

Manual práctico de botánica

Morfología
de las plantas
vasculares

Jaume Llistosella
Mercè Bernal



Manual práctico de botánica

Manual práctico de botánica

Morfología
de las plantas
vasculares

Jaume Llistosella
Mercè Bernal



UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Edicions

Sumario

Introducción	9
El cormo	11
La raíz	12
La diversidad de la raíz.....	12
Las modificaciones y las adaptaciones de la raíz	13
El tallo	14
Los tipos de tallos y de ramificaciones.....	16
La forma y la diversidad del tallo	17
Las modificaciones y las adaptaciones del tallo	18
La hoja.....	24
Los tipos de hojas.....	24
La persistencia y la consistencia de las hojas	26
Las partes de la hoja	26
La nervadura de la hoja	27
La forma de la hoja.....	28
La base de la hoja	30
El margen, el ápice y la base del limbo.....	31
La hoja simple y la hoja compuesta	33
De la hoja simple a la hoja compuesta	34
La disposición de las hojas en el tallo.....	37
Las modificaciones y las adaptaciones de la hoja.....	37
Las formaciones epidérmicas.....	40
El cormo de los helechos y grupos afines.....	41
Las estructuras reproductoras	45
Las estructuras reproductoras de los helechos y grupos afines	45
Las estructuras reproductoras de los espermatófitos.....	49
Los órganos reproductores de las gimnospermas.....	49
Los órganos reproductores de las angiospermas.....	54
La flor.....	54
Los verticilos florales	54
El perianto	61

El cáliz	62
La corola	65
<i>La simetría de la flor</i>	67
El androceo	67
<i>El polen</i>	72
El gineceo	74
El tálamio	77
Los nectarios y las glándulas nectaríferas	78
La fórmula y el diagrama florales	80
El fruto	80
Los frutos simples	82
<i>Los frutos secos dehiscentes</i>	82
<i>Los frutos secos indehiscentes</i>	84
<i>Los frutos secos fragmentables</i>	84
<i>Los frutos carnosos</i>	84
Los frutos múltiples o agregados	87
Las infrutescencias	88
La semilla	88
Las inflorescencias	89
Las inflorescencias simples	90
Las inflorescencias compuestas	93
Otras inflorescencias	94
Glosario	95
Bibliografía	107

Introducción

En este manual únicamente se tratan las plantas vasculares, que son aquellas que poseen órganos y estructuras especializados en absorber y transportar el agua y los nutrientes, y quedan excluidos aquellos otros vegetales que, pese a ser también verdes (tienen clorofila), no disponen de estos órganos, como sucede con los musgos (y grupos afines) y el conjunto de las algas.

El presente libro quiere ser eminentemente práctico y se ocupa en exclusiva de los caracteres morfológicos de estas plantas; así, no se contemplan ni sus procesos fisiológicos ni los reproductivos, salvo que estos sean imprescindibles para la mejor comprensión de los rasgos morfológicos, y, cuando este es el caso, se hace siempre de manera genérica.

El objetivo principal de esta obra es facilitar el reconocimiento de las estructuras vegetativas y de los órganos reproductores de estas plantas, así como la identificación y la interpretación de

sus modificaciones y adaptaciones. En este sentido, el manual complementa la imprescindible parte descriptiva con una gran carga gráfica, con numerosas imágenes –de conjunto o de detalle– representativas de las diferentes estructuras tratadas. A su vez, se pretende familiarizar al lector con la extensa terminología botánica, que se introduce de forma clara y siempre apoyada en ilustraciones de los distintos términos y conceptos tratados, y que también se recopila en un glosario terminológico final para facilitar su comprensión y consulta.

Queremos agradecer a Antoni Sànchez-Cuxart todos los buenos momentos que hemos compartido, en el campo y en la montaña, mientras buscábamos y recogíamos plantas, sobre todo en flor y en fruto, que nos han permitido ilustrar muchos de los caracteres y de las estructuras que se comentan en este manual.

El cormo

El cuerpo vegetativo de las plantas vasculares está formado por la raíz, el tallo y las hojas (fig. 1: *a*); estos tres elementos constituyen el cormo, por lo que estas plantas también reciben el nombre de *cormófitos*.

A pesar de que comparten la estructura de su cuerpo vegetativo, existen dos grupos bien diferen-

ciados de cormófitos en función de la forma de reproducirse. Los helechos y grupos afines (colas de caballo, lycopodios, selaginelas e isoetes), antiguamente conocidos como *pteridófitos*, se consideran más primitivos, ya que se reproducen por esporas (no producen semillas), de las que nace un protalo, un pequeño cuerpo verde, autónomo y de vida

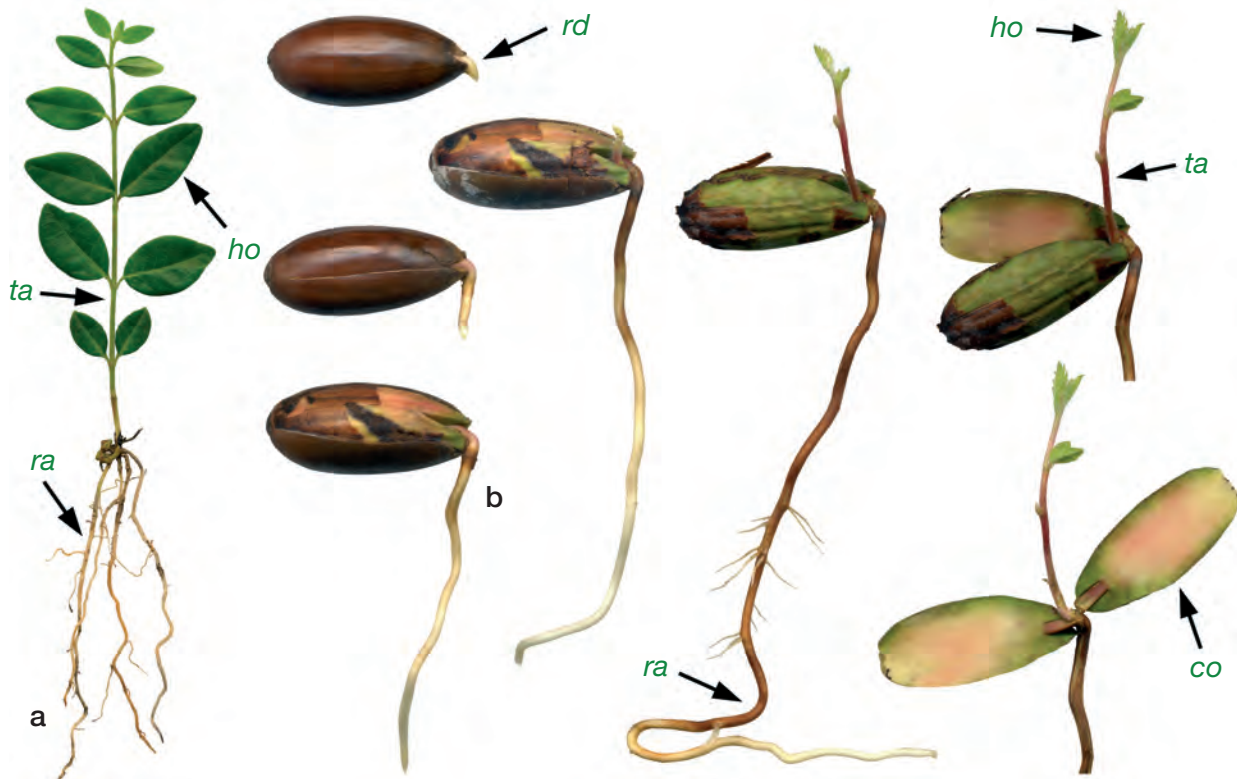


Figura 1. El cormo. *a*) el cormo de la hierba doncella (*Vinca major*); *b*) diferentes estadios de la semilla del roble pubescente al germinar (*Quercus pubescens*). Raíz (*ra*), radícula (*rd*), tallo (*ta*), cotiledones (*co*) y hojas (*ho*).



Figura 2. La raíz. a) raíz axonomorfa del pie de ganso (*Chenopodium murale*), con la raíz principal (*rp*) y las ramificaciones secundarias (*rs*); b) raíz fasciculada de la cebolla (*Allium cepa*).

corta, que lleva los órganos reproductores sexuales; por su parte, el otro grupo, los espermatófitos, se reproducen mediante semillas, que contienen un embrión, y se les tiene por más evolucionados. En los primeros, el cormo se origina a partir del protalo, y en los segundos, por la germinación de la semilla y el desarrollo del embrión.

Sin embargo, en esencia, el cormo es muy parecido morfológicamente en ambos grupos de plantas vasculares.

Si se toma como ejemplo la germinación de una semilla de un espermatófito, se puede observar que, a partir de la radícula del embrión (fig. 1: *rd*), nace una primera raíz que se encorva hacia el suelo; al mismo tiempo, se desarrolla un primer tallo que crece siempre hacia arriba y lleva las primeras hojas del embrión, los cotiledones (fig. 1: *co*), que forman parte de la semilla. Así, en los primeros estadios del desarrollo de la planta, ya se pueden

reconocer los tres elementos del cormo: la raíz, el tallo y las hojas.

LA RAÍZ

LA DIVERSIDAD DE LA RAÍZ

La raíz es el órgano de absorción y de fijación de la planta. Generalmente es subterránea y ancla la planta al suelo, a la vez que se encarga de absorber el agua y los nutrientes que esta necesita para su crecimiento y desarrollo. Crece en sentido opuesto al del tallo y carece de hojas y de órganos reproductores.

Al crecer, la radícula del embrión se convierte en la raíz principal de la planta, que crece en vertical y penetra en el suelo. A veces, las plantas desarrollan otras raíces que no provienen de la raíz

embrionaria; estas pueden nacer tanto en la base de la planta como en otras partes y reciben el nombre genérico de *raíces adventicias*.

La raíz principal se divide en ramificaciones de primer orden, de segundo orden y así sucesivamente, las cuales son cada vez más delgadas y suelen crecer formando ángulos muy variados con respecto a la raíz principal. Este tipo de raíz se llama axonomorfa, y el conjunto constituye un sistema radical axonomorfo (fig. 2: *a*).

Otras plantas presentan raíces fasciculadas: estas se originan o bien cuando las ramificaciones de la raíz principal crecen tanto o más que esta, de manera que no se pueden diferenciar las unas de la otra, o bien cuando la raíz principal embrionaria deja de crecer poco después de la germinación de

la semilla y la planta forma, en su base, un haz de raíces adventicias, todas parecidas entre sí. Se trata este de un sistema radical fasciculado (fig. 2: *b*).

En otros casos, las raíces adventicias se forman en los nudos de los tallos reptantes (fig. 3: *a, b*), en los rizomas o tallos subterráneos (fig. 3: *c*), o en los nudos de los estolones (fig. 3: *d*).

LAS MODIFICACIONES Y LAS ADAPTACIONES DE LA RAÍZ

Algunas plantas desarrollan raíces adventicias que tienen otras funciones específicas más allá de absorber el agua y los nutrientes. Hay plantas trepadoras que necesitan asirse a un soporte para pros-



Figura 3. Las raíces adventicias. *a*) en los tallos de la uva de gato (*Sedum album*); *b*) en los tallos de la selaginela (*Selaginella denticulata*); *c*) en el rizoma del lirio amarillo (*Iris pseudacorus*); *d*) en un estolón de la fresa (*Fragaria vesca*).

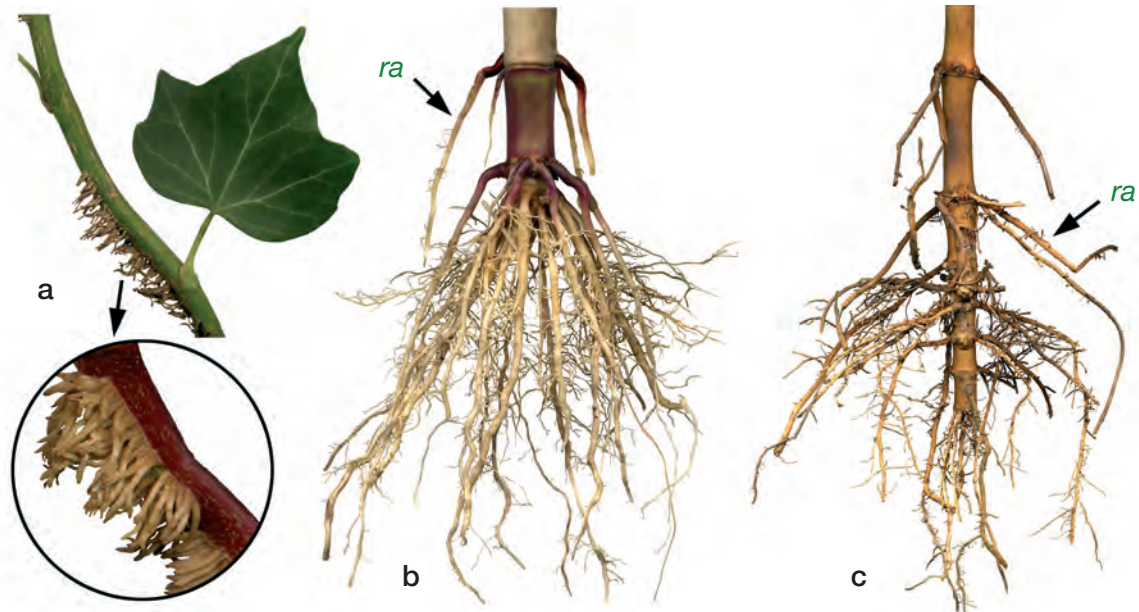


Figura 4. Las raíces aéreas. *a)* raíces garfio o raíces adherentes de la hiedra (*Hedera helix*); *b)* raíces aéreas del maíz (*Zea mays*); *c)* raíces aéreas del bambú amarillo (*Phyllostachys aurea*). Raíces aéreas (*ra*).

perar, y lo consiguen formando, en diferentes partes del tallo, raíces aéreas adherentes o raíces garfio (fig. 4: *a*). Otras presentan las raíces aéreas en los nudos basales de los tallos y crecen buscando adentrarse en el suelo, de modo que actúan como contrafuertes y ayudan a sostener la planta; las forman, entre otras plantas, el maíz (fig. 4: *b*) y el bambú amarillo (fig. 4: *c*). Cuando tales raíces nacen en las ramas más altas reciben el nombre de *raíces fúlcreas*. Las raíces aéreas que nacen del tallo también se conocen genéricamente como *raíces caulógenas*.

Cuando la adaptación de la raíz se orienta a la reserva de nutrientes, la raíz se vuelve carnosa o tuberosa; así se torna más gruesa y desarrolla tubérculos en los que almacena nutrientes. Los tubérculos radicales pueden ser más o menos numerosos y situarse en las ramificaciones de la raíz principal (fig. 5: *a, b*), o ser poco numerosos, como ocurre en muchas orquídeas, que solo forman un único par (fig. 5: *c*).

Pero a menudo el tubérculo radical es único y lo forma la raíz principal. La raíz carnosa que resulta en este caso puede ser muy variable en cuanto a su morfología: algunas son globosas (fig. 5: *d, e*), otras son cónicas (fig. 5: *f*), y las hay también cilíndricas, y se conocen como raíces napiformes, de las que son exponentes principales la zanahoria (fig. 5: *g*) y el nabo (fig. 5: *h*), que les da el nombre.

Las plantas parásitas generan raíces chupadoras, de morfología muy variable, que pueden penetrar en los tejidos vivos del huésped para obtener el agua, la savia, o ambos a la vez (fig. 6: *rc*).

EL TALLO

El tallo es el órgano de las plantas vasculares que da soporte a toda la estructura aérea de la planta; sostiene las hojas, las flores y los frutos; conecta las diferentes partes de la planta con la raíz, y es el



Figura 5. Modificaciones y adaptaciones de la raíz. Raíces tuberosas: *a*) tubérculos de la celidonia menor (*Ranunculus ficaria*); *b*) tubérculos de la enante de hoja de apio (*Oenanthe pimpinelloides*); *c*) tubérculos del espirante de otoño (*Spirantes spiralis*). Raíces carnosas: *d*) raíz globosa del rábano silvestre (*Raphanus raphanistrum*); *e*) raíz globosa de la remolacha (*Beta vulgaris* var. *rapacea*); *f*) raíz cónica de la chirivía (*Pastinaca sativa*); *g*) raíz napiforme de la zanahoria silvestre (*Daucus carota*); *h*) raíz napiforme del nabo (*Brassica napus*).



Figura 6. Las raíces chupadoras. Ramas de pino carrasco (*Pinus halepensis*) parasitadas por muérdago (*Viscum album*). Pino carrasco (*pi*), muérdago (*mu*) y raíces chupadoras (*rc*).

encargado del transporte del agua, los nutrientes y los productos metabolizados por la fotosíntesis. Por lo general, muestra un geotropismo negativo y crece verticalmente buscando la luz.

Presenta una estructura modular que se repite en todas las plantas vasculares. Crece gracias a la yema apical o terminal (fig. 7: *yp*) y, al hacerlo, va diferenciando los nudos (fig. 7: *nu*), que quedan separados entre sí por los entrenudos (fig. 7: *en*). En los nudos es donde nacen las hojas y las yemas axilares o laterales; estas siempre están situadas en la axila de las hojas (fig. 7: *yx*). En un nudo se pueden formar una o más yemas axilares, cada una con su hoja correspondiente. Las yemas axilares, al desarrollarse y crecer, dan lugar a las ramificaciones del tallo y pasan a ser así las yemas apicales de las nuevas ramas.

El conjunto integrado por nudo, yemas axilares y entrenudo constituye el módulo que se repite secuencialmente durante todo el crecimiento del tallo.

Los entrenudos son variables en cuanto a su longitud, hecho que condiciona la separación de las hojas en el tallo. Si los entrenudos son muy cortos o casi inexistentes, entonces las hojas crecen muy

próximas unas de las otras y la planta parece que no tenga tallo.

LOS TIPOS DE TALLOS Y DE RAMIFICACIONES

Una misma planta puede formar dos tipos de ramificaciones o ramas: en unas –los macroblastos–, las yemas apicales crecen indefinidamente, los entrenudos son más o menos largos (fig. 8: *ma*) y los nudos aparecen distantes entre sí; en otras –los braquiblastos–, el crecimiento es limitado, por lo que los entrenudos son cortísimos, de modo que los nudos quedan juntos, tocándose unos a otros (fig. 8: *br*). Los braquiblastos tienen relevancia en la estructura de las flores.

Casi siempre la ramificación del tallo se origina por el desarrollo de las yemas axilares y, por lo tanto, es lateral. Solo en algunos grupos, como en el de los licopodios, es la yema apical la que se bifurca y da dos ramas parecidas; en este caso, la ramificación es terminal y dicotómica (fig. 9: *d*). Cuando la ramificación es lateral, puede ocurrir que el eje principal de la rama, con la yema apical en el extremo, siga creciendo indefinidamente y sean

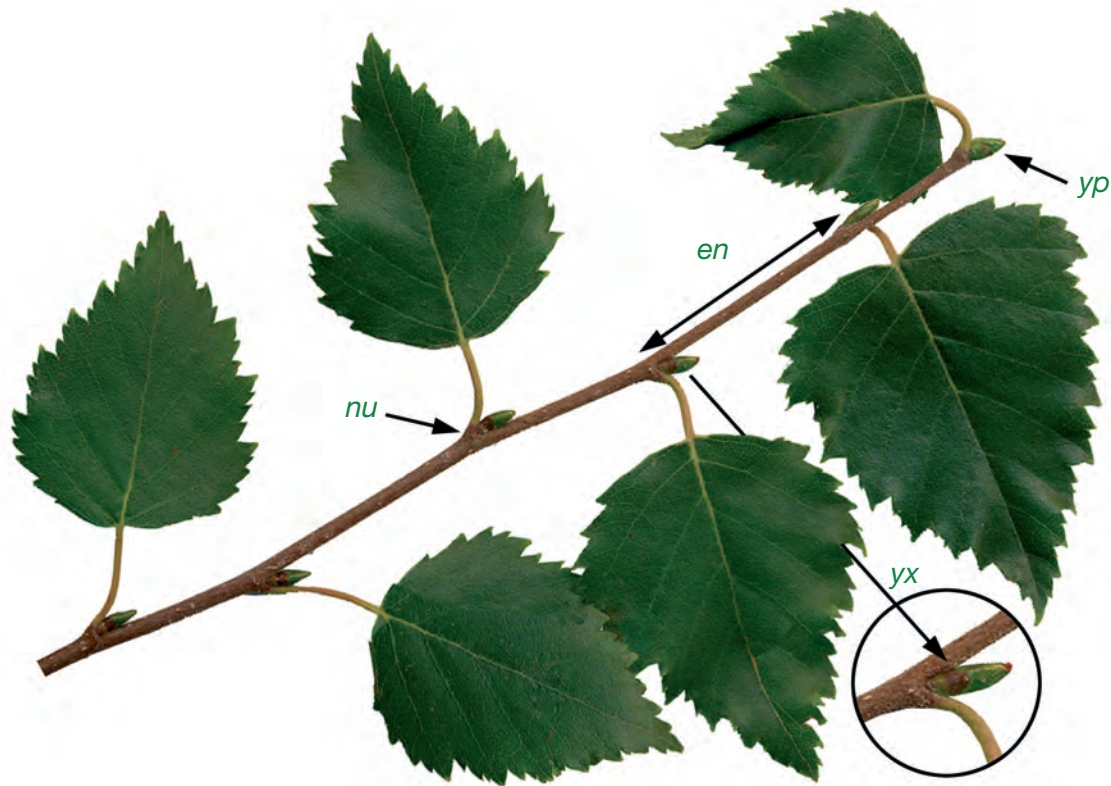


Figura 7. Estructura del tallo. Rama de un abedul (*Betula pendula*), con los nudos (*nu*), entrenudos (*en*), la yema apical (*yp*) y las yemas axilares (*yx*).

las yemas axilares las que desarrollen nuevas ramas; así, el conjunto de ramas forma un racimo, la ramificación es racemosa y se conoce como monopódica (fig. 9: *a*). En lo que respecta a los árboles, la ramificación monopódica les confiere un aspecto cónico, como sucede con los abetos y la mayoría de los pinos. Otras veces, la yema apical se atrofia o forma flores o inflorescencias, con lo que deja de crecer, y entonces son una o varias de las yemas laterales más próximas a la terminal las que se encargan de continuar el crecimiento del tallo; en este caso, la ramificación es cimosa o simpódica (fig. 9: *b, c*) y es variable en cuanto a su aspecto general, según el número de yemas laterales que la originan. Los árboles que forman un tronco principal relativamente corto, que pronto se ramifica

en ramas secundarias, presentan una ramificación simpódica.

LA FORMA Y LA DIVERSIDAD DEL TALLO

Muy a menudo el tallo es cilíndrico (fig. 10: *a*), más delgado hacia el ápice y más grueso en la base, pero hay también tallos trígonos o triquetros, de sección más o menos triangular (fig. 10: *b*), así como tallos tetragonales o cuadrangulares, con cuatro caras bien diferenciadas (fig. 10: *c*). La superficie del tallo puede ser lisa (fig. 10: *a*), más o menos estriada (fig. 10: *d, e*), o tener costillas, costas o cantos (fig. 10: *f*). A veces presenta surcos o canales que lo recorren longitudinalmente, y entonces se

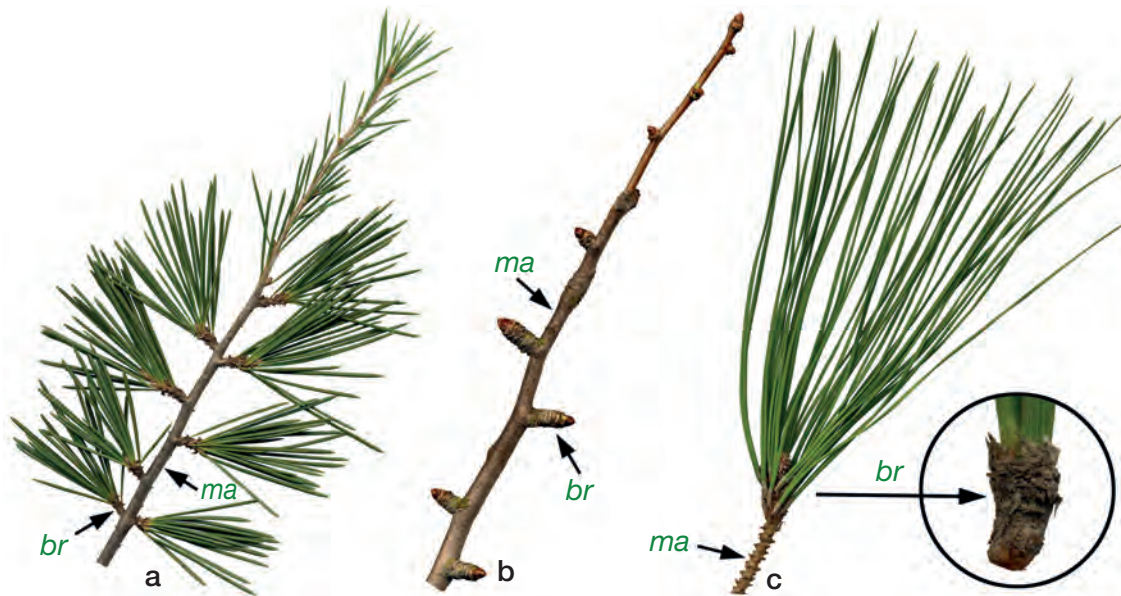


Figura 8. Tipo de tallos. Macroblastos y braquiblastos: a) cedro del Himalaya (*Cedrus deodara*); b) ginkgo (*Ginkgo biloba*); c) pino piñonero (*Pinus pinea*). Macroblasto (ma) y braquiblasto (br).

habla de un tallo surcado o acanalado (fig. 10: *g*), o bien puede ser alado si tiene una formación aplanaada a ambos lados, a modo de alas (fig. 10: *h*). El tallo es fistuloso cuando está vacío, con un canal en el interior (fig. 10: *d, h*).

En cuanto a su hábito, las plantas forman varios tipos de tallos. Cuando son lo bastante fuertes o leñosos suelen crecer erectos, buscando la luz (fig. 11: *a*), pero no siempre tienen suficiente consistencia para mantenerse derechos. Así, hay tallos que crecen postrados o tendidos y descansan directamente sobre el suelo (fig. 11: *g*). A veces, algunos tallos postrados, a medida que crecen, cogen consistencia, se enderezan y se vuelven ascendentes (fig. 11: *c*); en estos casos, si la parte tendida desarrolla raíces adventicias, estos son ascendentes y radicantes (fig. 11: *b*). Otras veces, el tallo progresa con estolones, es decir, ramificaciones largas, delgadas y flexibles que crecen más o menos

tendidas y que, al tocar el suelo, arraigan desde los nudos y sacan nuevas hojas (fig. 11: *d*). Algunos tallos son volubles y poseen la capacidad de enroscarse sobre otros tallos o soportes y, de este modo, trepar hacia la luz (fig. 11: *e*). Por último, hay plantas cuyos tallos forman los entrenudos extremadamente cortos, casi inapreciables, de tal manera que las hojas nacen unas sobrepuestas a las otras en una roseta basal, dando la impresión de que la planta no tenga ningún tallo que les dé soporte: se trata de las plantas acaules (fig. 11: *f*).

LAS MODIFICACIONES Y LAS ADAPTACIONES DEL TALLO

El tallo no siempre tiene el aspecto descrito y puede mostrar modificaciones y adaptaciones diversas. En ocasiones, para poder trepar, algunos tallos



Figura 9. Ramificación del tallo. Ramificación: *a)* monopódica, de la araucaria excelsa (*Araucaria heterophylla*); *b)* simpódica, de la coronilla de hoja fina (*Coronilla juncea*); *c)* simpódica, del muérdago (*Viscum album*); *d)* dicotómica, del musgo derecho (*Lycopodium selago*).