación gráfica esquemática, construida a partir de la proyección ortogonal de los antofilos y esporofilos que forman la flor. En este diagrama, se observa la disposición de los verticilos considerados en conjunto. Cada verticilo es representado de manera concéntrica alrededor del gineceo, en un corte estimado a la altura del ovario. El diagrama permite ver la alternancia de un verticilo con el siguiente y la disposición de los estambres con respecto a los pétalos. Si las piezas de los verticilos son soldadas, se indica con líneas de puntos, caso contrario,

se consideran piezas libres. Es posible diagramar el número de lóculos del gineceo. Desde afuera y hacia adentro, el diagrama se esquematiza de la siguiente manera: verticilo cáliz con lúnulas grisáceas o con rayas tenues, tantas como piezas existan, sin tocar sus extremos, si es dialisépalo o con líneas de puntos entre los extremos, si es gamosépalo; en algunas ediciones se observa una protuberancia aguda en el centro de la lúnula ubicada hacia el exterior. El verticilo corola se señala de la misma forma para la concrecencia o no de los pétalos, la lúnula es sin protuberancia y se grafica negra o llena. Los estambres se dibujan con un corte transversal a la altura de las anteras, pudiendo indicarse la unión al verticilo que corresponda (gineceo, corola o talamo). El último está ubicado en el centro del diagrama y corresponde al gineceo, con lóculos y cantidad de óvulos cuando sea posible. Actualmente suelen colorearse los dos verticilos externos, respetando el color natural de los mismos.

La fórmula floral y el diagrama se complementan ambos para una mejor concepción de la estructura morfológica de la flor. Tanto la fórmula como el diagrama se completan en la medida que se disponga de la información de los verticilos y sus partes. En ocasiones, no se cuenta con la información de la disposición de las piezas o es muy difícil acceder a los lóculos del gineceo, en ese caso, se prescinde en la fórmula de esos datos y en el diagrama de esa parte del esquema. En algunas ediciones, se presenta cada verticilo separado del otro por "punto y coma" (;), en otras carecen de "punto y coma" (figuras 58 a 63).

Figura 58. Diagrama floral y fórmula floral de flor trómera de monocotiledónea y pentámera de dicotiledónea con simetría actinomorfa.

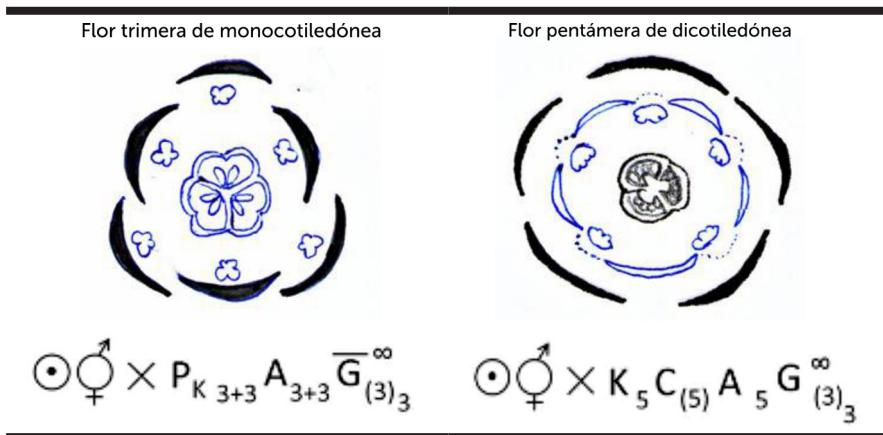
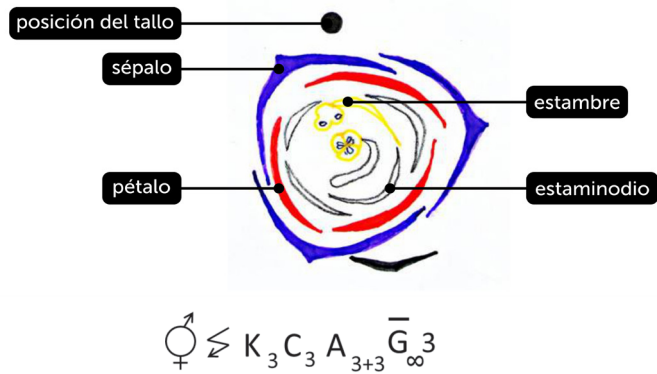


Figura 59. Diagrama floral y fórmula floral de flor simetría actinomorfa, ejemplo de flor de achira (*Canna indica*).



Otros ejemplos:

Figura 60. Esquema de flor, diagrama floral y fórmula floral de amapola (*Papaver somniferum*).

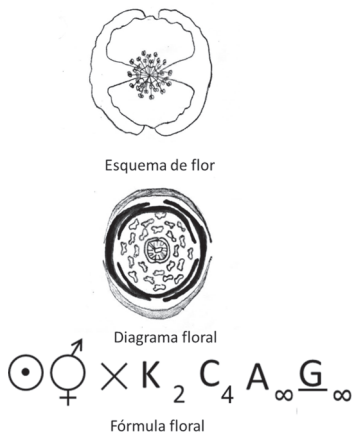


Figura 61. Esquema de flor, diagrama floral y fórmula floral de violeta (*Viola odorata*).

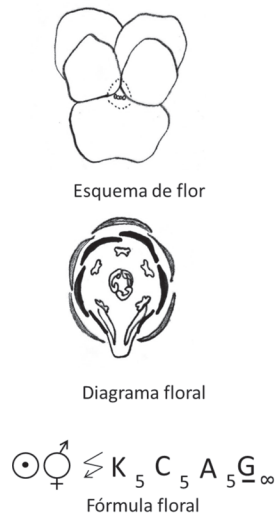
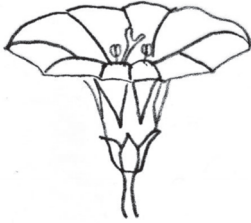


Figura 62. Esquema de flor, diagrama floral y fórmula floral de campanilla (*Ipomoea* spp.)



Esquema de flor



Diagrama floral

$$\odot \begin{array}{c} \uparrow \\ \bigcirc \\ \downarrow \\ \text{♀} \end{array} \times K_5 C_{(5)} A_5 \underline{G}_4$$

Fórmula floral

Figura 63. Esquema de flor, diagrama floral y fórmula floral de *Lamium amplexicaule* (*Urtica* spp.).



Esquema de flor



Diagrama floral

$$\odot \begin{array}{c} \uparrow \\ \bigcirc \\ \downarrow \\ \text{♀} \end{array} \lesseqgtr K_{(5)} C_{(5)} A_4 \underline{G}_2$$

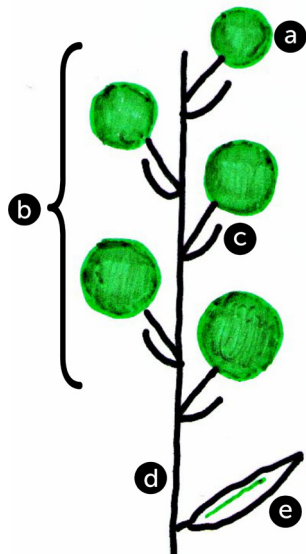
Fórmula floral

Capítulo 6

Morfología de inflorescencia

6.1. Concepto y órganos constitutivos

Figura 64. Partes de inflorescencia: a. flor; b. eje o raquis; c. brácteas; d. pedúnculo; e. prófilo



Inflorescencia es toda ramificación que porta flores. La inflorescencia está formada por varios órganos (figura 64).

1. Las flores: pueden llevar pedicelo o no (en cuyo caso se llaman sésiles) (figura 64 a).

2. El eje: soporta las flores. En los casos en que se presente un eje alargado y semejante a ramitas que llevan las flores, el eje se denomina raquis. En los casos en que se ensancha en forma de plato, más o menos cóncavo, se denomina receptáculo (figura 64 b).

3. Pedúnculo: parte del tallo que soporta el eje o receptáculo floral (figura 64 d).

4. Brácteas: hojas modificadas que acompañan a la flor, pueden tener diferente consistencia y aspecto que las hojas normales, con diferentes nombres: espata, bráctea carnosa; régimen, bráctea leñosa de las palmeras; glumas y glumelas, brácteas de las gramíneas (figura 64 c).

5. Prófilo: es la primera bráctea de una rama axilar, opuesta a la hoja normal (figura 64 e).

Hay dos grupos principales de inflorescencias: racimosas (centrípetas o indefinidas) y cimosas (centrífugas o definidas) (cuadro 8).

Cuadro 8: Tipos de inflorescencias

Tipo de inflorescencia	Marcha de la floración	Crecimiento del raquis
Racimosa	Centrípetas: las flores comienzan a abrirse en la periferia y avanzan hacia el eje.	Indefinido: eje de crecimiento ilimitado, que va produciendo flores a los lados.
Cimosa	Centrífuga: las flores se empiezan a abrir en el eje y avanza hacia la periferia.	Definido: porque el eje al rematar en una flor detiene su crecimiento.

Ambos grupos pueden ser simples o compuestos, ya sea que las ramitas del eje principal terminen en una o en varias flores.

Si, además, esas ramitas se vuelven a dividir, estamos ante una inflorescencia compuesta. Estas pueden ser homogéneas, si mantienen el mismo tipo de inflorescencia en todas las ramificaciones, o mixtas, si se combinan ambos tipos.

6.2. Inflorescencias racimosas

Las inflorescencias racimosas se corresponden con el tipo de ramificación monopodial (figura 65) por ello el eje sigue creciendo indefinidamente mientras las flores se abren desde la base hacia el ápice, y en los capítulos, la floración es centrípeta

Racimo, eje alargado con flores pediceladas a los lados (figura 65 a).

Ombú (*Phytolacca dioica*), conejito (*Antirrhinum majus*).

Corimbo, semejante al racimo, pero los pedicelos tienen diferente longitud de forma que las flores alcanzan el mismo plano (figura 65 b).

Peral (*Pyrus communis*), guindo (*Prunus cerasus*).

Racimo compuesto, cada rama lateral del raquis se vuelve a dividir formando un nuevo racimo (figura 65 c). Vid (*Vitis vinifera*).

Espiga, raquis alargado, flores sésiles a los lados (figura 65 d). Llantén (*Plantago major*), gladiolos (*Gladiolus spp.*).

Amento, raquis caedizo, lleva flores generalmente unisexuales (figura 65 e). Castaño (*Castanea sativa*), nogal (*Juglans regia*).

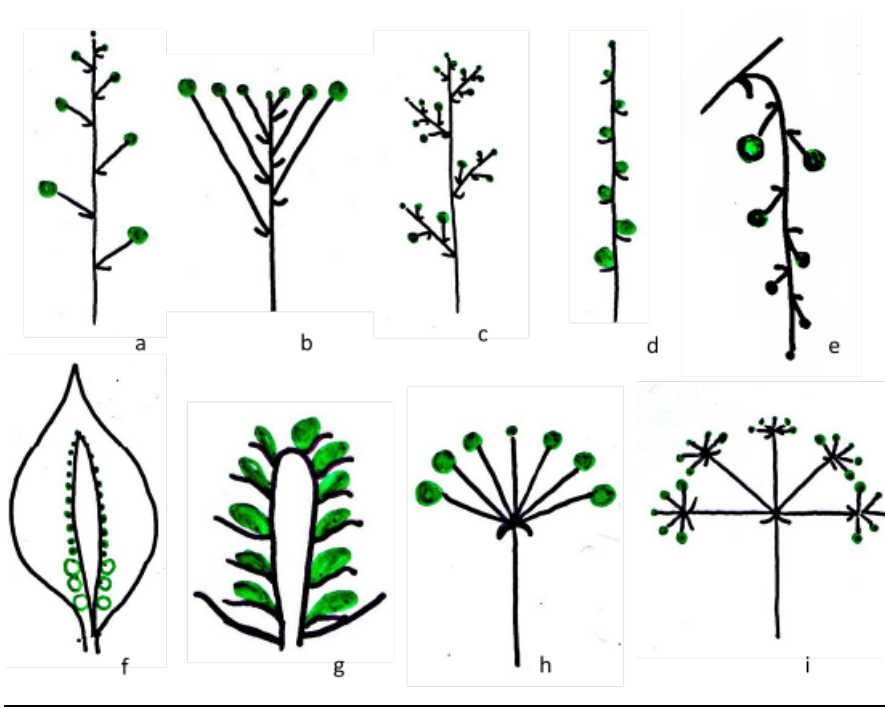
Espádice, raquis más o menos carnoso, con flores unisexuales, protegida por una gran bráctea, a veces carnosa (figura 65 f). Cala (*Zantedeschia aethiopica*).

Estróbilo o cono, raquis alargado con los óvulos desnudos protegidos por brácteas leñosas. Propio de gimnospermas (figura 65 g). Pino (*Pinus spp.*)

Umbela, pedúnculo brevemente ensanchado en la región distal, que lleva insertos pedicelos de la misma longitud (figura 65 h). Hiedra (*Hedera hélix*).

Umbela compuesta, la que en que cada pedicelo porta una umbela (figura 65 i, imagen 35). Hinojo (*Foeniculum vulgare*), cebolla (*Allium cepa*).

Figura 65. Inflorescencias racimosas: a. racimo; b. corimbo; c. racimo compuesto; d. espiga; e. amento; f. espádice; g. estróbilo; h. umbela; i. umbela compuesta



Espiguilla, inflorescencia con el raquis articulado que lleva una o más flores sésiles, cada una de ellas encerrada en el antecio, formado por una bráctea externa o lemma, y una interna o palea que sirve de tapa. Todo el conjunto está protegido por dos brácteas estériles, las glumas. Es típica de las gramíneas y ciperáceas (que llevan una sola gluma) (figura 66). La espiga compuesta es una espiga de espiguillas. Puede ser dística cuando las espiguillas forman dos hileras, trigo (*Triticum aestivum*); cilíndrica, cuando las espiguillas van sobre un raquis corchoso, como ocurre en el maíz (*Zea mays*); unilateral, espiguillas dispuestas a un solo lado del raquis, tal como se presenta en *Spartina* (*Spartina marítima*).

Capítulo o cabezuela, pedúnculo ensanchado en forma de disco, más o menos cóncavo, que lleva hileras de flores liguladas en el exterior y flores tubulares en el interior, protegido por una o más hileras de brácteas. Familias compuestas (figura 67, imagen 36).

Figura 66. Espiguilla (Pe: pedúnculo; G: gluma; R: raquis; P: palea; L: lema; l: lodícula; o: ovario; et: estigma; a: antera; f: filamento)

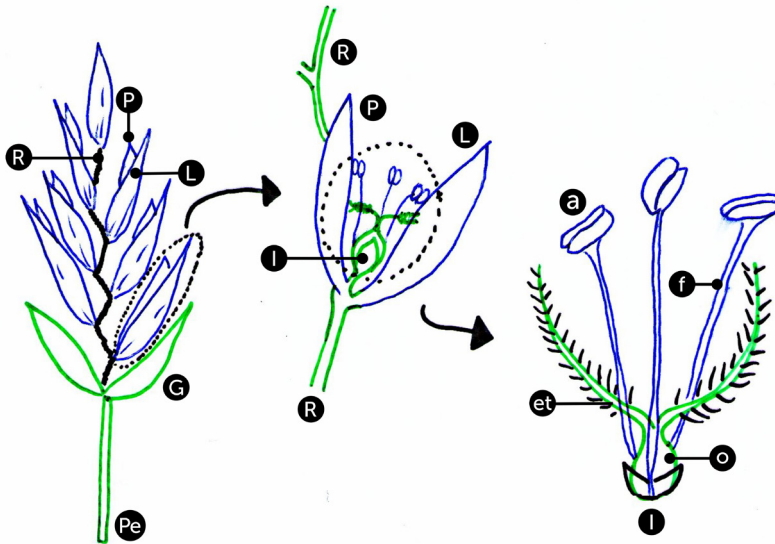


Figura 67. Capítulo (r: receptáculo; s: semilla; v: vilano; p: pétalos; e: estambres; et: estigma)

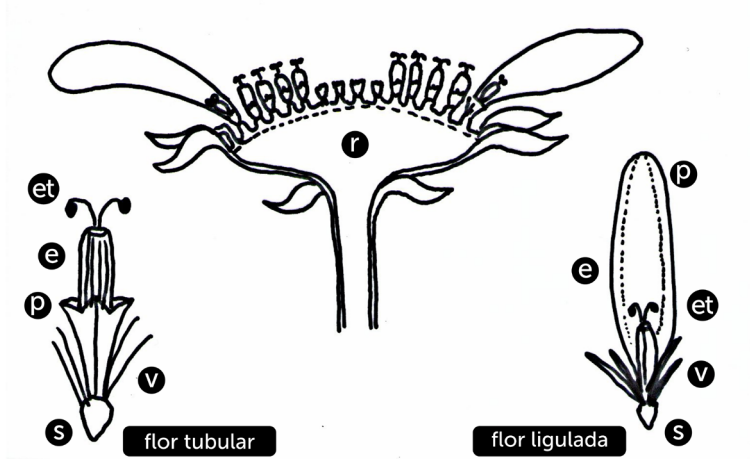


Imagen 35. Umbela compuesta



Imagen 36. Capítulo de girasolillo (*Verbesina encelioides*)



6.3. Inflorescencias cimosas

En este tipo de inflorescencias, el eje principal termina en una flor, por lo que cesa su crecimiento. En un nudo inferior, se desarrollan yemas que terminarán en sendas flores. Según el número y la disposición de las yemas florales que se desarrollen, se tendrán distintas formas de inflorescencias. Si se desarrolla una única ramita florífera, es un monocasio; si se desarrollan dos, dicasio; si son más de tres, pleiocasio. Es común en este grupo de inflorescencias que la bráctea aparezca del lado contrario de la rama florífera.

Los distintos tipos de inflorescencias cimosas son (figura 68):

Cima helicoidal, monocasio, cuyas ramas floríferas salen a un lado y el otro alternadamente (figura 68 a). Género *Hemerocallis*.

Cima dicotómica, es un dicasio, de la rama principal que remata en flor, surgen dos ramitas laterales terminadas en flor, debajo de estas flores se desarrollan otras dos ramitas anteriores que también rematan en flores, crecen en varios planos (figura 68 b). *Gypsophila sp.*

Cima umbeliforme, pleiocasio con aspecto de umbela (figura 68 c). Geranio (*Geranium sp.*).

Cima propiamente dicha, pleiocasio de cimas dicotómicas (figura 68 d). Sauco (*Sambuco sp.*).

Cima corimbiforme, cima con aspecto de corimbo (figura 68 e). Lino (*Linum usitatissimum*).

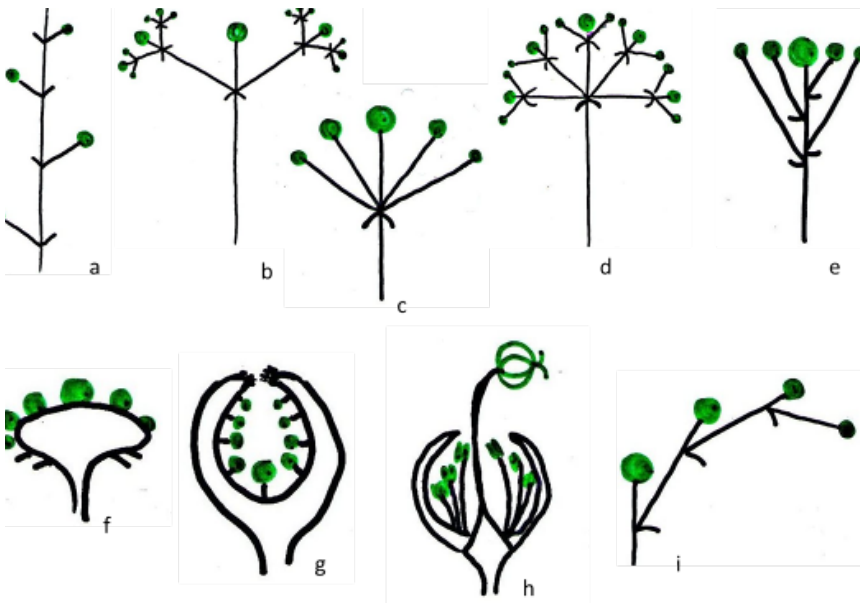
Cima capituliforme o glomérulo, cima de flores de pedicelo breve dispuestas sobre un eje muy corto. Cuando el eje es carnoso, se denomina sincarpo, como la mora (*Morus nigra*) (figura 68 f).

Sicono, receptáculo común, globoso, con diminutas flores unisexuales en su interior, en la parte superior tiene una pequeña abertura protegida por brácteas pequeñas, sostenido por pedúnculo también carnoso (figura 68 g). Higo (*Ficus carica*).

Ciatio. Involucro en forma de copa que lleva flores unisexuales en su interior: una única flor femenina, aperiantada, tricarpelar; y cinco flores masculinas reducidas a un único estambre cada una, característico del género *Euphorbia* (figura 68 h). Estrella federal (*Euphorbia pulcherrima*).

Cima escorpioide o circinada: las flores se disponen unilateralmente en el raquis. Esta adquiere forma de espiral, semejando a la cola de un escorpión, borraginácea (figura 68 i). Cola de gama (*Heliotropium curassavicum*).

Figura 68. Inflorescencias cimosas: a. cima helicoidal; b. cima dicotómica; c. cima umbeliforme; d. cima propiamente dicha; e. cima corimbiforme; f. glomérulo; g. sicono; h. ciatio; i. cima escorpioide



6.4. Inflorescencias mixtas

Inflorescencias combinadas de ambos tipos, cimosas con racimosas.

Y ellas son:

Cima de capítulos, por su orden de floración es una cima conformada por varios capítulos. Balda (*Flaveria bidentis*).

Racimo de cimas, racimo que lleva cimas en cada pedicelo. Jacarandá (*Jacaranda mimosifolia*).

Capítulo 7

Morfología de fruto

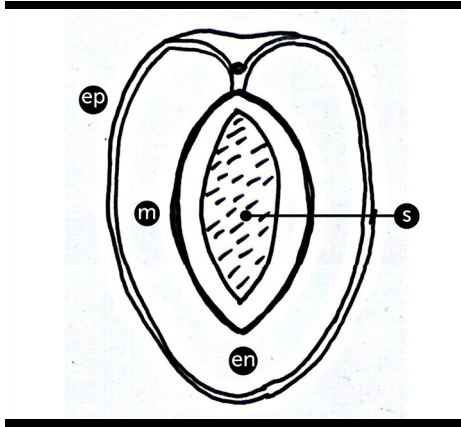
7.1. Concepto

El fruto es el ovario desarrollado y maduro después de la fecundación de los óvulos que se transformarán en las semillas. Actualmente, un concepto más amplio y aceptado es el de considerar fruto todo órgano vegetal, debidamente transformado, que encierra las semillas hasta que están maduras para luego diseminarlas o para desprenderse de la planta junto con ellas. Esta definición permite incluir a las gimnospermas (ya que este grupo, al no tener ovario en el sentido estricto, no podría tener fruto) y a todas aquellas plantas que producen el desarrollo del ovario sin que haya fecundación, es el caso de los frutos partenocárpicos. Por ejemplo, banana (*Musa x paradisiaca*) y ananá (*Ananas comosus*).

7.2. Estructura del fruto en las angiospermas

En el caso de las angiospermas, es el ovario el que se desarrolla y encierra las semillas, así la pared del ovario se transformará en la pared del fruto. Como son hojas modificadas, tienen cara interna, externa y mesófilo. El *epicarpio* se desarrolla a partir de la epidermis abaxial o externa de la hoja carpelar; el *mesocarpo* surge como consecuencia del desarrollo del mesófilo, y el *endocarpo* es resultado de la transformación de la epidermis interna o adaxial (figura 69). De acuerdo con el desarrollo que adquieran estas capas, se tendrán los distintos tipos de frutos.

Figura 69. Partes del fruto carnoso drupa: ep: epicarpo; m: mesocarpo en: endocarpo; s: semilla



radisiaca), dando origen a frutos de colores vistosos y de sabores generalmente agradables.

Endocarpo: es la parte interna del fruto que rodea la semilla, puede ser carnoso, como en la uva (*Vitis vinifera*); apergaminado, como en el poroto (*Phaseolus vulgaris*); o lignificado, como en el durazno (*Prunus persica*), en el género *Citrus* se desarrollan pelos jugosos.

Características de las paredes del fruto:

Epicarpio: es la cara externa del fruto, puede tener variadas texturas: lisa, como en tomate (*Solanum lycopersicum*), cerosa, como en la uva (*Vitis vinifera*), pilosa, como el durazno (*Prunus persica*), glandulosa, como en la naranja (*Citrus x sinensis*), espinas en chamico (*Datura ferox*).

Mesocarpo: puede ser delgado y seco, como el maíz (*Zea mays*), o muy desarrollado, carnoso y jugoso, como el durazno (*Prunus persica*), o con almidón, en el caso de la banana (*Musa x pa-*

7.3. Tálam, induvia e involucro

Imagen 37. Fruto de *Physalis* (uvilla)



En muchos frutos, el receptáculo o el talamo es acrescente al ovario, crece con él durante el desarrollo del fruto. Al receptáculo que cubre los carpelos, como en la rosa (*Rosa spp.*), manzana (*Pyrus malus*), zapallo (*Cucurbita maxima*), se lo denomina clamidocarpo.

Induvias son las partes de la flor que persisten en el fruto, sin ser conrescentes con él. En muchos frutos, persiste el cáliz, como en frutilla (*Fragaria x ananassa*) y toma-

te (*Solanum lycopersicum*), o es acrescente y encierra al fruto, *Physallis* (imagen 37).

Involucro: algunas plantas poseen un verticilo protector externo al cáliz que persiste en el fruto, puede tener distinta consistencia: foliáceo, como en avellanas, en el roble (*Quercus robur*) es duro y lignificado, en forma de erizo, como en las castañas (*Castanea sativa*); en la nuez (*Juglans regia*) es carnoso y está soldado con el receptáculo.

7.4. Dehiscencia de frutos

La dehiscencia es la apertura del órgano a la madurez. En el caso de los frutos, se da en frutos secos y permite liberar las semillas para favorecer la dispersión de la especie. De acuerdo con la forma en que se produce tenemos diferentes tipos de dehiscencia (figura 70):

Foraminada o poricida: cuando la apertura se produce por poros, amapola (*Papaver spp.*).

Transversal: es la apertura según un plano perpendicular al eje mayor del fruto, eucalipto (*Eucalyptus spp.*).

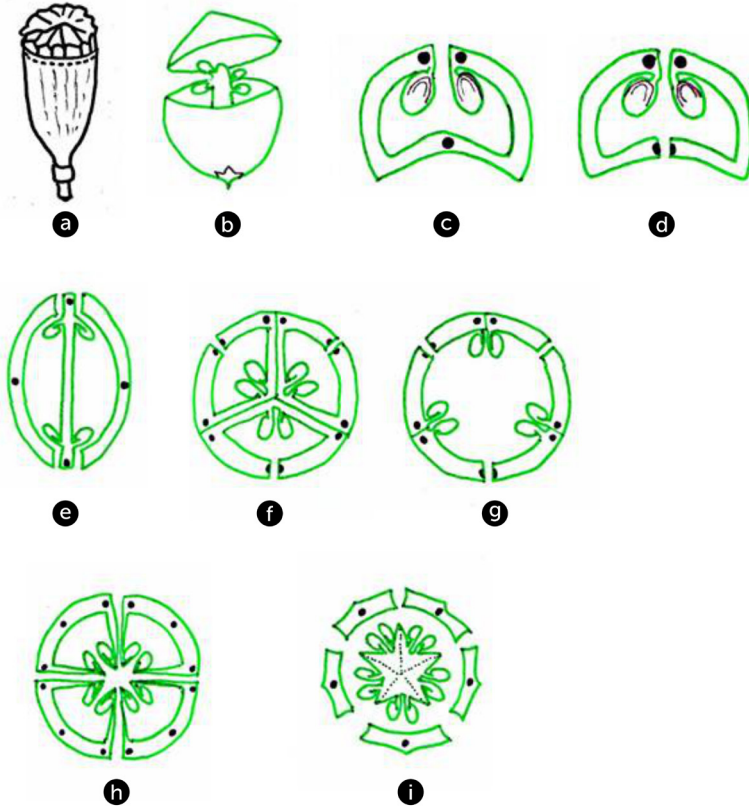
Longitudinal: se da sobre el plano de división paralelo al eje mayor del fruto: es sutural simple cuando se produce por la unión del carpelo: brachichito (*Brachychiton populneus*). Sutural doble es la dehiscencia que se produce por la línea de unión del carpelo y por la nervadura media: arveja (*Pisum sativum*), soja (*Glycine max*).

Placentífraga es aquella dehiscencia que se produce por la hendidura placentaria, como en las coles; loculicida es la dehiscencia que se produce por la nervadura dorsal del carpelo, cebolla (*Allium cepa*), algodón (*Gossypium hirsutum*); la septicida se produce por la separación de las paredes carpelares, por ejemplo, cuerno del diablo (*Ibicella lutea*); septicida, por ruptura de los tabiques con abertura de valvas carpelares, *bignoniáceas*.

Dehiscencia elástica se llama a la apertura brusca con lanzamiento de las semillas alejadas de la planta madre, lo que se produce por combinación de temperatura y baja humedad ambiente, sachá café (*Senna occidentalis*), castor (*Ricinus communis*).

Falsa dehiscencia: se produce cuando se separan partes de fruto que llevan una semilla, como en las mimosas (*Acacia dealbata*).

Figura 70. Tipos de dehiscencia de frutos: a. poricida; b. transversal; c. longitudinal sutural simple; d. longitudinal sutural doble; e. placentífraga; f, loculicida (ovario trilobular); g. loculicida (ovario unilobular); h. septicida; i. septicífraga



7.5. Clasificación de los frutos

Los frutos se clasifican según la cantidad de tálamos que los constituyen. Son **Monotalámicos** cuando provienen de una sola flor, durazno (*Prunus persica*); y Politalámicos cuando provienen de la soldadura de varias flores, por ejemplo, la mora (*Morus spp.*), con el crecimiento simultáneo del

receptáculo, a estos se los denomina infrutescencia.

En función de la consistencia, los frutos se clasifican en secos y carnosos. Los secos, a su vez, pueden ser dehiscentes a la madurez o indehiscentes.

Frutos secos indehiscentes pueden clasificarse en:

Aquenio: seco, indehiscente, uniseminado, pericarpo papiráceo o coriáceo, no adherido a la semilla, proviene de ovario súpero (figura 71). Ejemplo: quinoa (*Chenopodium sp.*).

Figura 71. Aquenio

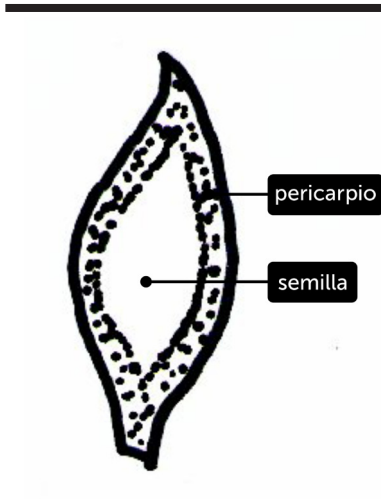


Imagen 38. Legumbre indehiscente de oreja de negro (*Enterolobium contortisiliquum*)

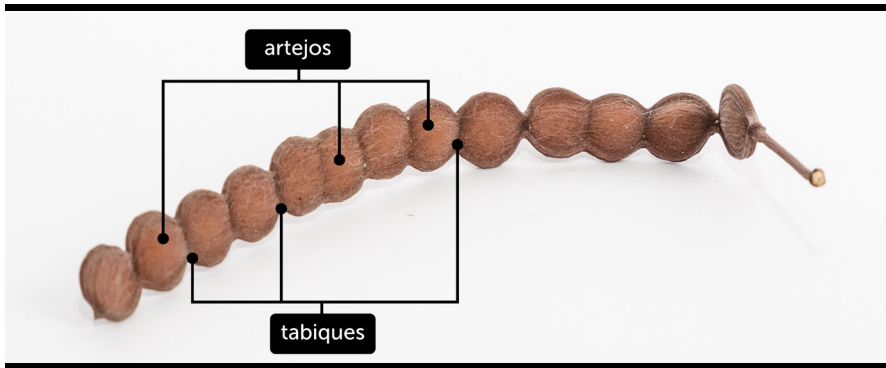


Utrículo: seco, uniseminado, con pericarpo tenue, proviene de ovario súpero. Ejemplo género *Carex*, familia Cyperaceae.

Legumbre indehiscente: forma de legumbre, pero sin dehiscencia a la madurez, proviene de ovario súpero (imagen 38). Ejemplo: oreja de negro (*Enterolobium contortisiliquum*).

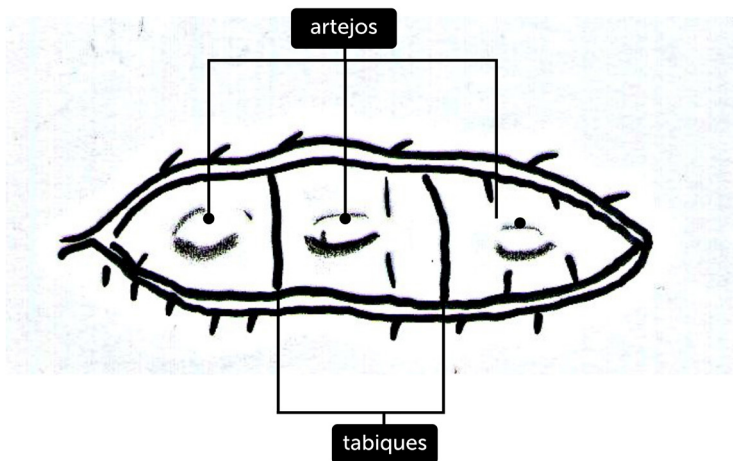
Lomento: legumbre indehiscente con tabiques transversales que, a la madurez, se separan o desprenden en artejos uniseminados, proviene de ovario súpero (imagen 39). Ejemplo: tusca (*Vachellia aroma*).

Imagen 39. Lomento de tusca (*Vachellia aroma*)



Craspedio: es un lomento en el que persiste la estructura (o replum) compuesta por el nervio medio y la sutura ventral (figura 72). No se considera dehiscente porque las líneas de sutura o el nervio medio permanecen sosteniendo el pericarpo, pero la estructura se descompone para permitir la salida de las semillas, ejemplo: *Mimosa púdica*.

Figura 72. *Craspedio*

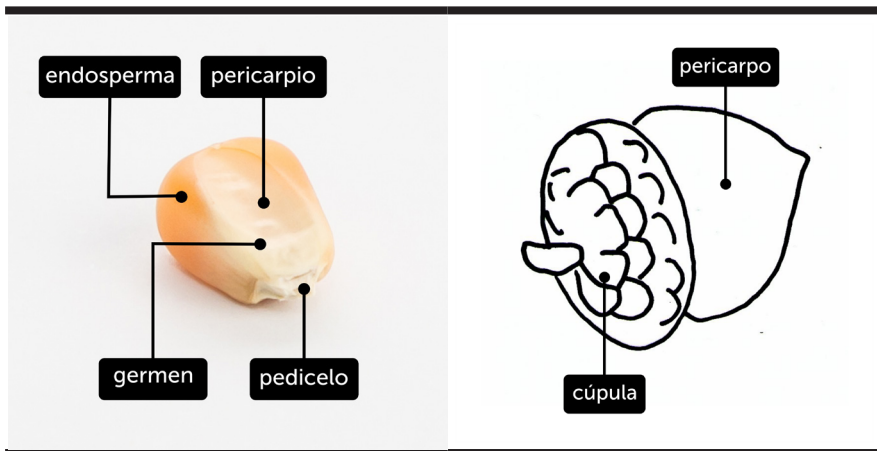


Sámara: en un fruto con el pericarpo dilatado en forma de ala, proviene de ovario súpero (imagen 40). Ejemplo: tipa blanca (*Tipuana tipu*), quebracho colorado (*Schinopsis balansae*).

Imagen 40. Sámara de tipa blanca (*Tipuana tipu*)

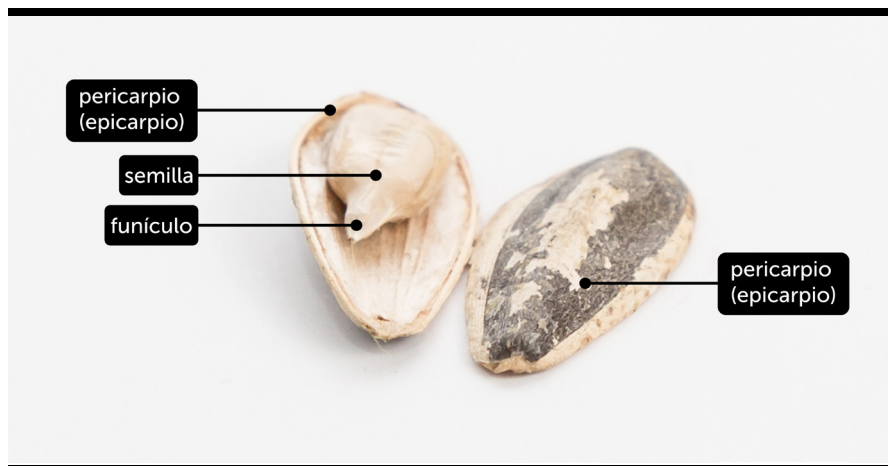
Cariopse: uniseminado, seco, pericarpio soldado a la semilla, proviene de ovario súpero (imagen 41). Ejemplo: maíz (*Zea mays*).

Núcula: cáscara dura, semilla única y grande sin soldar al pericarpio (figura 73). Ejemplo: bellota (*Quercus ilex*).

Imagen 41. Cariopse de maíz (*Zea mays*)**Figura 73.** Núcula

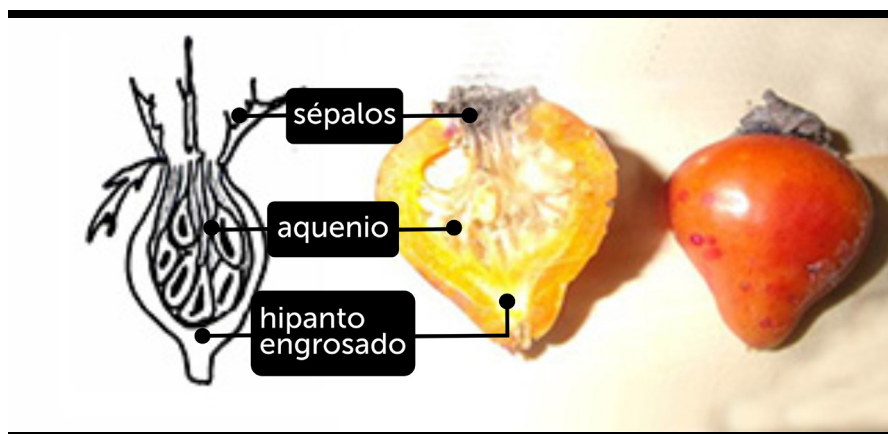
Cipsella: la cáscara es papirácea o esclerificada, proviene de un ovario ínfero y pluricarpelar. Ejemplo: “semilla” de girasol (*Helianthus annuus*) (imagen 42).

Imagen 42. *Cipsella*



Cinorrodón: uno o varios aquenios protegidos por receptáculo cupuliforme y de textura carnosa. Ejemplo: rosa de jardín (*Rosa spp.*) (imagen 43).

Imagen 43. Cinorrodón



Los frutos secos dehiscentes se clasifican en:

Legumbre: presenta dehiscencia sutural doble; la hoja carpelar se separa en dos valvas a la madurez (figura 74, imagen 44). De acuerdo con la forma de la legumbre, esta se clasifica en recta, falcada (con una leve curvatura), por ejemplo, arveja (*Pisum sativum*), pezuña de vaca (*Bauhinia candicans*) y espiralada (como enroscada en sí misma).

Figura 74. Legumbre recta pezuña de vaca (*Bauhinia candicans*)

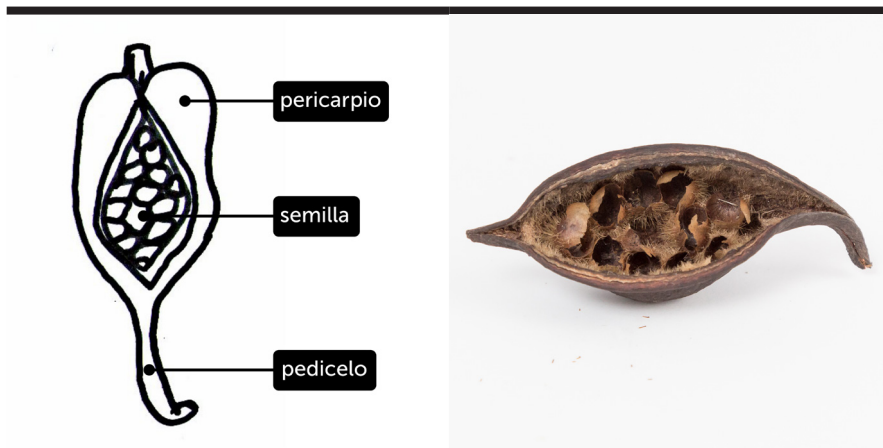
Imagen 44. Legumbre espiralada de patita de cata (*Prosopis reptans*)



Folículo: puede ser uni o dialicarpelar, con dehiscencia sutural simple, puede ser uniseminado o pluriseminado (figura 75, imagen 45). Ejemplo: brachichito (*Brachychiton populneus*).

Figura 75. Folículo

Imagen 45. Folículo de brachichito (*Brachychiton populneus*).



Silicua: ovario bicarpelar con placentación parietal. Posee un replum,

que es un tejido que divide en dos lóculos. La silicua tiene mayor largo que ancho. Ejemplo: coliflor (*Brassica oleracea*) (figura 76 a). La silícula conceptualmente es igual a la silicua, pero tiene ancho y largo de igual medida (figura 76 b). Ejemplo: rúcula (*Eruca vesicaria*).

Figura 76. a. silicua; b. silícula

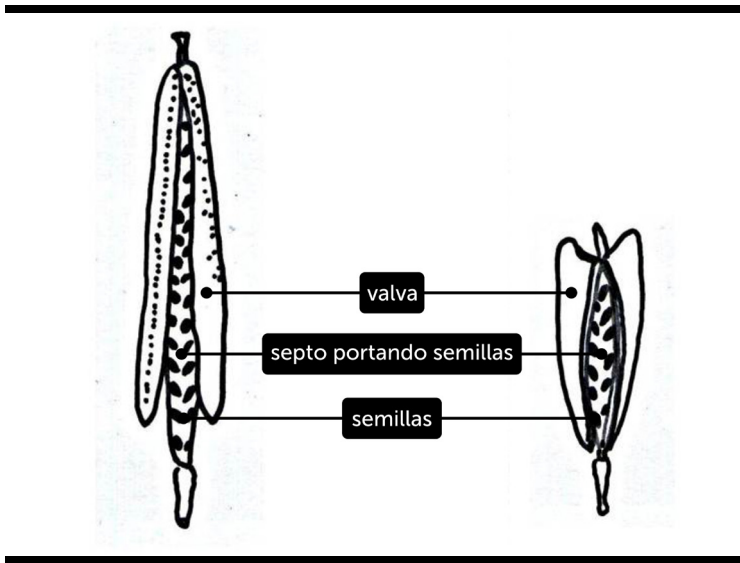
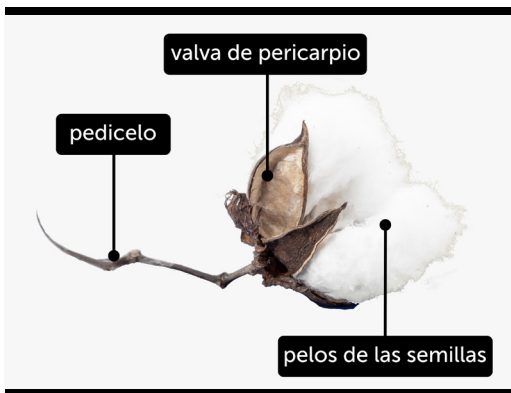


Imagen 46. Cápsula de algodón (*Gossypium hirsutum*)



Cápsula: posee dos o más carpelos unidos y pluriseminados, pero carece de replum. Pueden ser loculicidas, septicidas o septifragas de acuerdo con el tipo de dehiscencia (imagen 46). Ejemplo: algodón (*Gossypium hirsutum*).

Pixidio: es una cápsula con dehiscencia transversal (figura 77, imagen 47). Ejemplo: esponja vegetal (*Luffa cylindrica*).

Figura 77. Pixidio

Imagen 47. Pixidio en rayito de sol (*Portulaca grandiflora*)

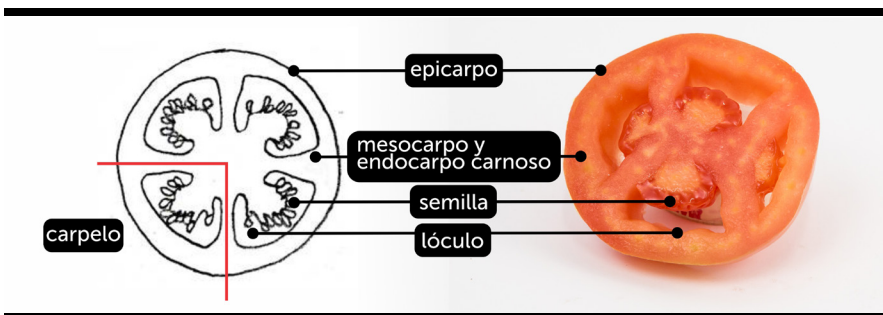


Los frutos Carnosos tienen el epicarpio (o exocarpio) semileñoso, coriáceo, liso o piloso, el mesocarpio succulento y el endocarpio membranoso o lignificado. Muchas veces el pericarpio es seco, pero las semillas están rodeadas por un tegumento carnoso o jugoso. Los términos epi- meso- y endocarpio son descriptivos y utilizados independientemente si el fruto deriva de un ovario súpero o de un ovario ínfero cubierto por el receptáculo.

Los tipos básicos de frutos carnosos son:

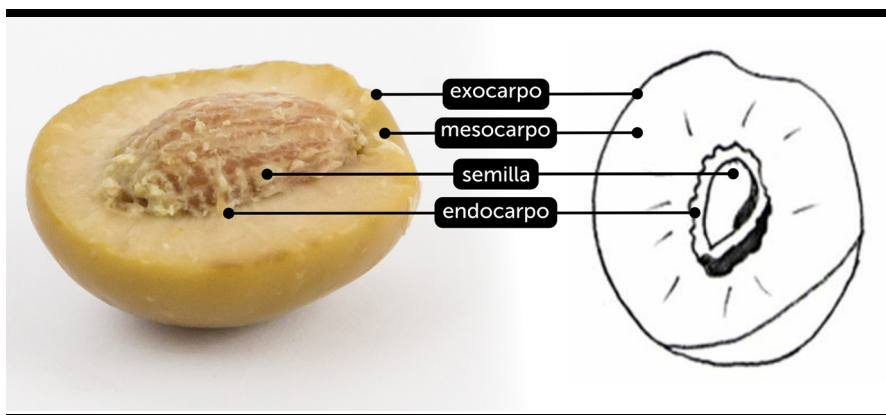
Baya: mesocarpio y endocarpio jugosos o carnosos (imagen 48); puede derivar de ovario súpero: tomate (*Solanum lycopersicum*), uva (*Vitis vinifera*); o de ovario ínfero: tuna (*Opuntia ficus-indica*), guayaba (*Psidium guajava*).

Imagen 48. Baya de tomate (*Solanum lycopersicum*).



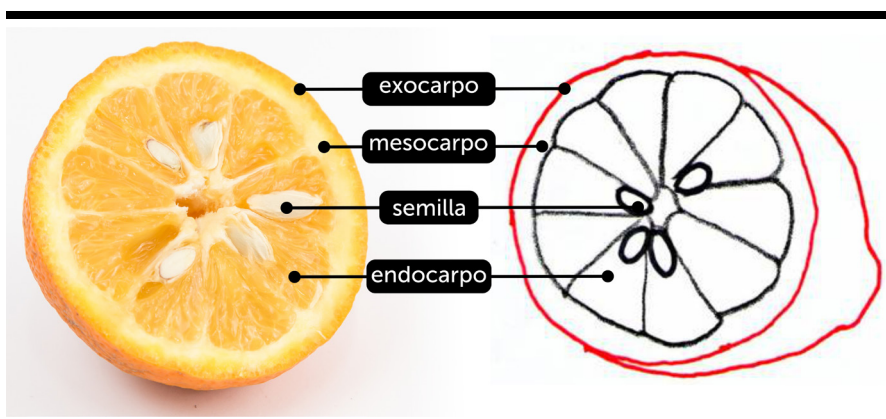
Drupa: fruto con mesocarpo carnoso y endocarpo lignificado, conocido como carozo (imagen 49). Durazno (*Prunus persica*), paraíso (*Melia azedarach*), coco (*Cocos nucifera*), nuez del nogal (*Juglans regia*).

Imagen 49. *Drupa de aceituna (Olea europea)*



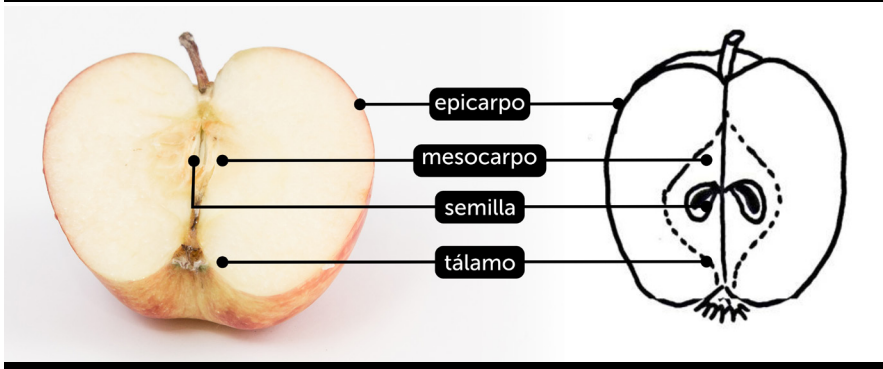
Hesperidio: epicarpo glanduloso, mesocarpo esponjoso o blando (llamado albedo), endocarpo membranoso revestido en su interior por pelos pluricelulares jugosos (imagen 50). Género *Citrus*.

Imagen 50. *Hesperidio en Género Citrus*



Melónide o Pomo: endocarpo papiráceo y mesocarpo delgado, soldado con el tálam que se desarrolla concrescente con el ovario (imagen 51). Manzana (*Pyrus malus*), membrillo (*Cydonia oblonga*), pera (*Pyrus communis*).

Imagen 51. Melónide de manzana (*Pyrus malus*),



Pepónide: fruto derivado de ovario ínfero, clamidocarpo herbáceo o leñoso, cavidad unilocular, multiseminado (imagen 52). Familia Cucurbitáceas.

Imagen 52. Pepónide de zapallo (*Cucurbita máxima*).

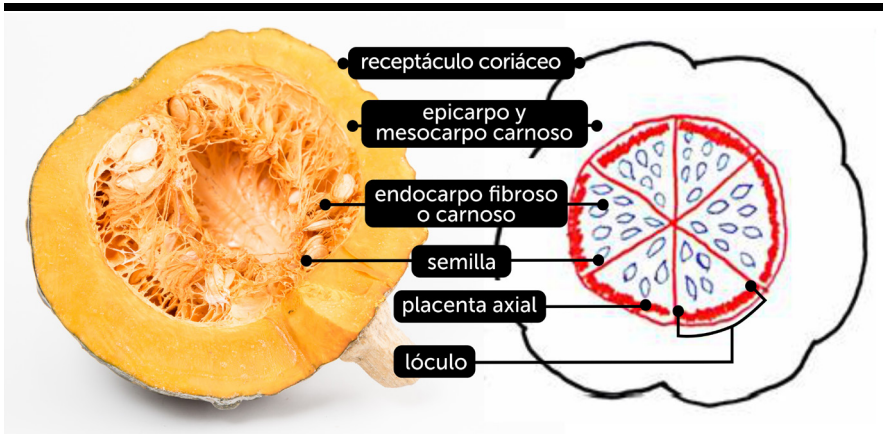
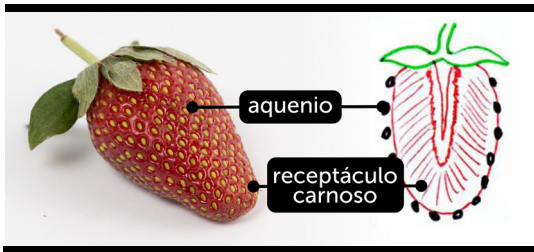


Imagen 53. Conocarpo de frutilla (*Fragaria x ananassa*)



Conocarpo: fruto agregado o colectivo, formado por un receptáculo carnoso, que lleva insertos achenios, en frutilla (*Fragaria x ananassa*) (imagen 53) o bayas en chirimoya (*Annona cherimola*).

Balausta: pericarpo coriáceo, interior dividido por laminillas tenues, repleto de semillas con episperma jugoso (imagen 54). Granada (*Punica granatum*).

Imagen 54. Balausta de Granada (*Punica granatum*).

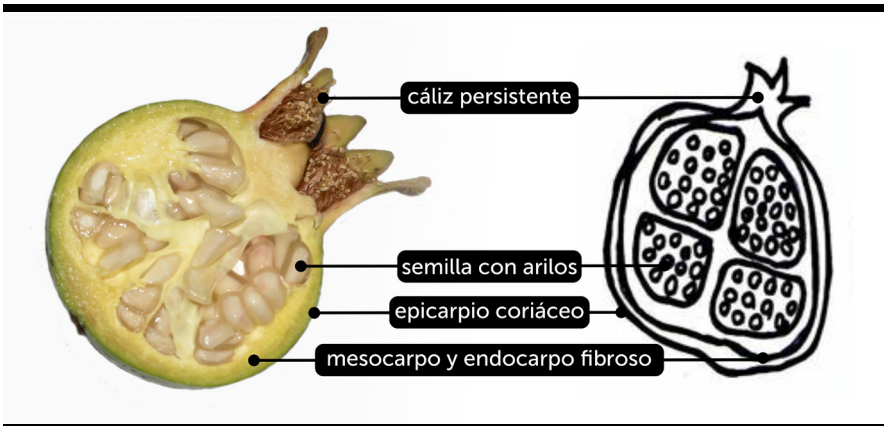


Imagen 55. Sorosio de Ananá (*Ananas comosus*)



Los frutos Politalámicos se originan por la soldadura de los ovarios de varias flores, en ellos también crece el receptáculo. Se conocen como infrutescencias. Dentro de este grupo, se mencionan:

Sorosio: frutos carnosos soldados sobre un raquis carnoso (imagen 55). Ananá (*Ananas comosus*), mora (*Morus alba*).

Sicono: receptáculo piriforme o globoso, hueco, que lleva en su interior frutos pequeños con abertura apical protegida por hipsofilos (figura 78). Ejemplo: higo (*Ficus carica*).

Estróbilo: se compone de un raquis leñoso que lleva brácteas leñosas dispuestas cíclica o helicoidalmente, protegiendo las escamas seminíferas (figura 79). Ejemplo: pinos (*Pinus spp.*), cedros (*Cedrus spp.*).

Figura 78. Sicono

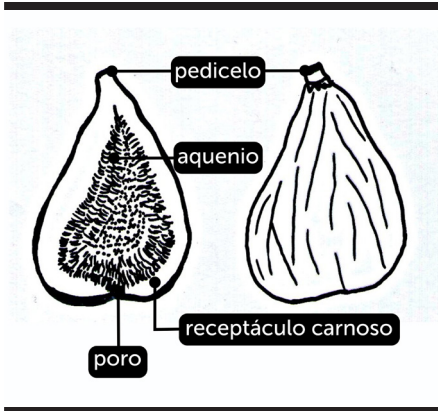
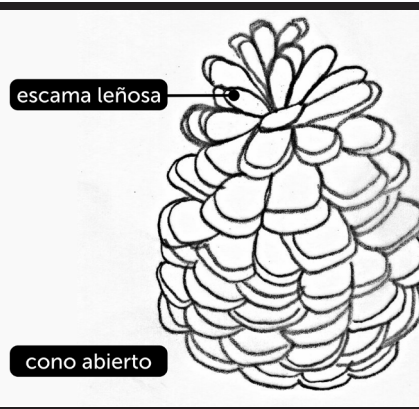


Figura 79. Estróbilo



Gálbulo: estróbilo de brácteas carnosas (figura 80, imagen 56). Ejemplo Juniperus o enebro.

Figura 80. Gálbulo

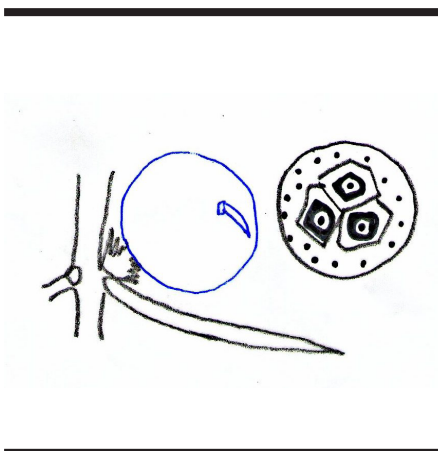


Imagen 56. Gálbulo



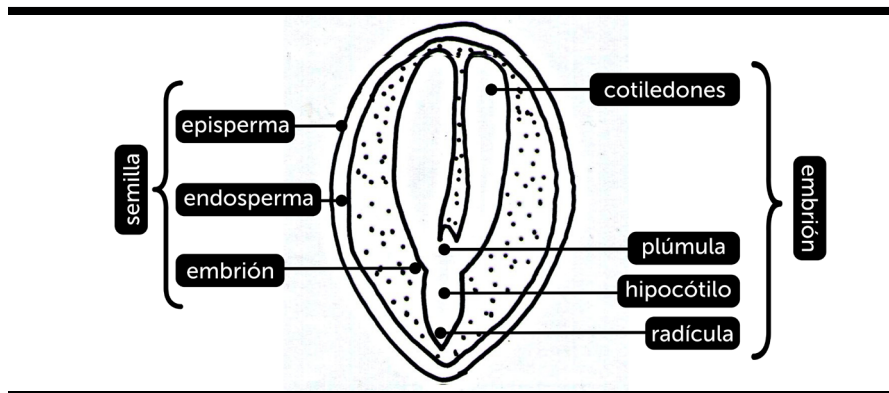
Capítulo 8

Morfología de semilla

8.1. Concepto

La semilla es el óvulo desarrollado y maduro después de la fecundación. Contiene el embrión y sustancias de reserva (figura 81).

Figura 81. *Semilla y embrión de Dicotiledónea.*

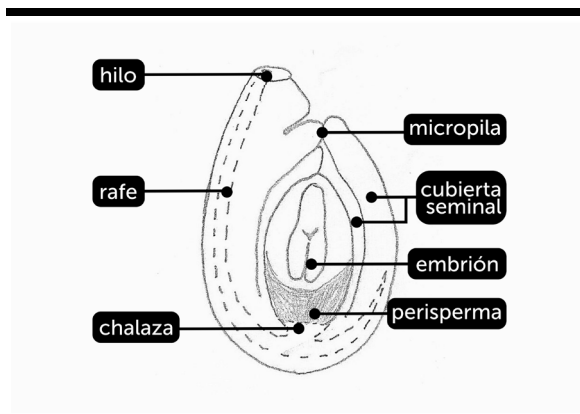


8.2. Simiente agrícola

Se considera simiente agrícola toda parte de la planta, distinta de la semilla, que sirve para multiplicación. Puede ser una porción de tallo, hoja o raíz.

8.3. Morfología de la semilla

Figura 82. Morfología de semilla



Las semillas presentan formas, colores y tamaños variados. Las partes que componen una semilla son (figura 82):

Episperma: es la cubierta o tegumento de la semilla, se diferencian dos capas; la más externa, testa, y hacia el interior el tegmen, delicada o membranosa.

En una semilla normal

pueden diferenciarse las siguientes zonas:

Hilo: cicatriz que deja el funículo al desprenderse, presenta forma variada y generalmente es de color distinto del resto de la semilla.

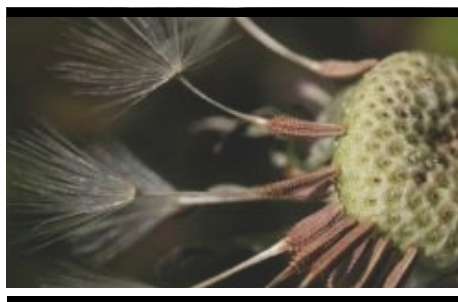
Funículo: pedúnculo generalmente pequeño que lleva el haz vascular y que une la semilla a la placenta.

Rafe: línea en resalto que se observa en las semillas, recorre desde el hilo hasta el ápice.

Arilo: excrecencia del hilo o el funículo que envuelve a la semilla como un tegumento externo, de desarrollo muy variable.

Carúncula: pequeña excrecencia de la micropila puede presentar colores atractivos, por ejemplo, en castor (*Ricinus communis*).

Imagen 57. Vilano Diente de león
(*Taraxacum officinalis*)



El episperma es la cubierta seminal que contribuye a la dispersión de las semillas y por esto presenta distintas características en cuanto a color, textura, contenidos y resistencia.

Muchas semillas poseen el episperma liso, cubierto de sustancias que contiene mucílagos, los que contribuyen a la absorción del agua al momento de la germinación, en otros casos, las

células externas del episperma se transforman en esclereidas, que las vuelven muy resistentes, obligando a procesos de escarificación para facilitar la germinación. Otros tipos de modificaciones del episperma pueden ser: rugoso, alado, piloso, carnoso. Cuando la semilla tiene pelos filamentosos, largos y finos se denomina “vilano” y facilita su transporte aéreo (imagen 57). El vilano es propio de las compuestas.

8.4. Tipos de reservas

Las reservas se pueden almacenar en las semillas y entonces se dicen semillas **endospermadas o albuminadas** (figura 83), en cuyo caso el tipo de reserva puede variar, siendo el almidón uno de los más comunes (palmeras), aleurona y gluten (cereales) o aceite (oleaginosas). Las reservas pueden acumularse también en el embrión, en ese caso la semilla es **exalbuminada** (figura 84), como ocurre en las leguminosas en general: poroto (*Phaseolus vulgaris*), soja (*Glycine max*). En algunas plantas, el nucelo crece durante la maduración de la semilla y forma un tejido de reserva que se conoce como perisperma, en ese caso la semilla se denomina perispermada (figura 85), por ejemplo, en remolacha (*Beta vulgaris*).

Figura 83. Semilla endospermada o albuminada

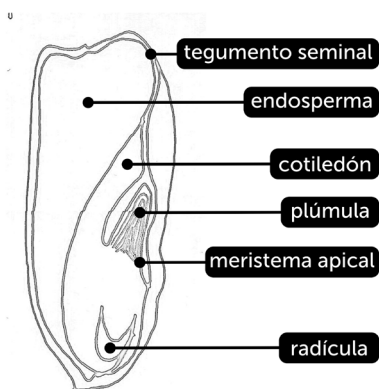


Figura 84. Semilla exalbuminada

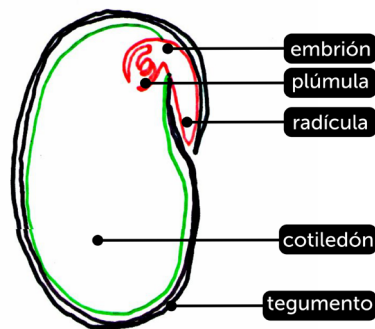
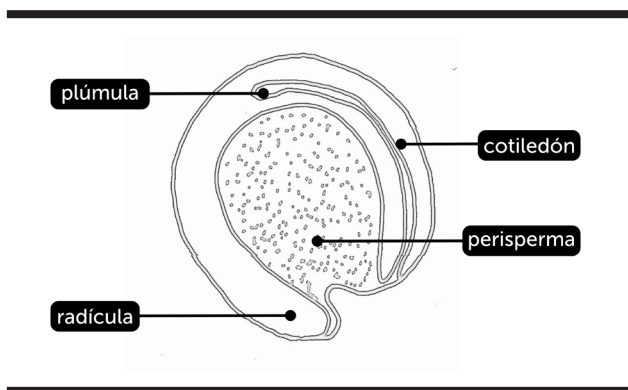


Figura 85. Semilla perispermada



8.5. Dispersión o diseminación

La dispersión o diseminación de las semillas es el proceso por el cual se alejan de la planta madre para facilitar la ocupación del territorio por la especie. El tipo de episperma contribuye a esta acción, por ejemplo, los epispermas lisos, alados, vesiculados o pilosos (imagen 57) son fácilmente llevados por el viento (**dispersión anemócora**); los epispermas con espínulas, ganchos o sustancias pegajosas son transportados por adherencia, tanto por los humanos como por los animales (**zoócora**).

Cuando el episperma es carnoso, jugoso o de colores atractivos, incluso los de episperma resistente, son consumidas por los animales y luego de pasar por el tracto digestivo son dispersadas con las heces, favoreciendo la **dispersión endozoica**, que es un tipo de dispersión zoócora.

Otro agente de dispersión es el agua porque los frutos o semillas flotan largo tiempo, la dispersión se llama **hidrócora**.

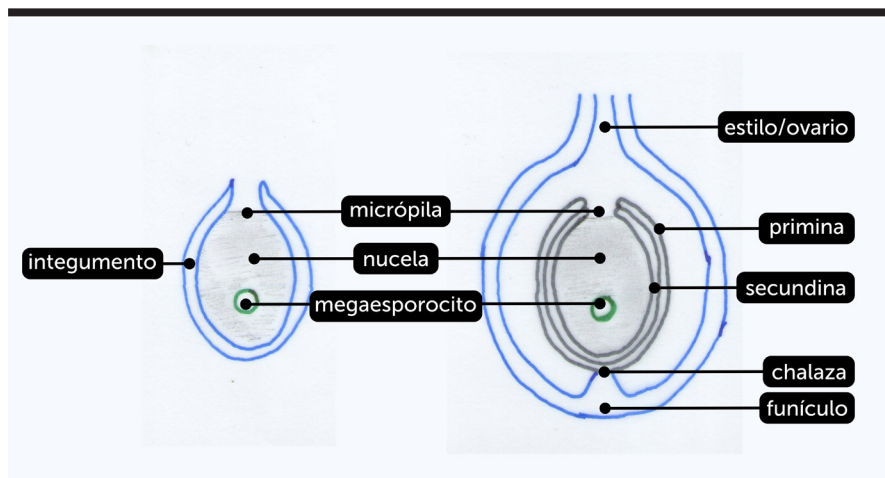
Capítulo 9

Fecundación

9.1. Óvulo, origen y estructura

El óvulo es el lugar de formación de las megásporas y del desarrollo del saco embrionario (gametofito femenino). Consiste generalmente de las siguientes partes: nucela, cuerpo central con células vegetativas; uno o dos tegumentos rodeando la nucela; funículo, filamento de unión con la placenta; y chalaza, región de confluencia de la nucela, tegumentos y funículo confluyen (figura 86). Las partes del óvulo se van delimitando gradualmente a medida que las células reproductivas pasan a través del proceso de megasporogénesis y desarrollo del saco embrionario.

Figura 86. Estructura del óvulo en gimnosperma y angiosperma



9.2. Tipos de óvulos

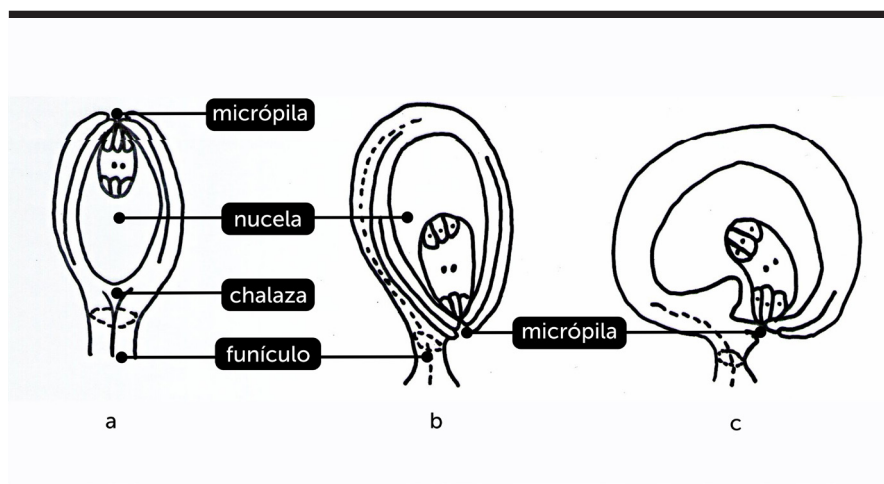
La morfología externa de los óvulos es muy variable. De acuerdo con la disposición espacial de la micrópila, funículo y chalaza, se diferencian tres formas principales:

Óvulo ortótropo: es el que presenta el funículo, la chalaza y la micrópila en línea recta (figura 87 a).

Óvulo anátropo: es el que gira 180° sobre su base, de modo que el funículo se suelda lateralmente al mismo, formando el rafe. La micrópila queda ubicada cercana al hilo y la chalaza en el extremo opuesto de la micrópila. Son los más comunes (figura 87 b).

Óvulo campilótropo: en la formación de este tipo de óvulo, la nucela gira y se encorva de modo que chalaza y micrópila se acercan. Es común en las leguminosas (figura 87 c).

Figura 87. Tipos de óvulos: a. ortótropo; b. anátropo; c. campilótropo



9.3. Formación del saco embrionario

El óvulo emerge de la placenta como una protuberancia en la que se diferencia una primera célula esporógena, también llamada célula arque-

porial o megasporocito, que por una división meiótica da como resultado la formación de una tétrada lineal de megásporas haploides. Una de esas megásporas se agranda preparándose para la primera división mitótica, mientras las otras tres degeneran. En la megáspora que permanece, se suceden tres generaciones de núcleos por división mitótica de manera que se forma un saco embrionario 8-nucleado que, por citocinesis, se organizará en una estructura 7-celular, al ser delimitada por las paredes celulares de seis de los núcleos y su citoplasma asociado. Las tres células del polo micropilar constituyen el aparato oosférico, que se compone de la oósfera y las sinérgidas. En el polo opuesto del saco embrionario, se forman las tres antípodas. Entre estos dos grupos de células, está la célula central que contiene dos núcleos polares, los cuales pueden fusionarse antes de la fecundación y formar el núcleo del endosperma secundario diploide. Esta es la formación del saco embrionario más comúnmente encontrada, pero existen numerosas variaciones de este proceso en las angiospermas (figura 88 y 89).

Figura 88. *Proceso de Megasporogénesis y Megagametogénesis o formación del saco embrionario*

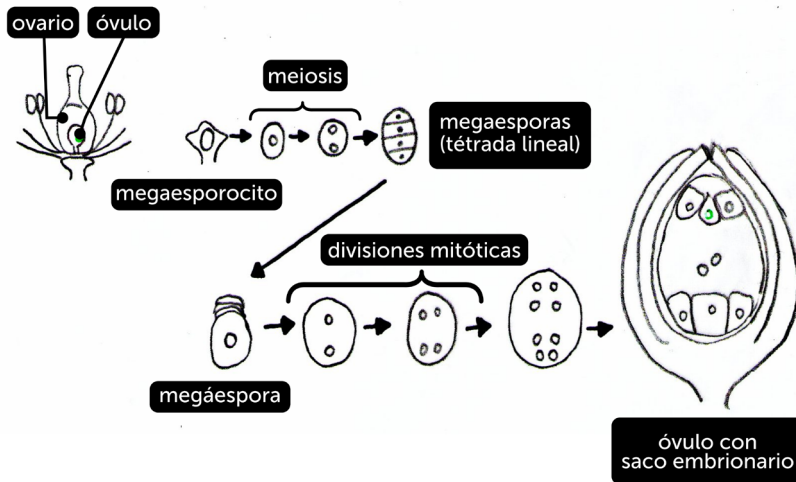
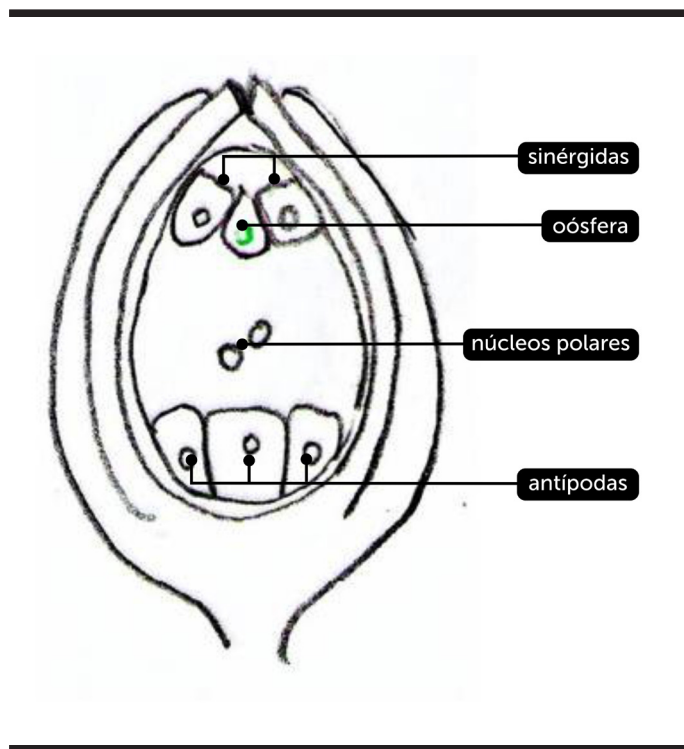
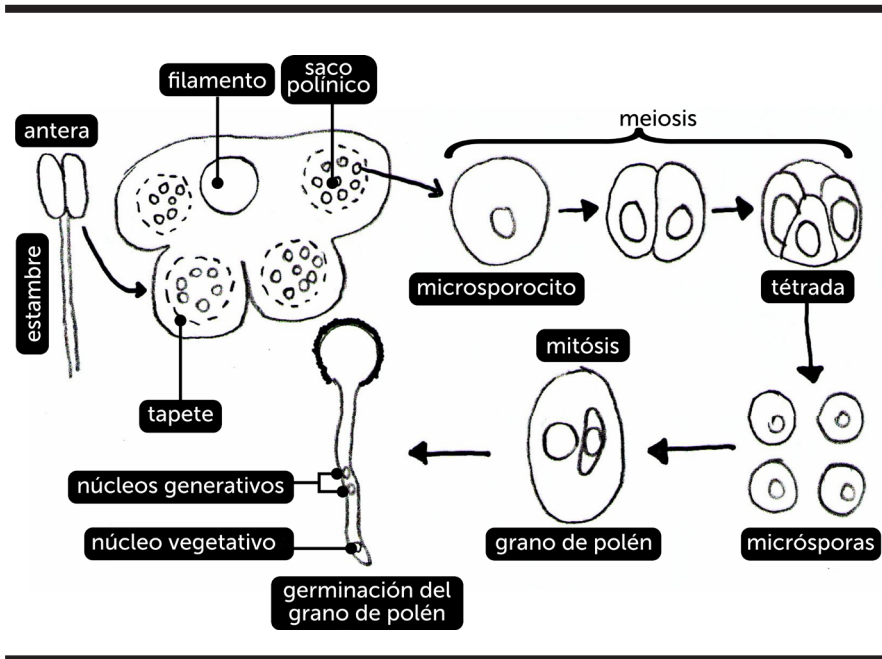


Figura 89. *Estructura del óvulo con saco embrionario*

9.4. Formación del grano de polen

La microgametogénesis es la formación de las gametas masculinas. Esto acontece en las anteras donde se alojan las células madre del grano de polen, las que por meiosis darán cuatro micrósporas haploides que formarán una tétrada. En las angiospermas, cada micróspora, por mitosis, dará dos células, una vegetativa y una generativa, formando el grano de polen. A partir de la célula generativa, se formarán dos núcleos que producirán la fusión con las células femeninas al momento de la fecundación. Uno se fusionará con la oósfera y la otra con los núcleos polares. El núcleo vegetativo es el encargado de producir el crecimiento del tubo polínico hasta alcanzar el óvulo en el interior del ovario (figura 90).

Figura 90. *Proceso de microgametogénesis y formación del grano de polen*



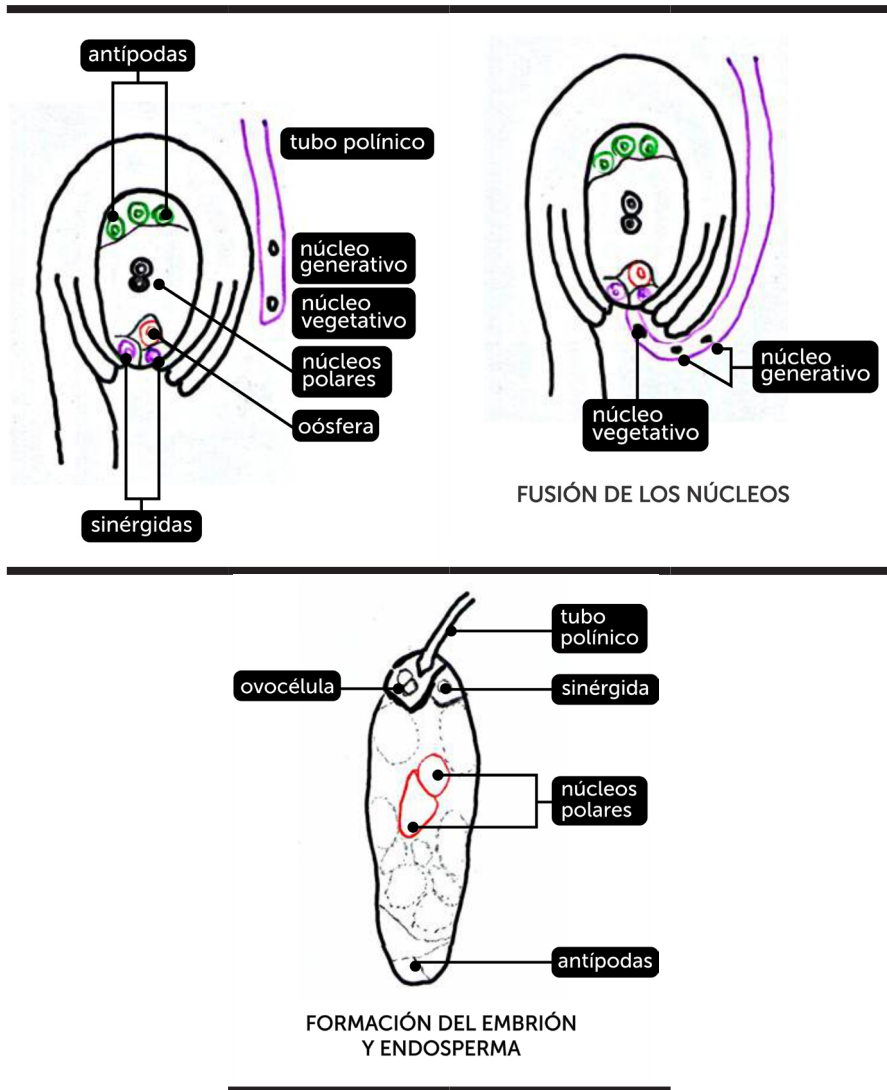
9.5. Fases de la fecundación

Al momento de la dehiscencia de las anteras, el polen madura y se libera; mediante la polinización alcanza el estigma. Allí comienza un proceso de agrandamiento por absorción de agua desde el estigma, lo que produce que las vacuolas turgentes presionen la intina y el citoplasma para emitir el tubo polínico y, debido a la acción del núcleo vegetativo, crece llegando al estilo y continuando con ese crecimiento, lo recorre hasta llegar al óvulo a través de los tejidos de transmisión.

El tubo polínico detiene su crecimiento al llegar a la sinérgida, se rompe y libera su contenido. El núcleo vegetativo y el de la sinérgida degeneran y se convierten en los llamados cuerpos X. Uno de los núcleos ge-

nerativos se pone en contacto con el plasmalema de la oosfera y el otro con el de la célula central. La oosfera fecundada se convierte en cigoto y el producto de la fusión nuclear en la célula central (triple fusión) (figura 91). El óvulo así fecundado se transforma en el rudimento seminal y luego en la semilla.

Figura 91. *Secuencia de la fase de fecundación*



Bibliografía

- Bianco, César Augusto, Kraus, Teresa Amalia y Veggetti, Abelardo Carlos (2004). La hoja. Morfología externa y anatomía (1° ed.) Córdoba: Universidad Nacional de Río Cuarto.
- Campbell, N; Reece, J B.; Mitchell, L G. (2005). Biología. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana.
- Curtis, Helena, Barnes, N. Sue, Schenk, Adriana y Massarini Alicia (2016). Invitación a la Biología. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana.
- Curtis, Helena y Barnes, N. Sue (2000). Biología. Madrid: Editorial Médica Panamericana.
- Esau, Katherine (1993). Anatomía de las plantas con semilla. Buenos Aires: Editorial Hemisferio Sur.
- Font Quer, Pío (2000). Diccionario de Botánica. Ed. Labor.
- Gola, Giuseppe, Negri, Giovanni y Cappelletti, Carlo (1959). Tratado de Botánica. Barcelona: Ed. Labor, S.A.
- Parodi, Lorenzo (1978). Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Tomo 1 y 2. Editorial ACME.
- Strasburger, E.; Noll, F.; Schenck, H. y Schimper, F.W. (1990). Tratado de Botánica Barcelona: Ediciones Omega.
- Valla, Juan J. (1993). Botánica. Morfología de las plantas superiores. Buenos Aires: Editorial Hemisferio Sur.

Las autoras

ESTELA ALEJANDRA CATAN

Ingeniera Agrónoma egresada de la Universidad Nacional de Santiago del Estero, Master en Agroecología y Desarrollo Sostenible, título expedido por la Universidad Internacional de Andalucía, España. Profesora de Botánica General para la carrera de Ingeniería Agronómica de la UNSE. Ha desempeñado y desempeña funciones de directora y codirectora de tesis de grado y pasantías de estudiantes. Investigadora en la UNSE desde 1994, integra y dirige proyectos en el área de Botánica, con énfasis en morfología y anatomía. Autora de capítulos de libros en el tema anatomía y dieta de animales herbívoros, ha presentado resúmenes a congresos y jornadas, nacionales e internacionales en el área de morfología y anatomía vegetal.

MARÍA GABRIELA TARGA

Ingeniera Agrónoma de la Universidad Nacional de Santiago del Estero. Magister en Desarrollo de Zonas áridas y semiáridas, título expedido por la UNSE. Docente de la cátedra de Botánica General para la carrera de Ingeniería Agronómica de la UNSE. Como investigadora es integrante y codirectora desde el 2000, en diversos proyectos de cebolla, algodón, cítricos, tuna y en los últimos años en anatomía vegetal. Becaria de programa PICT O en el Proyecto integral de Tuna. Directora y co-directora de tesis de grados.

ALICIA LILIANA FRAÑO

Ingeniera Agrónoma egresada de la Universidad Nacional de Santiago del Estero. Cursa actualmente el Doctorado en Ciencias Agrarias de la UNSE. Auxiliar de primera en la cátedra de Botánica General para la carrera de Ingeniería Agronómica de la UNSE. Ha desempeñado y desempeña funciones de directora de tesis de grado y pasantías de estudiantes. Integrante de proyectos de investigación de la Cátedra desde el año 2013, con énfasis en morfología y anatomía. Autora y coautora de trabajos y resúmenes presentados a congresos y jornadas, nacionales e internacionales en el área de morfología y anatomía vegetal. Coautora en capítulos de libros sobre anatomía vegetal.

CLAUDIA DEGANO

Ingeniera Agrónoma egresada de la Universidad Nacional de Santiago del Estero, Master en Producción Vegetal, título expedido por la Universidad Nacional del Sur. Profesora de Botánica General para la carrera de Ingeniería Agronómica de la UNSE. Fue Vicedecana de la FAyA-UNSE, Secretaria Académica, la Secretaria General y Coordinadora del Área de Evaluación y Acreditación Universitarias de la UNSE. Ha desempeñado funciones de jurado y directora de tesis de grado y pasantías de estudiantes. Investigadora en la UNSE desde 1994, integra y dirige proyectos en el área de Botánica, con énfasis en morfología y anatomía. Autora de capítulos de libros en el tema anatomía y dieta de animales herbívoros, ha presentado resúmenes a congresos y jornadas, nacionales e internacionales en el área de morfología y anatomía vegetal.



Queremos hacer libros cada vez mejores,
contesta esta pequeña encuesta haciendo
clic **aquí** y contanos lo que piensas.

Si este libro de **EDUNSE** te gustó mucho,
recomendanos y seguí conociendo
nuestro **catálogo**.

El propósito de este libro es aportar el conocimiento generado a través de casi quince años en la enseñanza de la Botánica General en la carrera de Ingeniería Agronómica.

Pensado para estudiantes de agronomía y otras ingenierías, este libro constituye una herramienta para todos

aquellos que deseen recuperar conocimientos básicos de la morfología vegetal.

Las ilustraciones y fotografías originales son una parte esencial del libro para comprender los conceptos. Es una propuesta dinámica para introducirnos en la temática.



UNSE

Universidad Nacional
de Santiago del Estero