

hallan separados los haces unos de otros por filas de grandes células que tienen las paredes llenas de grandes puntuaciones redondeadas y contienen pequeños gránulos de almidón muy brillantes; estas filas se conocen con el nombre de *radios medulares*.

5.º El *cambium*; una estrecha zona de células muy aplastadas, llenas de vida si la observación se practica en la primavera, que se dividen y subdividen con profusión; son estas células las que producen hacia afuera nuevos haces liberianos y hacia el interior una zona anual de leño que se agrega á las preexistentes; así van creciendo cada año lo mismo la madera que la corteza.

6.º La *madera*, constituida por haces semejantes á los del líber; en la ramita joven que estudiamos, los haces son de células alargadas que presentan un contorno cuadrangular y están separados por los radios medulares que constan aquí tan sólo de una fila de células; se observan también en la madera dos ó tres zonas que se componen cada una de dos partes, una parte interior de elementos histológicos pequeños y otra parte externa cuyas células son de mayor tamaño; si el número de zonas es dos, indican que la ramita tiene dos años, tres años si hay tres zonas.

7.º La *medula* es la parte central de la ramilla; la última de las regiones que en la estructura del tallo se diferencian. Está formada por células parenquimatosas, redondeadas ó poligonales, blandas, que dejan entre sí grandes espacios.

Para formar juicio completo de la estructura que presenta el tallo del abeto es necesario estudiar á la vez que el corte transversal indicado, alguno ó algunos cortes longitudinales. En ellos podremos reconocer especialmente la morfología y la disposición en los elementos histológicos en el líber y en la corteza.

El líber en el corte longitudinal, consta también de tres clases de elementos; células de paredes delgadas y amplia cavidad, cuadrangulares, llenas de cristalitos de oxalato cálcico; forman el parenquima liberiano; células más estrechas que las anteriores y alargadas, con las paredes transversas perforadas de agujeritos; se les denomina *tubos cribosos*. El tercer elemento son las fibras liberianas, de cubierta tenue, forma alargada, puntiagudas en las dos extremidades y desprovistas de relieves en la superficie.

Los haces leñosos, en corte longitudinal, aparecen formados de

fibras muy alargadas y entre ellas pequeñas masas de células que representan á los radios medulares; las fibras ofrecen *puntuaciones areoladas*, carácter propio de muy limitado número de vegetales. Hay también en la madera algunas células parenquimatosas semejantes á las del líber, pero son escasas en el abeto. Cerca de la medula se observan algunas fibras especiales, puntiagudas, como las otras, en cuya superficie hay un relieve espiral; se las denomina *tráqueas*, pues por su aspecto son semejantes á las tráqueas de los insectos. Se encuentran también junto á las tráqueas *fibras reticuladas*. Estas dos últimas clases de elementos son muy raros en las coníferas y frecuentes en las otras fanerógamas.

Si los cortes se dan en la extremidad de las ramillas, no se encuentran las zonas diversas que hemos indicado; el tejido en aquella región, por la que se verifica el crecimiento de la rama en longitud, es un *meristemo* de células todas semejantes; más abajo de la extremidad ya se observan dos clases de elementos, los centrales, que son alargados, y los de la periferia, iguales á los de la terminación. Inferiormente la diferenciación histológica se halla más adelantada y pueden observarse tres zonas: la externa epidérmica, que recibe el nombre de *dermatógeno*; la media, representante del parenquima cortical, denominada *periblema*, y la interna, el cilindro central de donde proceden los haces líbero-leñosos y la medula, á la que se llama *pleroma*. A medida que descendemos desde esta parte los elementos se van disponiendo en la forma que los hemos encontrado estudiando una ramilla de dos ó tres años.

Un distinguido micrógrafo español, el Sr. Castellarnau (don Joaquín María), ha obtenido resultados satisfactorios fundando la clasificación de las coníferas de nuestra flora en los caracteres microscópicos del leño, consignando sus observaciones en un notable trabajo (1). Al género *Abies* le asigna los caracteres siguientes:

«Radios medulares formados de una sola clase de celdillas. Sin canales resiníferos, y cuando existen celdillas secretoras de un modo regular y constante, es siempre en el límite exterior de los anillos anuales. Poros areolados dispuestos en dos filas, en los tabiques de

(1) *Estudio micrográfico de la madera de las coníferas españolas* (An. Soc. esp. de Historia Natural, tomo XII. Madrid, 1883).

unión longitudinal de las traqueidas de primavera; el diámetro de los mayores pasa de 20 μ .»

El abeto de España (*Abies pectinata*) se caracteriza por tener en el *límite exterior de los anillos anuales, varias hileras de células secretoras*, cuya particularidad no ofrece el *pinsapo* de la Serranía de Ronda.

LAS HOJAS. — Cubriendo las ramas jóvenes, se observan en el abeto unos órganos verdes, aciculares, trógonos, que son las hojas. Estas aparecen dispuestas irregularmente, si bien puede descubrirse, con un atento estudio, la ley á que obedecen en su colocación.

No son las hojas del abeto como las de la mayor parte de las fanerógamas; en la hoja de un olmo, por ejemplo, observamos una gran expansión plana sujeta por un pedículo á la ramilla en que se asienta; la expansión recibe el nombre de *limbo* y el pedículo el nombre de *pecíolo*. En el abeto no puede decirse que existan estas dos partes; sucede, como en la hoja del pino, que el limbo es muy estrecho y sus bordes se hallan arrollados, de aquí la forma acicular.

Las hojas del abeto son persistentes; no caen en el invierno dejando á las ramas huérfanas de protección; cuando una rama pierde las hojas puede considerársela muerta.

Las hojas son susceptibles de muchas transformaciones; es seguramente el órgano que á más diversas funciones se acomoda y por lo tanto que reviste más variadas formas. De las hojas proceden los órganos florales todos, hojas transformadas son los frutos, y hojas son también las escamas que cubren algunos órganos, las llamadas bracteas, estípulas, etc., etc. En el abeto sólo podemos considerar como hojas transformadas, de la categoría de las *bracteas*, á las escamas que cubren antes de la primavera, antes de abrirse, á las yemas; son estos órganos secos, duros, escamosos, cubiertos de resina, rojizos; han perdido las condiciones y el aspecto de las hojas acomodándose á una misión protectora.

Son los órganos foliares geotrópicamente negativos como los tallos; tienden hacia el espacio, y toman esta disposición al nacer, inclinándose después con frecuencia, solicitados por la pesantez.

En el interior de las yemas, las hojas del abeto ni se doblan ni

repliegan como en otras plantas; tienen la forma de pequeñas barrillas derechas. aplicadas las unas contra las otras.

Están dotados estos órganos de la circunmutación lo mismo que las raíces y que los tallos; la extremidad de la hoja describe, según Darwin, una elipse alargada y estrecha; el mismo célebre autor comprobó que á la vez del movimiento giratorio, cada hoja desciende ligeramente por la mañana y se eleva algún tanto por la tarde; de aquí los movimientos que se denominan *nictitrópicos* ó *sueño de las hojas* que tan acentuados se hallan en algunas leguminosas.

Están dotados los apéndices foliares de heliotropismo positivo, á veces tan enérgico que motiva curiosos movimientos; ellos prueban las relaciones estrechas que median entre las hojas y la luz; de esta relación nacen precisamente las importantes funciones que las hojas realizan. Para favorecer tales funciones es necesario que los órganos foliares ofrezcan amplia superficie; en el abeto ya que no la ofrece cada hoja se compensa el hecho por la extraordinaria abundancia de estos órganos. La principal misión fisiológica de la hoja se debe á la clorofila que tiene.

El examen anatómico de la hoja puede hacerse dando un corte transverso en el que se observan, de fuera adentro, las zonas siguientes:

- 1.^a La *epidermis*, con la superficie externa de sus células cuticularizada; de trecho en trecho se observan estomas con su cámara aérea.
- 2.^a Una zona de células esclerosas, alargadas en el sentido del eje longitudinal de la hoja.
- 3.^a Parenquima de grandes células, formando filas numerosas, sin espacios intercelulares, muy abundantes en protoplasma y éste rico en corpúsculos clorofílicos.
- 4.^a Un parenquima central que forma una zona circular, rodeada por el parenquima anterior.
- 5.^a Un haz libero-leñoso organizado de un modo semejante á los del tallo, con la sola diferencia de que falta la zona de cámbium; la parte leñosa del haz corresponde á la cara interna de la hoja, la parte liberiana á la cara exterior.
- 6.^a Células de puntuaciones areoladas en medio del paren-

quima central, correspondiendo á lo que se llaman haces secundarios en las hojas de otras fanerógamas.

Los haces de las hojas del abeto son simples, no se ramifican.

Si por medio de cortes oportunamente dirigidos observamos la zona por donde se unen las hojas á las ramillas, podremos ver que los haces foliares son continuación de los caulinos; el parenquima cortical del tallo se continúa con el de la hoja y lo mismo sucede con la epidermis. Hay por lo tanto una relación estrecha entre estos órganos apendiculares verdes y el eje del vegetal, relación que implica en aquéllos dependencia de éste.

Una estructura algún tanto análoga á la de las hojas tienen las escamas que cubren á las yemas; constan tan sólo de una capa epidérmica sencilla y un parenquima de células irregulares en el que se hallan pequeños haces libero-leñosos.

ÓRGANOS REPRODUCTORES. — Tiene el abeto reproducción sexual y hay por tanto en él órganos masculinos y órganos femeninos; mas éstos no se hallan reunidos, sino separados, pero en el mismo árbol; disposición por la que el vegetal que describimos recibe el nombre de *monoico*.

Las flores masculinas son numerosas, más que las femeninas, y se hallan colocadas en la extremidad de las ramas inferiores; son las más sencillas de las que presentan las plantas fanerógamas y se hallan reunidas en grupos ó *inflorescencias* denominadas *amentos*. Esta disposición no es la frecuente en las plantas superiores, sino que de ordinario las flores tienen vistoso aspecto y sus agrupaciones llaman desde luego la atención de las gentes.

Cada amento, exteriormente se halla formado por escamas numerosas, aplicadas las unas á las otras, apoyadas sobre un ramito que sirve de eje.

Separemos una de las escamas y examinándola con una lente de aumento la hallaremos formada de una parte básica gruesa y otra plana superior, de figura de ala, que forma con la otra parte un ángulo y tiene el borde dentado hacia la parte externa. Si cortamos la porción básica la hallaremos hueca, con una cavidad interna dividida por un tabique medio en dos; cada una de éstas está llena de pequeños gránulos redondeados.

Al conjunto de la escama, que es un completo órgano masculino, se da el nombre de *estambre*; la región básica es la *antera*; el tabique que separa las dos cavidades de ésta se llama *conectivo* y á los gránulos que contiene se les da el nombre de *granos de polen*; la parte básica se halla unida al eje del amento por un corto pedículo, que es un *filamento*. Consta, por tanto, un órgano masculino ó estambre, de filamento, antera y polen.

Cuando la inflorescencia está en sazón, el eje leñoso crece, las escamas se separan y las anteras se abren, este último fenómeno se llama *dehiscencia de las anteras*. Como los órganos masculinos son numerosísimos, cuando las anteras se abren se produce en un bosque de abetos una lluvia de granos de polen que á veces torna ciertos espacios del suelo de color amarillo. Cada gránulo polínico es un germen masculino: representa al anterozóideo que hemos estudiado en las criptógamas, y está encargado de fecundar á los elementos femeninos, que son los óvulos.

La inflorescencia masculina asemeja á un ramillo con hojas, que son los estambres; así es en realidad: los hechos, la evolución morfológica del árbol, lo prueban de un modo concluyente. Difieren sí de las hojas ordinarias las escamas de los amentos; pero derivan de aquéllas, si bien sufriendo las transformaciones á que su función les obliga.

La estructura anatómica del estambre no puede ser más sencilla; asemeja á la de las escamas protectoras que derivan de las hojas. En la antera, las paredes constan de una capa exterior de grandes células que tienen la membrana lisa hacia la parte interna y hacia la externa; pero los tabiques laterales ofrecen una superficie con prominencias lineales muy salientes. Esta capa, que es muy elástica, determina por su ruptura la dehiscencia de la antera. En la cara dorsal de ésta se apercibe un pequeño haz rodeado de algunas células parenquimatosas.

Cuando la antera es joven, recién formada, la parte media está llena de tejido celular y en él aparecen células especiales denominadas madres del polen, las cuales se segmentan dando lugar á los gránulos de éste cuando ya la pared de la antera se halla formada y el centro es una cavidad.

Los granos de polen, son pues en un principio simples células