

de láminas delgadas hábilmente obtenidas del ejemplar descubierto en Autonois. Los óvulos tienen una estructura muy análoga con la de los óvulos de *Ephedra*; indica sólo lo observado un plan orgánico más primitivo.

Gén. *Ephedra* L. (figs. 403 y 404); *E. vulgaris* Rich. (Belcho, uvas de mar); *E. fragilis* Desf. (Hierba de las coyunturas, canadillo, ginestra borde, trompetera); *E. scoparia* Lange; *E. altissima* Desf.

La *E. vulgaris* se recomienda como útil, por sus raíces abundantes y rastreras, para consolidar las arenas de las dunas.

El gén. *Ephedra* comprende unas 15 especies extendidas principalmente por América del S. y por la parte del Asia, Africa y Europa inmediata al Mediterráneo; de las 4 especies citadas (que viven en España), sólo una, la *E. scoparia*, puede tal vez considerarse como exclusivamente española.

TIPO QUINTO

ANGIOSPERMAS

CARACTERES GENERALES. — Integran la organización de estas plantas dos aparatos: el *aparato vegetativo* formado por la raíz, el tallo y las hojas; el *aparato reproductor*, que es sexual y se compone de órganos masculinos (estambres), órganos femeninos (pistilos) y órganos protectores y auxiliares (cáliz, corola, etc.). Enlázanse morfológicamente, por transición fácil, la raíz al tallo, el tallo á las hojas, las hojas á los órganos masculinos ó femeninos.

Bajo el punto de vista histológico, el tejido fundamental del aparato vegetativo es el haz líbero-leñoso, continuo en todo el trayecto de la planta.

De ambos aparatos nos ocuparemos sumariamente en párrafos separados, con arreglo al orden que indica el cuadro siguiente:

<i>Aparato vegetativo</i>	}	Raíz.
(Fórmanle los miembros siguientes)	}	Tallo.
	}	Ramificaciones.
	}	Hojas.
<i>Aparato reproductor</i>	}	Protectores
(Fórmanle los órganos siguientes)	}	Cáliz.
	}	Corola.
	}	Esenciales
	}	Masculinos (Androceo).
	}	Femeninos (Gineceo).

Este cuadro se presta á ciertas consideraciones que por ser generales, de interés filosófico, anotaremos.

Marca en primer término la diferenciación superior que los vegetales alcanzan. No forman el aparato vegetativo órganos distintos, sino miembros diferentes, en que no hay apenas división del trabajo fisiológico. El único miembro que merece la categoría de órgano es la hoja, que por otra parte es el punto de partida de los órganos reproductores todos, á los que llega mediante transformaciones que más adelante indicaremos. Indeterminación orgánica, difusión de las funciones, escasa actividad vital, más de pasivo que de activo, estos son los caracteres del aparato vegetativo de las plantas superiores. En cambio, se determinan órganos bien diferenciados, que desempeñan funciones concretas, en el aparato reproductor, en donde reside actividad inusitada. Ocurre aquí lo que ya señalamos en otro lugar de este libro: la Naturaleza rodea en todos los casos á la reproducción de la especie de medios superiores, de órganos delicados, que reúnen la mayor perfección orgánica y funcional.

Lo mismo, aunque en un grado menor, hemos hallado en las gimnospermas. La diferencia con éstas está en los caracteres siguientes: Los granos de polen son unicelulares y cada uno de ellos produce un tubo polínico que fecunda á la oosfera. El protalo femenino está representado solamente por las sinérgidas, las antípodas y los núcleos polares; el huevecillo se desenvuelve directamente en un embrión y el núcleo del saco embrionario produce un albumen que unas veces es permanente y otras veces es fugaz. Los óvulos se hallan, por regla general, envueltos de un tegumento doble y encerrados en un ovario.

DIVISIÓN EN CLASES. — Según que el embrión tenga uno ó dos cotiledones, se dividen las angiospermas en mono ó dicotiledóneas; otros caracteres permiten diferenciar exteriormente las plantas de ambos grupos.

Monocotiledóneas: Flores de tipo ternario; hojas de nerviación paralela, siempre sencillas.

Dicotiledóneas: Flores tetrámeras ó pentámeras, más ordinariamente esto último; hojas simples ó compuestas, con el nervio central ramificado, formándose una red de finas nerviaciones.

Son dos clases estas muy naturales y universalmente aceptadas, que luego se subdividen en numerosos órdenes y familias.

I.—APARATO VEGETATIVO

LA RAÍZ. — Parte del vegetal dotada de geotropismo positivo, que carece de estomas y en ella no aparecen nunca órganos foliáceos.

Generalmente se desenvuelve una raíz principal, que continúa por la parte inferior al tallo y que por ser gruesa y cónica suele llamarse *raíziforme*; se ramifica en raicillas secundarias y éstas en raíces terciarias. Hay ocasiones en que la raíz principal se desenvuelve poco y están más desenvueltas las raíces

secundarias, formándose una verdadera cabellera; son éstas las llamadas raíces *fasciculadas* ó compuestas (fig. 405). Las primeras son las más frecuentes en las plantas dicotiledóneas; las segundas abundan en las monocotiledóneas.

La forma, la longitud y el grosor de las raíces varían mucho. En la palmera alcanzan las raíces hasta quince metros de longitud; en cambio en la lenteja de agua son de algunos milímetros. Hay raíces primarias muy gruesas y jugosas (remolacha, nabo común (fig. 406), rábano, zanahoria); las hay tuberculosas (dalia, fig. 407, filipéndula).

Distínguense raíces *normales*, que nacen sobre la prolongación inferior del tallo, y *adventicias*, que brotan en los tallos (hiedra, fresa), ó en las hojas (begonias). Las hay que penetran en el agua, ó que nacen al aire, ó que constituyen órganos de succión que penetran en los tejidos de otras plantas chupando sus jugos (cúscuta, muérdago).

Para estudiar la estructura interna de la raíz conviene observar

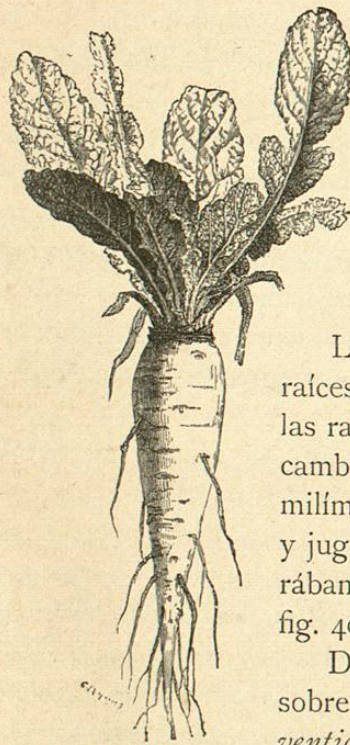


Fig. 406. — Raíz carnosa del nabo común



Fig. 405. — Raíz fasciculada de *Poa*.

una raicilla muy joven que nos mostrará la estructura primaria, y después una raíz ya formada y gruesa para ver la secundaria.

Un corte transverso dado á una raicilla muestra la existencia de dos partes distintas: la corteza en la periferia, y un cilindro central bien distinto por los elementos histológicos que lo forman.

En la corteza se distinguen: la capa más externa, celular, activa, desprovista de estomas, con abundantes pelos absorbentes de ordinario simples, capa formada de una sola fila de células y que constituye la *zona pilífera*; debajo hay otra fila de células poliédricas, mayores que las externas, susceptibles de suberizarse: forman la llamada *zona suberosa* que sustituye á la pilífera cuya existencia es transitoria; sigue después una gran masa de parenquima cortical en la que se distinguen: la *zona externa*, de células poliédricas irregularmente dispuestas, y la *zona interna*, formada por células regulares dispuestas en capas concéntricas y filas radiales que ofrecen entre ellas meatus cuadrangulares. Entre la corteza y el cilindro central hay todavía una capa de células estrechamente unidas, cuyos tabiques de separación tienen pliegues lignificados que en el corte aparecen como puntos negros; esta capa recibe el nombre de *endoderma*.



Fig. 407. - Raíz tuberosa de la dalia

El cilindro central comienza por una fila de células que tienen las membranas delgadas y que constituyen la capa denominada *periciclo*. Hacia la parte interna de éste aparecen dos ó más zonas estrechas, radiales, regularmente dispuestas en estrella y formadas por vasos aéreos y fibras leñosas (*hacillos radiales ó leñosos*); entre estos radios y en la parte más abierta de los ángulos que forman, hay manchas de mayor amplitud que avanzan poco hacia el centro y están constituidas por tubos cribosos y fibras; estas manchas son los *hacillos liberianos*. Unos y otros haces alternan con regularidad y son en el mismo número. Cuando los radios no llegan hasta el centro, ocupa éste un parenquima que recibe el nombre de *médula*.

La estructura primaria descrita es idéntica en todos los tipos

vegetales; en las monocotiledóneas es permanente y varía poco durante la vida de la planta; en las dicotiledóneas la estructura primaria se modifica mucho, dando lugar á la secundaria que muy pronto indicaremos.

Todos los tejidos que acabamos de indicar como diferenciados en una raicilla joven, proceden de un meristemo terminal que forma la región denominada *punto vegetativo*. Recordemos que en las criptógamas, este punto, este meristemo terminal, queda reducido á una sola célula. El punto vegetativo es el único por donde la raíz crece en longitud. El meristemo terminal se diferencia en tres capas: en las dicotiledóneas la primera produce al cilindro central, la segunda á la corteza, de la tercera provienen la zona pilífera y la cofia; en las monocotiledóneas, la zona pilífera deriva de la segunda capa, y de la última proviene tan sólo la cofia.

La *cofia ó pilorriza* es una especie de caperuza que cubre las terminaciones de las raicillas protegiéndolas cuando hienden los terrenos y preservándolas de la sequedad. En las grandes raíces puede verse á simple vista. En las plantas acuáticas (nenúfar) es persistente; en las terrestres se renueva de una de dos maneras: ó desecándose las capas superficiales, que se desprenden en forma de escamas (berza), ó por gumificación de las membranas celulares (trigo). Este último caso, el más frecuente, dió origen á que se creyera algún tiempo en las secreciones radicales. La pilorriza está unas veces libre por su base y otras veces se halla soldada en toda la superficie interna con la terminación de la raíz.

Las raíces se ramifican como hemos dicho. Las raicillas derivan todas del periciclo, que por esta causa se ha llamado *capa rizógena*; las células de esta capa situadas frente al leño se dividen muchas veces formándose un meristemo que bien pronto se diferencia en los tejidos de la nueva raicilla. En esta formación suele también tomar parte el endoderma de la raíz principal, recubriendo á la nueva raíz de una especie de bolsa que se denomina *bolsa digestiva* porque digiere los tejidos de la raíz madre á medida que la raicilla avanza hacia el exterior.

En las plantas dicotiledóneas, la estructura primaria de la raíz no es permanente; aparecen pronto formaciones secundarias que cambian por completo la estructura. Al cabo de un cierto tiempo

de formada la raíz, los hacecillos liberianos entran en actividad produciendo nuevos haces leñosos entre los radiales primitivos y nuevo líber entre éste y el antiguo. La zona de parenquima que separa los hacecillos leñosos de los liberianos, forma una capa generatriz continua, primero sinuosa, después regular, cuyos elementos, dotados de vitalidad grande, producen en cada período de nutrición activa un nuevo anillo leñoso que envuelve á los anteriores y otro liberiano en la parte interna de los primeros.

Además de esta zona generatriz líbero-leñosa, se forma una segunda á expensas de la corteza ó del periciclo; generalmente produce corcho esta zona cuando es de origen cortical; si procede del periciclo da una *corteza secundaria* que motiva una formación interna y corcho al exterior. En este caso la corteza primaria se exfolia por completo.

La función principal de la raíz es absorber las substancias que la rodean; es además un órgano de fijación y por ella circulan los líquidos hacia el tallo; se convierte á veces en depósito de reserva, como ocurre con las raíces tuberculosas.

EL TALLO. — Son tan variados los órganos á que se da este nombre, que es difícil fijar el tipo morfológico. Sobre el tallo y sus divisiones se asientan los órganos aéreos del vegetal; en la terminación, por donde se verifica el crecimiento, existe un meristemo, sin la cofia que hay en las raíces; la epidermis del tallo tiene siempre estomas: éstos parecen ser los caracteres que le diferencian de la raíz.

Los tallos varían extraordinariamente por su forma, consistencia, disposición, altura, grosor, etc.

De ordinario, la forma es la de un eje cónico ó piramidal que se eleva desde el suelo, cerca del cual tiene el mayor espesor, terminando en punta.

Por la consistencia los hay herbáceos y leñosos, compactos y huecos como la caña, duros y blandos y aun carnosos ó crasos (captus, euforbias crasas, higuera chumba, pluma de Santa Teresa, etc.). Se aplica el nombre de *estípe* al tronco especial de las palmeras, que forma una columna erguida, terminada en el extremo superior por un penacho de anchas hojas.

Cladodios se llaman los tallos de aspecto foliáceo que no son

crasos y que muchas veces pueden confundirse con las hojas (brusco, figs. 408 y 409); su naturaleza morfológica denuncian las flores y los frutos que se desenvuelven sobre ellos.

Hay tallos que se levantan sobre el suelo; los hay rastreros, sarmentosos, subterráneos y trepadores. De tamaño, encontraremos en la revisión de las familias, desde los que tienen unos cuantos milímetros hasta las lianas de centenares de metros. Es notable y curiosa la larga serie de árboles corpulentos que viven en diversas regiones del Globo. Ya hemos citado en otra ocasión la *Sequoia gigantea* de California. Los *Eucalyptus oblicua* y *pylularis* llegan hasta 90 metros de altura; á 150 metros alcanza el *E. amygdalina*; el diámetro no es mayor de 5 metros. La *Areca oleracea*, palmera de América del Sur, se eleva á cerca de 50 metros; pasa de ellos el *Ceroxylon andicola*, el árbol de la cera. El *Pinus Lambertiana* de América meridional, y la *Araucaria excelsa*, de Australia, llegan á tener cerca de 70 metros de longitud. En



Fig. 408. — Brusco; ramo masculino



Fig. 409. — Brusco; ramo fructífero

Lituania hay un tilo que mide 25 metros de circunferencia y se calcula su edad en 815 años. El célebre *Draco* de Tenerife tenía 14 metros de circunferencia, 20 metros de altura, y alcanzó una edad de bastantes miles de años. Los baobales del Senegal llegan á tener troncos de 30 metros de circunferencia y más de 20 metros de altura, calculándose que su edad no es menor de 5000 años. De Portugal se citan: el fresno de Francoso (Beira Alta), cuya altura es de 30 metros y á dos del suelo mide una circunferencia de 6 metros 40 centímetros; el pino de Alvinha extiende su copa á 40 metros sobre el suelo, y su tronco, á un metro, tiene 3 de circunferencia; en Samora Correia existe un *Pinus pinea* de 21 metros de altura, 4^m,60 de circunferencia en la base y 28 metros de anchura en la cima; en Alentejo hay un alcornoque aislado, de 18 metros de altura, cuyo corcho se explota en una superficie de 70 metros cuadrados y cada recolección pesa próximamente 500 kilos.

En España hay árboles indígenas verdaderamente gigantes: cítese de tiempo inmemorial el *pinsapo de las siete vigas*, que se encuentra en el camino de Ronda á Tolox, cerca del Puerto de las Animas; se eleva á 20 metros y tiene siete larguísimas ramas, casi iguales, colocadas con gran simetría; el pino silvestre de nuestros bosques se eleva á 25 metros con frecuencia, á más de 30 el pino piñonero y á más de 40 el *Pinus Laricio*; el sauce blanco llega á 20 metros de altura en algunos puntos; en la Vera de Plasencia, cuenta algún autor que los castaños regoldos adque-

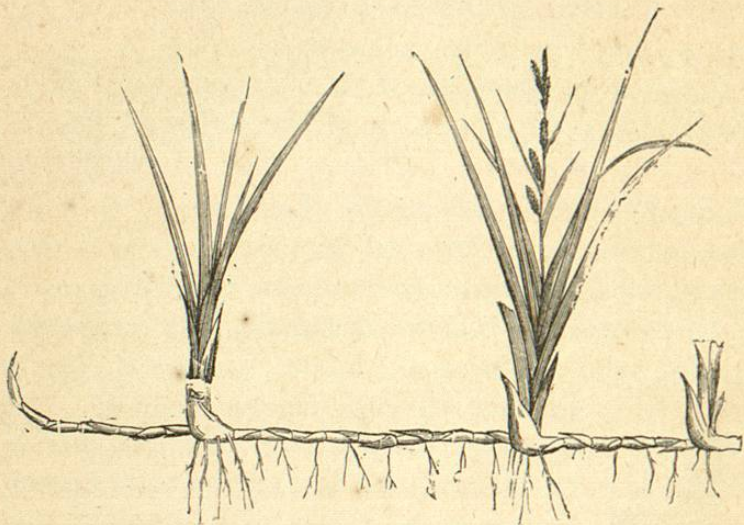


Fig. 410. - Rizoma definido de carrizo

ren hasta 12 varas de circunferencia y más de 30 de altura; Ambrosio de Morales dice que en Béjar le mostraron un castaño en cuyo hueco vivía un hombre como en una choza, y en las inmediaciones de Hervas se conservan los restos de un castaño en el cual encerraban un toro, para lidiarlo después en la plaza misma en que dicho árbol estaba. Alcornocues, los hay de gran talla en la provincia de Gerona y en Extremadura; el señor Laguna midió uno en Piedralaves (valle del Tietar), cuyo tronco tenía 10 metros y 30 centímetros de circunferencia á flor de tierra y 7 metros á 1^m,50 de altura.

Generalmente los tallos son aéreos; los hay, sin embargo, subterráneos y las formas de éstos pueden reducirse á tres: rizoma, tubérculo y bulbo.

Rizoma es todo tallo subterráneo que se ramifica paralelamente al suelo y desenvuelve en su cara superior yemas que producen tallos secundarios con hojas, flores y frutos, y en la cara inferior aparecen raíces. Ejemplo de rizomas tenemos en la caña común, el lirio, la anémoma, los juncos, los carrizos (figura 410), las primulas (fig. 411), etcétera.

Tubérculo. Es un verdadero depósito de sustancias nutritivas; se forma engrosando, por desenvolvimiento de los parenquimas, una porción de un tallo subterráneo; se les considera como tallos, por que tienen yemas en la superficie, capaces de producir una planta nueva y llevan raicillas. El tubérculo de la patata es un buen ejemplo (fig. 412).

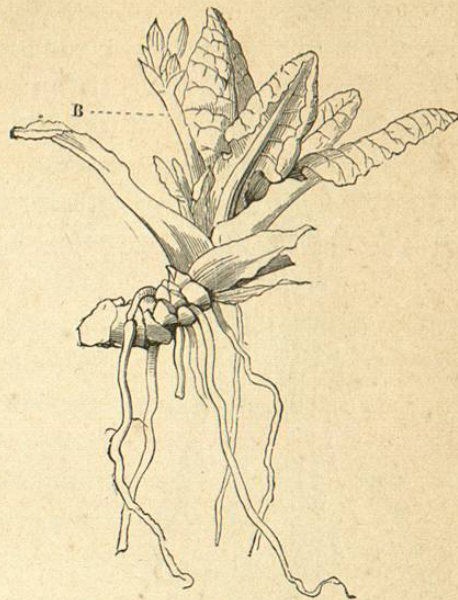


Fig. 411. - Rizoma indefinido de la primula

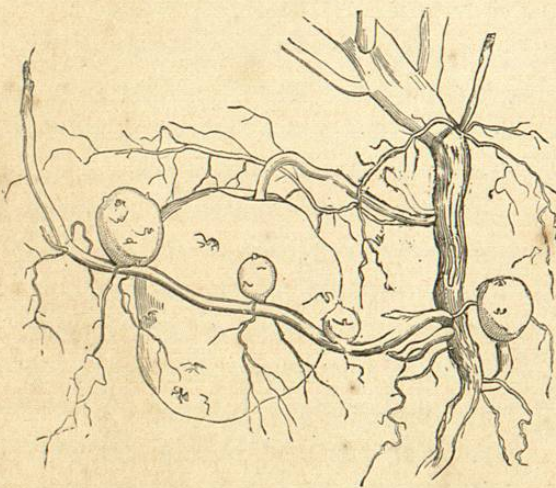


Fig. 412. - Patata: ramas subterráneas con tubérculos

que le envuelven. Pueden existir *bulbos sólidos* (cólchico); ejemplo de *bulbo escamoso* tenemos en la azucena y *bulbo tunicado* en la cebolla. Del verdadero tallo, que ocupa el núcleo del bulbo, nacen

ejemplo (fig. 412).

Bulbo (fig. 413) se llama á un tallo subterráneo corto, grueso, vertical, que se cubre por las hojas; son éstas, unas veces cortas y escamosas (*escamas*), y otras veces gruesas y envolventes (*túnicas*). No es el tallo precisamente lo que se denomina bulbo; es el conjunto del tallo y las escamas ó túnicas

las flores, ya sentadas en la axila de las hojas y prolongándose hasta abrirse fuera de la tierra (azafrán, cólchico), ya sostenidas por un pedúnculo sin hojas, llamado *escapo* (cebolla, ajo), ya situadas sobre un tallo aéreo y hojoso (azucena). Las hojas que cada año nacen sobre el tallo ó recubren á éste por la base, se prolongan y salen fuera del suelo, coincidiendo su aparición con la de las flores (azafrán, narcisos) ó no coincidiendo (cólchico).

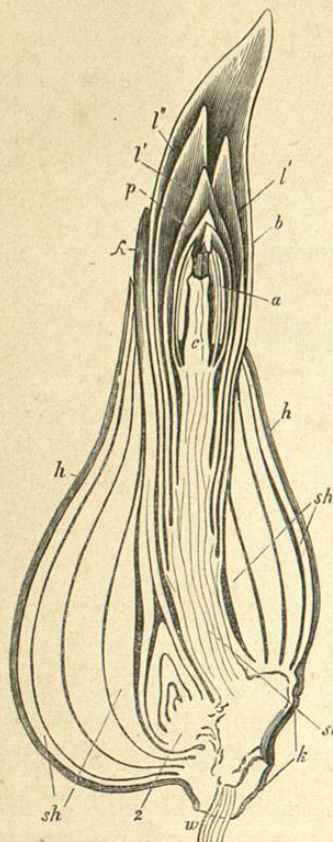


Fig. 413. - Sección longitudinal de un bulbo de Tulipán (*Tulipa precox*) al principio de su vegetación: *h*, membrana parda que cubre al bulbo; *k*, porción ensanchada del tallo, que soporta las escamas *sh*; *sl*, parte alargada del tallo que lleva las hojas verdes *l*, *l'*, *l''*; *p*, periantio; *a*, anteras; *c*, pistilo; *2*, yema axilar de la escama más joven, que más adelante se desenvuelve en bulbo para la vegetación del año siguiente; *w*, raíces (según Sachs).

vasos, y que presentan, seccionados transversalmente, una figura oblonga, aguzada en la parte que mira al centro y redondeada en la que mira á la circunferencia, y como están dispuestos regularmente, aparecen formando una estrella que tiene por centro el de la sección.

La estructura de los tallos en las plantas angiospermas difieren muy poco de la descrita en las gimnospermas y por lo tanto en el abeto; así pues, nos limitaremos á dar una descripción muy sumaria que transcribimos en parte del pequeño *Manual de Botánica*, del Profesor Lázaro.

Los elementos histológicos de los tallos se pueden reducir á fibras y vasos formando cordones ó hacesillos, parenquimas con ó sin clorofila, y epidermis; pero estos elementos se combinan de diversas maneras en las dicotiledóneas que en las monocotiledóneas.

Estructura del tallo en las dicotiledóneas. - Al comenzar la diferenciación en el tallo rudimentario, durante la germinación, se presentan cambios análogos á los que hemos observado en la estructura primaria de la raíz. Aparecen unos hacesillos orientados paralelamente al eje del tallo y formados por fibras y

Cada uno de estos hacesillos tiene la sección oblonga, partida desigualmente en dos porciones por una curva cuyo centro es el de la estrella, de tal modo que ésta aparece como si desde su centro se trazase un círculo que sólo dejara fuera una pequeña parte, la más externa de cada radio. Esta línea divisoria se halla formada por unas cuantas filas de células que, rompiendo el tejido fibroso-vascular de los hacesillos, marcan ya la separación entre el interior del tallo y la corteza, cuya zona más exterior está constituida por la epidermis, que al mismo tiempo se ha diferenciado también de la masa parenquimatosa primitiva.

Al interior de esta zona divisoria llamada del *cambium*, ó sea en la parte leñosa del tallo, encontramos: 1.º, parenquima primitivo sin clorofila, ocupando el centro y formando la *médula*, 2.º, *hacesillos fibroso-vasculares* colocados alrededor de ésta; y 3.º, porciones más ó menos estrechas de parenquima que quedan entre cada dos haces y forman los llamados *radios medulares*.

Al exterior de la zona del cambium (corteza) encontramos: 1.º, la parte fibroso-vascular constituida por la porción externa de los hacesillos, que se llama *líber*; 2.º, el parenquima que rodeaba á éstos y que ha llegado á ser clorofílico (*cubierta herbácea*); y 3.º, la *epidermis*, que envuelve el conjunto de todos estos tejidos.

Entre el líber y el parenquima cortical existe también, como en la raíz, un periciclo que puede ser simple, estar formado de una sola capa de células, ó compuesto de varias capas; puede ser también de elementos homogéneos ó heterogéneos. Dividido el tallo primario en una región cortical y un cilindro central, como la raíz, el periciclo puede considerarse como la primera capa del cilindro, y la última cortical es un endoderma que ofrece, poco más ó menos, los mismos caracteres que en la raíz.

Tal es la estructura que podemos llamar primaria, la que presentan los tallos de las dicotiledóneas anuales y las ramas de árboles, arbustos y matas que no cuentan más de un año de vegetación.

En las ramas que viven más tiempo, el leño y la corteza sufren nuevas modificaciones que originan la estructura secundaria. Veamos en qué consisten estas modificaciones.

Los tallos producidos en una primavera no conservan su color