

En una misma planta, la forma de las hojas puede variar mucho con la edad ó según la posición que ocupan. Son muchas las especies en que las hojas de la base difieren mucho de las terminales; en las plantas acuáticas, las hojas sumergidas son bien distintas de las que se extienden en el aire.



Fig. 426. - Hoja pinnatisecta del Berro acuático

Se denominan *hojas compuestas* aquellas que tienen un peciolo general ó raquis, sobre el que se articulan pequeños peciolos parciales que sostienen hojuelas secundarias ó folíolos; este género de hojas puede referirse á dos tipos principales: ó bien los peciolos parciales se articulan al extremo del peciolo general y en este caso se denominan palmado compuestas (trébol, altramuza, castaño de Indias), ó los folíolos vienen á estar dispuestos á los lados del peciolo general, de un modo regular y por pares (acacia, algarrobos), y las ho-

jas son pinnado-compuestas; pueden los folíolos ser á su vez compuestos y la hoja resulta entonces bipinnado-compuesta. Si al extremo del peciolo general hay un solo folíolo, la hoja se llama imparipinnada; si queda un par de folíolos, se denomina paripinnada.

La disposición general de los elementos histológicos en el limbo de la hoja es la siguiente: 1.º, capa superior de la epidermis, generalmente sin estomas; 2.º, una capa de células clorofílicas alargadas, dispuestas perpendicularmente á esta epidermis, que se denomina por su aspecto empalizada (fig. 428); 3.º, varias capas de células verdes también, pero cortas y de forma variada, que dejan entre sí grandes huecos ó lagunas llenas de aire; 4.º, la red fibroso-vascular cuyos nervios se distribuyen por la anterior; 5.º, la epidermis inferior, rica en estomas.

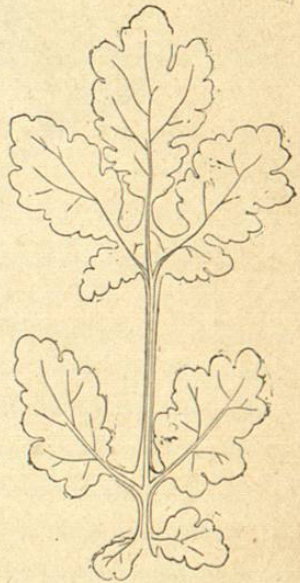


Fig. 427. - Hoja pinnatilobada de la Celidonia

Las nerviaciones están formadas por la distensión de los haces del peciolo en el parenquima del limbo; los nervios gruesos tienen

casi la misma estructura que el peciolo; los menos gruesos se hallan constituidos por un haz líbero-leñoso que tiene el leño vuelto hacia la cara superior y el líber hacia la inferior, rodeado á lo sumo por una capa de periciclo y otra sencilla de endoderma; á medida que los nervios se adelgazan, el líber disminuye y acaba por desaparecer, de modo que el haz de los nervios más finos es solamente leñoso.

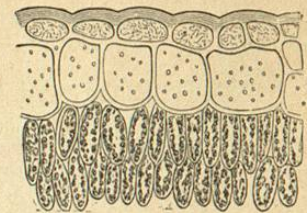


Fig. 428. - Fragmento de un corte dado en una hoja de *Rhododendron Maddenii* Hook. var. *calophyllum*, con la epidermis y las células en empalizada.

Cuando el parenquima presenta los dos tejidos que hemos indicado, la empalizada y el parenquima con lagunas, se dice que es heterogéneo ó bifacial. Pero hay hojas en que todo el parenquima ofrece la misma estructura; hay además en esta ocasión estomas en la epidermis de ambas caras; en algunos casos todas las células parenquimatosas contienen clorofila, en otros esta substancia está localizada en las porciones más superficiales del parenquima, la parte intermedia se halla ocupada por

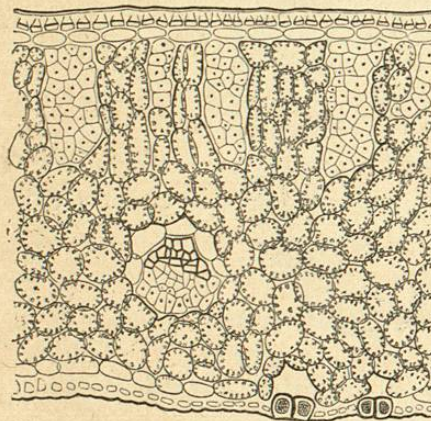


Fig. 429. - Corte de una hoja de *Rhaphidophyllum hystrix* (Palmas)

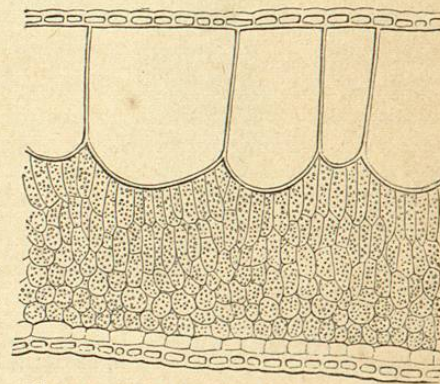


Fig. 430. - Corte de una hoja de *Ctenanthe setosa* (Marantácea)

células incoloras que encierran un jugo acuoso ó mucilaginoso (aloes, ágave); en todas estas ocasiones el parenquima se llama homogéneo ó céntrico.

Hay hojas cuyo parenquima tiene gran espesor (aloes); las hay en que está muy reducido (zosteras) y puede desaparecer (elodea), quedando el limbo reducido á las dos epidermis y los nervios.

Las figuras 429, 430, 431, 432 y 433 representan tipos distintos de estructura foliar tomados en plantas de diferentes familias.

Transformación de las hojas. Hemos dicho que en una misma planta varían mucho las hojas; se ofrecen, en efecto, casos en que

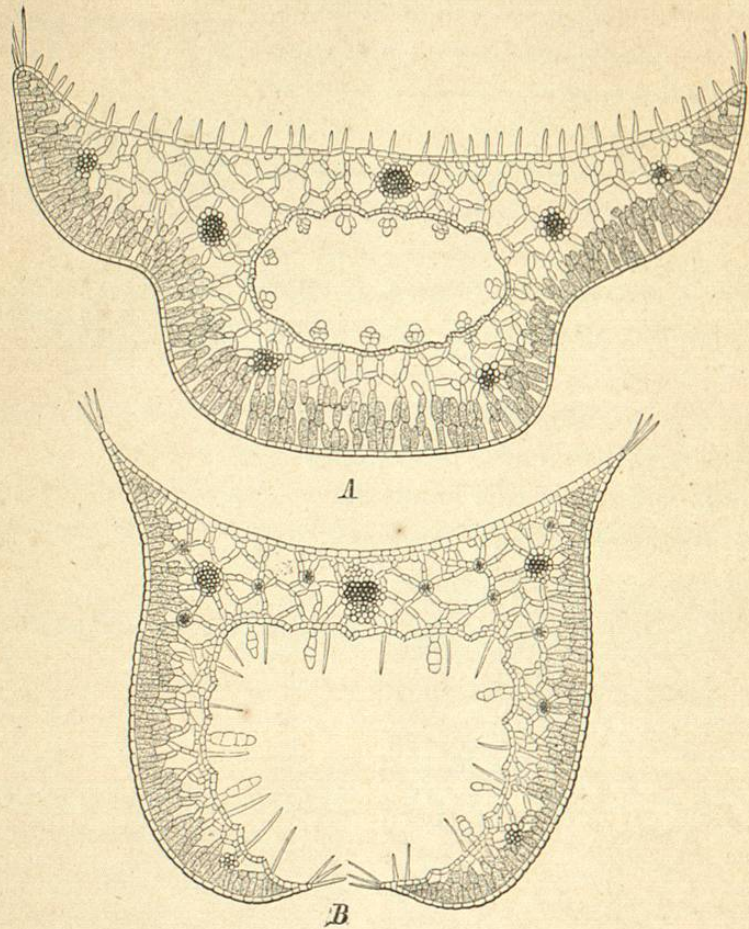


Fig. 431. - Cortes de hojas de *Cassiopa*. A, *C. Redowskii* Ch. et Schl.; B, *C. selaginoides* Hook

un solo pie presenta todas las modificaciones desde la forma sencilla á la más complicada. Las hojas próximas á las flores cambian tanto que reciben el nombre especial de bracteas.

Las *bracteas* son las expansiones foliares que forman parte de las inflorescencias (salvia, zanahoria), las que rodean al conjunto de flores llamado cabezuela ó flor compuesta (dalia, caléndula, manzanilla), las que adornan la base del cáliz (clavel, malva), ase-

mejando á veces un cáliz doble, las que coloreándose rodean flores poco notables y hacen gran papel en la ornamentación (flor de la Pascua, Bougainvillea), las que envuelven á las flores hasta su desarrollo (*espata* del aro, del ajo, cebolla, cala, etc), y las que forman parte de las flores de las gramíneas, protegiendo á los órganos reproductores (trigo, cebada).

Así como es insensible el paso de la hoja normal á la bractea, lo es de la bractea á los folíolos de las envolturas florales y á los mismos órganos reproductores. Este hecho, el de que todas las partes de la flor provienen de transformaciones de las hojas, es hoy aceptado por todos y fué por primera vez dado á conocer por Goethe.

Las hojas se transforman, adaptándose á funciones especiales, de muy diversos modos. Ya hemos indicado que pueden convertirse en zarcillos ó en espinas. Las primeras que se desenvuelven en el embrión, los cotiledones, son también hojas especiales, á veces convertidas en depósito de sustancias alimenticias. Las hojas crasas, las que recubren los bulbos, las que protegen á las yemas, las que tienen el limbo móvil sobre el peciolo, las de las plantas insectívoras, en otro lugar

(tomo I) citadas, etc., etc., tienen formas que implican gran modificación del tipo primitivo. Sobre todas merecen mencionarse las llamadas *ascidias* de las *Nepenthes* (fig. 434), *Sarracenia* y *Cephalotus*; son odres ó jarras, llenas generalmente de líquido, que proceden de la transformación del peciolo ó del nervio medio de la hoja y quedan cerradas por un opérculo que es el limbo ó una parte de él.

Duración de las hojas. La misión de estos órganos es transitoria y por lo tanto se renuevan de ordinario cada año; cuando la

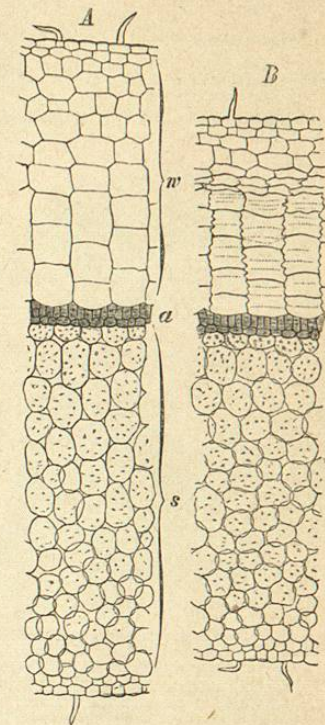


Fig. 432. - Cortes de hojas de *Peperonia trichocarpa*: A, corte en una hoja fresca; B, corte en una hoja desecada.

planta es anual, se desecan las hojas con los tallos y raíces; si la especie vive más de un año, las hojas caen cuando ya han desempeñado su misión, emigrando á la parte de planta que sobrevive todos los principios vitales que pueden hacerlo y yendo el resto al suelo para servir de abono.

Muchos vegetales conservan sus hojas durante el invierno y no caen sino cuando han aparecido otras; así la envoltura foliácea es *permanente* (olivo, encina, boj, bonetero, acebo), pero en el suelo

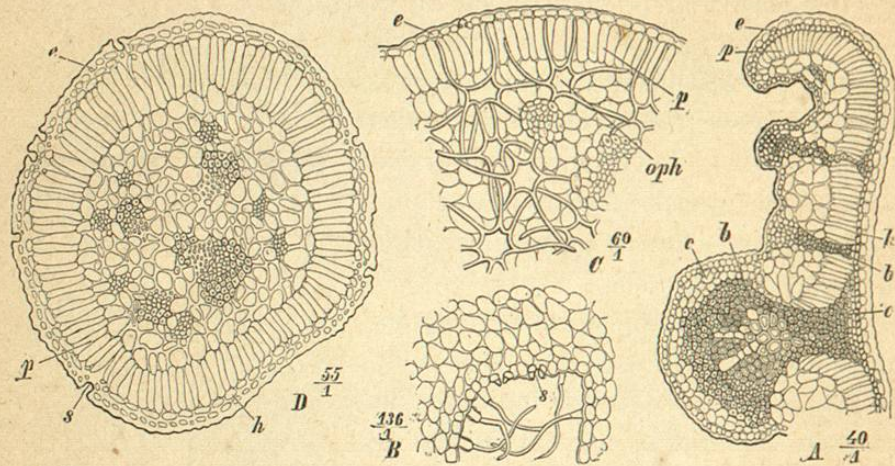


Fig. 433. - Cortes de hojas de Proteáceas: A, *Dryandra floribunda* R. Br.; B, *Banksia integrifolia* R. Br., corte de una cámara estomática; C, *Isopogon petrophiloides* R. Br., un corte mostrando células esclerenquimatosas ofuriformes, *oph.*; D, *Franklandia fucifolia* R. Br. (*e*, epidermis; *s*, estomas; *h*, hipodermis; *c*, colenquima; *b*, haces; *p*, células en empalizada).

bien se ve que van desprendiéndose las hojas más antiguas á medida que las nuevas ocupan su lugar. Las plantas en que esto no ocurre pasan por un período de desnudez, que es hijo del clima, puesto que hay especies que tienen hojas permanentes en un país y caedizas en otro más frío; así, la vid en nuestro país es de hojas caducas y en Canarias de hojas persistentes. Puede decirse que el número de plantas leñosas de hoja permanente disminuye del ecuador al polo.

La caída de las hojas se produce por la formación de una capa de corcho en la base de la hoja, que la aísla de los tejidos vivos del interior y determina su muerte; los fuertes vientos y los cambios atmosféricos con que se inicia el invierno, rompen la frágil unión de las hojas al tallo y el que fué manto verde que cubría el

árbol en el período de su mayor actividad, se convierte en amarillenta alfombra bajo la cual se defienden del frío las plantas más humildes.

Filotaxia. No nacen las hojas arbitrariamente en cualquier punto del tallo, se hallan colocadas según leyes fijas; del estudio de estas leyes se ocupa la filotaxia.

Pueden reducirse las disposiciones filotáxicas fácilmente á dos grupos: uno en que los puntos de inserción de cada hoja se hallan á diferente altura en el tallo, y otro en que dos ó más hojas están insertas á igual altura formando un verticilo. En el primer caso las hojas se dice que están alternas (fig. 435) y en el segundo verticiladas (figura 436). El nombre de alternas, en su sentido propio, corresponde sólo á las hojas situadas alternativamente á uno y otro lado de la rama, pero se usa también para designar los casos en que ocurre aproximadamente esto, dejando el nombre de esparcidas para todas las demás no verticiladas.

Si en una planta de hojas alternas se fija un hilo en el punto de inserción de una hoja y se hace pasar este hilo por el punto de inserción de la más próxima, luego por el de la inmediata á la segunda, y así sucesivamente recorreremos el tallo de alto á bajo ó viceversa, el hilo quedará arrollado al tallo formando una espiral,

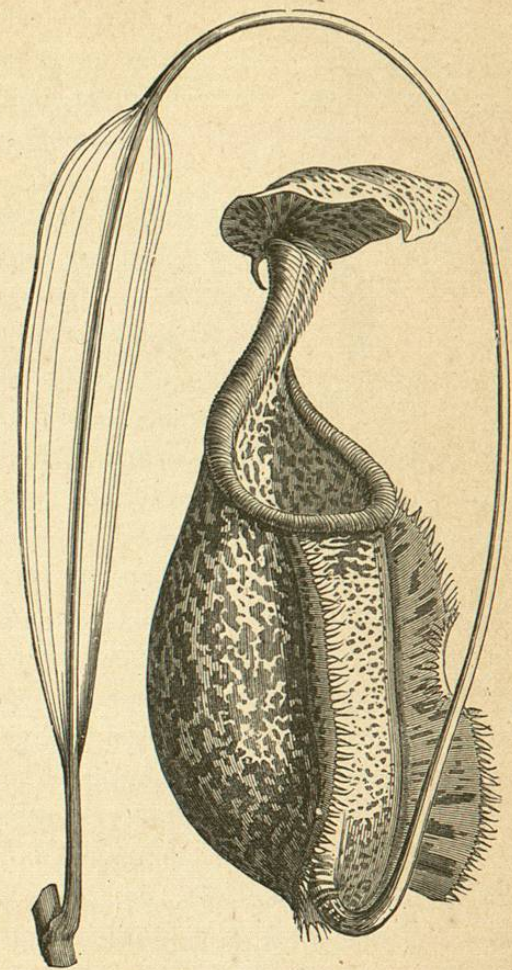


Fig. 434. - *Nepenthes*: hoja con peciolo alado y ascidia operculada

lo que indica que los puntos de inserción de las hojas sobre el tallo están dispuestos en una línea espiral.

Si suponemos un tallo colocado verticalmente y, á partir de una hoja determinada, recorremos esta espiral en sentido ascendente hasta llegar á una hoja que tenga su punto de inserción en la misma línea vertical que aquella de la cual partimos, y si hemos contado el número de vueltas que esta porción de la espiral contiene, y el número de hojas que en ella están insertas, colocando ambos números respectivamente como el numerador y el denominador de un quebrado, habremos conseguido representar por una fórmula la disposición de las hojas sobre el tallo. Esta expresión aritmética se llama *ciclo*.

La disposición de las hojas, por regla general constante en cada especie, expresada de este modo, no ofrece todos los términos posibles, sino que las fracciones filotáxicas tienen entre sí relaciones que las agrupan formando series, en que cada numerador es la suma de los dos numeradores anteriores y el denominador igual también á la suma de ambos denominadores. Así, casi todos los ciclos corresponden á las fracciones de la siguiente serie:

$$\frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{2}{5}, \frac{3}{8}, \frac{5}{13}, \frac{8}{21}, \frac{13}{34}, \frac{21}{55}, \dots$$

y casi todos los demás que pueden presentarse pertenecen á esta otra serie formada también según la ley enunciada anteriormente:

$$\frac{1}{4}, \frac{1}{5}, \frac{2}{9}, \frac{3}{14}, \frac{5}{23}, \frac{8}{37}, \frac{13}{60}, \frac{21}{97}, \frac{34}{157}, \dots$$

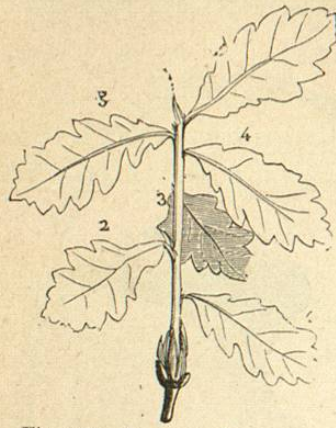


Fig. 435. - Rama de *Encina* con hojas alternas



Fig. 436. - *Amor de hortelano*: Hojas verticiladas

Ejemplos hay que comprueban estos:

- $\frac{1}{2}$, ramas del aliso, del tilo y del nogal.
- $\frac{1}{3}$, juncia.
- $\frac{2}{5}$, roble, rosál.
- $\frac{3}{8}$, lino.
- $\frac{5}{13}$, gordolobo.
- $\frac{8}{21}$, conos de *Pinus Picea*.
- $\frac{13}{34}$, eje de los pinos.

La disposición $\frac{1}{2}$ se denomina *distica*; la $\frac{2}{5}$ es la más común y recibe generalmente el nombre de *quincuncial*.

Esta ley de la distribución de las hojas sobre el tallo es de importancia, porque de la colocación de las hojas depende la de las ramas, flores y frutos, órganos que en muchos casos aparecen también dispuestos con regularidad alrededor de un eje. A veces el ciclo es distinto sobre el eje primitivo y sobre los ramos, como sucede en el nogal y en el olmo, cuyo eje presenta un ciclo $\frac{2}{5}$ y sus ramas $\frac{1}{2}$.

Cuando las hojas están muy próximas (siempreviva, alcachofa, pinsapo), la espiral que pasa por todas (espiral generatriz) no se percibe fácilmente y se notan en cambio otras espirales secundarias que van de derecha á izquierda (dextrorsas) y de izquierda á derecha (sinistrorsas). Las espirales generatrices también pueden ser dextrorsas y sinistrorsas.

Fisiología de la hoja. Son las hojas el órgano absorbente de los gases atmosféricos; en el interior del parenquima, á favor de la clorofila, tiene lugar la asimilación del carbono; sus células disponen de una actividad y un poder químico inusitados. Por las hojas absorbe la planta oxígeno, en la función respiratoria; absorbe ácido carbónico, mediando la acción de la luz, para luego asimilar el carbono; exhala el agua en estado de vapor. La respiración, la asimilación del carbono, la transpiración y la clorovaporización son, pues, funciones que cumplen las hojas.

Pueden, además, estos órganos convertirse en depósitos de materiales nutritivos; cumplen en otras ocasiones la misión de órganos protectores, de órganos de fijación, y se adaptan, según antes hemos visto, á otras funciones especiales.

II. — APARATO REPRODUCTOR

FLOR EN GENERAL. — Lo que el vulgo distingue con el nombre de flores no es en realidad lo que con este nombre designa el botánico; flor, en la acepción vulgar, es un órgano compuesto de hojuelas coloreadas que le dan atractivo y le convierten en objeto de adorno; la flor, para el botánico, está constituida por todas las formaciones foliares que contribuyen en una medida cualquiera á la formación del fruto; lo de menos, para el hombre de ciencia, son las envolturas coloreadas que busca el vulgo: la verdadera flor está representada por los órganos sexuales, los estambres y pistilos; las envolturas pueden desaparecer por completo.

Una flor típica (figs. 437 y 438) está compuesta de cuatro clases de órganos, generalmente dispuestos en otros tantos verticilos: cáliz, corola, estambres y pistilos. Así encontramos formadas las flores del alhelí, el clavel, la rosa, el almendro y tantas otras. Los dos primeros órganos constituyen lo que se llama el *perigonio*, los dos últimos son los órganos reproductores; los estambres forman el *androceo* y el pistilo ó pistilos el *gineceo*. Cuando hay sólo una envoltura floral (cáliz ó corola), la flor se dice que tiene *perigonio sencillo* (azucena, tulipán). Si sólo existen estambres, la flor es *masculina*; si pistilos, *femenina*; si ambos órganos, *hermafrodita*.

Sostiene á la flor generalmente una rama especial que se destaca de las otras partes de la planta y se denomina *pedúnculo floral*. La extremidad de este pedúnculo se ensancha á veces formando lo que se llama el *tálamo* ó *receptáculo* (adormidera, naranjo, peonia), en el cual se insertan los diferentes verticilos florales. Si el pistilo ocupa la cima, y bajo él, en derredor, quedan insertos los demás órganos, la inserción se llama *hipogina*; dentro de este caso puede ocurrir que los verticilos estén en contacto ó que el crecimiento del eje permita reconocer la distancia entre unos y otros, ya sea entre el cáliz y la corola (colleja, jabonera), ya entre

ésta y los estambres (pasionaria), ya entre éstos y el pistilo (labiadas, adormidera), ó entre los pistilos cuando hay varios en una misma flor (adonis, magnolia). Se llama la inserción *perigina* (alrededor del ovario), cuando el tálamo es plano ó poco cóncavo, el pistilo ocupa el centro, y en su derredor, al mismo nivel casi, se insertan los otros verticilos florales (cerezo, almendro, potentilla); en este caso puede también prolongarse el eje entre los pistilos (fresa, zarzal). Si el receptáculo tiene forma de copa y se suelda con el pistilo situado en su interior, los verticilos insertos en los bordes de la copa quedan por encima del ovario y entonces la inserción se dice *epigina* (peral, manzano, membrillo, granado).

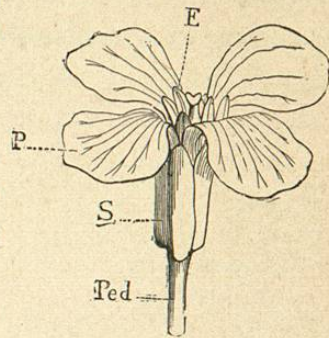


Fig. 437. — Flor del *Alhelí*: Ped., pedúnculo; S, sépalos; P, pétalos; E, estambres.

Las partes ó foliolos de que está compuesto el cáliz se llaman *sépalos*, y los foliolos de la corola *pétalos*. Los estambres constan de un hilito ó *filamento* que soporta una urna de forma variable, llamada *antera*; el pistilo se compone de una caja en la base, que es el *ovario*, prolongada en un filamento, el *estilo*, cuya terminación ensanchada recibe el nombre de *estigma*. En las monocotiledóneas el perigonio, aun siendo doble, se conceptúa como sencillo porque las piezas son iguales y se les denomina *tépalos*.

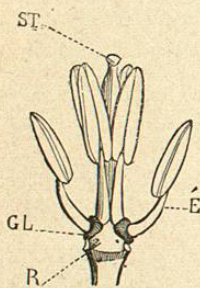


Fig. 438. — Andróceo y pistilo del *Alhelí*: R, receptáculo; GL, glándulas; E, estambres; ST, estigma del pistilo.

Son muchas las relaciones numéricas entre las diferentes piezas de la flor. Ocurre á veces, sin que esto sea lo más frecuente, que todos los verticilos constan del mismo número de piezas: dos (*Circaea*), tres (*Irideas*), cuatro (*Isnardia palustris*), cinco (murajes). El número uno es poco frecuente; se conocen algunos casos de un solo estambre (valeriana roja), y muchos de un pistilo (almendro).

Con mucha frecuencia el cáliz y la corola tienen igual número de piezas; este hecho es más raro entre aquéllos y los estambres y rarísimo entre éstos y los pistilos. Es también muy frecuente que alguno de los verticilos tenga número doble de partes que los otros

por estar formado de dos ciclos; el andróceo con frecuencia consta de tres, cuatro ó mayor número de ciclos.

El número cinco y sus múltiples son frecuentísimos en las dicotiledóneas; el cuatro y múltiplos son característicos de algunas familias, y el tres y múltiplos caracterizan á las monocotiledóneas. A continuación copiamos algunos datos concretos.

DICOTILEDÓNEAS

	Sépalos	Pétalos	Estambres	Carpelos
Callera	5	5	10	5
Peral	5	5	$5 \times n$	5
Primavera	5	5	$5 \times n$	5
Hierba mora	5	5	5	2
Clavel	5	5	10	5
Acederas	5	5	5	5
Neguilla	5	5	10	5
Anís	5	5	5	2
Belesa	5	5	5	1
Saúco	5	5	5	3
Hepática blanca	5	5	5	4
Geranio	5	5	10	5
Madroño	5	5	10	5
Crucíferas	4	4	6	2
Hierba de San Antonio	4	4	8	4
Ruda	4	4	8	4
Brezos	4	4	8	4

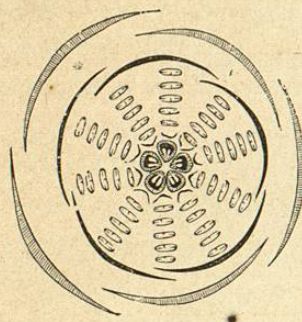
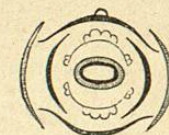
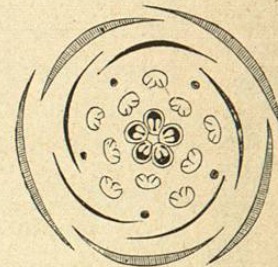
MONOCOTILEDÓNEAS

	Tépalos	Estambres	Carpelos
Azafrán	6	3	3
Cólchico	6	3	3
Azucena	6	6	3
Tulipán	6	6	3
Lirio	6	3	3
Narciso	6	6	3
Matacandil	6	6	3
Espárrago	6	6	3
Uva de zorro	8	8	4
Junco	6	6	3

Conviene tener en cuenta que estos datos son los normales, que la atrofia ó el aborto producen alteraciones en muchas flores, especialmente en las cultivadas.

Hay de ordinario en las flores una regularidad manifiesta en la posición de las diferentes partes; generalmente, el punto de inserción de un pétalo corresponde á la mitad de la distancia entre dos sépalos y entre dos estambres; el ovario ocupa el centro de la flor. Esta regularidad desaparece cuando uno de los verticilos florales aborta ó cuando constan los verticilos de dos ciclos cada uno.

Para que la flor sea regular es necesario que todos los verticilos tengan el mismo centro, ocupado por el ovario, y consten del mismo número de partes iguales y simétricamente dispuestas.

Fig. 439. - *Aguileña*: diagramaFig. 440. - *Fumaria*: diagramaFig. 441. - *Geranio*: diagrama

De ordinario, todas las flores, en estado rudimentario, en el capullo, son regulares y la disimetría se produce cuando estas partes se desenvuelven; hay, no obstante, flores irregulares de nacimiento, como por ejemplo las de la balsamina. La irregularidad hace que adquieran formas muy caprichosas las flores de algunas plantas; puede ser también hija de causas accidentales.

Una flor puede ser simétrica y no ser regular. De todas estas cuestiones nos dará más clara idea el estudio de cada uno de los verticilos florales.

Para representar las flores nos valemos de *diagramas*, figuras esquemáticas del corte transversal de una flor, destacándose en su sección cada una de las partes que le constituyen. Como no siempre puede un corte transversal pasar por todas las partes de los distintos verticilos, los diagramas figuran ser la proyección, en el plano transversal que corta por su mitad al ovario, de todas las partes de la flor. Estos diagramas se trazan por regla general teóricamente. Nada mejor que la observación de numerosos diagramas