

CASTELLARNAU

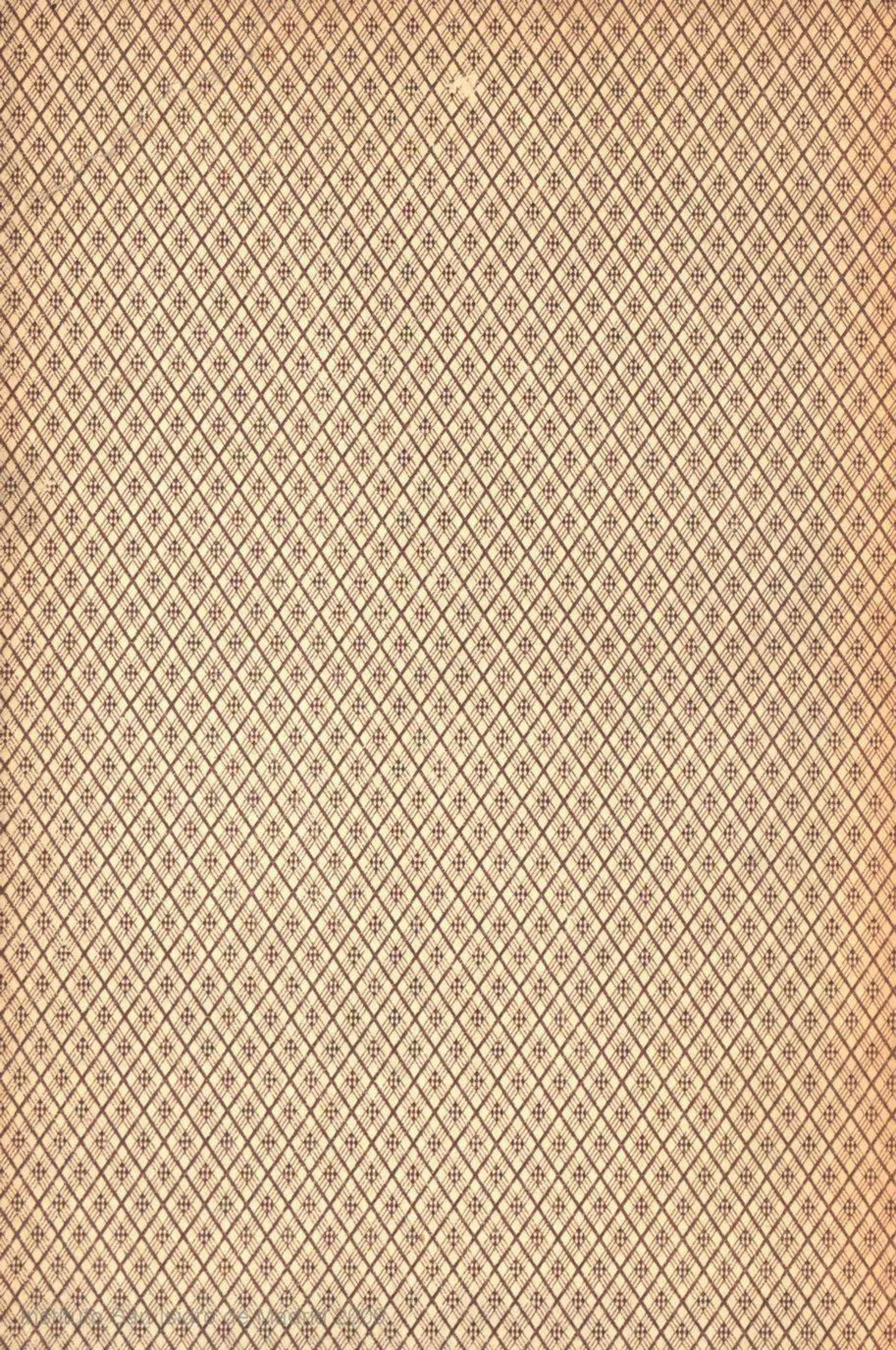
ESTUDIO MICROGRÁFICO

DEL

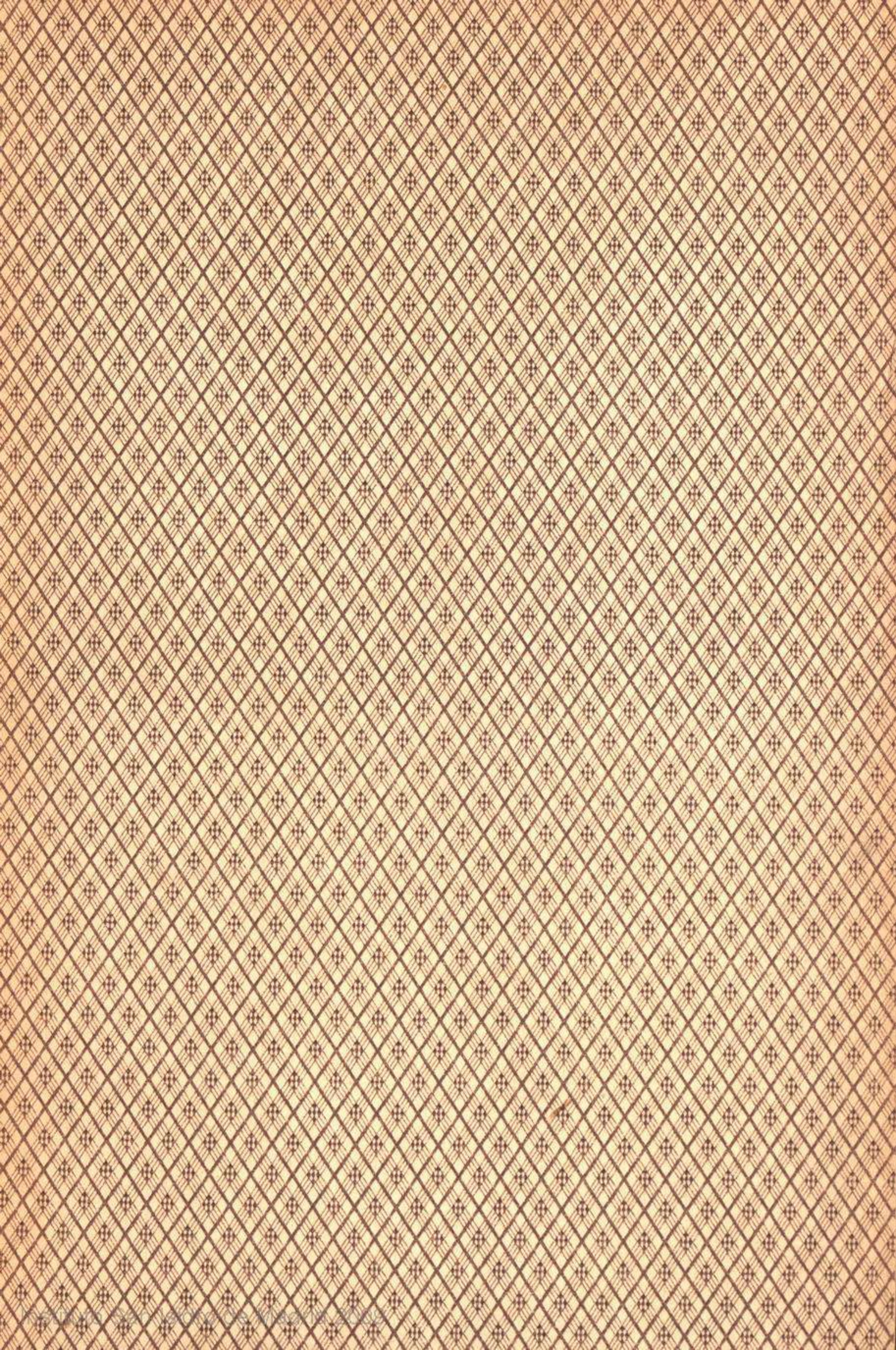
SISTEMA LEÑOSO

OLMO Y HAYA























MEMORIA ACERCA DEL ESTUDIO DEL SISTEMA LEÑOSO  
DE LAS  
ESPECIES FORESTALES  
Y  
DESCRIPCIÓN MICROGRÁFICA DE LAS MADERAS  
DEL  
OLMO Y HAYA







6297

GH Natural  
147

MEMORIA ACERCA DEL ESTUDIO DEL SISTEMA LEÑOSO  
 DE LAS  
 ESPECIES FORESTALES  
 Y  
 DESCRIPCIÓN MICROGRÁFICA DE LAS MADERAS  
 DEL  
 OLMO Y HAYA

Trabajos presentados al Excmo. Sr. Ingeniero Jefe de la Comisión

DE LA

FLORA FORESTAL ESPAÑOLA

POR

D. JOAQUÍN M. CASTELLARNAU Y LLEOPART

Ingeniero de Montes,

C. de la Real Academia de Ciencias, etc.

IMPRESA DE REAL ORDEN

P. 5721



MADRID

IMPRESA DE RICARDO ROJAS

Campomanes, 8.—Teléfono 3.071.

1894





LIBRARY OF THE  
INSTITUTO SAN ISIDRO DE MADRID

1910

LIBRARY OF THE  
INSTITUTO SAN ISIDRO DE MADRID

1910

1910

1910

1910

1910

1910

1910

1910

1910

1910

1910



# MINISTERIO DE FOMENTO

## REAL ORDEN

ILMO. SR.:

Vista la Memoria presentada al Jefe de la Comisión de la Flora forestal española por el Ingeniero del cuerpo de Montes, D. Joaquín María de Castellarnau, como primera parte del trabajo que se le encomendó por Real orden de 13 de Enero de 1885, y en la cual, después de unas nociones generales acerca del estudio microscópico de las maderas, presenta la descripción detallada de las del olmo y haya, ilustrada con doce fotogramas:

Considerando que el examen de los elementos anatómicos de las maderas, se presta, no sólo á la determinación de las especies, sino que suministra también interesantes datos respecto á las condiciones físicas que les dan valor en el comercio, y que, si bajo este aspecto el trabajo de Castellarnau, como prólogo de otros que han de seguirle, reviste notoria importancia, la tiene excepcional por constituir investigaciones practicadas con especial tino en una parte inexplorada del campo de la ciencia;

S. M. la Reina Regente, en nombre de su Augusto Hijo D. Alfonso XIII (Q. D. G.), de acuerdo con lo pro-





puesto por esa Dirección general, se ha servido disponer se signifique á dicho Ingeniero el agrado con que se ha visto su trabajo, y que, de conformidad con lo informado por la Junta facultativa de Montes, se haga una tirada de cuatrocientos ejemplares de la referida Memoria y fotogramas que la acompañan para su oportuna distribución por ese Centro, cuyo coste se aplicará al capítulo diez y nueve, artículo segundo del presupuesto vigente por obligaciones de este Ministerio. De Real orden lo digo á V. I. para su conocimiento y efectos consiguientes.

Dios guarde á V. I. muchos años. Madrid, 20 de Enero de 1888.—NAVARRO Y RODRIGO.—*Sr. Director general de Agricultura, Industria y Comercio.*

---



**Excmo. Sr. Ingeniero Jefe de la Comisión de la Flora  
Forestal Española.**

EXCMO. SEÑOR:

El estudio micrográfico del sistema leñoso de las especies forestales debe empezar necesariamente por la descripción individual de las especies, pues de otra manera no es posible agruparlas según sus afinidades naturales con objeto de establecer una verdadera clasificación fundada en las leyes bajo las cuales los elementos histológicos é histotómicos se reúnen, ni tampoco llegar á los resultados prácticos de deducir por los caracteres microscópicos las propiedades físicas de las maderas, y determinar con seguridad la especie botánica á que pertenecen; mas el modo de hacer esas descripciones, el método que en ellas se ha de seguir, así como la extensión que se les debe dar para que sirvan de base á estudios de aplicación, me ofrece algunas dudas. Por eso, en cuanto me ha sido posible allanar las primeras dificultades, debidas principalmente á la falta material de medios de observación y de conocimientos necesarios para observar con fruto, me he apresurado á trazar la descripción de alguna especie, para que V. E., con su superior ilustración, pudiera hacerme las observaciones que creyera oportunas res-



pecto á los extremos antes mencionados, y con ese fin me cabe hoy la honra de presentarle las descripciones de la madera del Olmo y del Haya, las cuales he creído necesario acompañar de una Memoria (1), en la que se tratan varios puntos que no tienen cabida en las descripciones mismas, y que, por su carácter general, convienen á todas las especies que han de ser objeto de estudio, cuales son, por ejemplo, los relativos á la clasificación de los elementos histológicos, á la composición de los tejidos, á la terminología, á la marcha que debe seguirse en las descripciones, á los medios gráficos de representar los caracteres, etc., etc. Al mismo tiempo, me ha parecido que tampoco estaría fuera de lugar una sucinta exposición comparada de los trabajos más notables referentes á esa clase de estudios, con objeto de poner en evidencia la poca conformidad que en ellos se nota en lo tocante á caracteres precisos y determinados, y justificar la desconfianza con que deben acogerse las indicaciones que se encuentran en la literatura botánica relativas al sistema leñoso de los árboles y arbustos, y la necesidad de hacer el estudio descriptivo é individual de cada especie, basándose principalmente en la observación directa.

En las descripciones del Olmo y del Haya, é igualmente en la Memoria, he procurado que aparezcan

---

(1) La Memoria acerca del Estudio del sistema leñoso, y las descripciones de las maderas del Olmo y Haya fueron presentadas al Excmo. Sr. D. Máximo Laguna, Jefe de la Comisión de la *Flora Forestal*, en Diciembre de 1886; mas como desde esa fecha su autor ha continuado esos estudios, y han aparecido además en algunas publicaciones noticias relativas á los extremos que se tratan en la Memoria, se ha creído conveniente introducir en ella algunas pequeñas adiciones. La Comisión de la *Flora Forestal* fué suprimida por Real orden de 13 de Octubre de 1888, por haber terminado los trabajos que le estaban encomendados.



cuantos datos pertinentes he encontrado en la literatura botánica, teniendo siempre el cuidado de indicar los autores de que proceden; y en todos aquellos casos en que ese requisito falte, debe entenderse que son debidos exclusivamente á mis propias observaciones, las cuales no están muchas veces acordes con las consignadas por botánicos distinguidos y de reconocido saber. En ese caso, el expresar francamente la contradicción tal vez podrá parecer pretencioso y criticable, y quizá no me atrevería á ello si no tuviera la honra de dirigirme al eximio Botánico, á quien debemos el más acabado conocimiento de nuestra Flora forestal, naturalista profundo y observador verdadero, y, por lo mismo, partidario de que en los estudios de investigación se consignen los hechos tales como en realidad aparezcan; pues si bien es muy laudable y conveniente el respeto á las autoridades de nombradía científica, no ha de llevarse hasta el extremo de que haga ver lo que verdaderamente no se ve, pues esto equivaldría á volver al tiempo de los *Comentadores*, y negar; por lo tanto, toda posibilidad de progreso en las ciencias de observación.

JOAQUÍN MARÍA CASTELLARNAU.

Segovia, Diciembre de 1886.







# MEMORIA ACERCA DEL ESTUDIO DEL SISTEMA LEÑOSO

DE LAS

## ESPECIES FORESTALES

---

### Proemio.

Fenómeno tan notable como es el crecimiento en espesor de los vegetales leñosos, no ha podido menos de llamar en todo tiempo la atención de los botánicos; mas para explicarle de un modo algo científico, era del todo punto indispensable tener una idea general de la composición anatómica del tallo; por eso las primeras tentativas no empiezan hasta que Malpighi y Grew fundaron la Anatomía vegetal en el último tercio del siglo xvii. Desde entonces los fitólogos más eminentes han dirigido sus esfuerzos á averiguar cómo se forman y de dónde proceden las nuevas capas de madera y corteza que anualmente vienen á engrosar el tronco de los vegetales leñosos, ó sea á dar explicación al fenómeno del crecimiento en espesor; y sólo ha sido en nuestros días, y gracias á los estudios de Naegeli, Hanstein y Sanio, que se ha podido formular con claridad la teoría de los hacecillos libero-leñosos, y seguir sin hipótesis ni suposiciones, sino con datos perfectamente observables, desde la génesis del tallo primario en la ramilla al salir de la yema, hasta la última capa leñosa del más corpulento de los árboles. Los árduos



problemas biológicos sobre la fecundación de las Fanerógamas, la sexualidad de las Criptógamas y la nutrición vegetal eran conocidos en sus líneas fundamentales, y continuaba aún siendo un misterio el desarrollo del tallo y de la raíz.

Malpighi, en su libro *venerando* publicado en Bolonia en 1671 con el título de *Anatomes Plantarum Idea* (1), describe por primera vez de un modo científico la anatomía del tallo, señalando en él tres regiones perfectamente distintas, cuales son la corteza, la madera y la médula, cuya composición histológica estudia. El crecimiento en espesor, debido principalmente al aumento del cuerpo leñoso, lo explica por la transformación periódica de las capas interiores de la corteza en albura, de modo que, cada año, la madera aumenta en un anillo que antes ha sido corteza; para lo cual es preciso admitir que los elementos que constituyen esta última puedan transformarse en fibras y vasos leñosos, entre los cuales fué Malpighi el primero que descubrió los espirales ó verdaderas tráqueas (*spirales fistulae*), cuya estructura tanto dió que hacer á los micrografos del siglo pasado. Casi al mismo tiempo que Malpighi, el otro fundador de la Fitotomía, Nehemias Grew, en un libro no menos memorable que el *Anatomes Plantarum Idea*, intitulado *The Anatomy of Plants* (2) (1671), exponía parecidas ideas respecto al crecimiento en espesor, si bien introduciendo un nuevo elemento al que llamó *cambium*, líquido espeso, mucilaginoso y organizable, capaz de producir directamente las capas interiores de la corteza que más adelante debían sufrir la transformación en

---

(1) La obra más conocida de Malpighi se intitula *Anatome Plantarum*, y no se publicó hasta 1675. En su primera parte se reproduce la *Anatomes Plantarum Idea*.

(2) El título entero de la obra de Nehemias Grew, publicado en 1671, es: *The Anatomy of Plants begun with a general Account of Vegetation, founded thereupon*. Luego, en 1682, publicó otro libro más extenso con el título de *The Anathomy of Plants*.



albura; pero el verdadero papel que desempeña ese nuevo elemento, medio hipotético y algo misterioso, y la manera como produce el aumento interior de la corteza, no acierta á explicarlo con claridad (1). Estas dos teorías del crecimiento en espesor, modificadas sólo en pequeños detalles, son las que han profesado los botánicos de más nota hasta casi á mediados del siglo actual, á pesar de que, completamente erróneas, sólo han podido tomar origen en hechos mal observados y en torcidas interpretaciones.

Después de Grew y Malpighi viene un largo período, de casi siglo y medio, durante el cual la Fitotomía, ni adelantó nada, ni produjo obra notable, exceptuando la parte relativa á la Botánica que se encuentra en la *Theoria Generationis* (1759) de Wolff; y no es de extrañar, atendido á que esa época fué del dominio exclusivo de la Botánica descriptiva y sistemática, pues en ella florecieron Ray, Rivino, Tournefort y Linneo. Describir las plantas por sus caracteres exteriores, asignarles un lugar en el sistema de clasificación elegido, y bautizarlas con un nombre, era el objetivo de los botánicos *investigadores* de aquel tiempo; en cuanto á los demás, toda su ciencia se reducía á aprenderse de memoria

---

(1) La prueba de que Grew no expone con claridad la función del *cambium* es la diferente interpretación que le han dado los botánicos, creyendo todos explicar fielmente su idea. Richar, en el artículo *Accroissement* del Dic. de Hist. Nat., publicado por D'Orbigny, atribuye á Grew la opinión de que el *cambium* proporciona anualmente los materiales de una nueva capa de albura y de una nueva capa de liber, y esa interpretación parece también aceptada por Duchartre. (*Elem. de Bot.* 1867, pág. 281.) Sachs, en su *Historia de la Botánica* (libro II, cap. I), dice terminantemente: «Lo mismo que Malpighi, Grew coloca el sitio del desarrollo primero de las capas leñosas del tronco, en las capas interiores de la corteza»; y así lo entendía también Duhamel (*Physique des arbres*, tomo II), aunque con la variante de que no era por la transformación directa de las capas de corteza que se formaba la albura, sino como á producto segregado por ellas. Meyen, que pasa por haber profesado las ideas de Grew respecto al crecimiento en espesor, da la interpretación que he adoptado.



los nombres con que Linneo ó Tournefort designaban las especies, y con eso creían haber llegado al límite del saber botánico. Los botánicos verdaderos (*Botanici veri*) eran para Linneo aquellos que «entendían la Botánica por sus fundamentos naturales y sabían llamar todos los vegetales con un nombre inteligible: *Vegetabilia omnia nomine intelligibili, nominare sciunt*» (1). Los sistemáticos, dice el mismo autor, son los que dan «esplendor y certidumbre á la ciencia botánica» (2), y á los anatomistas, ni siquiera el nombre de botánicos les concede: son sólo botanófilos (*Botanophili*), al igual de los jardineros, médicos, astrólogos, teólogos y poetas; esto es, meros «aficionados á la Botánica, que escriben varias cosas de los vegetales, aunque propiamente no pertenecen á esa Ciencia» (3); y para convencerse de la poca estima científica en que eran tenidos por el Príncipe de la Botánica todos aquellos que á la Sistemática no se dedicaban, basta fijarse en el siguiente hecho, que no podrá menos de llamar la atención á cuantos hojeen hoy día el *Hortus Cliffortianus* (4). Al catalogar, en la *Bibliotheca Cliffortiana*, las obras de Grew, Hales, Patrick, etc., fundadores de la Anatomía y Fisiología vegetal, se limita á la indicación del título, fecha y lugar de las diversas ediciones, mas cuando llega á las *Institutiones Rei Herbariæ* de Tournefort, cual si vislumbrara un florido oasis en medio de las arenas del desierto, rompe la monotonía de la relación y exclama: «*Continet systema, characteres, species, figuras genericas. ¡Opere immenso et stupendo, omni botanico nescessario!*»

(1) *Caroli Linnaei, Philosophia Botanica*. Edición de Gómez Ortega. Madrid, 1792. Aforismo 7.

(2) *Idem id.* Aforismo 53.

(3) *Idem id.* Aforismo 43. *Botanophili sunt, qui varia devegetabilibus tradiderunt, licet ea non proprie ad scientiam Botanicam spectant, ut Anatomici, Hortulani, Miscellani.*

(4) «*Hortus Cliffortianus.*» *Autore Carolo Linnaeo. Amstelredami, 1737.*



Reinando estas ideas, nada tiene de particular que la obra empezada por Grew y Malpighi no tuviera continuadores, y para que los botánicos se decidieran á seguir el camino por ellos trazado, preciso fué esperar á que la Sistemática decayera un poco, lo que aconteció á principios del siglo actual, «cuando al fin se llegó á comprender que el estudio profundo de la estructura interior constituye uno de los elementos más importantes de la investigación botánica, con igual derecho, por lo menos, que la descripción de los vegetales á la manera que Linneo la entendía.» (J. Sachs.) Los primeros escritos de Anatomía vegetal que al inaugurarse ese nuevo período se publicaron, debidos principalmente á Sprengel, Bernhardt, Treviranus y algún otro botánico, ni son notables por sus descubrimientos en general, ni hicieron dar un solo paso á la explicación del crecimiento en diámetro, que continuó en el mismo estado que en el tiempo de los fundadores de la Fitotomía. El anatomista más notable de principios de siglo, Brisseau de Mirbel, durante la primera etapa de su carrera científica defendía aún las ideas de Malpighi, es á saber: que las capas más interiores del liber se convertían periódicamente en albura; mas luego renunció á ellas, fundándose en que jamás experiencia alguna había confirmado tal transformación, y dió un paso hacia la teoría verdadera admitiendo la existencia de una zona de *cambium*, de la que procedían por separado las nuevas capas del liber y de la albura; pero la explicación de Malpighi estaba tan arraigada entre los botánicos, que algunos años más tarde aún la profesaba Meyen, célebre fitólogo que compartió con H. de Mohl la gloria de representar los progresos realizados en la Fitotomía durante los últimos decenios de la primera mitad del siglo actual, impidiendo con el peso de su bien adquirida reputación que las ideas de Mirbel progresaran. Otro



modo de explicar el crecimiento en espesor apareció al poco tiempo, el cual marca un verdadero retroceso á pesar de defenderle valiosos partidarios, y entre ellos C. Richard, que le resume de esta manera (1): «Las nuevas capas que se forman son una producción, una verdadera extensión de la cara externa de la albura y de la interna del liber.» Mas al poco tiempo esa teoría fué abandonada, y la existencia del *cambium* ó zona generatriz, productora al mismo tiempo de la albura y del liber, quedó fuera de duda y la admitieron todos los botánicos.

La constitución de esa zona generatriz y el modo como procede en la formación de la madera y de la corteza, claro está que ha debido pasar por todas las etapas que ha recorrido en su larga evolución la teoría celular. Brisseau de Mirbel, que como he dicho señaló primero su existencia, partidario como era de las ideas de Cristian Wolff sobre la formación de las celdillas, vería en ella una capa homogénea de sustancia mucilaginoso é informe y permeable á los jugos nutricios, que servía de masa fundamental á las paredes celulares; mientras que Naegeli, en un período de la teoría celular más avanzado (1858), la describe como una capa de tejido generador prosenquimatoso, á la que da el nombre de *cambium*, denominación empleada primero por Grew, aunque en distinto sentido, y que también usaron los fisiólogos para designar la sabia elaborada ó descendente.

Es indudable que el reconocimiento de una zona

---

(1) *Dictionnaire d'Hist. Nat.* por Ch. D'Orbigny. Art. *Accroissement*, tom. I, pág. 57. Debe ser un error material el que se lea «la face interne de l'aubier». «Para nosotros, dice Richard, el *cambium* es siempre el fluido nutricio, producto de la sabia elaborada, que corre en primavera y en otoño entre la madera y la corteza; pero no admitimos por esto que el *cambium* se transforma de una parte en una nueva capa de albura, y de otra parte en una nueva capa de liber.»



generatriz como productora de las capas anuales de la albura y liber, sea cualquiera el modo como esa producción se efectúe, fué el primer paso dado para fundar la teoría del crecimiento en espesor, y aun á primera vista parece ser su última palabra; mas por poco que se estudie la cuestión, se ve que no es aplicable á las Monocotiledóneas, ni tampoco á los Helechos y demás Criptógamas vasculares, y su deficiencia se pone aún más en relieve en las mismas Dicotiledóneas desde el momento en que, dejando á un lado el tronco ya formado, se quiere seguir desde su principio, en las ramillas al brotar de las yemas, ó en el primer tallo que aparece entre los cotiledones, la génesis de los diferentes tejidos que los componen. La teoría del crecimiento en espesor, para ser completa y general, debe abarcar todos los vegetales provistos de un tallo, y dar cuenta de su formación en cualquier época de su desarrollo; y la teoría de la zona generatriz, tal como queda expuesta, sólo puede explicar el crecimiento en las Dicotiledóneas, á partir de cierto estado de evolución, pues el *cambium* es un producto meristémico secundario, que sólo aparece en una época relativamente avanzada de la vegetación del tallo al germinar la semilla, ó de las ramillas al salir de las yemas. En el estado actual de la ciencia botánica, la teoría de los haces fibro-vasculares (libero-leñosos) resuelve satisfactoriamente todos los problemas generales relativos al primer desarrollo y crecimiento posterior de los sistemas leñoso y cortical; mas antes de ocuparme de ella, bajo el punto de vista de su historia, será conveniente que nos fijemos por un momento de las teorías hipotéticas en alto grado y desprovistas de toda base científica, emitidas sucesivamente por Erasmo Darwin (1800), Dupetit-Thouars (1805) y Gaudichaut (1837), las cuales tuvieron el privilegio de llamar la atención



de los botánicos, á pesar de no resistir á la más ligera experiencia. Durante el primer tercio del siglo estuvo muy en boga la escuela de los Filósofos naturalistas, capitaneada en Alemania por Oken y Goethe, y en Francia por Geoffroy St. Hilaire, y en sus concepciones y teorías el ingenio y la fantasía tenían más entrada que la observación y los hechos. Nacida al calor de la reacción contra el empirismo algún tanto despótico de los continuadores de la obra de Linneo, pronto traspasó los límites prudentes, y pecó por el exceso opuesto que quería corregir. El reinado de la Morfología filosófico-fantástica llama Hæckel á ese período, y, ciertamente, las teorías sobre el crecimiento formuladas por los botánicos que acabo de citar, justifican tal denominación; las cuales, además de no estar fundadas en hechos ni observación alguna, no tienen ni siquiera el mérito de la novedad, pues en todas ellas se nota gran parecido con las ideas emitidas por Wolff más de medio siglo antes. Cristian Wolff es poco conocido como botánico, y hasta después de su muerte apenas lo fué como anatomista y biólogo; tuvo la desgracia de adelantarse á su época, y su mérito no fué apreciado. Acérrimo partidario de la epigénesis, la defendió con calor en contra de la teoría de la preformación de los gérmenes, entonces reinante y profesada por los sabios más eminentes, quienes despreciaron su *Theoria Generationis* (1759), obra admirada luego y punto de partida de la embriología moderna. En ella se encuentra una teoría sobre la formación del tejido celular, que Mirbel profesó á principios del siglo; y en cuanto al desarrollo del tallo, sus ideas hubieran influido poderosamente en los botánicos de su tiempo si hubiesen sido más conocidas y mejor apreciadas. Por primera vez señaló la existencia del *punctum vegetationis*, del que directamente se origina el tallo y las hojas. El tallo le supone for-



mado por los peciolos de las hojas, de modo que, al salir de la yema primordial, ó las ramillas al salir de las yemas ordinarias, no es otra cosa que una reunión de peciolos colocados circularmente, é iguales en número al de las hojas que ha producido la yema. Los peciolos tienen en su centro un hacecillo vascular, cuyo extremo superior se ramifica por el limbo de la hoja, y cuya parte inferior corre á lo largo del tallo, de manera que en un punto cualquiera de éste se encuentran tantos hacecillos vasculares cuantas sean las hojas que se hayan desarrollado encima de él. Sentado esto, el crecimiento en espesor le explica fácilmente: cada año los hacecillos vasculares correspondientes á los pedúnculos de las hojas de nueva formación descienden á lo largo del tallo, entre la corteza y la madera, dando origen á un nuevo anillo, aplicado directamente sobre el formado en el anterior período vegetativo. Después de estas ideas, emitidas en 1759, las cuales no dejan de tener un fondo remoto de verdad, sobre todo en su primera parte, como sucede siempre en todas las que reconocen la observación por base, aun en el caso en que sea ésta deficiente, ¿qué novedad queda á las fantásticas teorías de Gaudichaut y Dupetit-Thouars, cuya base y fundamento sólo existió en el cerebro de sus autores?

Después de Mirbel, que, según queda dicho anteriormente, fué el primero en señalar la existencia de una zona generatriz independiente de la corteza y de la albura, realizando con ello un progreso verdadero y el único acaecido desde los tiempos de Malpighi y Grew, debe considerarse á Moldenhawer como á uno de los botánicos que más han contribuído á elucidar el problema del crecimiento en espesor; pues á él se debe un descubrimiento de gran importancia que constituye la base y fundamento de las modernas teorías, cual es el de que el desarrollo del tallo de una Dicotiledónea



puede explicarse por la estructura y posición relativa de hacecillos vasculares primitivamente separados (1). Moldenhawer siguió en sus investigaciones una marcha diferente á la de sus predecesores, pues en vez de limitarse á las Dicotiledóneas leñosas, eligió para base de sus estudios el maíz, especie que, como la mayoría de las Monocotiledóneas, presenta con toda claridad y separadamente los hacecillos vasculares; y así le fué posible adquirir de ellos una primera noción y definirlos como á un sistema de tejidos autónomo é independiente, cuya existencia, desde entonces, es fácil reconocer en todos los vegetales vasculares. H. de Mohl, en un estudio, por varios conceptos notable, sobre la constitución anatómica del tallo de las palmeras (1831), continuó las investigaciones sobre los hacecillos vasculares, distinguiendo en ellos la parte leñosa y la del liber con más precisión que Moldenhawer; y demostró, además, que los hacecillos que corren á lo largo del tallo de las Dicotiledóneas, por su parte superior atraviesan la corteza y penetran en las hojas, ofreciendo en este particular completa semejanza con las Monocotiledóneas; y en éstas hizo ver la falsedad de la teoría de Desfontaines, según la cual los haces vasculares que van á las nuevas hojas toman origen y corren por una región cada vez más interna del tallo, demostrando plenamente que el crecimiento en las Monocotiledóneas es exógeno, lo mismo que en las Dicotiledóneas (2). Hizo, además, H. de Mohl grandes esfuerzos encaminados á fundar una teoría completa del crecimiento secundario en las Dicotiledóneas, y á ese fin publicó un trabajo en 1845, mas sin lograr su objeto, por haberle escapado la exis-

---

(1) *Beitraege zur Anatomie der Pflanzen* (1812), pág. 49.

(2) Sabido es que De Candolle, fundándose en la falsa interpretación que daba Desfontaines al crecimiento de las Monocotiledóneas, dividió los vegetales vasculares en Endógenos y Exógenos.



tencia de la zona generatriz en los hacecillos vasculares; y las ideas que en él expuso, según la opinión de un distinguido botánico (1), son confusas y desordenadas, y los principios que les sirven de base pertenecen más bien al dominio de la imaginación que al de la observación científica.

Naegeli emprendió de nuevo el estudio de los hacecillos vasculares, que desde entonces se conocen con el nombre de *fibro-vasculares*, reconociendo en ellos distintamente las regiones leñosa, del *cambium* y del liber, y clasificándolos en caulinares, comunes á las hojas y al tallo (caulino-foliares) y foliares; hizo, además, un estudio comparativo del tallo y la raíz, y siguió el desarrollo de los hacecillos desde su punto de origen, que para los caulino-foliares, únicos que se encuentran en el tallo de las Coníferas y Dicotiledóneas, es la base de las hojas al diferenciarse en el tejido meristémico de la yema, hasta su reunión con los procedentes de hojas más antiguas. Hanstein, al mismo tiempo, estudiaba la génesis de los tejidos á partir del cono vegetativo del tallo y de la raíz, señalando con claridad las diversas capas meristémicas que primordialmente se originan, y distinguiéndolas con los nombres de dermatógena, periblema, pleroma y caliptrógena; y finalmente, reuniendo el Dr. Sanio (2) todas las observaciones anteriores y comparándolas con los resultados de sus propios estudios, formuló definitivamente la teoría del desarrollo del tallo, quedando desde entonces claramente determinadas las funciones de los hacecillos fibro-

---

(1) El Dr. J. v. Sachs, en su *Historia de la Botánica*, libro II, capítulo III.

(2) El trabajo clásico del Dr. Carlos Sanio, en donde resumió la teoría completa, se intitula *Vergleichende Untersuchungen über die Zusammensetzung des Holzkörpers*. *Bot. Zeit.*, año 1863. Algunos puntos de este trabajo serán más adelante objeto de detenido estudio.



vasculares en la constitución del tallo y raíz primarios, y el modo como de ellos se origina el *cambium* ó zona generatriz productora del crecimiento en espesor en las Dicotiledóneas. Á Naegeli, Hanstein y Sanio se debe, pues, la teoría del crecimiento del tallo y raíz, la cual no acertaron á formular unos años antes Mohl, Schleiden, Schacht y Unger, si bien es preciso reconocer que con sus trabajos contribuyeron poderosamente á ello, y por lo tanto les corresponde parte de la gloria, sobre todo á H. de Mohl, pues sus estudios sobre los haces de las Monocotiledóneas han sido el punto de partida de todos los trabajos posteriores.

Trazada ya la teoría del desarrollo y crecimiento del tallo en sus líneas fundamentales, no han escaseado trabajos de verdadero mérito que han servido para extenderla y consolidarla, cuya enumeración no estaría aquí en su lugar, pero sin introducir en ella modificación alguna de verdadera importancia. Al tratar sólo de establecer leyes generales, han escogido los botánicos para base de sus estudios aquellas especies que con más facilidad se prestan á la observación; y ahora lo que resta á los investigadores consiste en comprobar estas leyes en el mayor número posible de especies, estudiando á la vez las modificaciones de segundo orden que en cada caso particular experimentan. Estas modificaciones, por lo que hasta al presente se conoce, aparecen notables entre las Dicotiledóneas, Monocotiledóneas y Criptógamas vasculares, lo mismo en la génesis de los tejidos meristémicos á partir del *punctum vegetationis*, que en la estructura de los haces liberoleñosos, y su camino á lo largo del tallo; y en las Dicotiledóneas y Coníferas difieren también los haces en su modo de reunirse para formar el primer anillo leñoso, y dar origen á la zona generatriz ó *cambium* del tallo secundario. Estas diferencias ó modi-



ficaciones no sólo afectan á las Clases y Órdenes, sino que, menos acentuadas, descienden en algunos casos á las Familias y otras divisiones taxonómicas de menor importancia. Una vez formado el tallo primario, que es cuando empieza el verdadero crecimiento en espesor debido á la zona generatriz, las formaciones hadromáticas y leptomáticas — que constituyen la madera y la corteza en los vegetales leñosos—son diferentes en las Familias, géneros y aun en las especies, presentando caracteres fijos y determinantes, más ó menos notables y fáciles de reconocer; mas hasta el presente su estudio ha estado casi por completo abandonado, pues los fitotomistas han preferido dirigir sus miras á la resolución del problema general del crecimiento, puesto que en él podían encontrar más brillo y notoriedad que en la paciente investigación de los caracteres distintivos, genéricos y específicos, de los tejidos que constituyen el tallo. En prueba de ello puede citarse las dificultades que ofrece la determinación de la madera de una especie cualquiera (hadroma secundario, xilema secundario de Naegeli) por los pocos datos que, referentes á sus caracteres, se encuentran en la literatura botánica; y porque además de ser pocos, son, en la mayoría de las veces, vagos é indeterminantes, y aun contradictorios, como se verá en los muchos ejemplos que se citarán más adelante. Estas dificultades vienen poniéndolas en relieve, desde largo tiempo, sobre todo los paleofitólogos, á quienes conviene á menudo determinar con certeza el género á que pertenecen los restos fósiles de algún tronco de árbol, y los grados de semejanza que presentan con las especies de la Flora actual; y son de tal naturaleza, atendida la gran confusión que reina en esa materia, que se ha llegado á poner en duda que el sistema leñoso de los vegetales ofrezca caracteres constantes y distintivos para los gé-



neros y especies. No de otra manera se explica que paleofitólogo tan distinguido como M. Renault pueda decir en su excelente *Curso de Botánica fósil* (1), apoyándose en la autoridad de Goeppert, Kraus y Mohl, y refiriéndose á las Coníferas en general, que no es posible reconocer, por la estructura de la madera, ni siquiera los géneros pertenecientes á especies vivas ó fósiles; pues eso equivale á negar la existencia de caracteres diferenciales, cuando todas las investigaciones más recientes y concienzudas tienden á probar lo contrario. El Dr. Solereder, en un trabajo intitulado *Sobre el valor sistemático de la estructura de la madera en las Dicotiledóneas*, concluye que los tipos de composición histológica son constantes para las Familias, tribus, géneros y especies; y esa parece ser también la opinión sostenida por Hartig y Sanio, verdaderos iniciadores del estudio del xilema secundario de los vegetales leñosos. En lo que se refiere á las Coníferas españolas, y con especialidad al género *Pinus*, creo haber demostrado plenamente, en un estudio publicado pocos años hace (2), que es posible distinguir con entera certidumbre, no sólo los géneros, sino también las especies. Que en la actualidad los caracteres histológicos asignados como determinantes de un limitado número de especies son insuficientes y contradictorios en muchos casos, no puede ponerse en duda; pero de eso no se desprende lógicamente que los caracteres no existan, y que con estudio y constancia no puedan encontrarse. La misma Paleofitología nos da un buen ejemplo de ello, enseñándonos que, si se han cometido errores en la determinación de algunas especies, no debe atribuirse á la carencia de caracteres, sino á falta de

---

(1) Renault, *Cours de Botanique fossile*, tom. IV, 1885, p. 157.

(2) *Estudio micrográfico de la madera de las Coníferas españolas, y especialmente del género Pinus*. 1883.



estudio, según viene confirmándose cada día por los trabajos recientes de ilustres paleofitólogos. Por ejemplo: el *Cottaites lapidariorum*, de Unger, y el *Ungerites tropicum*, han sido tenidas por maderas pertenecientes á especies de Leguminosas, hasta que estudiadas mejor por el Dr. Félix han resultado ser, un *Ulmoxylon* la primera, y el *Ficoxylon tropicum* la segunda; de lo cual no se desprende, en manera alguna, que el sistema leñoso de los géneros *Ulmus* y *Ficus* no tengan caracteres propios que permitan distinguirlos del de las Leguminosas, sino que la primera determinación se hizo mal, lo que nada tiene de particular atendido el descuido en que hasta hace poco ha estado el estudio de las maderas fósiles, según se evidencia perfectamente en el mismo tratado de Botánica de M. Renault, antes citado, pues sólo ocupan siete hojas las descripciones de todas las maderas fósiles de Coníferas hasta la fecha (1885) conocidas. Mas las interesantes y muy recientes investigaciones de Cowenz, y sobre todo del Dr. Félix, confirman la posibilidad de llegar á determinaciones exactas de los géneros y especies, como puede verse en los *Estudios sobre las maderas fósiles* del último de los dos citados paleofitólogos, en donde, después de caracterizar el género *Quercinium*, análogo á nuestros robles, se distinguen varias especies, y entre ellas la *primaverum*, *montanum* y *compactum*, que tienen semejanza con la madera de los *Quercus castanæfolia*, *Toza* y *lusitanica*; y además se hace ver que el *Schmidites vasculosus* y el *Schimperitis leptotichus* no son otra cosa que especies del mismo género *Quercinium*, las cuales fueron erigidas en géneros nuevos por falta de detenido examen. Y si he hecho esta pequeña digresión relativa á las maderas fósiles, es porque su estudio guarda conexiones tan íntimas con el de las especies actuales, que puede servir de norma para apreciar su estado;



pudiéndose, además, decir, sin temor de exagerar, que es mayor el número de maderas fósiles científica y completamente descritas, que el de las que vegetan en nuestros montes; y, además también, porque prácticamente he podido apreciar las dificultades que su determinación ofrece, y las vacilaciones en que incurren hasta los más ilustres paleofitólogos de fama europea, al tratar de asignar el lugar sistemático que corresponde á las especies nuevas (1).

---

(1) Me refiero á la madera traída del Sahara occidental por el Sr. Quiroga, que describí con el nombre de *Cesalpinioxylon Quirogoarum*, que propuso se le diera el Dr. Schenk, y que distinguidos profesores de paleofitología sostuvieron primero que era una Conífera, y luego un *Palmoxyton*. (*An. Soc. esp. His. Nat.*, tomo XVIII, 1889.)



## CAPÍTULO PRIMERO

---

### **Elementos histológicos que forman el Sistema leñoso.**

Tratándose de las maderas de nuestro clima, que no ofrecen grandes diferencias, es de todo punto indispensable emplear medios de investigación exactos y precisos, con el fin de trazar sus verdaderas diagnosis, distinguiendo los caracteres generales y determinantes de aquellos que son puramente accidentales y variables como dependientes de la localidad y demás condiciones de crecimiento; y para eso es necesario un estudio completo y minucioso de cada especie antes de decidirse por su verdadera característica, pues de otro modo nunca se obtendrán resultados prácticos y sólo se conseguirá aumentar la confusión, ya demasiado grande, que se nota entre los pocos autores que se han ocupado de esta materia. Para lograr ese fin es preciso, en primer lugar, adoptar una clasificación de los elementos histológicos racional y bien determinada, así como una terminología fija y constante (1); y respecto á ese particular he creído que nada mejor podría hacer que seguir en un todo las ideas y clasificación general

---

(1) Es verdaderamente de extrañar que después de los estudios del Dr. Carlos Sanio y de la publicación de la *Anatomía Comparada* de De Bary, continúen algunos botánicos confundiendo elementos de todo punto diferentes y sin seguir clasificación alguna racional. Como á ejemplo de ello, y porque interesa muy particularmente al objeto de esta Memoria, citaré al Dr. Müller, profesor de Botánica en la Real Academia forestal de Münden.



de las formas de tejidos expuestas por el Dr. A. De Bary en su muy clásica *Anatomía comparada de los órganos vegetativos de las Fanerógamas y Helechos* (1), por parecerme la más conforme con los últimos adelantos de la Botánica y adecuada á mi objeto; y como no siempre los vocablos alemanes son de fácil versión castellana, he preferido hacerla directamente de los términos equivalentes empleados por Bower y Scott— profesores de Botánica en el *South Kensington* y en la Universidad de Londres—mejor que de la traducción francesa que de algunos de ellos da Van Tieghem, por parecerme que están más ajustados á la realidad. Así, los elementos histológicos primordiales que entran á formar el cuerpo leñoso, entendiendo por tal el producto del desarrollo del tallo secundario producido por la formación centrífuga de la zona generatriz, los designaré de la siguiente manera, reuniéndolos en tres grupos:

**A—Grupo celular.**

- 1.º Celdillas de parenquima.
- 2.º Celdillas intermedias.
- 3.º Celdillas fibrosas.
  - a) enteras.
  - b) tabicadas.

**B—Grupo esclerenquimatoso.**

- 4.º Fibras leñosas.

**C—Grupo traqueal.**

- 5.º Traquéidas.
- 6.º Vasos.

---

quien en su *Erläuternder text zu dem Atlas der Holzstruktur* (1888), llama á las traquéidas de las Abietineas, «Holzzellen» (pág. 33); á los vasos de *Carpinus* y del *Fagus*, «Traqueiden»; á las traquéidas espiral-areolares que forman el tejido fundamental del *Ilex*, «Holzzellen», etc., etc., confusión verdaderamente lamentable.

(1) De Bary. *Vergleich. Anat. d. Vegetationsorgane d. Phanerog., u. Ferns*, Leipzig, 1877.



Estos seis elementos son los únicos que se encuentran en el sistema leñoso; y los del tallo secundario provienen todos directamente de las celdillas meristémicas del *cambium*. Entre ellos existe una diferencia fundamental, cual es la de que unos conservan durante largo tiempo, después de haber terminado su evolución morfológica, *las propiedades esenciales de la celdilla*, mientras que otros las pierden desde el momento en que han adquirido la forma definitiva. A los primeros conviene tan sólo el nombre de *elementos celulares* ó de *celdillas*; y se distinguen de los segundos por caracteres del orden fisiológico principalmente, y por los que son anexos á la conservación de la actividad vital, lo que implica en primer lugar la existencia del protoplasma, y, como condición necesaria, que la membrana que los forma esté completamente cerrada. Estos caracteres se encuentran tan solo reunidos en los tres primeros, de los seis elementos que se acaban de enumerar.

Atendiendo á la forma, así como también al procedimiento genésico que les da origen, los elementos celulares pueden dividirse en dos grupos: el parenquima leñoso, y las celdillas fibrosas ó prosenquima. Proviene estas últimas de la división longitudinal de las celdillas madres del *cambium* por medio de planos tangenciales; y su forma es tubular con las extremidades aguzadas, efecto del crecimiento que experimentan tan pronto como adquieren una existencia individual é independiente. Cada división de una celdilla madre sólo da origen á una celdilla fibrosa. Las celdillas de parenquima, por el contrario, nacen de la división de una celdilla madre por medio de varios planos transversales que la cortan á distintas alturas, de modo que cada una de ellas da origen á varias celdillas parenquimatosas colocadas verticalmente unas encima de otras. Atendida la forma de las celdillas madres del *cambium*,



de la división por varios planos horizontales resultan una serie de prismas de bases rectas, excepto las porciones que correspondan á sus dos extremidades, en las que la base terminal estará más ó menos inclinada y será perpendicular á la dirección tangente. Esas formas serán las que presenten las varias celdillas parenquimatosas que provengan de la división de una misma celdilla madre, las cuales puede alterar más ó menos el crecimiento subsiguiente.

Atendiendo sólo á la parte morfológica, entre las formas típicas de parenquima y de celdillas fibrosas pueden presentarse una porción de intermedias que establezcan un tránsito entre ellas; mas en cuanto á su origen, siempre permanecerán separadas, y será fácil discernir si pertenecen al parenquima ó á las celdillas fibrosas. Una de esas formas de tránsito, unida por su formación á estas últimas, ha recibido el nombre de «celdillas intermedias» («celdillas de sustitución» de Sanio) para indicar que participa á la vez de los caracteres de los dos tipos extremos. Por su longitud se acercan al parenquima leñoso, al que sustituyen á menudo; mas su forma indica que proceden de la división longitudinal de las celdillas madres, de igual manera que las celdillas fibrosas; y entre ambas la principal diferencia consiste en que, mientras estas últimas, por un exagerado crecimiento en longitud toman la forma tubular alargada con las extremidades aguzadas, las primeras, por el contrario, no experimentan crecimiento alguno, reproduciendo con corta diferencia la figura de las celdillas madres. Esta es, á mi modo de ver, la interpretación genésica que debe darse á las celdillas intermedias, y su verdadera diferencia con las celdillas fibrosas. Por las esculturas de sus paredes, así como por el papel anatómico que desempeñan, están íntimamente relacionadas



con el parenquima leñoso, según se verá más adelante.

Otra forma de parenquima diferente del leñoso, cuya formación se acaba de describir, es el que constituye los radios medulares, y que por este motivo se conoce con el nombre de «parenquima radial». Sus celdillas, examinadas individualmente, no ofrecen caracteres morfológicos bastantes para justificar tal distinción, pero su origen es totalmente distinto. La génesis del parenquima leñoso es producida por divisiones transversales de una ó varias celdillas madres del *cambium*, que antes de diferenciarse de esa manera ninguna particularidad ofrecían que permitiera distinguirlas de las otras celdillas madres destinadas á producir elementos de distintas especies; mientras que el parenquima radial tiene en el *cambium* celdillas iniciales propias, que de un lado y otro, es decir, en la región del xilema y del floema, dan origen á celdillas madres especialmente destinadas á la génesis del parenquima radial, por medio de divisiones perpendiculares al sentido de su crecimiento máximo, esto es, por planos tangentes á la zona generatriz. Este elemento radial es el único que tiene celdillas iniciales propias (1), que dan inmediatamente origen á celdillas madres destinadas siempre á convertirse en parenquima, pues en todos los demás casos, de una misma celdilla inicial se derivan celdillas madres que sucesivamente se convierten en elementos de diferente especie. Esta diferencia es esencial, y establece una distinción bien marcada entre

---

(1) En los géneros *Pinus*, *Picea* y *Larix*, y tal vez en otras Coníferas, alternando con el parenquima se encuentran también, formando los radios, algunas hiladas de traquéidas, por el lado del xilema. En este caso las celdillas iniciales no dan siempre origen directamente á celdillas madres productoras de parenquima, puesto que á veces producen traquéidas. No conozco otra excepción.



las dos especies de parenquima, aun en el caso en que las celdillas que componen el radial sean de bastante longitud y estén colocadas *derechas*, esto es, en el sentido de las fibras leñosas, pues entonces—sobre todo en las secciones tangenciales—pudiera creerse que proceden de una celdilla ordinaria del *cambium* dividida por tabiques transversales; mas el examen de secciones dadas en sentido radial, hace en seguida ver que no es ese su origen. Las celdillas derechas se encuentran de ordinario formando radios uniseriados, y también, en algunas especies, reunidas en un mismo radio á las procumbentes; pero entonces éstas constituyen las hiladas centrales, y las derechas las de los extremos, siendo en muchos casos el radio pluriseriado en su parte media, y uniseriado en ambas extremidades. Radios uniseriados de celdillas derechas, los he observado en el *Phyladelphus coronarius*, *Erica arborea*, *Rosa canina*, *Ribes nigrum*, *Daphne Laureola*, *Cistus laurifolius*, y otra porción de especies que se dirán en el Capítulo VII, al estudiar los radios medulares; y mezclados á la vez con otros compuestos de celdillas derechas y procumbentes, en la disposición que acabo de indicar, en la *Lonicera arborea*, *Rhododendron baeticum*, *Viburnum Opulus*, *Myrtus communis*, etc.

Para fijar bien las diferencias que existen, en cuanto á su génesis, entre los elementos celulares que forman el cuerpo leñoso, á continuación expongo, en resumen, el modo como se originan.

Su forma ya se ha visto que puede ser muy variable, y oscila entre dos tipos extremos, cuales son las fibras leñosas y el parenquima isodiamétrico. (Tejido fundamental de Sachs).



	(Fibras leñosas.)
Celdillas originadas por la división longitudinal de las <i>celdillas madres del cambium</i> .....	Celdillas fibrosas. Celdillas intermedias.
Celdillas originadas por divisiones transversales de las <i>celdillas madres del cambium</i> .....	Parenquima leñoso.
Celdillas originadas mediatamente por elementos especiales de la <i>zona inicial</i> , é inmediatamente por <i>celdillas madres radiales</i> que se dividen en sentido tangente. . . . .	Parenquima radial.
	(Parenquima isodiamétrico.)

La forma del parenquima leñoso es sumamente variable, y á pesar de eso se reconoce siempre fácilmente. El elemento que tiene con él más analogías son las celdillas intermedias. Sus paredes no presentan nunca esculturas areolares ni hilos espirales (1), y casi siempre están fuertemente engrosadas. Su contenido es amiláceo en las capas de madera joven, pero puede ser también gomoso, resinoso, etc., y en algunos casos están llenas de cristales de oxalato de calcio; entonces las celdillas cristalíferas son muy cortas, y cada una de ellas solo contiene un cristal.

El parenquima leñoso, ó las celdillas intermedias, no faltan nunca en los compartimientos de las especies de nuestro clima, excepto en el *Taxus baccata*, en el que no se ven otros elementos celulares que los de los radios. En las demás Coníferas se presenta el parenquima en dos formas distintas: en series verticales y aisladas (hilos celulares de Hartig) entre las traquéidas

---

(1) Nótese bien que me refiero á las celdillas de parenquima y celdillas intermedias que se encuentran en el sistema leñoso secundario como producto del *cambium*, pues, en otros casos, las celdillas con diversas esculturas en sus paredes no son raras: en el parenquima hipodérmico *acuoso* de las hojas de varias especies de *Plurothallis* y en otras Orquídeas, tienen espesamiento espiral y reticular, y también en el parenquima primario de las raíces de algunas Coníferas, etc., etc.



que constituyen la masa fundamental, como en el *Abies Pinsapo*, *A. pectinata*, *Juniperus spec.*, *Taxodium spec.*, *Araucaria spec.*, *Wellingtonia gigantea*, *Thuja spec.*, *Cupressus spec.*, *Cedrus Libani* y *C. Deodara*; y agrupado en cordones que corren á lo largo del tallo y de los radios medulares, formando canales resiníferos, como en los *Pinus spec.*, *Picea excelsa* y *Larix europaea*. En las Dicotiledóneas se encuentra, en la mayoría de especies, en celdillas aisladas entre los elementos de la masa fundamental; forma hiladas continuas en la extremidad de los anillos, en el *Populus alba*, *P. canescens*, *P. tremula*, *Juglans regia*, *Aesculus Hippocastanum*, *Zyziphus vulgaris*, *Spartium junceum*, *Ulex europaeus*, *Sarothamnus eriocarpus*, *Genista falcata*, *Robinia Pseudo-Acacia...*, etc.; se encuentra en bandas alternantes con el tejido de la masa fundamental, en el *Ficus Carica* y *Quercus Jordanae*; constituye una banda al final de los anillos en la *Switienia Mahagoni*; y en la forma paratraqueal es común en la mayoría de las especies cuyos vasos van acompañados de una envoltura de tejido diferente del fundamental. En esta forma adquiere á veces gran desarrollo, ya sea en la zona de otoño, como en la *Robinia Pseudo-Acacia* y *Celtis australis*, ó bien en la de primavera, en donde llega á sustituir por completo al tejido fundamental. (*Morus*, *Fraxinus*, *Celtis*, etc., etc.)

Las celdillas intermedias se encuentran raras veces aisladas entre los elementos de la masa fundamental. En las especies españolas sólo las he visto en esta forma en el *Evonimus europaeus*; pero constituyendo tejido paratraqueal bien desarrollado acompañan los grupos vasculares de muchas especies, y entre ellas de las siguientes: *Kentrophyllum arborescens*, *Berberis vulgaris et hispanica* (grupos de primavera), *Cytisus Laburnum*, *Sarothamnus eriocarpus*, *Spartium junceum*,



*Ulex europaeus*, *Genista florida*, *G. falcata*, *G. lini-  
folia*, etc., etc.

Las celdillas fibrosas tienen su cavidad (*lumen*) entera, ó dividida por medio de varios tabiques transversales, dando lugar á dos variedades: á las «celdillas fibrosas enteras» y á las «celdillas fibrosas divididas» (*septatae*). Estas últimas tienen cierto parecido con los grupos verticales de parenquima leñoso, que provienen de la división de una misma celdilla madre del *cambium*; pero con un poco de atención se distinguen de ellos fácilmente, pues sus paredes ó tabiques transversales son muy finos y delicados, y siempre de mucho menor grueso que las paredes longitudinales—al contrario de lo que sucede en el parenquima leñoso,—sin que en ellas sea posible distinguir, ni con los mejores objetivos, la lámina intermedia ó primitiva que indique que cada *lóculo* deba considerarse como una celdilla distinta, ni se separe cada celdilla en sus diversos *lóculos* si se las trata por el procedimiento de maceración de Schultze. Se distinguen además los tabiques transversales de las paredes extremas del parenquima, en que éstas presentan las mismas esculturas que las longitudinales, mientras que los tabiques son siempre completamente lisos, por lo menos en todas las especies que hasta el presente he examinado, y que citaré más adelante.

Entre las celdillas de parenquima y las tabicadas existe otra diferencia en cuanto al modo de su generación, pues mientras las primeras proceden de una celdilla madre por verdadera división celular, en las tabicadas la división en *lóculos* debe verificarse, no á partir de la celdilla madre, sino después de que se haya diferenciado en celdilla fibrosa, de modo que los tabiques corresponden á expansiones laminiformes de las paredes verticales producidas durante el período de espesa-



miento de éstas, y así, cada *lóculo* en manera alguna debe considerarse como una celdilla. Según este modo de ver, una celdilla madre se diferencia en una sola celdilla tabicada, mientras que en el parenquima, una celdilla madre da origen á toda una serie vertical de elementos parenquimatosos.

Los elementos celulares del sistema leñoso secundario pertenecen al grupo de celdillas escleróticas ó de paredes gruesas (no en el sentido que Van Tieghem da á esta expresión, según se verá más adelante), y por lo tanto, no es posible reconocer en ellas las propiedades celulares primordiales, cuales son la existencia del contenido protoplásmico y la facultad de dividirse, perdida esta última desde el momento que acaba la diferenciación de las celdillas madres; mas como es esencial distinguirlos de los demás elementos *no celulares*, se hace preciso recurrir á otros caracteres que indiquen la conservación de su vitalidad durante algún tiempo después de haber adquirido la forma definitiva. El parenquima leñoso y las celdillas intermedias no ofrecen dudas en su determinación, pues basta para ello la parte morfológica; pero no sucede así con las celdillas fibrosas, cuyo parecido con las fibras leñosas es tan grande que la mayoría de las veces no será fácil distinguirlas, pues el único signo de vitalidad que presentan estas últimas consiste en la aparición y desaparición periódica de las sustancias de reserva que llenan su cavidad, sustancias que faltan siempre en las verdaderas fibras leñosas. Durante el reposo vegetativo, los elementos celulares vivos se encuentran llenos, por lo común, de gránulos amiláceos que desaparecen cuando se inicia el período de actividad, para volver á mostrarse en la época de reposo siguiente; pero al cabo de algunos años la celdilla muere, y entonces ese fenómeno vital deja de manifestarse. Es preciso, pues, para



distinguir con seguridad las celdillas fibrosas enteras —las tabicadas no ofrecen duda— de las fibras leñosas, examinar ejemplares que hayan sido cortados durante el reposo vegetativo, y que las preparaciones se hagan de la madera formada durante los últimos años, con el fin de que los elementos celulares no hayan perdido la manifestación de los fenómenos vitales. En estas condiciones he examinado una porción de especies con el fin de poder determinar con seguridad la naturaleza de los elementos fibrosos, y he hallado que los que forman la masa fundamental de las siguientes especies contenían gránulos amiláceos, y son, por lo tanto, celdillas fibrosas. No están tabicadas en el *Acer pseudoplatanus*, *A. platanoides*, *A. Negundo*, *Sambucus nigra*, *Berberis vulgaris*, *B. hispanica*, *Ribes rubrum*, *Ligustrum vulgare*, *Syringa vulgaris*; están todas tabicadas en la *Punica Granatum*, *Ceratonia Siliqua*; *Switienia Mahagoni*; y están mezcladas las enteras con las tabicadas en la *Hedera Helix*, *Laurus nobilis*, *Vitis vinifera*, *Ribes nigrum* (1). En el *Evonimus europaeus* se encuentran también las dos variedades de celdillas fibrosas, pero no formando la masa fundamental, sino esparcidas entre las traqueidas que la forman.

El único elemento del sistema esclerenquimatoso que figura en la madera del tallo secundario son las fibras leñosas, pues el esclerenquima de celdillas cortas del tipo isodiamétrico (elementos pétreos, placas cobertoras de Mettenius, etc.) no tiene en ella representantes. Su forma es muy parecida á la de las celdillas fibrosas, y pasa también por tránsitos insensibles á la

---

(1) De Bary (loc. cit.), tomándolo de otros autores, dice que se encuentran celdillas fibrosas en la *Robinia Pseudo-Acacia*, *Rhus typhinum* y *Olea europaea*; mas en los ejemplares que he examinado, á pesar de que el parenquima leñoso estaba lleno de gránulos amiláceos, en las cavidades de los elementos fibrosos no se veía ninguno, por lo que creo deben tomarse por fibras leñosas.



de las traqueidas; pero de las primeras se distinguen por el carácter fisiológico que consiste en que en seguida de diferenciadas de las celdillas madres y terminado el espesamiento de su membrana, pierden el contenido protoplásmico, y nunca sirven de depósito á las sustancias de reserva. Los fenómenos vitales desaparecen de ellas desde el momento que ha terminado su evolución morfológica, y si en sus paredes se notan algunos cambios subsiguientes, deben atribuirse tan sólo á efectos de degradación.

La forma típica de las fibras leñosas es tubiforme con las extremidades afiladas. Sus principales variedades son debidas casi siempre á que el paso del cuerpo de la fibra á sus extremidades no se hace de un modo regular y uniforme, y á que éstas sean bifurcadas, unduladas—lo que indica el contacto con los radios medulares, etc., etc. Sus paredes *nunca* presentan espesamiento filiforme, y por lo tanto en ellas jamás se ve hilo espiral, reticular ni anular, si bien su estructura es estriado-espiral, fenómeno completamente distinto de los que tienen por base el espesamiento de las paredes. En efecto, la estriación es debida á la estructura íntima de la membrana, que, en vez de ser uniforme, se compone de laminillas de distinto poder de refracción, ordenadas paralelamente unas á otras y en dirección cruzada formando espiras dextrogiras; mientras que las esculturas debidas al espesamiento espiral tienen por base el distinto crecimiento de la membrana, localizado en una ó varias líneas espirales. La estructura estriado-espiral influye en todas las esculturas que tienen lugar en las paredes de las fibras, y sobre todo en los canaliculos ó aberturas de los poros. Vistos de frente no aparecen puntiformes como en las celdillas de parenquima, sino que afectan la forma de pequeñas hendeduras lineales y paralelas á la dirección de las es-



trías; y como éstas van en un mismo sentido en todas las fibras, resulta que las hendeduras correspondientes á un mismo poro, y que pertenecen, por lo tanto, á dos elementos contiguos, están cruzadas ó son giratorias (*tournantes*) según la expresión de Van Tieghem.

Las puntuaciones que presentan las paredes de las fibras son siempre de naturaleza areolar. De Bary indica ya la posibilidad de que, en algunos casos, la pequeñez de la areola haga que no sea claramente discernible, y entonces se tomen por poros sencillos los que en realidad debieran ser considerados como areolares; y mis observaciones han confirmado esa suposición, pues poros, al parecer sencillos, han resultado siempre areolares desde el momento que su examen se ha hecho en buenas preparaciones y con los excelentes apocromáticos Zeiss. Las aréolas son circulares, por lo común muy pequeñas, y las aberturas, lineal hendidas y paralelas al sentido de la estriación, se prolongan siempre más allá del diámetro de las aréolas. Ese carácter de las aberturas podrá emplearse para distinguir las celdillas fibrosas de las verdaderas fibras, pues aunque en aquéllas los poros areolares pueden presentarse claramente desarrollados, como sucede, por ejemplo, en la *Ceratonia Siliqua*, los efectos de la estructura estriada no se dejan sentir de un modo notable en las aberturas; é igualmente podrá servir para diferenciarlas de las traqueidas, pues las aberturas, en éstas, si bien casi siempre lineales y cruzadas, sobresalen poco de las aréolas. Los poros areolares no son nunca muy abundantes en las paredes de las fibras—al contrario de lo que sucede en las traqueidas—y en algunos casos he podido señalar su existencia hasta en las paredes de contacto con elementos parenquimatosos, si bien su diámetro era muy pequeño y sólo perceptible con grandes aumentos.



Las paredes de las fibras son, por lo regular, bastante gruesas, y por lo común están lignificadas, si bien las capas más internas suelen presentar la modificación gelatinosa ó cartilaginosa, fácilmente reconocible porque se hinchan con el agua, tomando el color violeta tratadas por el yodo disuelto en yoduro de potasio, ó bien por el cloro-yoduro de cinc, y no se colorean con las disoluciones de anilina. Esa degeneración gelatinosa puede considerarse como característica de las fibras leñosas; y la he observado en muchas especies, entre ellas en el *Rhamnus cathartica* *Cercis Siliquastrum*, *Robinia Pseudo-Acacia*, *Cytisus Laburnum*, *Genista florida*, *Adenocarpus hispanicus*, etc., etc.

Las fibras leñosas se encuentran en los compartimientos solamente formando el tejido fundamental (1).

El grupo traqueal comprende los vasos y las traqueidas; y la palabra tráquea la emplearé de aquí en adelante para designar ambos elementos de un modo general é indeterminado, en todos aquellos casos en que una distinción clara no sea posible.

Las tráqueas deben considerarse, más bien que como elementos, como á una verdadera forma de tejido, puesto que provienen de la diferenciación de una serie de celdillas madres del *cambium*, colocadas unas

---

(1) Apoyándose en las observaciones del Dr. Carlos Sanio, De Bary (loc. cit. Sec. 30) admite la posibilidad de que las fibras pueden en algunos casos ser tabicadas; y cita como ejemplos, las que se encuentran en la corteza del castaño de Indias, de la vid, del *Pelargonium roseum*, y en algunas Palmas, como la *Chamaedorea alegans*, y aun señala en ellas la existencia de materias amiláceas; pero esto está en completa contradicción con los principios fundamentales de la clasificación por él mismo establecidos, según los cuales, esos elementos deben considerarse como celdillas fibrosas tabicadas y no como fibras leñosas. Tal contradicción me parece debe atribuirse á no haber tenido en cuenta que el Dr. Sanio sigue diferente clasificación de los elementos, pues incluye en el mismo grupo del tejido libriforme las celdillas libriformes enteras y las celdillas libriformes tabicadas, correspondiendo estas últimas á las celdillas fibrosas tabicadas, según se verá más adelante.



sobre otras en hilada vertical, y todas iguales entre sí, obedeciendo á una ley común de crecimiento. Cada una de estas celdillas sobrepuestas constituirá un elemento traqueal, y la conexión que entre ellas exista puede ser más ó menos íntima según que las paredes de unión vertical desaparezcan ó no. En el primer caso, entre todos los elementos de una misma serie habrá comunicación directa, formando un conducto continuo que recibe el nombre de «vaso»; y en el segundo, en que cada elemento permanece cerrado, y, por lo tanto, sin comunicación directa entre los que forman una misma serie, el tejido recibe el nombre de «traqueidal» y cada elemento por separado el de «traqueida». Los vasos y traqueidas, así definidos, ocupan los dos extremos de una serie, entre los cuales existen numerosas formas intermedias, dependientes del mayor ó menor grado de comunicación que exista entre sus elementos, por efecto de la desaparición total, parcial ó nula de las paredes de contacto. Este último caso, que es el de las traqueidas, ofrece un tránsito á las fibras leñosas.

Las tráqueas que comúnmente se observan en el sistema leñoso presentan en sus paredes verticales en contacto con elementos de la misma naturaleza, diversas esculturas que pueden reducirse á dos tipos principales: espesamiento de la membrana en forma de hilo ó filete espiral, y espesamiento de la membrana en forma de poros areolares; y en contacto con elementos desemejantes, estas mismas esculturas ó poros simples más ó menos modificados, de modo que un mismo vaso ó traqueida puede tener separadamente hilos espirales, poros areolares y poros simples, perteneciendo, por lo tanto, á la clase de *Vasa mixta* establecida por Mr. de Mirbel. De aquí la necesidad de indicar cuáles son los elementos de contacto al definir una tráquea por las esculturas de sus paredes; y cuando nada sobre ese par-



ticular se indique, deberá entenderse siempre que se trata de las paredes en contacto con otras de elementos semejantes. Así, por ejemplo, al decir que los vasos del *Carpinus betulus* tienen poros areolares, se entenderá en las paredes yuxtapuestas á otros vasos, sin perjuicio de que la escultura sea espiral-areolar en las de contacto con las traqueidas, con solo una espiral muy fina en las de contacto con las fibras leñosas, y con poros sencillos ovales y grandes en las de contacto con las celdillas de parenquima. Según este modo de definir las tráqueas por las esculturas de sus paredes, puede decirse que las del sistema leñoso secundario son siempre areolares ó espiral-areolares; no obstante, como excepción á esta regla general, deben citarse las de los tallos blandos y carnosos de las Crasuláceas y Papayáceas, que presentan un espesamiento reticular, el cual es reticular-poroso en las Cariófileas, y anular en varias especies de *Echinocactus* y *Molocactus*.

En algunos casos raros se han observado también barras transversales que van de una á otra pared de las tráqueas; y el Dr. Sanio dice haberlas encontrado las traqueidas del *Hippophae rhamnoides* y del *Pinus sylvestris*. Yo he tenido ocasión de verlas en esta última especie y en el *Pinus pinaster*, uniendo las paredes tangenciales opuestas; pero, atendida su rareza, tal vez sería mejor considerarlas como un fenómeno anormal, que clasificar las traqueidas en que se presentan en el grupo de las *Traquea trabeculatae*, como hace De Bary (1).

Las esculturas que aparecen en las tráqueas en general, debidas todas ellas al desigual espesamiento de sus paredes, pueden clasificarse ordenadamente de la siguiente manera:

---

(1) Véase loc. cit. Sec. 39 y 142.



- 1.º Espesamiento en forma de hilo ó filete:
  - a) Hilo espiral: *tráqueas espirales*.
  - b) Hilo anular: *tráqueas anulares*.
  - c) Hilo reticular: *tráqueas reticulares*.
- 2.º Espesamiento dando lugar á la formación de poros:
  - a) Poros simples: *tráqueas porosas ó punteadas*.
    - α *Tr. reticulares*.
    - β *Tr. escaleriformes*.
  - b) Poros areolares: *tráqueas areolares*.
    - α *Tr. reticulares*.
    - β *Tr. escaleriformes*.
- 3.º Espesamiento dando lugar á barras transversales: «*Tráqueae trabeculatae*.»

Entre estas formas típicas y bien definidas, se presentan una porción de intermedias que las unen entre sí por medio de tránsitos insensibles. Las tráqueas reticulares, por ejemplo, lo mismo pueden provenir del espesamiento en hilo ó filete (grupo 1.º) que de una degeneración de los poros simples ó areolares; y sólo podrá decidirse el verdadero grupo á que pertenezcan siguiendo su desarrollo, cosa fácil en la mayoría de casos, pues en una misma tráquea se encontrarán casi siempre algunos puntos en que la escultura típica esté poco transformada y sea reconocible. Los poros simples sólo se distinguen en realidad de los areolares, en que los bordes del espesamiento son perpendiculares ó están en talud con respecto á la lámina primitiva, ó bien se extienden por encima de ella; en este último caso resultarán las esculturas areolares, que pueden tener la figura de un círculo ó de un elipse; y cuando ésta se prolonga adquiriendo mucha longitud y poca anchura, lo hace siempre de modo que el eje mayor de la elipse es perpendicular al eje de la tráquea, y de aquí que aparezcan como una serie de rayas paralelas, dando lugar á la escultura escaleriforme tal como se observa en los vasos típicos de muchos Helechos y de la madera del *Vitis vinifera*. Los poros areolares, además de la modifica-



ción escaleriforme, dan lugar á una multitud de otras formas por las alteraciones que sufre la areola, ó las aberturas interior ó exterior del canal que ponen en comunicación la cavidad ó cámara del poro con la luz de la tráquea. Así, por ejemplo, en las tráqueas de paredes muy gruesas (*Ficus Carica*, *Fraxinus excelsior*, etcétera) las líneas en espiral ó reticulares que se ven en ellas, provienen de la unión ó confluencia de las aberturas de los canaliculos de los poros, que son de forma lineal y sobresalen del diámetro de las aréolas. Estas modificaciones ofrecen caracteres preciosos para la distinción de las especies, y deberán describirse en cada caso particular, pues es imposible reducirlas á tipos generales.

La distinción fundamental entre los vasos y las traqueidas consiste, según ya se ha dicho, en que los elementos de una misma serie tienen en los primeros comunicación directa entre sí, por haber desaparecido más ó menos totalmente las paredes de unión, mientras que en las traqueidas esa comunicación directa no existe. En los vasos típicos, la forma de los artículos — cada uno de ellos representa una celdilla madre diferenciada (1)—es un prisma ó cilindro de bases rectas; y en las traqueidas, típicas también, las bases están muy inclinadas, y siempre son perpendiculares al plano tangente á los anillos anuales; y como forma degenerada aguzan sus extremidades hasta confundirse con las fibras leñosas. Como regla general puede decirse que en los vasos la perforación será más ó menos completa según que su forma se acerque más ó menos á la traqueidal, oscilando entre la perforación total—ver-

---

(1) En el caso de que los artículos vasculares sean de muy poca altura, no sé si está del todo demostrado que procedan de una celdilla madre única, ó bien de la división de cada una de ellas en dos ó tres partes.



dadera fusión de elementos, según la expresión de Unger—en la que las paredes de separación desaparecen del todo, y la *tendencia á la perforación*, señalada por una mayor cantidad de poros en dichas paredes, como se ve en las traqueidas de las Coníferas. El proceso de perforación es siempre el mismo: en las paredes transversales de los elementos vasculares, al mismo tiempo que se verifica el espesamiento y lignificación general, aparecen uno ó varios poros en los cuales la lámina media, que no ha sufrido modificación alguna, se reabsorbe y desaparece. Cuando el poro es grande y ocupa toda la superficie de las paredes transversales, la perforación es completa, y sólo queda de ellas un pequeño reborde ó anillo; y si en vez de ser un solo poro, son varios, alargados y paralelos, la perforación será *escaleriforme*. En este caso las líneas ó aberturas están siempre colocadas perpendicularmente al eje del vaso, por lo menos en todas las especies que hasta el presente he examinado. Otras veces los poros de las paredes transversales son de la misma naturaleza que los que cubren las longitudinales, de los que se distinguen tan sólo por su mayor tamaño, como sucede en los vasos de la *Ephedera monostachya*; y, finalmente, si todos son iguales, y sólo su mayor número en las paredes transversales indica una tendencia á la perforación, es difícil averiguar si ésta existe realmente ó no, como es el caso en algunas Coníferas, que ha motivado discordancia entre los botánicos de más nombradía. Schacht (1)—quien fué el primero en dar la interpretación de los poros areolares tal como hoy día se admite, en contra de las ideas de H. de Mohl que hasta entonces habían prevalecido—admitía que la lámina media des-

---

(1) Schacht, «*De maculis in plantarum vasis*», (1860), y también «*Le Microscope*», trad. Dalimier, 1865, pág. 89.



aparece por completo una vez terminado el desarrollo del poro, opinión seguida al principio por Dippel y Sachs, en contradicción á la de Hartig, y sobre todo del Dr. Sanio, quien en más recientes trabajos ha tratado de demostrar que la lámina media no desaparece, sino que continúa aplicada contra uno de los bordes del poro, impidiendo toda comunicación directa entre sus mitades. Esta última opinión parece ser la que goza de favor hoy día, defendida principalmente por De Bary y Van Tieghem; y ya en otro lugar expuse el resultado de mis experiencias con el fin de ver si la observación microscópica, ayudada por los reactivos microquímicos, confirmaba la existencia de la lámina media en las traqueidas completamente formadas del género *Pinus* (1). De todos modos siempre será cuestión difícil, en la mayoría de los casos, cuando en un elemento traqueal alargado y con las caras terminales muy inclinadas sean todos los poros iguales, decidir si existe ó no comunicación directa, y, por lo tanto, si se trata de un elemento vascular ó traqueidal; y, para la cuestión práctica me parece lo más conveniente considerarlo como una traqueida, siempre que esto suceda.

Las traqueidas se encuentran en los compartimientos de la madera formando parte de la masa fundamental ó del grupo vascular; y, en algunas Coníferas, también alternando con las hiladas de parenquima que constituyen los radios medulares, como sucede en el *Pinus spec.*, *Picea excelsa* y *Laris europaea*. Forma por completo la masa fundamental en todas las Coníferas y en muchas Dicotiledóneas, tales como el *Pirus communis*, *P. com. v. Mariana*, *Myrtus communis*, *Crataegus monogyna*, *Rhododendron baeticum*, *Viburnum Opulus*,

---

(1) *Estudio micrográfico de la madera de las Coníferas españolas*, páginas 38 y 59.



*Buxus sempervirens*, *Sorbus Acuparia*, *Cistus laurifolius*, *Osyris lanceolata*, *Lonicera arborea*. *Ilex Aquifolium*, *Rosa canina*, *Philadelphus coronarius*, *Evonimus europaeus*, etc., etc.; y se encuentran como dependientes de la masa fundamental, constituyendo el borde de otoño en el *Amygdalus communis*, *Eucalyptus globulos*, *Prunus Cerasus*, *P. avium*, *P. lusitanica*, *P. Laurocerasus*, *P. Armeniaca*, *P. spinosa*, *P. insistitia*, *Ribes rubrum*, *R. nigrum*, *Syringa vulgaris*, *Ligustrum vulgare*, etc., etc. Dependientes del grupo vascular pueden figurar las traqueidas de dos maneras: como degeneración de los vasos, y en la forma paratraqueal. Como degeneración de los vasos se encuentran en casi todas las especies cuyos grupos vasculares, ya sean numerosos ó bien reducidos á un solo individuo, llegan hasta la línea divisoria por el borde de otoño, como sucede en el *Aesculus Hippocastanum*, *Sambucus nigra*, *Hedera Helix*, *Daphne Laureola*, *Carpinus betulus*, *Betula verucosa*, *Corylus Avellana*, *Alnus glutinosa*, *Rhamnus cathartica*, *Rh. lycioides*, *Rhus Cotinus*, *Rh. typhinum*, *Rhobinia Pseudo-Acacia*, *Cercis Siliquastrum*, *Adenocarpus spec.* *Genista spec.* *Spartium junceum*, *Ulex europaeus*, *Kentrophyllum arborescens*, *Sarothamnus eriocarpus*, etc., etc. Forman excepción á esta regla aquellas especies cuyos vasos son de paredes muy gruesas, como en el *Ficus Carica* y *Fraxinus excelsior*, y no sufren el aplastamiento radial en el borde de otoño, que es la principal causa que los obliga á transformarse en traqueidas.

Las traqueidas paratraqueales pueden tener el mismo género de esculturas que los vasos, ó bien diferente. Son en ambos simplemente areolares, en los *Quercus spec.*, *Eucalyptus globulus*, *Prunus Cerasus*, *P. lusitanica*, *P. avium*, *P. Laurocerasus*, *Ribes nigrum*, etcétera, y espiral-areolares, en el *Ligustrum vulgare*, *Syringa vulgaris*, etc.; los vasos tienen espiral y las tra-



queidas no, en el *Amygdalus communis* (vasos de las regiones media y de otoño); los vasos sin espiral y las traqueidas con ella, en el *Prunus spinosa*, *P. insititia*, *P. Armeniaca*, etc., etc.

Los vasos rayados ó escaleriformes sólo se encuentran, en las Dicotiledóneas españolas que hasta el presente he estudiado, en el *Vitis vinifera*. Comúnmente son areolares ó espiral-areolares y de perforación completa. La perforación incompleta escaleriforme sólo en el *Ilex Aquifolium* la he visto reunida al espesamiento espiral-areolar de las paredes; en los demás casos el espesamiento es solo areolar, como sucede en el *Rhododendron baeticum*, *Buxus sempervirens*, *Platanus occidentalis*, *Philadelphus coronarius*, *Viburnum Opulus*, *Ribes rubrum*, *R. nigrum*, *Fagus sylvatica*, *Laurus nobilis*, *Betula verrucosa*, *Alnus glutinosa*, *Cory'us Avellana*, etc., etc.

El modo como estos seis elementos primordiales se unen para formar tejidos y constituir los compartimientos se dirá en el Capítulo VII.

De las ligeras consideraciones generales que acaban de preceder sobre los elementos constitutivos del sistema leñoso, se deduce que entre ellos no existe una separación absoluta, pues si bien las formas típicas se presentan bien caracterizadas, no sucede otro tanto con las intermedias. Ese resultado era de esperar, atendido á que todos los elementos proceden de la diferenciación de las celdillas madres de la zona generatriz originariamente iguales; y las dificultades que pueden ofrecerse en su determinación no son de distinto género, ni tampoco superiores á las que se presentan constantemente al clasificar cualquier objeto natural. Los elementos histológicos es conveniente considerarlos, más bien que separadamente, como formando una serie continua en la cual se destacan las formas típicas siguientes:



Parenquima leñoso,  
Celdillas intermedias,  
Celdillas fibrosas,  
Fibras leñosas,  
Traqueidas, y  
Vasos.

Los vasos y el parenquima leñoso, ó mejor las celdillas intermedias, se aproximan y muestran gran semejanza en el género *Viscum*. En el *V. laxum* tienen los artículos vasculares y las celdillas la misma forma, y las esculturas de sus paredes difieren también muy poco, de modo que, á no ser por la perforación oval de los primeros, podrían muy bien confundirse. En una época en que las ideas acerca de la especie y de la evolución diferían bastante de las que hoy profesamos, el Dr. Carlos Robin declaraba ya de un modo terminante que los elementos histológicos vegetales debían ser considerados como «tipos de una misma especie, más bien que como especies distintas» (1).

Las formas dudosas que frecuentemente se observan, pueden dividirse en dos clases: en formas de tránsito y en formas degeneradas. Las primeras tienen lugar casi siempre que se presentan juntos dos tejidos formados por elementos que están contiguos en la serie anterior, como, por ejemplo, vasos y traqueidas, traqueidas y fibras; y las segundas cuando por condiciones especiales no puede un elemento desarrollarse en su forma típica, como sucede á los vasos del borde de otoño, junto á la línea divisoria, en donde el aplastamiento radial impide que se formen las aberturas, y degeneran, por lo tanto, en traqueidas. Estas formas dudosas, de tránsito ó degeneración, deben conside-

---

(1) Ch. Robin: *Histoire Naturelle des Vegetaux Parasites qui croissent sur l'homme et sur les animaux vivants*; Paris, 1845; página 143.



rarse como regla general, y admitirse su existencia probable en todos los tejidos que estén en condiciones de presentarlas, sin que por ello se consideren alteradas las leyes generales de composición.

---



## CAPÍTULO II

---

### **Comparación de las clasificaciones de los elementos histológicos que constituyen el Sistema leñoso.**

Las anteriores ideas fundamentales acerca el modo de considerar los elementos histológicos que entran á formar el sistema leñoso, servirán de norma en lo sucesivo al clasificar los diversos tejidos que componen los anillos, que es lo que constituye la base de toda descripción micro-xilográfica bien hecha. Así lo han reconocido los doctores Sanio y Hartig en sus estudios sobre la anatomía comparada del cuerpo leñoso de los vegetales, al poner especial cuidado en definir ante todo la composición histológica elemental de cada especie; y como dichos estudios son verdaderamente clásicos por ser los primeros que de un modo científico se ocupan del conocimiento y clasificación del sistema leñoso de diversas especies, deberán siempre ser consultados. A ese fin, y como quiera que la clasificación de los elementos por ellos adoptada no es la misma, ni concuerda con la que se acaba de exponer, será conveniente trazar su paralelo, con objeto de poder comparar la composición elemental que asignan á cada especie con el resultado de mis observaciones, siguiendo de esta manera el sabio consejo del gran botánico español Cavanillas, que recomendaba servirse siempre de lo que otros escribieron, pero «con crítica y conocimiento».



La distinción entre *elementos celulares* y *no celulares* la expuso por primera vez De Bary en la Introducción de su *Anatomía comparada*, en el año 1877. Antes de esta fecha todos los elementos que no eran tenidos por vasculares se distribuían en dos grupos, atendiendo únicamente á su forma, con la denominación de «celdillas cortas» y «celdillas alargadas». La reunión de las primeras constituía el tejido parenquimatoso (parenquima), y la de las segundas el prosenquima. Las celdillas alargadas y fusiformes se llamaban simplemente fibras, y el tejido por ellas formado, tejido fibroso. A. de Jussieu fué el primero que propuso separar los tejidos en tejido fibroso y tejido celular; pero botánicos tan eminentes como Duchartre declararon inadmisibile tal distinción, fundándose en que entre las celdillas de parenquima y las fibras existían multitud de formas que las unían de un modo continuo. Los caracteres fisiológicos para nada se tenían en cuenta, y las celdillas, las fibras y las traqueidas de la clasificación expuesta anteriormente no se distinguían de un modo preciso. Las fibras podían presentar un hilo espiral interior (Richard, Robin), y por lo tanto, se confundían con las traqueidas; y las celdillas alargadas, cilíndricas, de bases horizontales ó débilmente inclinadas, formaban por su reunión tejido prosenquimatoso (Duchartre). El sistema leñoso secundario de las Dicotiledóneas, excepción hecha de los radios medulares, estaba formado solamente por fibras y falsas tráqueas, y á los elementos que componen el tejido fundamental de las coníferas, tan pronto se les llamaba fibras, como vasos (Richard, Robin). En ese estado de confusión es fácil comprender que el estudio científico del cuerpo leñoso no podía adelantar sobre bases sólidas.

Las traqueidas fueron confundidas con las fibras leñosas hasta que Caspary las distinguió en 1862,



dándoles el mismo nombre de «celdillas conductoras» (*Leitzellen*) que anteriormente le había servido para designar otros elementos histológicos completamente distintos, cuales eran las celdillas colocadas en hiladas verticales, de forma cilíndrica ó prismática, con las bases horizontales ó poco inclinadas, y que me parece deben corresponder al parenquima leñoso alargado de De Bary. Algunos años más tarde (1867) Duchartre propuso llamarlas «vasos imperfectos» (*vaisseaux imparfaits*), sin citar para nada el nombre de «traqueidas» generalmente admitido desde la publicación del notable trabajo del Dr. Sanio (1863), en el que quedó definitivamente asentada sobre sólidas bases la teoría de los hacecillos fibro-vasculares, el cual luego será objeto de particular examen.

Los primeros ensayos de clasificación de los elementos histológicos que componen el sistema leñoso se deben al Dr. Teodoro Hartig, quien en 1848 publicó un estudio intitulado «Contribuciones á la Anatomía comparada de la madera de las Coníferas», y más tarde otro de mayor importancia (1), en el que estudia la composición histológica del sistema leñoso de 349 géneros. En él divide primeramente los elementos en dos grupos, según que forman la masa fundamental ó los haces vasculares que en ella están implantados, división natural en algunos casos, como sucede en el Roble que adopta por tipo, pero que deja de serlo desde el momento en que la verdadera masa fundamental no está compuesta de «fibras leñosas con poros cilíndricos y fibras celulares en hiladas», como sucede en muchas especies, y entre otras las de los géneros *Pirus*, *Crataegus*, *Myrtus*, *Rhododendron*, etc., etc., en las que la ver-

---

(1) «Mittheilungen zur vergleichenden Anatomie der Nadelhölzer». *Bot. Zeit.*, 1848, p. 126. «Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Holzpflanzen». *Bot. Zeit.*, 1859.



dadera masa fundamental está formada por tejido compuesto de «fibras con poros lenticulares» (traqueidas), entre las cuales se encuentran implantados los vasos. En este caso las «fibras con poros cilíndricos», elemento clásico de la masa fundamental, no existe, y ésta está formada únicamente por elementos del grupo vascular. Cinco son los elementos que Hartig admite, distribuidos en los dos grupos fundamentales de la siguiente manera, con expresión de la letra ó signo que sirve para representarlos con el fin que se verá más adelante.

**A—Formando la masa fundamental.**

1. «*Cylindrich getupfelte Holzfasern*;»  $h, \frac{h}{m}$ .  
(Fibras leñosas con poros cilíndricos.)
2. «*Schichtfasern, Schichtzellfasern*;»  $s$ .  
(Celdillas fibrosas en hiladas.)

**B—Formando los haces ó grupos vasculares.**

3. «*Holzrörhen*;»  $R, \frac{R}{sp}$ .  
(Vasos.)
4. «*Linsenräumig getüpfelte Holzfasern*;»  $L, \frac{L}{sp}$ .  
(Fibras leñosas con poros lenticulares.)
5. «*Zellfasern*;»  $Z$ .  
(Fibras celulares.)

Las fibras leñosas con poros lenticulares (4), así como los vasos (3), pueden presentar un espesamiento interior de sus paredes en forma de hilo espiral ( $\frac{R}{sp}, \frac{L}{sp}$ ); y las fibras leñosas con poros cilíndricos, lo mismo que las celdillas fibrosas en hiladas y las fibras celulares, pueden estar llenas de sustancias amiláceas ( $\frac{h}{m}$ ).

Para establecer la concordancia entre estos elementos y los de la Clasificación de De Bary, presta gran utilidad el tomo I de la obra *Manual para forestales*



del mismo autor (1), en donde no sólo se describen, sino que, refiriéndose al caso particular del Roble, se encuentran dibujadas en la lámina final, y en varios grabados intercalados en el texto. De ellos se deduce que las fibras leñosas con poros cilíndricos corresponden indudablemente á las fibras leñosas de De Bary; y el decir que los poros son cilíndricos, debe atribuirse á falta de observación minuciosa y de perfeccionamiento en el microscopio, pues ya se ha indicado anteriormente que las areolas son muy pequeñas y no siempre fáciles de ver, y en la figura 41 los representa con hendeduras lineales y en disposición espiral, carácter que pertenece á las fibras leñosas. Además, con la misma denominación de «fibras con poros cilíndricos,» comprende también las celdillas fibrosas, pues admite que en algunas especies pueden estar llenas de sustancias amiláceas (« $\frac{h}{m}$ , wenn diese Fasern mehlführend sind,») loc. cit. p. 287); de modo que su equivalencia será la de fibras leñosas ó de celdillas fibrosas, según los casos. En cuanto al segundo elemento, «fibras celulares en hiladas,» corresponde á las celdillas que, con tendencia á formar hiladas concéntricas, aparecen en la sección transversal del Roble dividiendo en capas al tejido fibro-leñoso de la masa fundamental, y por lo tanto es equivalente, en este caso particular, al parenquima leñoso; mas como su significación es más general, y abarca todas las demás especies representando en ellas los elementos de forma no fibrosa que mezclados con las de forma fibrosa constituyen la masa fundamental, su equivalencia podrá ser también algunas veces la de celdillas intermedias, sin que haya medio de distinguir cuándo

---

(1) «Lehrbuch für Förster.» Tomo I: «Luft-Boden-und Pflanzenkunde,» 1861.



se hayan de interpretar por éstas ó por las de parenquima leñoso, pues Hartig las confunde en una sola.

Estos dos elementos de la clasificación de Hartig forman la masa fundamental en muchas especies, pero en otras, sin contar todas las Coníferas, están sustituidos por traqueidas, y entonces hay que admitir que los elementos de la masa fundamental han desaparecido, siendo sustituidos por los del grupo vascular.

En cuanto á los elementos componentes de los hacecillos vasculares, su determinación no ofrece duda. Las «fibras leñosas con poros lenticulares» corresponden á las traqueidas, y están bien caracterizadas, sin que se puedan confundir con las fibras leñosas desde en momento que como á variedad pueden presentar un hilo espiral. Las fibras celulares que acompañan los vasos y traqueidas no pueden ser otras que las del parenquima paratraqueal, y corresponden por lo tanto, en muchos casos, al parenquima leñoso, si bien en otros representarán las celdillas intermedias (en la mayoría de especies de la Tribu de las Genisteas, por ejemplo), de modo que es preciso darles esas dos equivalencias.

Resumiendo la concordancia entre las denominaciones dadas por Hartig y De Bary á los elementos del sistema leñoso, puede expresarse de la siguiente manera:

**A—Masa fundamental.**

1. Fibras leñosas con poros cilindricos.
  - a) Sin contenido amiláceo,  $h$ =Fibras leñosas.
  - b) Con contenido amiláceo,  $\frac{h}{m}$ =Celdillas fibrosas enteras ó tabicadas.
2. Celdillas fibrosas en hiladas,  $s$ =Parenquima ó celdillas intermedias.



**B—Grupo vascular.**

3. Vasos,  $R, \frac{R}{sp} = \text{Vasos.}$
4. Fibras leñosas con poros lenticulares,  $L, \frac{L}{sp} = \text{Traqueidas.}$
5. Fibras celulares,  $Z = \text{Parenquima ó celdillas intermedias.}$

Más moderna y ajustada á los conocimientos actuales es la clasificación que el Dr. Sanio expone en su clásico y muy notable estudio intitulado *Investigaciones comparativas sobre la composición del cuerpo leñoso* (1), en el que distribuye 166 especies en XVII Clases según los elementos histológicos que entran en la composición de su sistema leñoso secundario, clasificándolos de la siguiente manera:

**I.—Sistema parenquimatoso.**

1. «*Holzparenchim,*» hp.  
(Parenquima leñoso.)
2. «*Ersatzfasernzellen,*» r.  
(Fibras equivalentes.)

**II.—Sistema libriforme.**

3. «*Einfache libriformzellen,*» l.  
(Celdillas libriformes enteras.)
4. «*Gefächerte libriformzellen,*»  $\frac{l}{m}$ .  
(Celdillas libriformes tabicadas.)

**III.—Sistema traqueal.**

5. «*Tracheiden,*» t.  
(Traqueidas.)
6. «*Gefäße,*» G.  
(Vasos.)

El único desacuerdo que existe entre esta Clasificación y la De Bary consiste en que, para este último,

---

(1) *Vergleichende Untersuchungen über die Zusammensetzung des Holzkörpers, Bolt Zeit*, año 1863, números 47-51, páginas 356, 369, 388 y 401.



según ya se ha dicho, es «celular» todo elemento que conserva las propiedades esenciales de la celdilla durante algún tiempo después de haber terminado su evolución morfológica; y atendido á esto, las «celdillas libriiformes tabicadas» ( $\frac{h}{m}$ ) deben considerarse como elementos celulares, pues de otro modo no sería posible que elaborasen en su interior sustancias nutritivas de reserva, que experimentan la aparición y desaparición periódica. Sanio se fija únicamente en la parte morfológica, y agrupa bajo una misma denominación los elementos parecidos sin preocuparse de si después de formados continúan ó no ejerciendo funciones vitales activas; y consecuente con ese criterio no distingue las celdillas fibrosas de las fibras leñosas, y sí sólo la modificación tabicada porque presenta un carácter morfológico apreciable á primera vista. La clasificación de De Bary es más racional porque tiende á unificar los elementos de los tejidos del sistema leñoso con los que se encuentran en las demás partes de los vegetales, pero en el caso de referirse al tallo secundario, él mismo declara (loc. cit. sec. 145) que la de Sanio es tan inteligible como la suya, ó tal vez más, aunque las dos adolecen del defecto de que las diversas categorías de elementos no están terminantemente separadas, sobre todo en aquellos casos en que se presentan formas intermedias, como sucede, por ejemplo, entre las fibras y las traqueidas. La ventaja de la de De Bary consiste principalmente en que refiere las formas de tejido del sistema leñoso á las generales que se encuentran en las plantas, así como también á las producidas en la zona exterior del *cambium*; pero en la práctica ofrece á veces dificultad su estricta aplicación, como sucede, por ejemplo, al tratar de distinguir las fibras leñosas de las celdillas fibrosas enteras, que Sanio reúne bajo la denominación común de



«celdillas libriformes enteras,» pues siendo muy débiles las diferencias morfológicas, según antes se ha visto, habrá duda cuándo la preparación que se examine corresponda á las capas interiores del tronco, en las cuales toda manifestación vital ha desaparecido, y sólo con seguridad serán discernibles las celdillas fibrosas enteras cuando en su interior se vean gránulos amiláceos ú otras sustancias de reserva (1). Las celdillas fibrosas tabicadas no ofrecerán nunca duda.

Después de estas consideraciones será fácil convenirse de que la concordancia entre las denominaciones de Sanio y De Bary es tal como sigue:

#### I.—Sistema parenquimatoso.

1. Parenquima leñoso, hp=Parenquima leñoso.
2. Celdillas de sustitución, r=Celdillas intermedias (2).

#### II.—Sistema libriforme.

3. Celdillas libriformes enteras, l= $\begin{cases} \text{Fibras leñosas.} \\ \text{Celdillas fibrosas enteras.} \end{cases}$
4. Celdillas libriformes tabicadas,  $\frac{l}{m}$  = Celdillas fibrosas tabicadas.

#### III.—Sistema traqueal.

5. Traqueidas, t=Traqueidas.
6. Vasos, G=Vasos.

Van Tieghen, en su *Tratado de Botánica*, admite por completo las ideas de De Bary sobre el modo de

---

(1) Sachs, en su *Tratado de Botánica* (Trad. Van Tieghem, página 133) dice de un modo terminante que los elementos de la forma fibrosa contienen almidón durante el reposo vegetativo. Las que corresponden á las «fibras leñosas» de De Bary nunca contienen almidón, y ese es su verdadero carácter distintivo.

(2) De Bary emplea, lo mismo que Sanio, la palabra *Ersatzfasern*; pero su significación no es propia, como hacen notar Brower y Scott, pues sólo en muy pocos casos sustituyen al parenquima leñoso. Por eso, atendiendo á su forma, intermedia entre el parenquima leñoso y las celdillas fibrosas, le denominan ellos *Intermediate cells*, que traduzco por «celdillas intermedias».



considerar los elementos celulares, pero altera su nomenclatura, adoptando la siguiente:

1. Parenquima de paredes delgadas.
  - a) Celdillas cortas=Parenquima leñoso.
  - b) Celdillas largas=Celdillas intermedias.
2. Parenquima de paredes gruesas=Celdillas fibrosas.

Estas denominaciones me parecen muy poco ajustadas á la realidad, pues no siempre el verdadero parenquima tiene las paredes delgadas, ni las celdillas fibrosas las tienen siempre gruesas, sino que, comúnmente, sucede todo lo contrario: el parenquima leñoso tiene casi siempre las paredes muy gruesas, y le cuadra, por lo tanto, bastante mal llamarle parenquima de paredes delgadas. En el sistema traqueal suprime Van Tieghen el nombre de traqueidas, generalmente admitido, para sustituirlo por el de vasos «cerrados», en contraposición al de «vasos abiertos», que emplea para designar los verdaderos vasos.

---



## CAPÍTULO III

---

### **Clasificación de las maderas según los elementos histológicos que las constituyen. Clasificaciones de Hartig, Sanio y De Bary.**

Hartig y Sanio se sirven de fórmulas para indicar la composición de los compartimientos leñosos, de un modo análogo al que los químicos las emplean para expresar la de los cuerpos compuestos. Las ventajas que su uso reporta son grandes, pues permiten abarcar de un solo golpe de vista lo que de otro modo llenaría una porción de líneas, facilitando formar agrupaciones y poniendo en evidencia analogías de composición. Por eso creo muy conveniente seguir ese método representativo, y con el fin de sacar luego de él todo el partido posible, introduciendo algunas modificaciones importantes, según se verá en el capítulo VII de esta Memoria, es preciso antes conocer las bases de notación establecidas por los dos ilustres botánicos que se acaban de citar, así como sus ensayos de clasificación de las maderas basados en el número y clase de elementos histológicos que las componen.

Lo mismo Hartig que Sanio prescinden siempre en sus fórmulas de los radios medulares, de modo que sólo expresan la composición elemental de los compartimientos. Cada elemento histológico se representa por una letra, de igual manera que los cuerpos simples en



las fórmulas químicas. Hartig expresa además la escultura espiral en los vasos y traqueidas, escribiendo el símbolo del elemento en forma de quebrado, de esta manera:  $\frac{R}{sp}$ ,  $\frac{L}{sp}$ ; y cuando las «fibras leñosas con poros cilíndricos» están llenas de sustancias amiláceas, de esta otra:  $\frac{1}{m}$ , que equivale á nuestras celdillas fibrosas, enteras ó divididas. Sanio sólo emplea la forma de quebrado para designar las «celdillas libriformes tabicadas»,  $\frac{1}{m}$ , y prescinde de la modificación espiral en los vasos y traqueidas. Hartig, conforme con su sistema de clasificación de los elementos, escribe primero los pertenecientes al grupo de la masa fundamental, y luego los del grupo vascular, uniéndolos por medio del signo +, y encerrando en un paréntesis los elementos de cada grupo, siempre que sean más de uno. Según esto, la fórmula del género *Quercus*, será:

$$Quercus: \{(hs) + (R L Z)\},$$

que, teniendo en cuenta las equivalencias indicadas anteriormente; corresponde á esta frase: «masa fundamental formada por fibras leñosas, entre las cuales se hallan intercaladas celdillas de parenquima y grupos traqueales compuestos de vasos, traqueidas y parenquima paratraqueal». En este caso, la división entre la masa fundamental y el grupo vascular está conforme con la realidad; pero en la fórmula del género *Lonicera* que, según Hartig, es:

$$Lonicera: \left\{s + \left(\frac{R}{sp} \frac{L}{sp}\right)\right\},$$

los elementos del grupo fundamental están solamente representados por *s*, ó sean escasas celdillas de parenquima leñoso, esparcidas entre el tejido traqueidal; y si hiciéramos su traducción de la misma manera que



en la fórmula del *Quercus*, resultaría que debéramos decir, con evidente falsedad: «masa fundamental formada por celdillas de parenquima, en la que están implantados grupos traqueales compuestos de vasos y traqueidas con espesamiento espiral»; mientras que la descripción verdadera de la *Lonicera* es: «masa fundamental formada por tejido compuesto de traqueidas con filamento espiral, entre las que se hallan esparcidas algunas celdillas de parenquima leñoso y vasos espirales». En otras especies admite Hartig la completa ausencia del grupo fundamental, como, por ejemplo, en el *Buxus*:

$$\text{Buxus: } \left\{ \left( \frac{R}{sp} \frac{L}{sp} Z \right) \right\}.$$

El Dr. Sanio, para evitar sin duda estos inconvenientes, no tiene en cuenta si los elementos se reúnen para formar el tejido fundamental ó el grupo vascular; y los escribe unos al lado de otros, por el orden señalado en su clasificación anteriormente expuesta, separándolos por el signo +, y encerrando en un paréntesis los que pertenezcan á un mismo sistema, cuando son más de uno. Según este método, la fórmula del género *Quercus* es:

$$\text{Quercus: } \{hp+1+(t+G)\},$$

que indica únicamente: «madera formada por parenquima leñoso, fibras leñosas (ó celdillas fibrosas), traqueidas y vasos», sin poderse deducir de ella si el parenquima se encuentra entre las fibras de la masa fundamental ó junto á los vasos y traqueidas. El elemento que forma la masa fundamental podrá suponerse, en la mayoría de los casos, teniendo en cuenta que, por lo menos en las especies leñosas de nuestro clima, nunca es el parenquima leñoso ni las celdillas intermedias, y



que puede ser las fibras leñosas, las celdillas fibrosas ó las traqueidas; que las dos primeras se excluyen, y que las traqueidas únicamente la constituyen cuando no existe ninguna forma fibrosa á propósito para ello (1). Más adelante insistiré de nuevo sobre esta ley general de composición de los compartimientos leñosos; y según ella, en la anterior fórmula del género *Quercus* debe suponerse que la masa fundamental está formada por tejido de celdillas libriformes enteras.

Los cinco elementos fundamentales que admite Hartig, con las modificaciones de espesamiento espiral en los vasos y «fibras leñosas con poros lenticulares», y contener sustancias amiláceas las «fibras leñosas con poros cilíndricos», componen ocho formas distintas que se prestan á multitud de combinaciones. De ellas encuentra Hartig realizadas 58, en los 394 géneros que estudia, los cuales pueden á su vez reunirse en cinco grupos, constituyendo la siguiente Clasificación, que tiene valor histórico por haber sido la primera que se haya fundado en caracteres verdaderamente científicos (2).

---

(1) En las leyes de composición histológica de los compartimientos, deducidas del estudio directo de las especies leñosas de nuestro país, que se expondrán en el capítulo VII de esta Memoria, se verá que sólo en casos raros el parenquima leñoso adquiere gran desarrollo en la constitución de la masa fundamental, como sucede, por ejemplo, en el *Ficus Carica*; pero nunca se encuentra él solo constituyéndola exclusivamente.

(2) En algunas fórmulas he tenido en cuenta las modificaciones que introdujo el mismo Hartig al publicarlas nuevamente en el «*Lehrbuch f. Förster*»; y he suprimido multitud de géneros, conservando tan solo los que crecen espontáneamente en España ó su cultivo y uso son frecuentes. Conviene no olvidar que el interés de esta clasificación es puramente histórico.



**Clasificación del sistema leñoso secundario por los elementos de los tejidos que lo componen, según el Dr. T. Hartig.**

**Clase I.**—Todos los elementos del grupo de la masa fundamental—fibras leñosas con poros cilíndricos y celdillas fibrosas en hiladas ( $h, \frac{h}{m}$  y  $s$ ) — y todos ó alguno del grupo vascular.

a) Los tres elementos del grupo vascular.

$\{hs + (R L Z)\}$ : *Quercus, Fagus, Castanea, Platanus, Ligustrum, Viscum, Bupleurum, Nerium.*

$\{hs + (\frac{R}{sp} \frac{L}{sp} Z)\}$ : *Morus, Celtis, Ornus, Lycium, Arbutus, Phyllirea.*

$\{\frac{h}{m} s + (R L Z)\}$ : *Rubus.*

$\{\frac{h}{m} s + (\frac{R}{sp} \frac{L}{sp} Z)\}$ : *Rosa, Pistacia.*

b) Los elementos del grupo vascular, excepto las «fibras leñosas con poros lenticulares».

$\{hs + (R Z)\}$ : *Juglans, Corylus, Citrus, Ficus, Haematoxylon, Switienia, Paulounia.*

$\{hs + (\frac{R}{sp} Z)\}$ : *Tilia, Carpinus, Ostrya, Laurus.*

$\{\frac{h}{m} s + (R Z)\}$ : *Vitis, Olea, Punica, Vitex, Acacia, Cassia, Sophora.*

c) Los elementos del grupo vascular, excepto las «fibras celulares».

$\{hs + (\frac{R}{sp} L)\}$ : *Amygdalus, Prunus, Cerasus, Padus.*

**Clase II.**—Un solo elemento de la masa fundamental, «las fibras leñosas con poros cilíndricos» ( $h, \frac{h}{m}$ ), y todos ó algunos del grupo vascular.

a) Los tres elementos del grupo vascular.

$\{h + (\frac{R}{sp} \frac{L}{sp} Z)\}$ : *Daphne.*

$\{\frac{h}{m} + (\frac{R}{sp} \frac{L}{sp} Z)\}$ : *Robinia, Cytisus.*

$\{\frac{h}{m} + (\frac{R}{sp} \frac{L}{sp} Z)\}$ : *Berberis, Genista, Colutea, Sarothamnus.*



b) Los elementos del grupo vascular, excepto las «fibras leñosas con poros lenticulares».

$$\left\{ h + \left( \frac{R}{sp} Z \right) \right\}: \textit{Ulmus, Aesculus.}$$

$$\left\{ \frac{h}{m} + (R Z) \right\}: \textit{Frangula, Populus.}$$

$$\left\{ \frac{h}{m} \left( \frac{R}{sp} Z \right) \right\}: \textit{Acer.}$$

c) Los elementos del grupo vascular, excepto las «fibras celulares».

$$\left\{ h + \left( \frac{R}{sp} \frac{L}{sp} \right) \right\}: \textit{Evonimus.}$$

$$\left\{ h + \left( \frac{R}{sp} \frac{L}{sp} \right) \right\}: \textit{Rhamnus.}$$

$$\left\{ \frac{h}{m} (R L) \right\}: \textit{Ribes, Vaccinium.}$$

d) Solo los vasos.

$$\left\{ h + R \right\}: \textit{Liriodendron.}$$

$$\left\{ \frac{h}{m} + R \right\}: \textit{Salix, Sambucus.}$$

**Clase III.**—Un solo elemento de la masa fundamental, las «fibras celulares en hiladas» (s), y todos ó alguno del grupo vascular.

a) Todos los elementos del grupo vascular.

$$\left\{ s + (R L Z) \right\}: \textit{Pirus, Sorbus.}$$

$$\left\{ s + \left( \frac{R}{sp} \frac{L}{sp} Z \right) \right\}: \textit{Mespilus.}$$

b) Los elementos del grupo vascular, excepto «las fibras celulares».

$$\left\{ s + (R L) \right\}: \textit{Betula, Alnus, Cornus.}$$

$$\left\{ s + \left( \frac{R}{sp} L \right) \right\}: \textit{Torminaria, Aria, Cydonia, Amelanchier, Crataegus.}$$

$$\left\{ s + \left( \frac{R}{sp} \frac{L}{sp} \right) \right\}: \textit{Lonicera, Viburnum.}$$

**Clase IV.**—Solamente los elementos del grupo vascular.

$$\left\{ (R L Z) \right\}: \textit{Fraxinus, Rhododendron, Caluna.}$$

$$\left\{ \left( \frac{R}{sp} L Z \right) \right\}: \textit{Staphylea.}$$



$\left\{ \left( R \frac{L}{sp} Z \right) \right\}$ : *Philadelphus, Ilex, Hippophae.*

$\left\{ \left( \frac{R}{sp} \frac{R}{sp} Z \right) \right\}$ : *Buxus.*

**Clase V.**—Elementos del grupo vascular, excepto los vasos. Algunos géneros de esta clase tienen canales resiníferos  $\left( \frac{H}{z} \right)$ .

$\left\{ (L Z) \right\}$ : *Juniperus.*

$\left\{ L + \frac{H}{z} \right\}$ : *Pinus, Cedrus, Larix, Picea.*

$\left\{ L \right\}$ : *Abies.*

$\left\{ \frac{L}{sp} \right\}$ : *Taxus.*

El Dr. Carlos Sanio, al final de su Estudio citado anteriormente, clasifica también una porción de especies, según los elementos que componen el sistema leñoso. Las divide en XVII Clases, indicando además algunos otros caracteres, tales como las esculturas, la perforación de los vasos, las mutuas relaciones de los elementos entre sí y con respecto á las diversas regiones de los anillos, etc., etc. Con objeto de dar una idea de esa Clasificación, así como para poder comparar luego la composición histológica que en ella se asigna á varias especies, con la que figura en la clasificación de Hartig que se acaba de exponer, he arreglado el siguiente resumen, suprimiendo algunas divisiones y especies exóticas que no tienen importancia para el objeto de esta Memoria.

**Clasificación del sistema leñoso secundario por los elementos de los tejidos que lo componen, según el Dr. Carlos Sanio.**

**A**—Sólo elementos del sistema traqueal.

**I Clase.**—Sólo traqueidas.

$M = \left\{ t \right\}$ .

*Taxus baccata. Drimys Winteri.*



**B—Elementos de los sistemas traqueal y parenquimatoso.**

**II Clase.**—Parenquima leñoso y traqueidas.

$$M = \{ h p + t \}.$$

*Pinus sylvestris, Picea vulgaris, Taxodium distichum.*

**III Clase.**—Parenquima leñoso, vasos y traqueidas; estas últimas formando la masa fundamental.

$$M = \{ h p + (t + G) \}.$$

a) Perforación de los vasos escaleriforme.

α Vasos y traqueidas con espiral.

*Ilex Aquifolium, Viburnum Lantana.*

ξ Vasos y traqueidas sin espiral.

*Cornus sanguinea, Buxus sempervirens, Viburnum Opulus.*

b) Perforación de los vasos escaleriforme u oval.

*Fagus sylvatica.*

c) Perforación de los vasos oval.

α Vasos y traqueidas con espirales.

*Lonicera tartarica, Crataegus monogyna, Rosa canina.*

ξ Vasos con espiral y traqueidas sin ella.

*Myrtus communis, Pirus communis, Sorbus aucuparia.*

**IV Clase.**—Celdillas de sustitución, traqueidas y vasos.

$$M = \{ r + (t + G) \}.$$

*Porliera higrometrica.*

**V Clase.**—Parenquima leñoso, celdillas de sustitución, traqueidas y vasos.

$$M = \{ (h p + r) + (t + G) \}.$$

a) Vasos y traqueidas con espirales.

*Jasminum revolutum.*

b) Vasos, y traqueidas más parecidas á ellos, con espiral; las demás sin ella.

*Eleagnus argentea, Hippophae rhamnoides.*

c) Vasos y traqueidas sin espirales.

*Vaccinium uliginosum.*

**C—Elementos de los sistemas libriforme y traqueal.**

**VI Clase.**—Celdillas libriformes sencillas, traqueidas y vasos.

$$M = \{ 1 + (t + G) \}.$$



Las celdillas libriformes contienen almidón, y las traqueidas son una modificación de los vasos.  
*Berberis vulgaris*, *Mahonia Aquifolium*.

**D—Elementos de los tres sistemas.**

**VII Clase.**—Parenquima leñoso, celdillas libriformes enteras y vasos.

$$M = \{ h p + l + G \}.$$

*Avicennia spc.*, *Cheiranthus Cheiri*, *Begonia muricata*.

**VIII Clase.**—Celdillas de sustitución, celdillas libriformes enteras y vasos.

$$M = \{ r + l + G \}.$$

*Viscum album*.

**IX Clase.**—Todos los elementos de los tres sistemas, excepto las traqueidas.

$$M = \{ (h p + r) + l + G \}.$$

a) La masa fundamental la forman las celdillas libriformes.

*Fraxinus excelsior*, *Ornus europaea*, *Citrus medica*,  
*Platanus occidentalis*.

b) La masa fundamental la forman las celdillas de parenquima y de sustitución.

*Bombax Ceiba*, *Cheirosthemon platanoides*.

**X Clase.**—Todos los elementos de los tres sistemas, excepto las celdillas de sustitución.

$$M = \{ h p + l + (t + G) \}.$$

a) Poros de las celdillas libriformes puntiformes.  
α Vasos sin espirales.

*Sambucus racemosa*, *S. nigra*, *Ribes rubrum*, *R. nigrum*.

β Vasos con espirales.

*Acer platanoides*, *A. pseudoplatanus*, *A. campestre*,  
*Rhamnus cathartica*.

b) Poros de las celdillas libriformes areolares.

α Vasos de dos clases.

*Quercus pedunculata*, *Castanea vesca*, *Carpinus betulus*,  
*Ostrya virginica*, *Corylus Avellana*, *Eucalyptus cordata*.

β Vasos de una sola clase, y sin espirales.

*Quercus Ilex*.



γ Vasos de una sola clase, y con espirales.  
*Prunus Laurocerasus*, *P. domestica*, *P. avium*, *P. spinosa*, *Amygdalus communis*, *A. nana*.

**XI Clase.**—Todos los elementos de los tres sistemas, excepto el parenquima leñoso.

$M = \{ r + l + (t + G) \}$ .  
*Caragana arborescens*.

**XII Clase.**—Todos los elementos de los tres sistemas.

$M = \{ (hp + r) + l + (t + G) \}$ .

A—Vasos de una sola clase.

a) Traqueidas dependientes de los vasos.

α Poros de las celdillas libriformes sencillos.

αα Vasos sin espiral.

*Populus pyramidalis*, *P. tremula*, *Laurus nobilis*.

εε Paredes de los vasos en contacto con las fibras con espiral; las demás sin ella.

*Rhamnus Frangula*, *Aesculus Hippocastanum*.

ε Poros de las celdillas libriformes areolares.

εα Parenquima leñoso solo en la zona de otoño.

*Liriodendron tulipiferum*, *Magnolia spec.*

εε Parenquima en todas las zonas del anillo anual.

+ Vasos con perforación escaleriforme y sin espiral.

*Alnus glutinosa*, *Betula alba*.

++ Vasos con perforación oval y sin espirales.

*Juglans regia*, *Salix cinerea*.

+++ Vasos con perforación oval y sin espirales.

*Nerium Oleander*, *Tilia ulmifolia*.

b) Traqueidas no dependientes de los vasos.

*Ephedra monostachya*, *Ligustrum vulgare*, *Syringa vulgaris*.

B—Vasos de dos clases: grandes y pequeños:

*Tamarix galica*, *Morus alba*, *Lycium barbarum*, *Daphne Mezerum*, *Ulmus campestris*, *Celtis australis*, *Spartium scoparium*, *Clematis Vitalba*, *Ulex europaeus*, *Rosmarinus officinalis*, *Sophora japo-*



*nica, Paulownia imperialis, Ailantus glandulosa, Rhus typhinum, Robinia Pseudo-Acacia, Gleditschia triacanthos.*

**XIII Clase.**—Parenquima leñoso, celdillas libriformes enteras y tabicadas, y vasos.

$$M = \left\{ hp + \left(1 + \frac{1}{m}\right) + G \right\}.$$

*Eugenia australis, Hydrargea hortensis.*

**XIV Clase.**—Todos los elementos de los tres sistemas, excepto las traqueidas; celdillas libriformes enteras y tabicadas.

$$M = \left\{ (hp + r) + \left(1 + \frac{1}{m}\right) + G \right\}.$$

*Olea europaea, Ficus rubiginosa.*

**XV Clase.**—Todos los elementos de los tres sistemas, excepto las celdillas de sustitución; celdillas libriformes enteras y tabicadas.

$$M = \left\{ hp + \left(1 + \frac{1}{m}\right) + (t + G) \right\}.$$

a) Vasos sin espirales.

*Punica Granatum, Hedera Helix, Rubus ideus, Vitis vinifera.*

b) Vasos con espirales.

*Econimus europaeus.*

**XVI Clase.**—Todos los elementos de los tres sistemas, excepto el parenquima leñoso; celdillas libriformes enteras y tabicadas.

$$M = \left\{ r + \left(1 + \frac{1}{m}\right) + (t + G) \right\}.$$

*Spirea salicifolia.*

**XVII Clase.**—Todos los elementos de los tres sistemas; celdillas libriformes enteras y tabicadas.

$$M = \left\{ (hp + r) + \left(1 + \frac{1}{m}\right) + (t + G) \right\}.$$

*Ceratonia Siliqua, Rhus Cotinus, R. Toxicodendron, Tectona grandinis, Ficus Sycomorus.*

Todos los signos de las anteriores fórmulas tienen exacta traducción en la nomenclatura de De Bary, excepto el de las «celdillas libriformes enteras», las cuales, según se ha visto ya, puede corresponder unas veces á las celdillas fibrosas enteras, y otras á las fibras leño



sas, sin que sea posible decidirse por ninguna de las dos interpretaciones si no se suministra algún otro dato determinante, como, por ejemplo, en la Clase VI, en donde basta señalar el hecho de que contienen sustancias amiláceas para resolver la cuestión en sentido de que deben tomarse por celdillas fibrosas enteras. De Bary, que acepta casi por completo la clasificación de Sanio, según luego se verá, interpreta las celdillas libriformes enteras de la siguiente manera: las de la Clase VI y además todas las de la Clase X, que tienen poros sencillos, las considera como celdillas fibrosas, é igualmente todas las de la Clase XV, en cuyas especies se encuentran mezcladas las celdillas enteras con las tabicadas. Las de la Clase XIII y parte de la XVII, supone que son en parte fibras leñosas, y en parte celdillas fibrosas, si bien indica la duda respecto á las fibras leñosas, duda que mis observaciones confirman, pues en la *Ceratonia Siliqua*, por ejemplo, que he tenido ocasión de estudiar con algún cuidado, la masa fundamental está compuesta casi en su totalidad por celdillas fibrosas tabicadas, y las enteras que en menor número se ven, no son fibras leñosas, sino celdillas fibrosas. Parece ser ley general de constitución histológica, por lo menos en cuantas especies hasta el presente he estudiado, y así lo afirma también De Bary, que las fibras leñosas y las celdillas fibrosas no se encuentren reunidas formando los compartimientos.

La Clase VI de Sanio, caracterizada por la ausencia de toda forma parenquimatosa, no la admite De Bary, y con las especies que en ella figuran (*Berberis vulgaris* y *Mahonia Aquifolium*), juntamente con la *Ephedera monostachya*, forma un grupo que se distingue por la ausencia de fibras leñosas. Parece ser también ley general la presencia de alguna forma parenquimatosa—parenquima leñoso, celdillas intermedias—más ó me-



nos abundante, en los compartimientos de las especies de nuestro clima.

Interpretada de esa manera por De Bary la clasificación de Sanio, es la que figura en su clásico tratado de *Anatomía Comparada de los órganos vegetativos de las Dicotiledóneas y Helechos*, que tan legítima influencia ha ejercido en todos los escritos de Botánica que se han publicado posteriormente á él; y es también la que adoptan los pocos botánicos que se ocupan algo de la composición histológica del sistema leñoso, modificándola á veces con poca fortuna, por lo cual no estará fuera de razón que figure en esta Memoria en toda su integridad. El número de especies (166) que figuran en la clasificación de Sanio lo reduce De Bary considerablemente, limitándose á citar tan sólo aquellas cuya composición histológica no le ofrece dudas, pero al parecer sin haberlas sometido de nuevo á un estudio detenido.

#### **Clasificación del sistema leñoso por los elementos que entran en su composición, según De Bary.**

##### **A—Tráqueas y elementos celulares.**

1. Vasos, traqueidas, parenquima leñoso y celdillas intermedias.
  - (a) Solo parenquima leñoso: *Ilex Aquifolium*, *Staphylea pinnata*, *Rosa canina*, *Crateegus monogyna*, *Pirus communis*, *Spiraea opulifolia*, *Camellia*, etc.
  - (b) Solo celdillas intermedias: *Porlieria*.
  - (c) Ambas formas celulares: *Jasminum revolutum*, *Kerria*, *Potentilla fruticosa*, *Casuarina equisetifolia et torulosa*, *Aristolochia Siphon*.
2. Vasos, traqueidas, celdillas fibrosas, parenquima leñoso y celdillas intermedias.
  - (a) Solo parenquima leñoso; celdillas fibrosas enteras: *Sambucus nigra*, *S. racemosa*, *Acer platanooides*, *A. pseudoplatanus*, *A. campestre*.
  - (b) Parenquima leñoso y celdillas intermedias; celdillas fibrosas enteras: *Ephedera monostachya*, *Berberis vulgaris*, *Mahonia*.



- (c) Parenquima leñoso; celdillas fibrosas enteras y tabicadas: *Punica*, *Econimus latifolius*, *E. europaeus*, *Celastrus scandens*, *Vitis vinifera*, *Fuchsia globosa*, *Cetradenia grandifolia*, *Hedera Helix*.
- (d) Todas las formas de celdillas: *Muhlenbeckia complexa*, *Ficus* (?).

**B—Tráqueas, fibras y elementos celulares.**

- 3. Vasos, traqueidas, fibras leñosas, parenquima leñoso, celdillas intermedias.
  - (a) Solo parenquima leñoso: *Sparmannia africana*, *Calycanthus*, *Rhamnus cathartica*, *Ribes rubrum*, *Quercus*, *Castanea*, *Carpinus*, *Amygdalus*, *Melaleuca*, *Callistemon*, etc.
  - (b) Solo celdillas intermedias: *Caragana arborescens*.
  - (c) Ambas formas de celdillas: *Salix*, *Populus spec*, *Liriodendron*, *Magnolia acuminata*, *Alnus glutinosa*, *Betula alba*, *Juglans regia*, *Nerium*, *Tilia*, *Hakea suaveolens*, *Ailantus*, *Robinia*, *Gleditschia spec*, *Ulex europaeus*.

**C—Vasos, fibras y elementos celulares.**

- 4. Vasos, fibras leñosas, parenquima, celdillas intermedias.
  - (a) Las dos formas de celdillas: *Fraxinus excelsior*, *Ornus*, *Citrus medica*, *Platanus*.
  - (b) Solo celdillas intermedias: *Viscum album*.
  - (c) Solo parenquima leñoso: *Avicennia*.

**D—Vasos, celdillas fibrosas y parenquima.**

- 5. Vasos, celdillas fibrosas y parenquima.  
*Cheiranthus Cheiri*, *Begonia*. (A este grupo pertenecen sin duda muchas *Crassulaceae* y *Caryophylleae* que necesitan aún detenido examen.)
- 6. Vasos, celdillas fibrosas, parenquima, fibras leñosas (?).  
*Coleus Macraei*, *Eugenia australis*, *Hydrangea hortensis*.

**E—Todos los elementos.**

- 7. Vasos, traqueidas, fibras leñosas, celdillas fibrosas tabicadas, parenquima y celdillas intermedias.  
*Ceratonía Siliqua*, *Bignonia capreolata*. (La existencia de las fibras leñosas es dudosa.)



## CAPÍTULO IV

---

### **Comparación de la composición elemental asignada por Hartig, Sanio y De Bary al Sistema leñoso secundario de algunas especies.**

Los caracteres histológicos que se desprenden de las anteriores Clasificaciones, son casi los únicos que se encuentran en la literatura botánica referente al sistema leñoso secundario, y por lo tanto vale la pena de fijarse en ellos con algún detenimiento; pues el notable desacuerdo que en muchos casos existe entre botánicos tan distinguidos, en puntos particulares y concretos, resultados inmediatos de la observación directa, y que en nada dependen de teorías ni ideas opinables, corrobora la idea, expuesta anteriormente, de la necesidad de comprobar todos los datos relativos á la composición histológica de los compartimientos leñosos, para que el estudio micrográfico de las maderas pueda marchar con paso seguro. Y si esa necesidad es verdadera y se impone, lo indican claramente los siguientes números: en las clasificaciones de Hartig y Sanio, tal como quedan expuestas anteriormente, figuran 60 géneros comunes, y de ellos sólo en 16 hay completa conformidad de caracteres, existiendo en los 44 restantes las diferencias que á continuación se señalan. De Bary cita solo en su Clasificación unas 70 especies, de las 166 que figuran en la del Dr. Sanio, sin duda por inspirarle poca confianza los caracteres que en ella se les señalan.



Para hacer la comparación de los caracteres indicados por Sanio y Hartig es preciso tener en cuenta que, en los elementos fibrosos Hartig sólo distingue si contienen ó no sustancias amiláceas ( $h$  y  $\frac{h}{m}$ ), mientras que Sanio indica si su cavidad (*lumen*) está entera ó tabicada ( $l$  y  $\frac{l}{m}$ ); que Hartig señala en el elemento parenquimatoso si pertenece á la masa fundamental ó al grupo vascular, sin indicar nada de su parte morfológica que permita deducir si debe tomarse como parenquima leñoso ó celdillas intermedias, mientras que Sanio, por el contrario, representa por medio de letras distintas estos dos últimos elementos, haciendo caso omiso de sus relaciones con el grupo vascular ó la masa fundamental. Así, pues, por medio de las anteriores fórmulas sólo se puede comparar la coincidencia ó no entre elementos parenquimatosos y fibras, y vasos y traqueidas, igualando  $s$  á  $r$  y  $hp$ ,  $Z$  á  $r$  y  $hp$ ,  $h$  y  $\frac{h}{m}$  á  $l$  y  $\frac{l}{m}$ ,  $R$  á  $G$ , y  $L$  á  $t$ . Además el Dr. Sanio, en el capítulo IV de su Estudio tantas veces citado, da algunas indicaciones relativas á las esculturas de las paredes de los elementos y del contenido de las «fibras liberiformes,» que utilizaré en las siguientes comparaciones, limitándome á tratar de aquellas especies en las cuales la contradicción aparece claramente manifiesta.

**DR. HARTIG.**

**DR. SANIO.**

**Género Salix.**

No tienen ningún elemento de la forma parenquimatoso, ni tampoco traqueidas. Celdillas fibrosas llenas de sustancias amiláceas.

Las especies *S. acutifolia*, *hippohaefolia* y *cinerea* tienen traqueidas y celdillas intermedias en la zona de otoño, y parenquima leñoso en todas las regiones del anillo anual. El elemento fibroso en las dos primeras especies tiene poros sencillos, y areolares en la última.



**Gén. Sambucus.**

No tiene parenquima ni traqueidas. Celdillas fibrosas llenas de sustancias amiláceas.

Las especies *S. racemosa* y *nigra* tienen parenquima leñoso, y traqueidas sin espiral en la zona de otoño. Elemento fibroso con poros sencillos.

**Gén. Liriodendron.**

Solamente entran en su composición dos elementos: el fibroso y los vasos.

En la parte externa de los anillos se encuentran traqueidas y celdillas intermedias. Elemento fibroso con poros areolares.

**Gén. Ulmus.**

No tiene traqueidas y los vasos son todos espirales.

Traqueidas espirales, y los vasos son de dos clases: los grandes sólo areolares, y los pequeños espiral-areolares. (*U. campestris*.)

**Gén. Aesculus.**

Sin traqueidas. Vasos espirales y parenquima únicamente traqueal.

Con traqueidas y celdillas intermedias en la zona de otoño. Los vasos sólo tienen espiral en las caras de contacto con el elemento fibroso. Elemento fibroso con poros sencillos.

**Gén. Tilia.**

Sin traqueidas.

Con traqueidas en la zona de otoño. (*T. ulmifolia*.)

**Gén. Corylus.**

Sin traqueidas.

Con traqueidas en la zona de otoño. Elemento fibroso con poros areolares. (*C. Avellana*.)

**Gén. Carpinus.**

**Gén. Ostrya.**

No tienen traqueidas. Vasos de una sola clase, con espiral.

Con traqueidas en la zona de otoño. Los vasos mayores de la región de primavera sólo tienen espiral en las caras de contacto con las fibras; éstas con poros areolares. (*C. betulus*; *O. virginiana*.)



**Gén. Juglans.**

No tiene traqueidas.

Traqueidas en la zona de otoño. Fibras con poros areolares. (*J. regia.*)

**Gén. Acer.**

**Gén. Populus.**

No tienen traqueidas. Las celdillas fibrosas forman la masa fundamental y están llenas de sustancias amiláceas.

Tienen traqueidas en la zona de otoño. Elemento fibroso con poros sencillos. (*A. platanoides, pseudoplatanus, et campestre; P. pyramidalis, et tremula.*) Según De Bary, el tejido fundamental en el género *Acer* está formado por celdillas fibrosas, pero en el *Populus* lo está por fibras leñosas.

**Gén. Platanus.**

**Gén. Viscum.**

Entran en la composición de los compartimientos los vasos y las traqueidas.

No entran las traqueidas en la composición de los compartimientos. (*P. occidentalis; V. album.*)

**Gén. Fagus.**

La masa fundamental está formada por elemento fibroso.

La masa fundamental está formada por traqueidas. No existe el elemento fibroso. (*F. sylvatica.*) De Bary suprime este género en su Clasificación.

**Gén. Rosa.**

La masa fundamental está compuesta de tejido fibroso que contiene sustancias amiláceas.

La masa fundamental está formada por traqueidas — elemento que jamás contiene sustancias amiláceas — y no existen ninguna clase de fibras. (*R. canina.*)

**Gén. Fraxinus.**

Los compartimientos están formados por vasos, traqueidas y parenquima traqueal. No existe el elemento fibroso.

El elemento fibroso forma la masa fundamental. No existen las traqueidas. (*F. excelsior.*)



**Gén. Alnus.**

Los compartimientos no contienen ninguno de los elementos fibrosos.

La masa fundamental está formada por fibras leñosas con poros areolares. (*A. glutinosa*; *B. alba*.)

**Gén. Vitis.**

No tiene traqueidas. Celdillas fibrosas con sustancias amiláceas.

Tiene traqueidas. Celdillas fibrosas tabicadas. (*V. vinifera*.)

**Gén. Vaccinium.**

No se encuentra en los compartimientos ningún elemento parenquimatoso. Masa fundamental formada por celdillas fibrosas llenas de almidón.

Tiene parenquima leñoso y celdillas intermedias. Masa fundamental formada por traqueidas; no existe ningún elemento fibroso. (*V. uliginosum*.)

**Gén. Ribes.**

Sin ninguna forma parenquimatoso. Celdillas fibrosas llenas de almidón.

Tiene parenquima leñoso. Elemento fibroso con poros sencillos. (*R. rubrum et nigrum*.)

**Gén. Berberis.**

Parenquima traqueal; celdillas fibrosas.

No existe ninguna clase de parenquima. (*B. vulgaris*.)

**Gén. Evonimus.**

Sin ninguna forma de parenquima. Elementos fibrosos sin contenido amiláceo.

Con parenquima leñoso y celdillas fibrosas enteras y tabicadas. (*E. europaeus, latifolius et verrucosus*.)

**Gén. Ornus.**

Vasos y traqueidas con espiral.

No tienen traqueidas, y los vasos no tienen espiral. (*O. europaea*.)

**Gén. Rhamnus.**

No tiene ninguna forma de parenquima. Vasos sin espiral y traqueidas con ella.

Tiene parenquima leñoso. Vasos y traqueidas con espiral. (*Rh. cathartica*.)



**Gén. Frangula.**

Sin traqueidas; vasos sin espiral y celdillas leñosas con almidón.	Traqueidas en la zona de otoño. Vasos con hilo espiral únicamente en contacto con el elemento fibroso; éste con poros sencillos. ( <i>F. vulgaris.</i> )
--	--

**Gén. Ilex.**

Vasos sin espiral; traqueidas con ella.	Vasos y traqueidas con espiral. ( <i>I. Aquifolium.</i> )
---	---

**Gén. Pirus.**

**Gén. Sorbus.**

Vasos y traqueidas sin espiral.	Vasos con espiral y traqueidas sin ella. ( <i>P. communis; S. aucuparia.</i> )
---------------------------------	--

**Gén. Clematis.**

Vasos y traqueidas sin espiral.	Vasos de dos clases: los grandes areolares, y los pequeños espiral-areolares. ( <i>C. Vitalba.</i> )
---------------------------------	--

**Gén. Hippophae.**

Vasos sin espiral, y traqueidas con ella.	Vasos y traqueidas más semejantes á ellos, con espiral; las demás únicamente con poros areolares. ( <i>H. rhamnoides.</i> )
---	---

**Gén. Buxus.**

Vasos y traqueidas con espiral.	Vasos y traqueidas sin espiral. ( <i>B. sempervirens.</i> )
---------------------------------	---

**Gén. Morus.**

Todos los vasos y traqueidas con espiral.	Vasos de dos clases; grandes sin espiral y pequeños con ella. ( <i>M. alba.</i> )
---	---

**Gén. Daphne.**

Todos los vasos y traqueidas con espiral.	Vasos de dos clases; los grandes areolares y los pequeños espiral-areolares. ( <i>D. Mezereum.</i> )
---	--

**Gén. Viburnum.**

Vasos y traqueidas con espesamiento espiral.	El <i>V. Lantana</i> tiene espesamiento espiral en los vasos y traqueidas; el <i>V. Opulus</i> no le tiene.
--	---



**Gén. Punica.**

No tiene traqueidas.

Tiene traqueidas. (*P. Granatum.*)

**Gén. Paulownia.**

Vasos de una sola clase, y sin traqueidas.

Vasos de dos clases y traqueidas espirales. (*P. imperialis.*)

**Gén. Acaëia.**

Celdillas fibrosas y sin traqueidas.

Fibras leñosas y traqueidas en todas las regiones del anillo anual. (*A. Sophora et floribunda.*)

**Gén. Laurus.**

Sin traqueidas.

Traqueidas en la zona de otoño y celdillas libriformes con poros sencillos. (*L. nobilis.*)

**Gén. Nerium**

Vasos y traqueidas sin espiral.

Vasos y traqueidas con espiral. (*N. Oleander.*)

**Gén. Ficus.**

Sin traqueidas y con fibras leñosas.

Con traqueidas y celdillas fibrosas enteras y tabicadas en el *F. Sycomorus*, y sin traqueidas en el *F. rubiginosa*.

**Gén. Celtis.**

Todos los vasos y traqueidas con espiral.

Vasos de dos clases: los grandes, que forman una banda en la zona de primavera, solamente areolares; y los que forman grupos en las regiones media y de otoño, espiral-areolares. (*C. australis.*)







## CAPÍTULO V

---

**Estudio de la composición elemental del Sistema leñoso de algunas especies, y su comparación con los datos que se encuentran en la literatura botánica.**

Las contradicciones que se acaban de señalar en el capítulo anterior, en caracteres tan concretos, indican bien claramente la necesidad de una revisión fundada únicamente en el examen directo, pues, para zanjarlas, en vano sería recurrir á los datos que se encuentran en la literatura botánica, puesto que la mayoría de ellos proceden de las mismas fuentes que se quieren comprobar. Esa revisión se hará de un modo completo al estudiar por extenso cada especie; mas, entre tanto, tal vez no esté fuera de propósito que indique el resultado del examen hecho en algunas de ellas con relación á su composición histológica elemental, pertenecientes en su mayoría á los géneros en que Hartig y Sanio están discordes; sin olvidar por eso, ni un momento, el respeto que las afirmaciones de tan distinguidos botánicos merecen, pero teniendo en cuenta, por otra parte, que en las Ciencias experimentales la primera autoridad ha de ser el convencimiento que adquiere uno mismo de los hechos, por medio de la observación propia.

En las siguientes notas expondré los resultados de mis observaciones sobre la composición elemental de algunas especies, comparándolos con los datos que acerca de ellas he encontrado en la literatura botánica;



y, con el fin que sea más fácil la comprobación, indicaré siempre el sitio del anillo anual en que cada elemento se encuentra, y sus relaciones con los demás; y mi presunción no es tanta que cuando mis observaciones estén en abierta contradicción con lo consignado por botánicos de tanto saber, como son, por ejemplo, Hartig, Sanio, De Bary y Van Tieghem, pretenda que la razón esté únicamente de mi parte; pero sí espero que, aun en ese caso, no han de carecer de algún valor los datos que á continuación se encuentran, puesto que son el resultado de la observación microscópica directa, y para ver bien he puesto de mi parte cuanto me ha sido posible.

**Populus alba, Linn.; P. canescens, Smith;  
P. tremula, Linn.**

No existe el parenquima paratraqueal que señala la fórmula de Hartig, ni tampoco me ha sido posible encontrar las celdillas intermedias que, según Sanio, entran en la composición normal de las especies *pyramidalis* y *tremula*. Las únicas celdillas de parenquima leñoso que se ven—sobre todo en las dos primeras especies,—están situadas en el borde de otoño, reunidas en una ó dos hiladas junto á la línea divisoria; y probablemente serán las que De Bary, tomándolo de Sanio, confunde con las «traqueidas de paredes delgadas y semejantes á vasos» (loc. cit. Sec. 151), que dice se encuentran formando el límite de otoño en el *Populus, spec.*, de igual manera que en el *Betula, Alnus, etc.*, en donde realmente existen. En el *P. tremula*, además de la hilada de parenquima junto á la línea divisoria, se encuentran algunas celdillas sueltas al lado de los vasos, y de aquí que presenten éstos *thyllos*, cosa que no sucede en las demás especies.

El tejido fundamental está formado por fibras leño-



sas con poros puntiformes y aberturas hendidas y largas. Según Hartig estas fibras leñosas deberían ser celdillas fibrosas, pues indica que están llenas de sustancias amiláceas, cosa que no he visto nunca. De Bary las considera también como fibras leñosas, y Müller dice que sus paredes no presentan poros.

Los vasos, con perforación completa, oval ó circular, y las paredes cubiertas de poros areolares grandes con aberturas elípticas, están aislados ó reunidos generalmente en grupos radiales de corto número. Las traqueidas que Sanio indica en la fórmula, caso de encontrarse, serán productos de degeneración accidental de los vasos, que yo no he podido ver.

#### **Salix cinerea, Linn.**

El elemento fibroso, que forma el tejido fundamental, tiene poros sencillos sin que en ellos haya podido descubrir trazas de aréola, aun examinándolos con buenos objetivos apocromáticos, y todo su tipo es el de celdillas fibrosas; pero en los ejemplares que he estudiado no he podido encontrar el carácter decisivo, cual es la presencia de sustancias amiláceas. Sanio dice que los poros son areolares. Tampoco me ha sido posible encontrar las celdillas intermedias que el mismo botánico señala en la fórmula correspondiente á esta especie, y sólo he visto las de parenquima leñoso, que es escaso en el borde de otoño, y nulo, ó por lo menos muy raro en las restantes regiones del anillo, á pesar de que Sanio dice que se encuentra en todas ellas.

Los vasos areolares, de perforación completa y uniformemente distribuidos por todo el espesor del anillo, por lo regular están aislados en la región interior, y en grupos radiales de tres ó cuatro en la exterior, llegando hasta la línea divisoria, en cuyo caso degeneran en tra-



queidas. Para el Dr. Hartig los compartimientos de las especies del género *Salix* solo se componen de vasos y fibras que contienen almidón.

#### **Betula verrucosa, Ehrh.**

Parenquima leñoso escaso, en celdillas aisladas entre el tejido fundamental y también en contacto con los vasos; algo más abundante, pero también en celdillas aisladas, en el borde de primavera, junto á la línea divisoria. Fibras leñosas bien caracterizadas, con poros areolares escasos, forman la masa fundamental. Hartig, lo mismo que en el género *Alnus*, no admite la existencia de las fibras leñosas («fibras leñosas con poros cilíndricos»), y supone que son traqueidas («fibras leñosas con poros lenticulares») las que forman la masa fundamental. Vasos, por lo común, en grupos radiales de pequeño número, uniformemente esparcidos por todo el anillo, con poros areolares de aréola pequeña y poco definida, y con aberturas hendidas, grandes y confluentes, dando á las paredes vasculares la apariencia rayado-espinal; perforación escaleriforme. Traqueidas bastante abundantes en el borde de otoño, como producto degenerado de los grupos vasculares. Sanio, refiriéndose á la especie *alba*, dice que se encuentran celdillas intermedias en la zona de otoño, que no he visto en la *verrucosa*.

#### **Alnus glutinosa, Gärtn.**

Parenquima leñoso en celdillas aisladas, ó reunidas en corto número, entre el tejido fibroso y al lado de los vasos, pero sin formar envoltura paratraqueal. No he visto nunca las celdillas que Sanio señala en el borde de otoño. Tejido fundamental formado por fibras leñosas bien caracterizadas, con poros areolares. — Hartig



no hace entrar en la composición de los compartimientos del género *Alnus* otros elementos que el parenquima, los vasos y las traqueidas, y, por lo tanto, son estas últimas, según él, las que forman el tejido fundamental, en contra de las afirmaciones de Sanio y De Bary.

—Vasos en pequeños grupos radiales, uniformemente distribuidos, con poros areolares, numerosos y pequeños; perforación escaleriforme. Traqueidas siempre presentes en el borde de otoño, como degeneración de los grupos vasculares.

N. B.—Los compartimientos en esta especie son heterogéneos, pues, entre los de constitución normal, alternan otros en los cuales el elemento vascular falta por completo. Esta particularidad, y el tener los radios uniseriados, la distinguen fácilmente de la *Betula verrucosa*.

#### **Fagus sylvatica, Linn.**

En todas las regiones del anillo anual se encuentra el parenquima leñoso en celdillas sueltas ó reunidas en corto número, y también al lado de los vasos; pero sin que pueda considerarse como paratraqueal, á pesar de que así lo indica la fórmula de Hartig.

El tejido fundamental está formado por fibras leñosas con poros areolares, á mi entender perfectamente caracterizadas, y como tales las considera también Hartig; mas el Dr. Sanio dice que son traqueidas de la modificación fibrosa, y Müller (loc. cit. pág. 58) afirma que no tienen poros areolares («*nich behöften Poren*»). De Bary, como suele hacer siempre que alguna especie le ofrece alguna duda con respecto á la composición que le asigna Sanio, hace caso omiso de ella; y como esta Memoria va seguida de la descripción por extenso del sistema leñoso del Haya, luego se podrán ver las razones que me inclinan á considerar los elementos del



tejido fundamental como á fibras leñosas y no como á traqueidas.

Los vasos están uniformemente distribuidos, aislados ó en grupos de 2-3, y sus paredes solo tienen poros areolares. La perforación, en los de la zona de primavera es completamente oval, y escaleriforme en los de la zona de otoño, efectuándose el tránsito de una á otra en la región media. Müller solo indica la perforación oval. Las traqueidas son sumamente raras, pues los vasos no llegan de ordinario al borde de otoño, que es el sitio en donde suele verificarse la transformación. Los vasos de la zona de primavera tampoco llegan á la línea divisoria.

#### ***Platanus occidentalis*, Linn.**

El parenquima leñoso está esparcido entre el tejido fundamental en todas las regiones del anillo, excepto en los bordes de primavera y otoño; y también se le encuentra junto á los vasos, pero sin constituir la envoltura paratraqueal cuya existencia se desprende de la fórmula de Hartig; sus paredes terminales están á veces muy inclinadas y pueden entonces confundirse con las celdillas intermedias. Las fibras leñosas, que constituyen la masa fundamental, tienen las paredes gruesas con poros areolares.

Los vasos están aislados ó reunidos en corto número, uniformemente esparcidos, y sus paredes presentan poros areolares pequeños; la perforación es en todos escaleriforme. Los de la zona de otoño raras veces llegan hasta su borde exterior, razón por la cual la degeneración en traqueidas apenas tiene lugar. En cambio, los vasos de la zona de primavera empiezan desde la misma línea divisoria, á diferencia de lo que sucede en la especie anterior, carácter que puede servir para dis-



tinguir las á primera vista. En la fórmula de Hartig figuran las traqueidas como de composición normal.

**Castanea vulgaris, Lam.**

El parenquima leñoso se encuentra, entre las fibras leñosas del tejido fundamental, en celdillas aisladas, y también mezclado con las traqueidas formando la envoltura paratraqueal de los vasos. Éstos están siempre aislados, con solo poros areolares en sus paredes, y la perforación es completa. Cada vaso está rodeado por un tejido más ó menos abundante de traqueidas areolares y parenquima, y los grupos traqueales, así formados, se reúnen en bandas radiales, adelgazadas exteriormente y flameantes, que atraviesan el ancho de los anillos.

Sanio dice que los vasos son de dos clases: unos grandes, que se encuentran en la zona de primavera, y otros más pequeños, que ocupan las regiones exteriores; pero si bien es cierto que algo de esta división se nota, sobre todo en los anillos estrechos, no sé si está bastante justificada bajo el punto de vista histológico, pues no se funda en ninguna otra particularidad que en el diámetro, y en los anillos muy desarrollados decrece éste de un modo casi insensible, y sin experimentar cambio brusco, al pasar de la zona de primavera á la región media.

**Quercus pedunculata, Ehrh.; Q. sessiliflora, Salisb.; Q. Toza, Bosc; Q. Ilex, Linn.; Q. Jordanae, Lagun.**

El parenquima leñoso se encuentra en dos formas distintas: entre el tejido fundamental con tendencia á formar hiladas concéntricas de una sola celdilla de espesor, y en los grupos vasculares formando juntamente con las traqueidas la envoltura paratraqueal. El tejido



fundamental lo forman fibras leñosas bien caracterizadas. Los v. sos, solamente areolares y de perforación completa, están aislados en medio de la envoltura para-traqueal compuesta de parenquima leñoso y traqueidas areolares, y los grupos así formados se reúnen unos á otros por medio del tejido envolvente, formando grandes bandas radiales y flameantes que alternan con las de tejido fundamental, excepto en el *Q. Ilex*, en que los grupos vasculares permanecen aislados en medio de la masa fundamental, si bien en su conjunto afectan la forma de bandas radiales, como en las demás especies españolas de este género.

El Dr. Sanio dice que el *Q. pedunculata* tiene dos especies de vasos: grandes y pequeños, y que se distingue del *Q. Ilex*, porque á esta especie le faltan los vasos grandes; mas no sé hasta qué punto esa diferencia puede considerarse como característica, pues las dos clases de vasos del *Q. pedunculata*—al igual de lo que sucede en la *Castanea vulgaris*—solo difieren por sus diámetros, y si bien en los anillos estrechos se nota entre ellos una diferencia bastante marcada, á causa de faltar los de la región media, en los muy anchos y bien desarrollados se pasa de unos á otros por trámites insensibles. Según el resultado de algunas mediciones que he efectuado en varios ejemplares de *Q. pedunculata*, el diámetro de los vasos mayores es de 10 á 15 veces el de los menores. En el *Q. Ilex* esa diferencia es mucho menos notable, pues en ejemplares de distinta procedencia (Santander, Cataluña y Riofrío de Segovia), el diámetro de los mayores es solo 4 ó 5 veces el de los menores (1). También dice el Dr. Saino que las

---

(1) El diámetro mayor de los vasos del *Q. Ilex* he encontrado que por término medio era de 150 á 160  $\mu$ , y el de los menores de 40 á 50  $\mu$ ; en el *Q. pedunculata* de 320 á 360  $\mu$  y de 25 á 30  $\mu$ ; en el *Q. Toza* de 240 á 280 y de 25 á 30  $\mu$ .



bandas de tejido traqueidal (?) en la Encina están atravesadas por radios medulares poco abundantes y uniseriados, mientras que los que cruzan el tejido fibroso son más numerosos y de una á tres celdillas de espesor. Yo no he visto nunca nada de eso, pues siempre, lo mismo en el Roble que en la Encina, solo he encontrado dos clases de radios, es á saber, los unicelulares y los grandes, anchos y de gran número de celdillas de espesor, excepción hecha de alguno que otro que se encuentra junto á los radios grandes, y que deben considerarse como parte de éstos separada por la intercalación de algunas fibras leñosas.

**Corylus Avellana, Linn.**

El parenquima leñoso, en celdillas aisladas, se encuentra en todas las regiones del anillo, lo mismo entre el tejido fundamental que en el lado de los vasos, pero sin llegar á constituir envoltura paratraqueal como indica la fórmula de Hartig. Las fibras leñosas con poros areolares forman la masa fundamental; y los vasos, sin espesamiento espiral y con perforación escaleriforme, están regularmente esparcidos en ella, formando pequeños grupos radiales.—El Dr. Sanio indica en esta especie, é igualmente en el Carpe, la existencia de dos clases de vasos: unos grandes, uniformemente esparcidos por todo el anillo, y otros pequeños, formando grupos en la zona de otoño; pero en los ejemplares que he estudiado no he podido observar jamás tal distinción.—Las traqueidas, aunque no figuran en la fórmula de Hartig, se encuentran de un modo constante en el borde de otoño, como á degeneración de los últimos vasos de las cadenas radiales que llegan hasta la línea divisoria.

N. B.—Los compartimientos son heterogéneos, como en el *Alnus glutinosa*.



**Carpinus betulus, Linn.**

Parenquima leñoso en todas las zonas del anillo, en celdillas aisladas ó reunidas en corto número, entre las fibras leñosas y al lado de los vasos, pero sin constituir envoltura paratraqueal, como indica la fórmula de Hartig. No existen celdillas intermedias. Masa fundamental constituida por tejido de fibras leñosas con poros areolares. Vasos reunidos en corto número en cadenas radiales y también aislados, distribuidos con bastante uniformidad por todo el anillo, espiral-areolares y con perforación completa y oval, y jamás escaleriforme, como dice De Bary guiándose sin duda por las analogías que existen entre esta madera y las del Avellano, Abedul y Aliso. Sanio indica en esta especie dos clases de vasos, lo mismo que en la anterior, carácter que no he podido observar claramente, ni en las secciones que he estudiado, ni tampoco se ve en los fotogramas del Atlas de Müller. En los vasos de primavera el espesamiento espiral es casi invisible en las paredes de contacto de vaso con vaso; pero lo es claramente en las de contacto con las fibras leñosas, en las cuales desaparecen los poros areolares, y se va acentuando á medida que los vasos se encuentran más hacia el borde de otoño. Las traqueidas de generación vascular son espiral-areolares, y tienen las paredes más gruesas que los vasos; se encuentran de un modo constante en el borde de otoño, y son fácilmente reconocibles, á pesar de que Hartig no señala su existencia.

N. B.—Los compartimientos son heterogéneos, como en el *Alnus glutinosa* y *Corylus Avellana*.

**Ulmus campestris, Smith.**

El parenquima leñoso se encuentra en celdillas aisladas, en la unión de los grupos vasculares y de la



masa fundamental, y no hay razón para considerarle mejor del grupo traqueal que como dependiente del tejido fibroso; pero el que se encuentra en la zona de primavera, mezclado con los vasos pequeños espiral-areolares, debe considerarse como paratraqueal. Las celdillas intermedias son sumamente raras, y sólo estudiando los elementos disociados he podido distinguir alguna. La masa fundamental está formada por fibras leñosas con poros areolares.

Los vasos son de dos clases bien distintas y no de una sola, según indica Hartig. Los grandes, implantados en un tejido conexivo compuesto de vasos pequeños y parenquima, forman una banda perfectamente distinta en la región interior del anillo, sin presentar en sus paredes espesamiento espiral alguno; y los pequeños, espiral-areolares, constituyen ellos solos masas de tejido, que en bandas concéntricas ó más ó menos dendríticas alternan con otras de tejido fibroso. Una y otra forma vascular tienen perforación completa y oval; y como degeneración de los vasos se encuentran en la zona de otoño, junto á la línea divisoria, algunas traqueidas.

#### ***Celtis australis*, Linn.**

El parenquima leñoso es principalmente paratraqueal. Los vasos son de dos clases: grandes simplemente areolares, y pequeños espiral-areolares, ambos de perforación completa. Los grandes, rodeados de una abundante envoltura de parenquima, forman una faja en la zona de primavera, en la que el parenquima hace las veces de tejido fundamental. En las demás regiones del anillo los vasos están agrupados, componiéndose cada grupo de un número variable de vasos pequeños, en cuyo centro se encuentran algunos de



los grandes, y el todo rodeado de abundante parenquima paratraqueal, el cual, en la zona de otoño principalmente, se extiende algunas veces por los lados, reuniendo en bandas tangenciales varios grupos. Los vasos grandes van desapareciendo á medida que los grupos se encuentran más hacia el exterior de los anillos, hasta que finalmente desaparecen en el borde de otoño; y los vasos pequeños, en cambio, se encuentran alguna vez en la zona de primavera.

Hartig y Müller solo señalan la existencia de una sola clase de vasos sin espiral, y, lo mismo que Sanio, me parece que toman por traqueidas los vasos pequeños de los grupos de la zona de otoño; pero un examen detenido me ha hecho ver la perforación, de modo que en realidad las traqueidas solo se encuentran como degeneración de los vasos pequeños en el borde de otoño. De todos modos serán éstas espiral-areolares, y no solamente areolares, como dicen Hartig y Müller.

#### **Morus alba, Linn.**

En la zona de primavera el parenquima paratraqueal de los vasos grandes y aislados confluye entre sí, formando una banda continua de tejido, en el que aparecen implantados los vasos; y en los grupos vasculares de las demás regiones forma también el parenquima envoltura paratraqueal; se le encuentra asimismo en celdillas aisladas entre la masa de tejido fundamental. En la disposición metatraqueal que indica De Bary (Sec. 149), no le he visto en ninguno de los ejemplares que he examinado. Las celdillas intermedias no son raras entre el parenquima leñoso. El tejido fundamental, que falta en la zona de primavera, está formado por fibras leñosas con poros puntiformes. Los vasos son de dos clases: los grandes, situados en la zona de prima-



vera, de artículos cortos, solamente areolares y perforación completa; y los pequeños, espiral-areolares, de perforación oval, rodeados de parenquima, y regularmente esparcidos por las demás regiones del anillo. En la región media se encuentran las dos clases de vasos reunidos en un mismo grupo: los grandes en el centro, y los pequeños en la periferia. El Dr. Hartig solamente indica la existencia de los vasos espiral-areolares. Las traqueidas sólo se encuentran en la zona de otoño, como degeneración de los vasos, según hace notar también De Bary. Hartig y Sanio me parece toman como traqueidas los vasos espiral-areolares más pequeños, cuyos artículos presentan sus extremidades muy afiladas, pero un examen detenido me ha hecho ver que casi todos ellos presentan bien claramente una abertura oval de comunicación.

#### **Ficus Carica, Linn.**

El Dr. Sanio se refiere al *F. Sycomorus* y *rubiginosa*, especies que me son desconocidas, pues únicamente he podido estudiar ejemplares procedentes del *F. Carica*, común en nuestro país silvestre y cultivado; y tal vez á esa circunstancia se deba el desacuerdo entre lo por mí observado y lo que Sanio dice, aunque, tratándose de diferencias específicas tan sólo, sería caso raro que trascendieran hasta la composición histológica elemental, única que es objeto de estudio en estas notas.

El parenquima leñoso, en sus formas paratraqueal y metatraqueal, es muy abundante, sobre todo en esta última, dispuesto en fajas concéntricas alternantes con otras de tejido fibroso, las cuales constituyen la masa fundamental de los anillos. Sus celdillas no han sufrido desarrollo alguno ulterior una vez efectuada la división de la celdilla madre del *cambium*—fenómeno que he notado también en algunas Leguminosas, sobre



todo de la Tribu de las Genísteas,—de modo que cada serie reproduce la forma general de la celdilla madre, dividida en tres ó cuatro partes. En el límite de las bandas de parenquima, junto al tejido fibroso, se encuentran algunas celdillas intermedias que conservan la forma de las celdillas madres del *cambium*, y también otras, aunque más raras, iguales á ellas, pero con su cavidad dividida en dos ó tres partes por delicados tabiques (1) y que en realidad deben llamarse «celdillas intermedias tabicadas» por estar unidas morfológicamente con ellas mejor que con las celdillas fibrosas; y no sé si serán las mismas que el Dr. Sanio indica en los *F. Sycomorus* y *rubiginosa* como «celdillas libriformes tabicadas.» Las bandas de tejido fundamental, alternantes con las de parenquima, están constituidas por celdillas fibrosas con puntuaciones puntiformes, las cuales observadas con buenos objetivos apocromáticos toman á veces la apariencia areolar. De Bary interpreta también de esa manera las «celdillas libriformes enteras» de la fórmula de Sanio, y tal es mi parecer, por más de que no he podido comprobar la existencia de gránulos amiláceos, sin duda porque todas las preparaciones que he examinado procedían de capas del tronco demasiado interiores.

Los vasos, que son todos uniformes, aislados ó reunidos en sentido radial dos ó tres, están implantados lo mismo en las bandas de parenquima que en las fibrosas; y en este último caso se encuentran rodeados por una envoltura paratraqueal de parenquima. Sus paredes son gruesas y están cubiertas de poros areolares pequeños, con aberturas hendidas y confluentes unas con otras en líneas ó rayas espirales. La perfora-

---

(1) Los finos tabiques de los cuales aquí se habla no pueden considerarse como de división celular normal. Véase lo dicho al hablar de las celdillas fibrosas tabicadas en el capítulo I de esta Memoria.



ción es siempre completa y oval hasta en los más pequeños y de paredes muy gruesas, que llegan á veces á la línea divisoria por el borde de otoño, y por lo tanto no existe la degeneración traqueidal. Sanio la indica en la especie *Sycomorus*, pero confiesa no haberla podido encontrar en la *rubiginosa*, por más que supone que también exista. La disposición de los vasos es la de uniformemente distribuidos por todas las regiones del anillo.

La fórmula de Hartig, referente á la composición elemental de los compartimientos, está conforme con la anterior descripción.

#### **Laurus nobilis, Linn.**

La masa fundamental, uniforme en todo el espesor del anillo, está formada por celdillas fibrosas enteras y tabicadas, claramente reconocibles, y llenas ambas de gránulos amiláceos en todas las preparaciones que he estudiado. Para el Dr. Sanio el elemento que constituye la masa fundamental son las «celdillas libriformes enteras», y para Hartig las «fibras leñosas con poros cilíndricos», sin materias amiláceas; si bien hay que tener en cuenta que este último botánico no se refiere á la misma especie por mí estudiada, sino al *L. Cinnamomum*. El parenquima leñoso se encuentra esparcido entre la masa fundamental, en celdillas sueltas y escasas, y también formando una envoltura alrededor de los vasos. Estos están aislados ó reunidos dos ó tres radialmente; son poco numerosos, y uniformemente esparcidos en todas las regiones, conservándose los grupos, con su envoltura paratraqueal, separados unos de otros. Sus paredes de contacto con elementos semejantes presentan poros areolares, y son lisas las de contacto con las celdillas fibrosas. La perforación es en



unos completa y oval, y en otros escaleriforme, presentándose estados intermedios en todas las regiones de los anillos. Hartig, refiriéndose al *L. Cinnamomum*, señala el espesamiento espiral. Cuando los vasos del borde de otoño llegan á la línea divisoria, y se continúan en una misma serie radial con los de primavera, sufren la transformación en traqueidas.

El Dr. Sanio indica la existencia de celdillas intermedias en el borde de otoño, mas no me ha sido posible encontrarlas.

#### ***Osyris lanceolata*, Hochst. et Steud.**

Tejido fundamental uniforme, formado por traqueidas entre las que se ven algunas celdillas de parenquima leñoso. Vasos aislados, regularmente distribuidos por todo el espesor del anillo, con espesamiento espiral-areolar, y perforación oval.

#### ***Daphne Laureola*, Linn.**

Masa fundamental compuesta de fibras leñosas de ancha luz y paredes muy delgadas, cuyo espesor no aumenta en la región de otoño, sufriendo tan sólo el aplastamiento radial; la puntuación de sus paredes es areolar. Parenquima leñoso escaso entre las fibras, y con tendencia á formar líneas tangenciales, no pudiendo considerársele perteneciente al grupo vascular, como suponen Hartig y Mathieu. El Dr. Sanio se refiere á la *D. Mezerum*—especie que no tengo en mi colección, y por lo tanto no he podido estudiar—y dice que en ella los vasos son de dos clases: unos grandes, areolares, que forman una faja vascular en el borde de primavera, y otros más pequeños, con espesamiento espiral-areolar, y agrupados de diversas maneras en



las demás regiones del anillo. En el *D. Laureola* no existe tal diferencia entre los vasos, ni los mayores forman una banda en el borde interno de los anillos; todos son espiral-areolares, con las aréolas poco definidas, de perforación oval, y la luz de los mayores excede en poco á la de las fibras del tejido fundamental. Forman grupos radial-flexuosos bastante separados unos de otros, los cuales arrancan en el borde interno de los anillos y van á parar al externo, continuándose muchas veces con los del anillo siguiente. En la sección transversal son los grupos vasculares muy poco notables á causa de que el espesor de sus paredes y la luz difiere poco de la que tienen las fibras de la masa fundamental. En la extremidad externa de los grupos se encuentran algunas traqueidas, y tampoco es raro verlas junto á la línea divisoria, sin que estén en relación directa con los grupos vasculares.

#### **Viscum laxum, Boiss. et Reut.**

Madera compuesta de una mezcla algún tanto irregular de fibras leñosas, vasos y celdillas intermedias con radios medulares confusos, y por tanto los compartimientos están mal definidos, así como los anillos anuales. Los vasos, con tendencia á formar líneas en sentido radial, son de artículos muy cortos é iguales, paredes gruesas, lignificadas, con poros en los que apenas se distingue la areola, siendo solamente bien visible la abertura, que es grande, hendida y perpendicular al eje del vaso. Las celdillas intermedias tienen la misma forma que los artículos traqueales, y sólo se distinguen, prescindiendo de la perforación, por las esculturas de las paredes y por el contenido, razón por la cual los vasos y celdillas intermedias del *V. album* han sido confundidas y tomadas por parenquima leñoso, hasta que



el Dr. Sanio llamó la atención sobre ellas; si bien Treviranus había ya señalado la existencia de los vasos. Las fibras leñosas son notables por el espesor de las paredes, hasta el punto de obstruir por completo toda su luz, como sucede á menudo en las fibras liberianas.

La composición de los compartimientos del *Viscum* es rara, y la única (*V. album*) que Sanio coloca en la Clase VIII de su Clasificación. La fórmula de Hartig, igual á la de los géneros *Quercus*, *Fagus*, *Castanea*, etcétera, no es exacta.

#### **Kentrophyllum arborecens, Hook.**

Anillos formados por masas alternantes de tejido fibroso y vascular, que en la sección transversal aparecen formando figuras reticulares. El tejido vascular domina en la región de primavera, constituyéndola exclusivamente. Las masas fibrosas están formadas por tejido de fibras leñosas, y las traqueales por tejido de vasos de distinto diámetro, los mayores areolares y los más pequeños espiral areolares. Las masas vasculares están bordeadas por algunas celdillas intermedias, y entre los vasos, principalmente en la zona de otoño, se encuentran algunas traqueidas.

La madera de esta especie pertenece al tipo de las Genisteas, y se parece particularmente á la del *Sarotamnus eriocarpus*.

#### **Sambucus nigra, Linn.**

La masa fundamental está formada por tejido compuesto de celdillas fibrosas enteras, con abundante contenido amiláceo durante la época del reposo vegetativo. Los vasos son muy numerosos, por lo regular agrupados en corto número en la madera de los troncos gran-



des, pero confluyendo unos grupos con otros en la madera de las ramas, formando una masa vascular que domina á la fundamental. En el borde de otoño se extienden grandes grupos vasculares que forman á trechos una faja continua junto á la línea divisoria, limitando de un modo muy marcado los anillos. La única escultura que presentan las paredes vasculares son poros areolares, en las de contacto entre elementos semejantes; en contacto con las celdillas fibrosas, son lisas. La perforación de los vasos es completa, y en la zona de otoño sufren de un modo muy marcado el aplastamiento radial.

El parenquima leñoso es raro y solo se encuentra alguna celdilla junto á los vasos.

En la fórmula de Hartig no figuran, ni el parenquima, ni las traqueidas.

#### **Viburnum Opulus, Linn.**

No conozco de este género más que esta especie, y, por lo tanto, no he podido comprobar la distinción que señala el Dr. Sanio entre ella y el *V. Lantana*. Los vasos no tienen espesamiento espiral; pero en las traqueidas de otoño se nota un hilo sumamente fino, visible claramente en las preparaciones bien hechas y teñidas con el verde de metilo, si son examinadas con un apocromático 4<sup>m</sup>—0.65, y por lo tanto no es de extrañar que Sanio diga que no le tiene; en cambio, le señala en el *V. Lantana*. Hartig da, como carácter genérico, la existencia de un hilo espiral en las traqueidas.

La masa fundamental es uniforme y está formada por traqueidas, entre las cuales se hallan aislados y regularmente distribuidos los vasos, que tienen la perforación escaleriforme.



**Lonicera arborea, Boiss.**

La composición elemental que Hartig asigna al género *Lonicera*, y Sanio á la *L. tartarica*, corresponde á la encontrada por mi en la *L. arborea*. La masa fundamental está formada por traqueidas de paredes gruesas y espesamiento espiral-areolar, entre las cuales se hallan esparcidas algunas celdillas de parenquima. Los vasos, de paredes delgadas y perforación completa, presentan también el espesamiento espiral-areolar, y están aislados y uniformemente distribuidos. Su diámetro decrece bien marcadamente hacia el borde exterior de los anillos, y junto al borde interior se encuentra una fila de ellos, formando una línea muy reconocible.

**Rhododendron baeticum, Boiss. et Reut.**

Los compartimientos de esta especie están formados casi exclusivamente por vasos y traqueidas. En la zona de primavera dominan los vasos, y en la de otoño las traqueidas. Los vasos, aislados ó en grupos de dos ó tres, se encuentran distribuidos regularmente por todo el anillo, y sus paredes, más delgadas que las de las traqueidas, están cubiertas de poros areolares; la perforación es escaleriforme.—En preparaciones bien hechas y con buenos apocromáticos se distingue en algunos vasos un espesamiento espiral muy débil.—En la zona de primavera, entre las traqueidas y los vasos, se encuentra alguna celdilla de parenquima leñoso.

No existen traqueidas como forma degenerada de los vasos.



**Erica arborea, Linn.**

No tengo completa seguridad de que los elementos fibrosos que constituyen el tejido fundamental sean celdillas fibrosas; mas me inclino á creerlo así por sus caracteres morfológicos, y porque me ha parecido ver entre ellas algunas celdillas fibrosas tabicadas. Para poderlo afirmar con seguridad es preciso estudiar de nuevo ejemplares cortados en distintas épocas, ya que, en la literatura botánica que me es conocida, no se encuentran datos suficientes para ello. Entre el tejido fundamental se ven algunas celdillas de parenquima leñoso.

Los vasos, cuyo diámetro es bastante igual en todas las regiones del anillo, están uniformemente distribuidos, excepto en el borde externo, en donde son escasos ó faltan por completo. Sus paredes presentan sólo poros areolares muy pequeños, y la perforación es oval. Las traqueidas no existen sino rara vez y accidentalmente.

**Ligustrum vulgare, Linn.**

La misma composición elemental que la *Syringa vulgaris*. No he podido ver las celdillas intermedias que Sanio señala en los compartimientos de la Clase XII de su Clasificación, en la que coloca esta especie, y dudo que existan. Hartig no dice que los vasos y traqueidas tengan espesamiento espiral, á pesar de ser bien notable, ni tampoco que las fibras de la masa fundamental contengan almidón. Las espirales de los vasos están muy separadas, y pueden faltar en los mayores del borde interno.

**Olea europaea, Linn.**

Según Hartig la masa fundamental está constituida por celdillas fibrosas. Sanio parece indicar lo mismo al



decir que las «celdillas libriformes» que se encuentran en sus compartimientos son enteras y tabicadas, y en este sentido lo interpreta De Bary (loc. cit. cap. XIV, sec. 142) cuando afirma, bajo la fe de Sanio, que los vasos en contacto con las «celdillas fibrosas» presentan poros areolares. Yo no he podido comprobarlo, pues á pesar de que el parenquima leñoso y las celdillas intermedias estaban llenas de almidón en las preparaciones que he examinado, no se encontraba en las fibras del tejido fundamental, tal vez porque las preparaciones procedían de una región del tronco demasiado interior y habían ya perdido la vitalidad, pues en éstas desaparece antes que en los demás elementos celulares, según he tenido ocasión de comprobar en varios casos. El elemento que no he podido ver son las celdillas fibrosas tabicadas que, en unión de las enteras, forman la masa fundamental según Sanio; y su existencia me es dudosa, como también debió serlo para De Bary, pues suprime esta especie en su Clasificación —lo que hace siempre que los caracteres dados por Sanio no le inspiren confianza. Las celdillas intermedias están mezcladas sin orden con las de parenquima leñoso, y se encuentran principalmente en el borde exterior de los anillos, en la región de primavera, y alrededor de los vasos. Éstos, de paredes gruesas, con poros areolares y perforación oval, se encuentran diseminados por todo el anillo en grupos radiales de 2-4, y también solitarios, rodeados de una envoltura formada por parenquima leñoso y celdillas intermedias. Las traqueidas no existen normalmente.

***Syringa vulgaris*, Linn.**

Masa fundamental formada por traqueidas y celdillas fibrosas, ambos elementos de paredes gruesas y muy poca luz, distinguiéndose apenas unos de otros



en la sección transversal. Las traqueidas dominan en los ejemplares que he examinado, y ellas solas forman toda la región exterior de los anillos y el tejido de alrededor de los vasos, según indica también el Dr. Sanio. Sus paredes, además de poros areolares bien desarrollados, presentan un hilo espiral bastante fino. Las celdillas fibrosas tienen poros sencillos, y su contenido amiláceo está finamente granulado. El parenquima leñoso es escaso entre el tejido fundamental, excepto en la zona de primavera, en donde se encuentra con alguna mayor abundancia. No he podido encontrar las celdillas intermedias que, según Sanio, existen en los compartimientos de esta especie.

Los vasos, espiral-areolares y de perforación oval, están uniformemente esparcidos, aislados, y con disminución de diámetro bien notable hacia el borde exterior de los anillos. Los poros de sus paredes se encuentran bastante espaciados, lo mismo que las espirales, siendo éstas poco visibles en los vasos mayores de primavera, en los cuales faltan algunas veces.

(De Bary, á pesar de que señala las celdillas fibrosas como formando el tejido fundamental (lug. citado, cap. XIV, Sec. 144), dice en la Sec. 143 que son fibras, al comparar los datos dados por Sanio acerca de la longitud de los elementos histológicos, lo que debe ser una equivocación producida por no tener en cuenta que Sanio no distingue las celdillas fibrosas cuando son enteras, de las fibras leñosas, comprendiendo ambas bajo la denominación de «fibras liberiformes enteras» según se ha visto anteriormente.)

#### **Philadelphus coronarius, Linn.**

La masa fundamental está formada por tejido uniforme de traqueidas espiral-areolares, de paredes gruesas.



sas, entre las cuales se encuentran algunas celdillas de parenquima leñoso, principalmente junto á los vasos; pero sin que se las pueda considerar formando envoltura paratraqueal, como parece deducirse en la fórmula de Hartig. Los vasos están aislados y uniformemente repartidos; no tienen espesamiento espiral, y en sus paredes terminales, muy oblicuas, presentan una perforación escaleriforme bastante fina.

### **Hedera Helix, Linn.**

Los compartimientos de esta especie están formados por dos tejidos: el traqueal y el fibroso. El primero está compuesto de vasos de distinto diámetro, con poros areolares, de aréola grande, circular y con abertura oval en los mayores; y de aréola más pequeña, con las aberturas hendidas y cruzadas en los menores. La perforación es en ambos completa, oval y alargada. Entre los vasos, y sobre todo en la periferia de los grupos, y en la zona de otoño junto á la línea divisoria, se encuentran algunas traqueidas como forma vascular degenerada. El tejido fibroso está constituido por una mezcla de celdillas fibrosas enteras y tabicadas, de paredes gruesas y poros hendidos. Estos dos tejidos alternan en bandas más ó menos completas, predominando el vascular, excepto en la zona de otoño.

El Dr. Sanio dice que los grupos vasculares van acompañados de parenquima leñoso, pero en los ejemplares que he estudiado sólo he visto algunas escasas celdillas; en cuanto á todo lo demás, la anterior descripción está conforme con la composición elemental que Sanio y De Bary asignan á esta especie.



**Ribes rubrum, Linn; R. nigrum, Linn.**

El Dr. Sanio, refiriéndose al *R. rubrum*, dice que los elementos componentes son el parenquima leñoso, las fibras liberiformes, los vasos y las traqueidas; estas últimas, del «tipo fibroso y con las paredes fuertemente expresadas, forman el tejido que se encuentra en el borde exterior de los anillos; en las demás regiones la masa fundamental la constituyen las fibras liberiformes, y las traqueidas sólo se encuentran alrededor de los vasos.» De Bary interpreta, en este caso particular, las «fibras liberiformes» de Sanio, por fibras leñosas, y lo mismo hace Van Tieghem; Hartig, por el contrario, dice que contienen almidón (gén. *Ribes*), y por lo tanto deben considerarse como celdillas; y por la descripción que Müller da de la *Grossularia*, no es posible venir en conocimiento de qué clase de elementos son los que forman el tejido fundamental. Mis observaciones respecto á la especie *nigrum* no dan lugar á duda: fuera de la zona de otoño y alrededor de los vasos, en donde únicamente se encuentran traqueidas, lo restante del anillo está formado por tejido compuesto de celdillas fibrosas enteras y tabicadas, llenas de gránulos amiláceos en abundancia. En el *R. rubrum* las celdillas tabicadas no existen, y me queda la duda de si las fibras enteras son ó no celdillas, pues aunque por sus caracteres morfológicos lo parecen, no he visto en ellas sustancias amiláceas, si bien hay que tener en cuenta que tampoco las tenían los radios medulares, á pesar de que el ejemplar que me sirvió para hacer las preparaciones microscópicas había sido cortado en Noviembre.

Los vasos, en una y otra especie, son de perforación escaleriforme, sin espesamiento espiral en sus paredes y con solo poros areolares, los cuales, en los vasos



mayores de la zona de primavera del *R. nigrum*, toman una forma elíptico-lineal, tan prolongada á veces, que recuerdan los vasos escaleriformes de los Helechos. Su distribución no es igual en las dos especies: en el *R. rubrum* están aislados en su mayoría, ó á lo más reunidos dos ó tres, y uniformemente esparcidos por todo el espesor del anillo, mientras que en el *R. nigrum* están también aislados, pero distribuidos de manera que forman líneas tangenciales. En esta especie van acompañados los vasos de una envoltura de traqueidas iguales á las que forman el borde de otoño, envoltura que no existe en el *R. rubrum*.

#### **Myrtus communis, Linn.**

Tejido fundamental formado por traqueidas del tipo fibroso, entre las que se encuentran algunas celdillas de parenquima, que también se ven al lado de los vasos, pero sin llegar á constituir envoltura paratraqueal. Vasos aislados, de perforación oval, esparcidos uniformemente por todas las regiones del anillo, y con la disminución de diámetro hacia su borde exterior poco notable. Aunque Sanio dice que los vasos tienen espiral, y también las traqueidas más semejantes á ellos, en los ejemplares que he estudiado no sucedía así; y vasos y traqueidas eran solamente areolares. Tampoco he podido notar que unas traqueidas fuesen más parecidas á los vasos que otras.

#### **Eucalyptus Globulus, Labill.**

Parenquima leñoso de paredes delgadas, en celdillas sueltas ó reunidas en corto número entre el tejido de la masa fundamental, que está formado por fibras leñosas de poros areolares y aspecto traqueidal, las



cuales degeneran en verdaderas traqueidas en el borde exterior de los anillos. Vasos aislados, regularmente esparcidos por todas las regiones del anillo, areolares, y rodeados cada uno de ellos por una envoltura compuesta de abundante tejido formado por traqueidas y algunas celdillas de parenquima leñoso. Las traqueidas paratraqueales se distinguen de las fibras leñosas y de las traqueidas que de ellas dependen, por su mayor diámetro, mayor luz y menor espesor de las paredes; ambas traqueidas sólo presentan poros areolares.

La composición que Sanio asigna al *E. cordata* concuerda con la encontrada por mí en el *E. Globulus*.

#### **Punica Granatum, Linn.**

Parenquima leñoso escaso y sólo en celdillas sueltas al lado de los vasos, sin llegar á constituir envuelta paratraqueal. El tejido fundamental está formado por celdillas fibrosas tabicadas, entre las que se encuentran algunas enteras.—El Dr. Sanio (loc. cit. cap. XIV, sec. 144) dice primero, copiando á A. Braun, que todos los elementos de esta especie, excepto los vasos, están llenos de materias de reserva; y luego lo contradice unas líneas más abajo, al afirmar que en las celdillas fibrosas tabicadas de los géneros *Punica* y *Ceratonia* no se encuentran sustancias amiláceas. Las preparaciones que he estudiado justifican plenamente el modo de ver de Braun, pues las celdillas tabicadas estaban llenas de gránulos amiláceos, mayores en la *Ceratonia*, sin ser por eso pequeños en la *Punica*, puesto que algunos he medido hasta de 10  $\mu$  de diámetro.—Los vasos, aislados ó en grupos de dos ó tres, están uniformemente distribuídos por todas las regiones del anillo; sus paredes son gruesas, con poros areolares pequeños, y la perforación es oval; de ordinario están llenos de una



sustancia gomosa. Sólo accidentalmente se encuentra alguna traqueida, y nunca he podido observarlas aisladas é independientes de los vasos, según dice De Bary que se hallan.

***Pirus communis*, Linn; *P. com. v. Mariana*, Willk.**

Tejido fundamental formado por traqueidas bien caracterizadas, con poros areolares grandes y sin espiral, entre las cuales se ven algunas celdillas de parenquima leñoso. Vasos aislados por lo común, uniformemente distribuidos y con perforación oval. Sanio dice que los vasos tienen espesamiento espiral, y, sin duda copiándolo de él, lo repiten De Bary y Van Tieghem; pero, tanto en los ejemplares cultivados, como en la variedad *Mariana* que se encuentra espontánea en los peñascales de Sierra Morena, nunca he visto otra cosa que poros areolares; y sólo en una preparación, procedente de un ejemplar cultivado, me ha parecido hallar alguna reminiscencia de espesamiento espiral en las caras tangenciales de tres ó cuatro vasos.

***Sorbus aucuparia*, Linn.**

Composición elemental de los compartimientos parecida á la de los *Pirus*; pero los vasos se diferencian por tener un espesamiento espiral muy fino, aunque bien marcado. Hartig dice que no le tienen.

***Crataegus monogyna*, Jacq.**

Sanio y Hartig están desacordes respecto á la escultura de los vasos y traqueidas. El primero dice que unos y otras tienen espesamiento espiral; mientras que Hartig sólo lo admite en los vasos. Yo he estudiado el



*C. monogyna*, que es la especie á que Sanio se refiere también, y no he podido encontrar espiral alguna, ni en los vasos ni en las traqueidas, y sí sólo en ambos elementos poros areolares.

Las traqueidas forman el tejido fundamental, uniforme en todas las regiones del anillo, mezcladas con bastantes celdillas de parenquima leñoso esparcidas entre ellas; y los vasos están aislados y regularmente distribuídos, siendo poco notable su decrecimiento en diámetro; los del borde de primavera se apoyan en la línea divisoria, y los de la zona de otoño no suelen llegar á ella.

#### ***Amygdalus communis*, Linn.**

La masa fundamental de las regiones media y externa de los anillos está formada por fibras leñosas traqueóides y por verdaderas traqueidas. Éstas están en íntima relación con las fibras, y deben considerarse como una transformación que se verifica sobre todo en las extremidades del anillo anual y alrededor de los vasos; pero, aun en este último caso, su parte morfológica indica que no son de degeneración vascular, sino de transformación fibrosa. Forman las traqueidas—que sólo presentan en sus paredes poros areolares— todo el borde exterior de los anillos, y una envoltura paratraqueal alrededor de los vasos de las regiones media y externa; y además se encuentran en la zona de primavera en grupos característicos, los cuales unen las traqueidas del borde de otoño con los vasos, cuando éstos no llegan á la línea divisoria, disposición que no tiene semejante en ninguna de las especies españolas que hasta el presente he estudiado, y sobre la cual no creo se haya llamado la atención antes de ahora.

Los vasos presentan la escultura espiral-areolar, y su perforación es oval. Los que ocupan la zona de pri-



mavera son de mayor diámetro, y están aislados y envueltos por masas de tejido parenquimatoso abundante, las cuales, reuniéndose entre sí, forman una banda continua de parenquima, en medio de la cual aparecen implantados los vasos, constituyendo en su conjunto una zona de primavera de composición especial y diferente del resto del anillo. En las demás regiones se encuentran los vasos aislados ó en pequeños grupos, uniformemente distribuidos y rodeados del tejido traqueidal procedente de la degeneración fibrosa de que antes se ha hecho mención.

El parenquima leñoso, además de la forma paratraqueal, se ve también en celdillas aisladas entre las traqueidas y las fibras.

#### **Prunus spec.**

Según Hartig y De Bary, las traqueidas no tienen espiral. He estudiado las especies *Armeniaca, spinosa, insititia, Cerasus, avium, lusitanica* y *Laurocerasus*, y he encontrado que las pertenecientes á la sección *Pruni genuinae* tienen espesamiento espiral muy fino en las traqueidas (*P. insititia, P. spinosa*); que las de la sección *Cerasus* no la tienen (*P. Cerasus, P. avium, P. lusitanica*), ni tampoco las de la sección *Padus* (*P. Laurocerasus*), ó, caso de presentarla en alguna traqueida por excepción, es sumamente fina é imperceptible. Las traqueidas del *P. Armeniaca* tampoco tienen espiral.

La masa fundamental en todas las especies de este género es heterogénea, pues se compone de tejido formado por fibras leñosas y traqueidas; estas últimas, de degeneración fibrosa, forman las regiones extremas de los anillos, sobre todo la zona de otoño, y también una envoltura alrededor de los vasos.

Los vasos, en todas las especies, son espiral-areola-





res y de perforación oval, y están rodeados, según se acaba de indicar, por tejido formado de traqueidas derivadas de las fibras leñosas de la masa fundamental. En la sección *Genuinae* se encuentran aislados y algo condensados en el borde interior de los anillos, así como en la *Ameniaca*; en las demás forman pequeños grupos radiales, con tendencia á la disposición dendróide: *P. Cerasus*, *P. avium*, *P. lusitanica*, *P. Laurocerasus*.

### **Rosa canina, Linn.**

El tejido fundamental es uniforme, y está formado por traqueidas bien caracterizadas, con hilo espiral muy fino y apenas visible en las de la región interna del anillo, pero perfectamente marcado en las de la región externa, sobre todo en las que ocupan el borde de otoño. En este punto mis observaciones concuerdan con las de Sanio, pero no con las de Hartig, para quien los elementos del tejido fundamental contienen almidón ( $\frac{h}{m}$ ), y, por lo tanto, deben corresponder á las celdillas fibrosas. De Bary y Van Tieghem admiten también que sean traqueidas.

El parenquima leñoso es escaso y se encuentra disseminado entre el tejido de la masa fundamental.

Los vasos son grandes, y por lo regular están aislados y uniformemente distribuidos. El decrecimiento en diámetro se hace progresivamente en los anillos anchos; mas en los estrechos desaparecen los de la región media, y entonces figura en el borde interno una banda vascular, perfectamente definida por ser sus vasos de mayor diámetro. El espesamiento de sus paredes es espiral-areolar; pero el filete espiral, que está muy marcado en el borde de otoño, va debilitándose en las regiones más interiores del anillo, hasta que por fin llega



á desaparecer en la zona de primavera. La perforación la he visto siempre oval; no obstante, Sanio dice que algunas veces se presenta escaleriforme.

### **Ceratonía Siliqua, Linn.**

Parenquima leñoso raro en la región media de los anillos, entre la masa fundamental; pero más abundante y mezclado con algunas celdillas intermedias en sus bordes extremos, á ambos lados de la línea divisoria, sin que experimente apenas las modificaciones otoñales, lo que hace que aparezca confusa la distinción entre los anillos. Alrededor de los vasos forma el parenquima una envoltura paratraqueal. El Dr. Sanio sólo admite la existencia del parenquima en esta última forma.

El tejido de la masa fundamental, que es uniforme, está formado por celdillas fibrosas tabicadas, con pequeños poros de apariencia areolar y abertura hendida, las cuales están llenas durante el reposo vegetativo de gránulos amiláceos muy grandes, cuyo diámetro llena en muchos casos toda la luz de la celdilla. Los vasos, aislados ó reunidos en corto número, y rodeados por abundante parenquima paratraqueal, tienen en sus paredes sólo poros areolares, y la perforación es sencilla y oval; la disminución de su diámetro hacia el borde exterior de los anillos es poco notable. Á pesar de que Sanio indica la existencia de traqueidas en esta especie, y de que De Bary añade que se presentan aisladas é independientes de los vasos, yo no he podido encontrarlas en las preparaciones que he examinado.

Para el Dr. Sanio la masa fundamental de la *Ceratonía* se compone de «fibras libriformes enteras y tabicadas» ( $1 + \frac{1}{m}$ ), que De Bary interpreta por fibras leñosas y celdillas fibrosas tabicadas, aunque indicando



duda con respecto á las fibras leñosas; y esa interpretación la copia Van Tieghem sin hacer observación alguna. La existencia de tales fibras leñosas creo que no debe admitirse, pues además de que no la confirma la observación, parece ser ley general de composición histológica de los compartimientos que estas dos formas se excluyan; por lo menos así sucede en cuantas especies he estudiado hasta el presente. Lo que sí podría ser es que entre las celdillas tabicadas se encontrasen algunas enteras, y entonces la interpretación de la fórmula de Sanio sería: «masa fundamental formada de tejido compuesto de celdillas fibrosas enteras y tabicadas».

**Robinia Pseudo-Acacia, Linn.**

El Dr. Sanio coloca la *Robinia* en su Clase XII, caracterizada por la siguiente composición elemental: parenquima leñoso, «celdillas de sustitución», «fibras liberiformes», traqueidas y vasos. De Bary, y lo mismo Van Tieghem, admiten esos mismos elementos componentes, interpretando las «fibras liberiformes» por fibras leñosas; mas el primero, en otro lugar (sección 144), dice que se encuentran también celdillas fibrosas llenas de almidón, sin indicar el sitio del anillo en donde se hallan, ni sus relaciones histológicas con los demás elementos. La fórmula de Hartig indica asimismo que las fibras del tejido fundamental contienen almidón, y por lo tanto son celdillas fibrosas. El estudio que hasta el presente he hecho de esta especie no me permite resolver completamente esa contradicción, pues ignoro la época en que han sido cortados los ejemplares de que proceden las preparaciones que he examinado, y, por lo tanto, no puedo discernir si la carencia de sustancias amiláceas es debida á que los elementos sean fibras, ó bien á que, siendo celdillas, haya sido disuelto



su contenido para usos de la nutrición; pero, de todos modos, me induce á creer que por lo menos el tejido de la mitad exterior de los anillos está formado por fibras leñosas, por observarse en las paredes interiores de sus elementos una marcada degradación cartilaginosa, particularidad que no presentan las celdillas.

El parenquima leñoso es abundante en la forma paratraqueal. En la zona de primavera rodea los vasos grandes y aislados, y forma una banda continua mezclado con algunas celdillas intermedias; y en la de otoño adquiere á veces gran desarrollo, uniéndose entre sí el de varios grupos vasculares por medio de prolongaciones tangenciales. En las secciones longitudinal y tangente se ve con claridad que, para formar el parenquima, cada celdilla madre de la zona generatriz se ha dividido en tres ó cuatro partes; y se observan también bastantes en las cuales la división no ha tenido lugar, y que, por lo tanto, se encuentran en estado de celdillas intermedias.

Los vasos son de dos clases, notándose entre ellos formas intermedias. Los de la zona de primavera son de sección mayor que los demás, y sólo presentan en sus paredes poros areolares, y los de la zona de otoño son mucho más pequeños y espiral-areolares; en la zona de primavera están aislados, y en la de otoño forman grupos los cuales llegan hasta la línea divisoria, sufriendo entonces la transformación traqueidal. La perforación es completa en unos y otros.

El Dr. Hartig no está en lo cierto al suponer que sólo las traqueidas presentan el espesamiento espiral, lo que hace suponer que considera como á tales todos los vasos pequeños de la región de otoño, en los que una observación un poco detenida permite ver con toda claridad la perforación oval, que sólo desaparece en los situados junto á la línea divisoria.



**Cercis Siliquastrum, Linn.**

En la literatura botánica que conozco no se encuentra dato alguno referente á la composición elemental de los compartimientos de esta especie. En los ejemplares que he estudiado es igual á la *Robinia Pseudo-Acacia*, esto es, parenquima leñoso, celdillas intermedias, fibras leñosas, vasos y traqueidas. Estas últimas, y las celdillas intermedias, sólo se presentan como formas derivadas de los vasos y del parenquima leñoso.

El parenquima leñoso es solamente paratraqueal, y en la zona de primavera forma una banda en la que se hallan implantados los vasos. Éstos son también, como los de la *Robinia*, de dos clases, con formas intermedias. Los de la zona de primavera se reconocen á primera vista por su mayor diámetro, y por tener sólo en sus paredes poros areolares; los demás presentan el espesamiento espiral-areolar. En la zona de primavera se encuentran también de estos últimos sirviendo de elementos conexivos á los vasos mayores, formando grupos abundantemente rodeados por el tejido parenquimatoso paratraqueal; y en lo restante del anillo los grupos vasculares están uniformemente distribuidos, pero el parenquima de su envoltura los reúne, ofreciendo el conjunto una disposición dendrítico-reticular.

Las traqueidas sólo se encuentran como formas degeneradas de los vasos.

N. B.—La madera del *Cercis Siliquastrum* no ofrece ninguna semejanza con la de la *Ceratonia Siliqua*, á pesar de pertenecer ambas á la tribu de las Cesalpineas.



**Cytisus Laburnum, Linn.**

El Dr. Hartig, en la fórmula de la composición elemental de los compartimientos del género *Cytisus*, indica que el tejido fundamental está formado por fibras que contienen almidón, y que los vasos se diferencian de las traqueidas en que estas últimas solamente tienen espesamiento espiral en sus paredes. En los ejemplares que he estudiado no sucede así: las fibras leñosas bien caracterizadas forman el tejido fundamental, que es uniforme en todas las regiones del anillo, y en ellas nunca se ven sustancias amiláceas como es consiguiente; y los vasos, excepción hecha de los mayores de la zona de primavera, tienen espesamiento espiral en sus paredes, lo mismo que las traqueidas. Tal vez Hartig ha confundido las celdillas intermedias que acompañan los grupos traqueales en gran cantidad, y que están llenas de gránulos amiláceos en abundancia, con los elementos de la masa fundamental, y ha tomado también por traqueidas todos los vasos de menor diámetro, los cuales, á primera vista, lo parecen; pero un estudio un poco detenido permite ver en ellos con toda claridad las aberturas ovales de comunicación, que los distinguen de las traqueidas, las cuales, como á degeneración vascular, se presentan en casi todas las regiones del anillo.

La composición elemental de los compartimientos, según se deduce de mis observaciones, es la siguiente: la masa de tejido fundamental está exclusivamente formada por fibras leñosas, y los grupos traqueales por vasos de distinto diámetro, de los cuales los más pequeños sirven de elementos conexivos á los mayores, con cuyo auxilio pueden reunirse unos á otros, conservando su forma cilíndrica de base circular, sin que en el con-



junto aparezcan espacios intercelulares, los cuales no suelen presentarse nunca en el tejido traqueal. Los vasos mayores de los grupos de primavera no tienen espesamiento espiral, pero lo presentan bien acentuado los de las demás regiones, y los más pequeños en todas ellas; estos últimos degeneran en traqueidas, sobre todo en el borde de otoño. Los grupos vasculares van siempre acompañados de una abundante envoltura de celdillas intermedias, entre las cuales se ven algunas de parenquima leñoso.

Un carácter de esta especie, que se reproduce en la mayoría de las que hasta ahora he estudiado pertenecientes á la tribu de las Genísteas (*Spartium junceum*, *Sarothamnus eriocarpus*, *Genista falcata*, *G. florida*, *G. linifolia*, *Adenocarpus hispanicus*, etc.), consiste en que la forma general y dimensiones de los artículos de los vasos pequeños, de las celdillas intermedias, y de cada serie vertical de celdillas de parenquima leñoso, es la misma y exactamente igual á la de las celdillas madres de la zona generatriz que les ha dado origen. Cada celdilla de parenquima proviene ordinariamente de la división, en sólo dos partes iguales, de una celdilla madre; y la forma de éstas no suele ser la común, pues de ordinario las caras terminales están formadas por un solo plano, mientras que en el *Cytisus* y en las Genísteas antes citadas, lo están por dos, inclinados en forma de tejado.

Resumiendo: los compartimientos de la madera del *Cytisus Laburnum* se componen de dos elementos histotómicos, que son: la masa fundamental, formada exclusivamente por fibras leñosas, y los grupos traqueales. Éstos están constituídos por dos clases de vasos, distintos por la diferencia de sus diámetros, y, en algunos casos también, por ser diferente el espesamiento de sus paredes. Los vasos mayores van disminuyendo de diá-



metro hacia el borde externo, de modo que la diferencia entre los de un mismo grupo es cada vez menor, llegando á igualarse en la zona de otoño; en la de primavera la diferencia es máxima, debida sobre todo al mayor desarrollo de los vasos grandes, los cuales se reúnen en ella formando una banda continua. En la sección transversal aparecen los grupos vasculares en bandas radiales en zic-zac, las cuales, reuniéndose lateralmente, producen un aspecto reticular-dendrítico.

**Adenocarpus hispanicus, D. C.; A. decorticans, Boiss.**

En la literatura botánica que me es conocida no se encuentra ningún dato relativo á estas dos especies, propias de nuestra Península, las cuales presentan un buen ejemplo de lo peligroso que es emplear la deducción en esta clase de estudios, pues á pesar de que figuran en las Floras una al lado de otra, sus maderas ofrecen diferencias notables. La composición elemental de la primera es la misma que la del *Cytisus Laburnum*, mientras que la de la segunda difiere en que todos los vasos, y lo mismo las traqueidas, no tienen espesamiento espiral; y la envoltura de celdillas intermedias que rodea los vasos en el *A. hispanicus*, desaparece en el *A. decorticans*, quedando sólo de ella algunas celdillas de parenquima. La disposición y desarrollo de los grupos vasculares es también diferente, pues mientras que en la primera de estas dos especies se reúnen formando una ancha banda vascular en la zona de primavera, de la cual parten grupos en zic-zac que terminan en el borde de otoño, en el *A. decorticans* los grupos vasculares son poco extensos, poco abundantes, aislados y uniformemente distribuidos.

La forma de las celdillas de que se componen los radios medulares tampoco es la misma en las dos espe-



cies, apartándose en el *A. decorticaus* del tipo común, puesto que todas ellas tienen mayor altura longitudinal que profundidad radial.

### ***Spartium junceum*, Linn.**

La composición elemental de los compartimientos en esta especie es casi la misma que los del *Cytisus Laburnum*, con la sola diferencia de que la envoltura paratraqueal está formada exclusivamente de celdillas intermedias, y entre las fibras leñosas de la masa fundamental se encuentran algunas celdillas de parenquima leñoso. Los grupos vasculares no forman tampoco una faja continua en la zona de primavera, sino que están dispuestos en fajas radiales en zic-zac, las cuales, partiendo del borde interno de los anillos, van á terminar en el externo, disminuyendo progresivamente de espesor, así como también disminuye el diámetro de los vasos que las forman.

La línea divisoria está marcada por dos hiladas de parenquima leñoso, de las cuales parecen pertenecer, una á la formación de otoño, y otra á la de primavera, de modo que la línea divisoria pasa por entre ambas.

### ***Sarothamnus eriocarpus*, Boiss. et Reut.**

La composición elemental de esta especie es igual á la de la especie anterior: la masa fundamental está formada por tejido uniforme de fibras leñosas, entre las que se encuentran algunas celdillas de parenquima; y los grupos vasculares están constituidos por vasos grandes areolares, y otros más pequeños espiral-areolares, que degeneran en traqueidas, rodeando el conjunto una envoltura de tejido de celdillas intermedias.

Los grupos vasculares están muy distantes de for-



mar una faja continua en la zona de primavera, pues sólo se encuentran en ella grupos aislados; y las verdaderas bandas no empiezan sino más al exterior, y, por lo común, no están unidas á ellos. Estas bandas radiales, en líneas en zic-zac, se reúnen lateralmente unas á otras en la disposición reticular común en las Genístneas; pero ofrecen la anomalía de ser más anchas, y contener los vasos de mayor diámetro en la región central de los anillos. Efecto de esa disposición de los grupos vasculares, y de que el tejido fibroso fundamental es muy uniforme en todas las zonas y no sufre el aplastamiento radial en el borde de otoño, la limitación de los anillos es confusa, á pesar de que junto á la línea divisoria existe una hilada de parenquima, cuyas celdillas experimentan el aplastamiento radial, razón por la que debe atribuirse dicha hilada á la formación de otoño.

El Dr. Hartig señala para el género *Sarothamnus* igual composición que para el género *Genista*, y difiere principalmente de la que se acaba de exponer en que supone el tejido fundamental formado por celdillas fibrosas llenas de almidón; pero con toda seguridad puedo afirmar que no sucede así y que son verdaderas fibras leñosas.

***Genista florida*, Linn; *G. falcata*, Brot.; *G. linifolia*, Linn.**

La composición elemental que asigna el Dr. Hartig al género *Genista* es la siguiente: masa fundamental formada por tejido fibroso con sustancias amiláceas; grupos vasculares, compuestos de vasos y traqueidas con espesamiento espiral-areolar, y envoltura paratraqueal de parenquima. Con respecto al contenido amiláceo de los elementos fibrosos del tejido fundamental, debo hacer aquí las mismas observaciones que quedan



ya consignadas en la nota referente al *Cytisus Laburnum*. Los grupos vasculares, en las especies *florida* y *linifolia*, son también de idéntica composición que en el *Cytisus*, mas no en la *G. falcata*, cuyos grupos vasculares apenas tienen vasos grandes sin hilo espiral, así como tampoco se encuentra parenquima leñoso mezclado con las celdillas intermedias; pero en cambio existe este último entre las fibras leñosas de la masa fundamental, y también formando una ó dos hiladas junto á la línea divisoria. La disposición de los grupos vasculares ofrece una particularidad en esta especie, cual es la de que no forman un anillo continuo en la zona de primavera, como sucede en el *Cytisus*, y en las *G. florida* y *linifolia*.

**Rhus typhinum, Linn.; Rh. Cotinus, Linn.**

El Dr. Sanio da noticia de la composición elemental de estas dos especies, y además de la *Toxicodendron*, que no he tenido ocasión de estudiar (1), y De Bary la reproduce sin añadir ni quitar nada. Según Sanio, los elementos que componen el hadroma secundario en las especies *Cotinus* y *Toxicodendron*, son: el parenquima leñoso, las celdillas intermedias, las celdillas fibrosas enteras y tabicadas, los vasos y las traqueidas; y con respecto al parenquima, indica que se encuentra en las formas paratraqueal y metatraqueal. Este último y las celdillas intermedias forman el tejido fundamental en las zonas de primavera y otoño, y en la región del centro le constituyen las celdillas fibrosas. En la especie *typhinum* nada dice respecto á la forma en que se encuentra el parenquima; las «fibras liberiformes» son

---

(1) Sólo conozco la madera del *Rh. toxicodendron* por un fotograma publicado por H. Tolman en el *American Monthly Microscopical Journal*, número de Marzo de 1890.



todas enteras, y los vasos de dos clases: unos grandes, reunidos en el borde interno de los anillos, y solamente areolares, y otros más pequeños y espiral-areolares, que forman grupos distribuidos en las demás regiones.

El estudio que he hecho de las dos especies que figuran en el ejígrafe no concuerda con la anterior descripción del Dr. Sanio, admitida también por De Bary. En primer lugar, no me ha sido posible distinguir ni una sola celdilla intermedia, ni tampoco una sola celdilla fibrosa tabicada; y para asegurarme de si la masa fundamental estaba constituida por fibras ó por celdillas fibrosas, he hecho preparaciones de ramas jóvenes, cortadas á últimos del mes de Noviembre y á principios de Diciembre, y en ellas no he encontrado vestigios de sustancias amiláceas, si bien es verdad que tampoco las contenian los radios medulares, cosa que no deja de ofrecer alguna rareza y que hace necesarias nuevas investigaciones antes de decidirse con entera seguridad. El parenquima leñoso tampoco le he visto nunca en las formas paratraqueal y metatraqueal. La siguiente descripción es la que se deduce de mis observaciones.

Tejido fundamental uniforme en todas las regiones del anillo, formado por fibras leñosas (¿celdillas fibrosas enteras?) de paredes delgadas, sobre todo en las de la zona de primavera, cuya luz es también mayor, y con puntuaciones puntiformes en sus paredes, y entre ellas algunas celdillas de parenquima leñoso. Los vasos son de dos clases: unos grandes, con sólo poros areolares en las paredes de contacto con elementos semejantes, y lisas en las demás; aislados ó reunidos de dos en dos, y condensados en la zona de primavera hasta el punto de formar una faja notablemente vascular, que contribuye á hacerla más distinta la particularidad de los elementos del tejido fundamental antes mencionada; y los pequeños, que se encuentran en grupos uniformemente



distribuidos en las demás regiones del anillo, de diámetro desigual y con espesamiento espiral-areolar en sus paredes. En los grupos de la región de otoño los vasos que están junto á su borde externo se transforman en traqueidas, que son las únicas que se encuentran en los compartimientos. La perforación en las dos clases de vasos es siempre completa en los mayores, y oval en las demás.

Las especies *typhinum* y *Cotinus* se diferencian por la forma de los grupos vasculares en las regiones media y externa de los anillos.

#### **Ilex Aquifolium, Linn.**

Tejido de la masa fundamental uniforme, formado por traqueidas de paredes gruesas, con espesamiento espiral bien marcado y poros areolares escasos, entre las cuales se ven algunas celdillas de parenquima leñoso, que se encuentran también junto á los vasos, pero sin formar envoltura paratraqueal. Los vasos están agrupados y distribuidos con alguna irregularidad, ofreciendo la anomalía de que, siendo el espesamiento de sus paredes espiral-areolar, tengan la perforación escaleriforme, cosa que no sucede en ninguna otra especie de las que forman el objeto de estas notas.

En la fórmula del Dr. Hartig, correspondiente al género *Ilex*, figuran los vasos sin espiral.

#### **Evonimus europaeus, Linn.**

La composición elemental asignada á los compartimientos de esta especie por Sanio, y que copian De Bary y Van Tieghem, es la siguiente: parenquima leñoso, celdillas fibrosas enteras y tabicadas, vasos y traqueidas. Mis observaciones están acordes en cuanto á



la existencia de estos elementos, pero no con respecto á la distribución que Sanio les señala, no sólo en esta especie, sino también en las *verrucosus* y *latifolius*, las cuales me son desconocidas. Las traqueidas, según dicho autor, forman por sí solas toda la región exterior de los anillos, y las celdillas fibrosas, enteras y tabicadas, constituyen las regiones restantes; mas lo que yo he visto en cuantos ejemplares he examinado, es que las traqueidas con espesamiento espiral muy fino forman por sí solas la masa fundamental uniforme en todo el espesor del anillo, y entre ellas, esparcidas y aisladas, se encuentran en corto número celdillas de parenquima leñoso y celdillas fibrosas enteras y tabicadas, sin que estos elementos celulares lleguen á formar tejido.

Los vasos están aislados y uniformemente repartidos; su perforación es oval, y el espesamiento de sus paredes espiral-areolar, lo mismo que el de las traqueidas.

#### ***Zyziphus vulgaris*, Lam.**

Tejido fundamental uniforme, formado por fibras leñosas de poros sencillos (¿celdillas fibrosas?). Parenquima leñoso paratraqueal poco abundante, por lo regular de una sola celdilla de espesor, y también formando una hilada continua en el borde interior de los anillos. Vasos de paredes gruesas, aislados ó en grupos radiales de dos ó tres, uniformemente esparcidos, con poros areolares en las paredes de contacto con elementos semejantes (paredes tangenciales), y poros areolares también, pero más pequeños, en las de contacto con el parenquima paratraqueal y celdillas de los radios medulares; la perforación es completa y oval.

En la literatura botánica no encuentro ningún dato



relativo á la composición elemental de los compartimientos de esta especie.

**Rhamnus cathartica, Linn.**

El Dr. Hartig no señala, entre los elementos que componen los compartimientos de esta especie, el parenquima leñoso, que realmente existe; y toma por traqueidas los vasos pequeños con hilo espiral muy marcado, considerando sólo como vasos los mayores, en los cuales dicho hilo apenas es visible, y que él supone no existe. La composición que le asigna Sanio, De Bary, Van Tieghem y Müller (1) está conforme con lo por mí observado.

La masa fundamental, completamente uniforme, está formada por fibras leñosas con poros puntiformes, en las que es á veces muy notable la degeneración cartilaginosa, sobre todo visible en las secciones teñidas por los colores de anilina, porque el aspecto hialino de las capas internas ofrece notable contraste con el color que toma la lámina media y las capas más próximas á ella. Entre el tejido fundamental de la región media de los anillos es raro encontrar celdillas de parenquima, las cuales son frecuentes en las zonas de primavera y otoño y en los bordes de las masas traqueales. Los vasos se presentan formando grandes masas de tejido, sin que entre ellos figuren otros elementos; sus paredes tienen espesamiento espiral-areolar, y el decrecimiento en diámetro es muy poco notable. La perforación es oval en todos, y los artículos se prolongan en apéndices caudiformes, en cuyas paredes sólo existe una espiral muy fina, aunque bien definida. Como degeneración de

---

(1) El fotograma de la lámina XVI del *Atlas der Holzstruktur* de Müller, debe corresponder al *Rh. Frangula*, y no al *R. cathartica*, como en su epígrafe se lee.



los vasos de más pequeño diámetro se encuentran algunas traqueidas en todas las regiones del anillo, y principalmente en la zona de otoño.

***Buxus sempervirens*, Linn.**

La masa fundamental está formada por tejido uniforme de elementos fibrosos, los cuales parecen ser un término medio entre las fibras leñosas y las traqueidas, y que por lo tanto debieran en realidad denominarse fibras traqueoides; mas siguiendo á Hartig, Sanio y De Bary, continuaré considerándolas como traqueidas. Lo que sólo puede considerarse como una equivocación es que Hartig, en los dos trabajos tantas veces citados, insista en que los vasos y las traqueidas del *Buxus* presentan espesamiento espiral en sus paredes, pues ni trazas de ello se observa, y así lo reconocen Sanio y De Bary y también el Dr. Müller.

Las traqueidas son de la forma fibroide, con poros areolares bien marcados, y entre ellas se encuentra, en celdillas sueltas, el parenquima leñoso, que no deja de ser abundante; pero en manera alguna, por lo menos en cuantos ejemplares he examinado, forma una capa alrededor de los vasos, como dice Mathieu. Éstos están aislados y regularmente distribuidos, excepto en los bordes de primavera y otoño, en donde faltan casi por completo. Sus paredes no presentan otra escultura que poros areolares, y la perforación es escaleriforme.

***Switienia Mahagoni*, Linn.**

El tejido fundamental está formado por celdillas fibrosas tabicadas, entre las cuales se encuentran esparcidas algunas de parenquima leñoso. Hartig parece indicar que son fibras leñosas al escribir, en la fórmula



correspondiente á este género, *hs* como símbolo de la masa fundamental. El parenquima leñoso se encuentra también alrededor de los vasos, y formando una faja de varias hiladas de espesor en el borde externo de los anillos, distinguiéndose por ella unos de otros; y se conoce que pertenece al borde externo, porque los vasos que se encuentran en su centro son de menor diámetro que los demás.

Los vasos son grandes, de paredes gruesas, con poros areolares pequeños y perforación completa. Se encuentran aislados, ó reunidos en corto número radialmente, esparcidos de modo uniforme por todo el espesor del anillo y sin disminución aparente del diámetro, excepto los que están en la misma faja parenquimatosa que marca el límite de los crecimientos. La envoltura paratraqueal está poco desarrollada en los vasos de la región interior, pero es completa en los de la región exterior. Por el lado de la formación de primavera no llegan los vasos á la línea divisoria, dejando siempre un borde formado solamente de tejido fundamental.

#### **Acer platanoides, Linn.**

La masa fundamental está formada por celdillas fibrosas llenas de almidón en la madera joven, sobre todo en la región de otoño. Las puntuaciones de sus paredes no son sencillas, como Sanio dice, sino que aparecen areolares observadas con buenos objetivos apocromáticos; y las aberturas claramente elíptico-lineales y cruzadas, pero sin salirse de la aréola, cuyo diámetro igualan. -Hartig y Sanio indican que están llenas de almidón.

El parenquima leñoso se encuentra junto á los vasos, sobre todo en la zona de primavera, pero sin formar la envoltura paratraqueal que se desprende de la fórmula de Hartig.



Los vasos están aislados ó formando pequeños grupos radiales. Sus paredes de contacto con elementos semejantes tienen poros areolares grandes y bien desarrollados, y las de contacto con las celdillas fibrosas sólo presentan espesamiento espiral. Respecto á la existencia de traqueidas no están conformes Sanio, De Bary y Hartig; para este último no existen. En los ejemplares que he estudiado las he encontrado siempre, como forma degenerada de los vasos, en todos aquellos grupos radiales de la zona de otoño que llegan á la línea divisoria y se continúan con los vasos de primavera.

#### **Fraxinus excelsior, Linn.**

En las dos zonas extremas de los anillos anuales, á ambos lados de la línea divisoria, el parenquima leñoso es abundante, sobre todo en la de primavera que casi exclusivamente está constituida por él, sirviendo de tejido conexivo á los vasos grandes; entre el tejido fibroso de la región media es muy raro ó nulo, excepto en la forma paratraqueal, y en la zona de otoño reúne los grupos vasculares contiguos, tomando á veces la apariencia metatraqueal. Las celdillas intermedias de que habla Sanio no he podido hallarlas.

La masa fundamental está formada por fibras leñosas con poros areolares; mas para Hartig no existen tales fibras, pues en su fórmula sólo admite la presencia de elementos del grupo vascular, y, por lo tanto, la masa fundamental la considera formada por traqueidas.

Los vasos pueden dividirse en dos clases por su diámetro y situación, ya que no por el espesamiento de las paredes, que es en todos igual. Los grandes, que están aislados ó reunidos en grupos de dos ó tres y rodeados



de abundante parenquima paratraqueal, constituyen por completo la zona de primavera; y los pequeños, aislados ó en pequeños grupos radiales, y rodeados también de una envoltura de parenquima, se encuentran uniformemente distribuídos en las restantes regiones del anillo. Sus paredes son gruesas—sobre todo en los de la zona de otoño,—cubiertas de poros areolares con aberturas hendidas mucho más grandes que las aréolas, las cuales confluyen unas con otras en líneas espirales; la perforación es siempre oval. Las traqueidas no existen, pues los elementos vasculares no pierden sus caracteres en el borde de otoño, á pesar de que algunos llegan hasta la línea divisoria.

#### **Juglans regia, Linn.**

Parenquima leñoso distribuído con bastante regularidad entre la masa fundamental, y con tendencia á formar líneas concéntricas; en el borde de primavera y junto á la línea divisoria siempre se encuentra constituyendo una ó dos hiladas continuas, y también alrededor de los vasos en forma de envoltura paratraqueal.

El tejido fundamental es uniforme y está formado por fibras leñosas con poros areolares.

Los vasos, en pequeños grupos radiales ó aislados, están regularmente diseminados por todo el espesor del anillo; sus paredes presentan poros areolares, y la perforación es completa. Por regla general no llegan los de la zona de primavera hasta el mismo borde, que está formado, según se ha dicho, por una ó dos hiladas de parenquima; pero en algunos casos raros en que esto sucede suelen continuarse en serie radial con los del borde de otoño, y éstos, junto á la línea divisoria, degeneran en traqueidas, único caso en que he podido



encontrarlas, á pesar de que Sanio las señala como de composición normal, igualmente que las celdillas intermedias, que tampoco me ha sido posible distinguir

#### **Aesculus Hippocastanum, Linn.**

El parenquima leñoso, entre los elementos del tejido fundamental, es muy raro ó del todo ausente; pero se encuentra de un modo constante en todos los anillos formando una ó dos hiladas continuas en el límite exterior de la zona de otoño, junto á la línea divisoria. En la forma paratraqueal que indica Hartig no le he visto, así como tampoco he podido ver las celdillas intermedias cuya existencia señala Sanio.

La masa fundamental está formada por tejido de fibras leñosas con poros puntiformes. Los vasos son de perforación completa, con numerosos poros areolares en las caras de contacto con elementos semejantes, y con sólo hilo espiral en las de contacto con las fibras. Su distribución es uniforme en todas las regiones, y se encuentran aislados ó formando pequeños grupos radiales. La presencia de traqueidas es muy rara y accidental, y sólo como forma degenerada de los vasos en las pocas veces en que éstos llegan, por el borde de otoño, hasta la línea divisoria.

#### **Vitis vinifera, Linn.**

La masa fundamental está formada por celdillas fibrosas enteras y tabicadas, con abundante contenido amiláceo en la época de reposo vegetativo, las cuales constituyen un tejido uniforme en todas las regiones del anillo. En él se hallan implantados los vasos, que por su diámetro pueden dividirse en dos clases. Los mayores, muy grandes, están aislados y uniforme-



mente distribuidos por todo el ancho del anillo, y rodeados por una hilada de parenquima paratraqueal; y entre ellos, sobre todo en la región de otoño, se encuentran otros más pequeños en grupos radiales. Los últimos elementos de estos grupos que llegan á la línea divisoria, experimentan la degeneración traqueidal. La perforación es completa en los vasos mayores y oval en los pequeños; y en las paredes de unos y otros se desarrolla el espesamiento areolar conocido con el nombre de escaleriforme, de un modo tan característico como en los típicos vasos de los Helechos; siendo la única especie, de entre las que son objeto de estas notas, que presenta esa escultura (1).

Los datos referentes á la composición elemental de los compartimientos de esta especie, que se encuentran en la literatura botánica, están conformes, excepción hecha de que el Dr. Hartig no señala la existencia de traqueidas.

#### ***Tilia parvifolia*, Ehrh.**

Parenquima leñoso uniformemente distribuido por todas las regiones del anillo anual, con tendencia á formar líneas concéntricas, y también en celdillas aisladas junto á los vasos, pero sin que pueda considerarse como paratraqueal, según afirman Hartig y Strasburger (2). Las celdillas intermedias que figuran en la fórmula de Sanio no las he podido encontrar, ni Strasburger las citó tampoco.

---

(1) En los vasos del *Ribes nigrum* y *Fagus sylvatica* se observan también poros areolares muy alargados y de aspecto escaleriforme algunas veces, pero no de mucho con la constancia y desarrollo en el *V. vinifera*.

(2) Strasburger: *Manuel technique d'Anatomie végétale*, página 133.



Tejido fundamental formado por fibras leñosas con poros areolares.

Vasos espiral-areolares, con filete espiral muy ancho y aréolas pequeñas en las caras de contacto con elementos semejantes; y en las de contacto con las fibras con filete espiral solamente, y no con poros más pequeños, según dice Strasburger. La perforación es siempre oval, sin que me haya sido posible distinguir en ningún caso la escaleriforme que Müller cita en la *T. europaea*. Su distribución, en las distintas regiones de los anillos, es uniforme, ya estén los vasos aislados ó bien en pequeños grupos radiales. Las traqueidas se encuentran en el borde de otoño como degeneración de los grupos vasculares.

#### **Cistus Laurifolius, Linn.**

Tejido fundamental formado por traqueidas areolares y sin espiral, entre las que se encuentran diseminadas algunas celdillas de parenquima leñoso, principalmente en la zona de primavera y junto á los vasos, pero sin adquirir desarrollo paratraqueal. Vasos aislados, esparcidos regularmente, con disminución de diámetro no muy gradual entre los de la zona de primavera y los de las demás regiones; y en sus paredes esculturas espiral-areolares, con el hilo espiral muy marcado en los vasos de las regiones exteriores del anillo, y no tanto en los de las más interiores, hasta el punto de que casi no es perceptible en los de la zona de primavera.

En la literatura botánica que conozco no he hallado ningún dato referente á la composición elemental de los compartimientos de esta especie.



**Berberis hispanica, Boiss. et Reut.; B. vulgaris, Linn.**

Para la segunda de estas dos especies el Dr. Sanio señala la siguiente composición: «fibras liberiformes» con contenido amiláceo, traqueidas y vasos; Hartig añade el parenquima dependiente del grupo traqueal, y De Bary las celdillas intermedias; de modo que, para este último botánico (1), los compartimientos del *B. vulgaris* se componen de parenquima leñoso, celdillas intermedias, celdillas fibrosas, vasos y traqueidas. Van Tieghem adopta esta última composición, expresándola en su nomenclatura antes expuesta, de este modo: vasos abiertos y cerrados, parenquima de paredes espesas y parenquima de paredes delgadas, celdillas largas y celdillas cortas. En el estudio que he hecho de las dos especies que figuran en el epígrafe, he encontrado todos los elementos indicados por De Bary, excepto las celdillas de parenquima leñoso, que están totalmente sustituidas por las celdillas intermedias, cuadrándoles en este caso perfectamente el nombre alemán con que Sanio las designa. (*Erzatzfaserzellen.*)

La agrupación de los cuatro elementos componentes, es la siguiente: el tejido de la masa fundamental, que es uniforme en las regiones central y externa, se compone de celdillas fibrosas enteras con contenido amiláceo finamente granular durante el reposo vegetativo, y con poros puntiformes en sus paredes; en ellas no se nota aplastamiento radial alguno en el borde de otoño, de manera que la línea divisoria no está claramente definida, especialmente en el *B. hispanica*, aunque los anillos aparecen bien distintos por efecto de la

---

(1) Me parece que De Bary no se refiere á observaciones propias, sino á una nota posterior del Dr. Sanio, publicada en el *Pringsheim Jahrb.*, IX.



disposición traqueal. Vasos de dos clases: junto al borde interno una ó más hileras—en el *B. hispanica*, por lo regular, sólo hay una—de vasos grandes, sin espesamiento espiral en sus paredes, reunidos entre sí por medio de otros vasos más pequeños espiral-areolares, y celdillas intermedias y fibrosas, de modo que en conjunto forman una faja bien diferenciada en el borde de primavera; y en lo restante del anillo están los vasos en grupos, compuestos únicamente de elementos espiral-areolares y de diámetro bastante uniforme; y estos grupos están, por lo regular, aislados (*B. vulgaris*) en medio de la masa fundamental. La degeneración en traqueidas de los vasos pequeños espiral-areolares tiene lugar en cualquier región del anillo, pero principalmente en la zona de otoño, junto á la línea divisoria. La perforación vascular es completa en los vasos grandes, y oval en los pequeños.

Las especies *vulgaris* é *hispanica* se distinguen por la disposición de los grupos vasculares. La zona de primavera es más estrecha en el *B. hispanica*, y los grupos vasculares de la región media y externa tienden á colocarse en líneas radial-flexuosas, mientras que en el *B. vulgaris* presentan más bien un aspecto reticular, y los grupos, individualmente, se extienden en sentido tangencial.



## CAPÍTULO VI

---

**Examen de los sistemas de clasificación fundados en la composición elemental y en los caracteres macroscópicos que ofrece la distribución vascular, magnitud de los radios, etc.**

En las clasificaciones de Hartig y Sanio, y lo mismo en esta última modificada por De Bary, la base exclusiva para establecer las divisiones de primer orden consiste únicamente en la composición elemental, según se ha visto en el capítulo III, de análoga manera que en Mineralogía se distribuyen las especies en grandes secciones, atendiendo sólo á su composición química; mas aunque á primera vista pudiera parecer tal procedimiento el más lógico y conveniente, á poco que se examine con algún cuidado se ve que adolece de graves defectos -- los cuales de seguro no pasarían desapercibidos para sus mismos autores -- y que, además, no responde de un modo cabal á ninguno de los dos fines á que debe tender toda clasificación, es á saber: ó á la agrupación ordenada de las distintas especies según sus afinidades naturales, ó bien á la agrupación meramente sistemática y como á recurso para la pronta y fácil determinación de los ejemplares. Que el primer fin no se llena, ni de mucho, en ninguna de ellas, lo evidencia claramente ver reunidos en una misma clase especies de madera tan diferente como son el Fresno y el Plátano, el Roble y el Carpe, el Chopo y Moral, los Sauces y el Almez, el Olmo y el Castaño de Indias, el



Avellano y la Higuera, la Acacia y el Granado, el Roble y el Haya, etc., etc.; y para probar que el segundo tampoco, basta fijarse en las dificultades que siempre se ofrecen al querer determinar con precisión elementos histológicos que pueden presentarse bajo multitud de formas transitorias y muy afines entre sí, los cuales muchas veces se encuentran en poca cantidad y mezclados con otros más abundantes y que les son muy parecidos. Así, al comparar la composición elemental asignada á algunas especies por los Doctores Sanio y Hartig, se nota que muchas veces las contradicciones en que incurren no son debidas á errores de observación, y sí sólo á distinto criterio al clasificar los elementos histológicos, como sucede, por ejemplo, en el *Fagus sylvatica*, cuyo tejido fundamental supone Sanio formado por traqueidas, mientras que Hartig dice que lo está por fibras leñosas; y otras veces la falta de concordancia es debida á haber pasado desapercibidos para uno de los dos autores—generalmente para Hartig (1)—algunos elementos cuyo reconocimiento, á causa de su poca cantidad y de su parecido con otros más abundantes, es difícil y necesita un detenido examen, como acontece, por ejemplo, con las traqueidas de los géneros *Juglans*, *Ulmus*, *Aesculus*, *Tilia*, *Corylus*, *Carpinus*, etc., etc. Estos inconvenientes son de verdadera importancia tratándose de la base para establecer las divisiones de primer orden de un sistema, pues para ello deben emplearse tan sólo aquellos caracteres que se presenten siempre constantes y cuya determinación en ningún caso dé lugar á duda.

---

(1) El estudio del Dr. Sanio revela ser más minucioso y acabado que el del Dr. Hartig, pues comprende, además de la composición elemental, una porción de particularidades y relaciones de los elementos entre sí, y al mismo tiempo abarca menos extensión, puesto que se reduce á 166 especies, mientras que en el del Dr. Hartig se indica la composición elemental de 394 géneros.



Las fórmulas de Hartig y Sanio tienen el inconveniente de no señalar la importancia relativa de los elementos, ni la parte que toman en la constitución de la masa general, no siendo posible distinguir en ellas los accidentales y que sólo se encuentran en escasa cantidad, de aquellos que juegan un papel importante y dan carácter á la especie. Así, por ejemplo, lo mismo figura Sanio las traqueidas en las fórmulas correspondientes á los géneros *Ilex*, *Pirus* y *Myrtus*, en los cuales forman la masa fundamental y casi la totalidad de los compartimientos, que en los géneros *Tilia* y *Aesculus*, en los que únicamente se encuentran en pequeña cantidad en el borde de otoño; y lo mismo que en el género *Juglans*, en cuya madera sólo rara y accidentalmente se ve alguna. Á primera vista parece que las fórmulas de Hartig evitan algo ese inconveniente, por la distinción que en ellas se establece entre los elementos del grupo vascular y fundamental; mas examinadas con detenimiento pronto se nota que participan igualmente de él, puesto que esa distinción no expresa lo que en cada caso particular acontece, y sólo en determinadas especies está conforme con la realidad. Por ejemplo: la fórmula de los géneros *Betula* y *Alnus* es  $\{s + (R L)\}$ , lo que no quiere decir que el parenquima leñoso forme una parte importante de los compartimientos constituyendo su masa fundamental, sino que es el único elemento que existe de los que pertenecen á ese grupo, y, por cierto, bastante escaso, y en celdillas aisladas entre el tejido fibroso (1). Otro tanto sucede en las fórmulas correspondientes á los géneros *Quercus* y *Fagus*, que son iguales no obstante

---

(1) Según mis observaciones, conformes con las de Sanio y De Bary, el tejido fundamental en estos dos géneros (*B. verrucosa*, *A. glutinosa*) está formado por fibras leñosas, y no por traqueidas como indica Hartig.



de que en el primero las traqueidas forman un tejido abundante en medio del cual están implantados los vasos, y en el segundo sólo se encuentran como degeneración vascular en la zona de otoño. Estos ejemplos bastan para demostrar que las fórmulas de Hartig no dan idea de la composición histotómica, y por lo tanto, toda clasificación fundada en ellas ha de resultar puramente artificial y poco práctica.

Las fórmulas podrían servir de gran auxilio para la división en clases, siempre que al establecerlas se tuviesen presentes estas dos reglas: 1.<sup>a</sup>, no figurar en ellas más que los elementos de composición normal que tienen sitio fijo y determinado en las diversas regiones de los anillos; y 2.<sup>a</sup>, señalar de alguna manera las formas degeneradas y de tránsito, siempre que estuviesen comprendidas en la regla anterior, con el fin de poderlas distinguir de las primordiales. De otro modo es fácil confundir las Clases (de Sanio) que sólo se diferencian por la existencia ó no de celdillas intermedias ó de traqueidas, tales como las VII y X y las X y XII, puesto que las traqueidas, como formas degeneradas, pueden encontrarse de un modo accidental en aquellas especies en cuya composición normal no figuran, y otro tanto puede decirse de las celdillas intermedias. Además, es preciso no olvidar que los elementos histológicos no forman verdaderas especies, sino meros tipos con frecuentes tránsitos de unos á otros, y, por lo tanto, todo sistema que descansa únicamente en ellos adolecerá de poca fijeza; pero si en lugar de tener sólo en cuenta la existencia ó no de los elementos se indican sus relaciones mutuas, así como su topografía dentro del anillo anual, las garantías de determinación aumentan, y se concibe que por ese camino pueda llegarse á una clasificación sólida y natural. Esta es la marcha que, á mi modo ver, deberá seguirse de aquí



en adelante, empezando por formar grupos de especies afines, para que luego sea posible hallar las relaciones de orden más elevado que entre ellos existan, imitando la marcha seguida por Linneo en sus *Fracmenta Methodi Naturalis*, en donde reunió todos los géneros en LXV Órdenes, sin que intentara siquiera dar sus caracteres. Como á ejemplo de la posibilidad de establecer tales grupos, más adelante presentaré algunos que podrán servir como á un ligero esbozo de clasificación.

Para evitar los inconvenientes que ofrece el empleo exclusivo de la composición elemental como á base de un sistema de clasificación, se ha tratado de acudir á otros caracteres; y uno de los primeros botánicos que ha trabajado en ese sentido ha sido el mismo Dr. Teodoro Hartig. Prescindiré del ensayo de clave analítica para los géneros de las Coníferas, que figura en su *Estudio sobre la Anatomía comparada de la madera de las Coníferas* (1), porque en ella se emplean, además de los caracteres del xilema, los que proporciona la médula y la corteza, y, por lo tanto, sirve únicamente para la determinación de las ramillas jóvenes; y me ocuparé únicamente de la que algunos años más tarde publicó en el tomo primero del *Manual para forestales* (2). En ella se establecen, para las maderas de las especies de hoja plana, cuatro Divisiones principales atendiendo á la anchura de los radios medulares, y luego cada una de ellas es á su vez subdividida en otras tres, según que los vasos estén uniformemente dispersos por todo el espesor del anillo anual, ó reunidos más densamente en su borde interior, ó formando grupos ó bandas radiales dendríticas ó concéntricas. En su conjunto ofrece

---

(1) *Mitteilungen zur vergleichenden Anatomie der Nadelhölzer. Bot. Zeit.*, 1848, p. 126.

(2) *Luft-Boden-und Pflauzenkunde in ihrer Anwendung auf Forstwirtschaft*, 1861, p. 288.



una mezcla heterogénea de caracteres macroscópicos combinados con las fórmulas que expresan la composición elemental, y aunque su valor es escaso bajo los puntos de vista científico y práctico, merece ser conocida.

### Clave analítica para la determinación de las principales maderas, según el Dr. Hartig.

A. **Maderas con vasos.**—Todas las especies de hoja plana, y además las del género *Ephedra*.

I. Radios medulares todos anchos (ó por lo menos lo parecen examinados con una lente).

a) Vasos diseminados por todo el ancho del anillo anual.

$$\textit{Vitis}: \frac{h}{m} s + \left( R \frac{L}{sp} Z \right).$$

$$\textit{Platanus}: hs + (R L Z).$$

b) Vasos condensados en el borde interno del anillo.

$$\textit{Clematis}: \frac{h}{m} s + \left( R \frac{L}{sp} Z \right).$$

c) Vasos en grupos ramificados dendriticamente en la sección transversal.

$$\textit{Berberis}: \frac{h}{m} \left( + \frac{R}{sp} \frac{L}{sp} Z \right).$$

II. Radios medulares de dos clases: anchos y muy estrechos. Estos últimos sin tránsito, ó con tránsito muy irregular á los anchos.

a) Vasos diseminados por todo el anillo anual.

1) Los radios anchos son raros y abiertos (1).

$$\textit{Alnus}: s + (R L).$$

---

(1) «*Selten und durchsetz*» en contraposición de «*geschlossen*». Hartig quiere designar con la primera expresión los radios falsos de los géneros *Alnus* y *Carpinus*, los cuales en realidad no son otra cosa que compartimientos desprovistos de vasos. Existen también en el género *Corylus*.



2) Los radios anchos son frecuentes y abiertos.

$$\text{Carpinus: } hs + \left( \frac{R}{sp} Z \right).$$

3) Los radios anchos son frecuentes y cerrados.

$$\text{Fagus: } hs + (R L Z) \text{ Viscum.}$$

b) Vasos condensados en el borde interno del anillo.

$$\text{Rosa: } \frac{h}{m} s + \left( \frac{R}{sp} \frac{L}{sp} Z \right).$$

$$\text{Rubus: } \frac{h}{m} s + (R L Z).$$

$$\text{Ribes: } \frac{h}{m} + (R L).$$

c) Vasos reunidos en extensos grupos prolongados radialmente desde el borde interior al exterior de los anillos.

$$\text{Quercus: } hs + (R L Z).$$

$$\text{Corylus: } hs + (R Z).$$

III. Se nota una diferencia entre el ancho de los radios medulares, pero se reduce á que los mayores son dos ó tres veces más anchos que los menores.

a) Vasos diseminados por todo el ancho de los anillos anuales.

$$\text{Acer: } \frac{h}{m} + \left( \frac{R}{sp} Z \right).$$

$$\text{Liriodendron: } h + R.$$

$$\text{Ilex: } \left( R \frac{L}{sp} Z \right).$$

$$\text{Cornus: } s + (R L).$$

b) Vasos condensados en el borde interior de los anillos; en las demás zonas dispersos.

$$\text{Ligustrum: } hs + (R L Z).$$

*Amygdalus, Prunus, Cerasus, Padus:*

$$hs + \left( \frac{R}{sp} L \right).$$

$$\text{Pirus, Sorbus: } s + (R L Z).$$

$$\text{Crataegus: } s + \left( \frac{R}{sp} L \right).$$

$$\text{Mespilus: } s + \left( \frac{R}{sp} \frac{L}{sp} Z \right).$$

$$\text{Sambucus: } \frac{h}{m} + R.$$



c) Todos los vasos reunidos en extensos grupos.

- 1) Grupos vasculares reunidos en el borde interior de los anillos; en las demás regiones forman capas concéntricas.

$$\text{Morus: } hs + \left( \frac{R}{sp} \frac{L}{sp} Z \right).$$

$$\text{Celtis, Ornus, Fraxinus: } (R L Z).$$

- 2) Grupos vasculares de la región exterior formando figuras dendríticas.

$$\text{Lycium: } hs + \left( \frac{R}{sp} \frac{L}{sp} Z \right).$$

$$\text{Rhamnus: } h + \left( R \frac{L}{sp} \right).$$

$$\text{Ulmus: } h + \left( \frac{R}{sp} Z \right).$$

$$\text{Eronimus: } h + \left( \frac{R}{sp} \frac{L}{sp} \right).$$

$$\text{Robinia, Cytisus: } \frac{h}{m} + \left( R \frac{L}{sp} Z \right).$$

$$\text{Genista, Sarothamnus: } \frac{h}{m} + \left( \frac{R}{sp} \frac{L}{sp} Z \right).$$

IV. Todos los radios estrechos é iguales.

a) Vasos diseminados por todo el anillo.

$$\text{Tilia: } hs + \left( \frac{R}{sp} Z \right).$$

$$\text{Aesculus: } h + \left( \frac{R}{sp} Z \right).$$

$$\text{Populus: } \frac{h}{m} + (R Z).$$

$$\text{Betula: } s + (R L).$$

$$\text{Buxus: } \left( \frac{R}{sp} \frac{L}{sp} Z \right).$$

$$\text{Vaccinium: } \frac{h}{m} + (R L).$$

$$\text{Rhododendron: } (R L Z).$$

b) Vasos condensados en el borde interno de los anillos.

$$\text{Juglans: } hs + (R Z).$$

$$\text{Salix: } \frac{h}{m} + R.$$

$$\text{Lonicera, Viburnum: } s + \left( \frac{R}{sp} \frac{L}{sp} \right).$$



*Frangula*:  $\frac{h}{m} + (R Z)$ .

*Hippophae*:  $(R \frac{L}{sp} Z)$ .

c) Vasos reunidos en extensos grupos dendríticos.

*Castanea*:  $hs + (R L Z)$ .

*Daphne*:  $h + (\frac{L}{sp} \frac{L}{sp} Z)$ .

**B. Madera sin vasos.**

I. Con canales resiníferos. (H Z).

*Pinus*, *Cedrus* (1), *Larix*, *Picea*:  $L + (H Z)$ .

II. Sin canales resiníferos.

a) Con parenquima leñoso.

*Juniperus*: (L Z).

b) Sin parenquima leñoso.

*Taxus*:  $\frac{L}{sp}$ .

*Abies* (2): L.

Prescindiendo de la mayor ó menor exactitud de las fórmulas elementales, cuya crítica y comparación con las de Sanio, así como con el resultado de mis propias observaciones se ha hecho anteriormente, se notarán en esa Clave analítica los defectos inherentes á todas las que se fundan sólo en caracteres macroscópicos, como son, por ejemplo, las de Noerdlinger y Mathieu; pues la estructura de las maderas no puede apreciarse á simple vista, ni con el sólo auxilio de una lente, siendo preciso para ello el estudio microscópico de preparaciones bien hechas; y aun los caracteres relativos á la disposición, igualdad ó desigualdad y magnitud relativa de los vasos, así como los derivados del ancho, finura y frecuencia de los radios medulares, que suelen ser

---

(1) Debe ser por equivocación el que Hartig incluye el *Cedrus* entre los géneros que tienen canales resiníferos.

(2) El *A. pectinata* ciertamente no tiene canales resiníferos, ni tampoco el *A. Pinsapo*, pero otras especies del género *Abies* los tienen.



los únicos empleados en las clasificaciones macroscópicas—además del color, dureza, densidad, etc.,—si han de tener algo de exacto y determinante, es de todo punto imprescindible observarlos con el microscopio, puesto que á simple vista sólo de una manera vaga, y errónea en multitud de casos, es posible apreciarlos. Para convencerse de la verdad de esa aseveración, basta examinar en cualquiera de las clasificaciones macroscópicas los caracteres asignados á un grupo determinado, y los que realmente presenten las especies en él incluídas, y se verá, en la mayoría de los casos, que no existe concordancia, no por error ó falta de cuidado al distribuir las especies entre los distintos grupos, sino porque el medio de observación es deficiente. Por ejemplo: en la Clasificación de Mathieu—que es tal vez la mejor hecha de todas las macroscópicas,—en la 3.<sup>a</sup> Sección, caracterizada por «vasos desiguales y esparcidos, sin que formen grupos propiamente dichos», se incluyen el *Berberis vulgaris*, *Tamarix galica* y *Rhus Cotinus* al lado del *Rhamnus Frangula*, *Hippophae rhamnoides* y *Amygdalus communis*, á pesar de que la madera de las primeras no es del mismo tipo que la de las segundas, pues sólo tienen de común una banda de vasos grandes, visibles á simple vista, en la zona interna de los anillos; mas en las demás regiones, en vez de estar esparcidos y sin formar grupos, según la característica de la 3.<sup>a</sup> Sección exige, se hallan agrupados, y por lo tanto les corresponden mejor los caracteres de la 1.<sup>a</sup> Sección. En la Sección 2.<sup>a</sup> coloca Mathieu aquellas especies cuyas maderas tienen los «vasos iguales y formando grupos», siendo la *igualdad* de los vasos el carácter que principalmente la distingue de la 1.<sup>a</sup>, á pesar de que esa igualdad no se encuentra en ninguna de las especies que constituyen el grupo. Así, por ejemplo, en el *Rhamnus cathartica*, que indudablemente es la especie á que me-



Por corresponden los caracteres de la Sección, la madera está formada por masas alternantes y en disposición dendrítica de tejido fundamental y vascular, formado este último por vasos cuya relación de diámetro he hallado es, por término medio,  $\div 1 : 1,5$ , ó  $\div 1 : 2$ . En el *Ulex europaeus*, que figura en la misma Sección, según numerosas mediciones que he practicado en diversos ejemplares, el diámetro de los vasos menores y mayores es  $\div 1 : 10$ , relación que me parece traspasa el límite de tolerancia que se puede permitir para considerar dos cosas como iguales, pues con igual razón se podría decir que en el Roble los vasos de la zona interna son iguales á los de la externa, puesto que su relación es también  $\div 1 : 10$ , ó á lo más  $\div 1 : 15$ . En el *Ulex*, pues, examinado microscópicamente, aparecen los vasos tan desiguales como en el Roble, Castaño, Acacia, etc. Estos ejemplos podría continuarlos, mas no creo sea necesario, pues ningún esfuerzo se necesita para comprender que á simple vista sólo se pueden apreciar aquellos objetos que tengan ciertas dimensiones, pasadas las cuales hay que recurrir al microscopio; y para el microscopio hay también un límite más allá del cual no es posible apreciar ni la forma ni las dimensiones verdaderas de los objetos muy pequeños (1). Los vasos menores que entran en la composición del tejido que constituye la madera están siempre por debajo del límite de la visualidad á simple vista, y, por lo tanto, lo mismo para apreciar sus relaciones de posición, que de forma y magnitud, es preciso recurrir al microscopio. Los más pequeños de la zona de otoño, en el *Ulex europaeus*, tienen de diámetro de 8 á 10  $\mu$ ; en el

---

(1) Pueden verse los casos en que no es posible apreciar la verdadera forma de los objetos por medio de la observación microscópica, en mi folleto: *Visión microscópica. Sobre las condiciones de verdad en la imagen microscópica y el modo de expresarlas*. Madrid, 1885.



*Rhamnus cathartica*, de 25  $\mu$ ; en el *Rh. Frangula*, de 10  $\mu$ , y en el *Hippophae rhamnoides*, de 15  $\mu$ .

A esa grave dificultad, inherente al estudio macroscópico de las maderas, de tener que emplear caracteres confusos, vagos é indeterminados, se añade otra de tanta ó mayor importancia, por depender de los caracteres en sí mismos, cual es la poca fijeza de los únicos que á simple vista, ó con el auxilio de una lente, se pueden apreciar. En las clasificaciones macroscópicas es preciso recurrir, sobre todo para las divisiones primordiales, á la figura que presenta la sección transversal de los grupos vasculares, en «arcos concéntricos», en «líneas concéntricas», en «líneas radiantes», en «líneas dendríticas», etc., etc., expresiones que no es lo peor que sean vagas é indeterminadas, sino que se refieran á caracteres que cambian de unos ejemplares á otros, y aun en un mismo ejemplar según el ancho de los anillos, ó que estén más ó menos desarrolladas sus diversas zonas.

Tan inconstante como las formas de la sección transversal de los grupos vasculares suele ser la repartición uniforme ó no de los vasos en las diversas zonas de los anillos, carácter que, como se acaba de ver, emplea Hartig para subdividir cada una de las cuatro Clases principales en estas tres secciones: *a*) vasos diseminados por todo el anillo anual; *b*) vasos condensados en el borde interno de los anillos, y *c*) vasos reunidos en grupos, divisiones que, por fundarse en un carácter que salta á la vista y parece ser de segura y fácil apreciación, admiten casi todos los autores en iguales ó parecidos términos, y constituyen el fundamento de las clasificaciones macroscópicas; mas como no todos les dan igual extensión y las definen de igual manera, es preciso hacer algunas consideraciones encaminadas á trazar su paralelo, y á averiguar, á la vez, hasta qué



punto ofrecen caracteres constantes y de segura determinación; pues, además, las expresiones de «vasos uniformemente distribuídos», «vasos esparcidos», «vasos formando una banda en el borde interno de los anillos», etc., etc., son de uso frecuente en la descripción de las especies.

El Dr. Müller, en el *Texto explicativo del Atlas de la Estructura de las maderas*, ya citado anteriormente, admite que la distribución vascular se efectúa de las tres maneras típicas siguientes (1):

I.—«En la región de primavera aparece una zona de vasos clara y perfectamente separada de las regiones de verano y otoño.» (Maderas con anillo vascular.)

II.—«La región de primavera empieza con vasos muy grandes, pero no forma un anillo tan claramente diferenciado de las regiones de otoño y verano como en el Tipo I.» (Tránsito entre los Tipos I y III.)

III.—«Los vasos aparecen más ó menos uniformemente distribuídos por todo el anillo, con progresiva y gradual disminución de su diámetro.» (Maderas con vasos esparcidos.)

En realidad, para Müller sólo existen los Tipos I y III, pues el II es únicamente de transición; y coloca en él aquellas especies dudosas que no le parecen bastante caracterizadas para figurar solamente en los Tipos I y III, sobre todo en el primero. Así, de los once géneros que coloca en el Tipo II (lugar citado, pág. 54), seis se encuentran también en el Tipo I, uno en el Tipo III y otro (*Citrus aurantium*) á la vez en los tipos I y III (!), figurando sólo los géneros *Berberis*, *Syringa* y *Ribes* exclusivamente en el II. Es, pues, ese Tipo, tal como

---

(1) *Erläuternder Text zu dem Atlas der Holzstruktur*, p. 53.

Las especies que comprende en cada tipo se verá más adelante al exponer la Clasificación *in extenso*.



Müller le define, completamente inútil, y podría suprimirse admitiendo sólo que los vasos, ó forman un anillo clara y distintamente vascular en la zona de primavera (*Deutliche Ringporen*), ó bien están esparcidos uniformemente (*Zerstreutporige*), pues ninguna ventaja reporta á la clasificación establecer un tipo intermedio, si los géneros que en él figuran se encuentran también en los otros.

De un modo general, y guiándose principalmente por el conjunto de géneros que Müller coloca en el Tipo III, se ve que corresponde á las Divisiones *a*) y *b*) de Hartig, pues bajo la denominación de «poros esparcidos» comprende todas aquellas maderas que este último botánico coloca en la División *b*), por estar los vasos condensados en el borde interno de los anillos, carácter cuyo valor taxonómico examinaré luego. Müller no da indicación alguna fuera de la agrupación de los vasos en la zona de primavera, mas guiándose también por el conjunto de géneros que coloca en el Tipo I se ve la relación de igualdad que existe entre él y la División *c*) de Hartig, puesto que en ambas figuran los géneros *Quercus*, *Castanea*, *Ulmus*, *Morus*, *Fraxinus*, *Robinia*, *Sarothamnus*, etc. En cuanto al Tipo II, en modo alguno se le puede considerar como correspondiente á la División *b*) de Hartig, pues aun prescindiendo del poco número de géneros que comprende, de los tres que son comunes á ambos, cuales son *Clematis*, *Hippophae* y *Ribes*, los dos primeros se encuentran también en el Tipo I.

Mathieu (1), además de los caracteres que ofrece la distribución de los vasos, tiene en cuenta la igualdad

---

(1) *Flore Forestiere*. Tercera edición, Paris, 1877. En las dos primeras ediciones figuran los caracteres de las maderas en los artículos correspondientes á cada especie, y en la tercera se encuentran, además, reunidos al final en forma de Clave analítica.



ó desigualdad de su diámetro, distribuyendo las maderas de las Angiospermas en cuatro Secciones, cuyos caracteres son los siguientes :

1.<sup>a</sup> Sección.—Vasos desiguales y agrupados.

Vasos marcadamente desiguales; los mayores forman una zona muy aparente en el borde interno de los anillos, y los pequeños, agrupados entre sí, y con mezcla de parenquima leñoso, aparecen en el corte transversal figurando dibujos característicos.

2.<sup>a</sup> Sección. — Vasos iguales y agrupados.

Vasos próximamente iguales, reunidos en extensos grupos que aparecen en la sección transversal formando bandas concéntricas, unduladas ó radial-dendriticas; no se reúnen, como en la Sección anterior, en una banda muy aparente en el borde interno de los anillos.

3.<sup>a</sup> Sección.—Vasos desiguales y esparcidos.

Los vasos mayores forman en el borde interno una zona claramente distinta, y los demás están esparcidos por lo restante del anillo, separados ó reunidos en corto número, pero sin formar grupos, propiamente dichos.

4.<sup>a</sup> Sección.—Vasos iguales y esparcidos.

Vasos próximamente iguales, separados ó reunidos en pequeños grupos, pero sin formar agrupaciones, propiamente dichas; uniformemente distribuidos, ó algunas veces más abundantes en la zona de primavera.

Respecto á la igualdad de los diámetros vasculares ya se han hecho anteriormente algunas consideraciones, debiendo tomarse tan sólo en sentido muy lato y puramente convencional, pues de otro modo resultarían completamente imposibles las Divisiones 2.<sup>a</sup> y 4.<sup>a</sup>; sobre todo la última, en la que la mayoría de especies tienen los vasos bastante desiguales para que la relación de sus diámetros sea como los números 3, 4 ó 5, y aun mayor. La Sección 4.<sup>a</sup> corresponde á las Divisio-



nes *a)* y *b)* de Hartig, así como la 1.<sup>a</sup> y la 2.<sup>a</sup> corresponden á la *c)*. En cuanto á las pocas especies que Mathieu incluye en la Sección 3.<sup>a</sup>, en la clasificación de Hartig se encuentran la mayor parte de ellas en la División *c)*.

Noerdlinger (1) trata también de dar una clasificación de las maderas fundada en caracteres exclusivamente macroscópicos; pero son éstos siempre tan vagos y los expresa en un lenguaje tan poco científico, que en la mayoría de los casos no se sabe qué quiere decir, y siempre es muy difícil encontrar en sus descripciones un solo carácter que no sea común á gran número de especies. Por ese motivo no me ocuparé de su Clasificación, á pesar de ser tal vez la más conocida; y para que no se crea exagerado mi juicio, bastará citar el epígrafe de una de sus Divisiones principales, el cual, traducido literalmente, dice: *Poros de primavera mayores que los de otoño, y decreciendo desde el borde interno al externo*; como si ese carácter, aun expresado tan poco científicamente, no correspondiera á todas las maderas que tienen vasos. Y, por igual motivo, haré también caso omiso de otra clasificación macroscópica propuesta por el Dr. Montalbo en un folleto intitulado: *La Histología aplicada á la Xilología* (2).

Las Divisiones *a)* y *b)* de la clasificación de Hartig son poco marcadas y ofrecerán confusión en multitud de casos, pues es de ley general constitutiva de las maderas que el diámetro de los vasos decrezca del borde interior al exterior de los anillos; y si bien ese decrecimiento es en algunas especies poco sensible como, por ejemplo, en el *Populus alba*, *Betula verrucosa*, *Acer*

---

(1) Noerdlinger: *Les Bois employés dans l'Industrie*. Paris, 1872.

(2) Dr. Montalbo: *L'Histologie appliquée á la Xylologie*. Turin, 1885.



*campestre*, *Ficus Carica* y *Myrtus communis*, en otras es muy pronunciado, efectuándose progresiva y gradualmente, ó bien de un modo brusco, según el ancho de los anillos y las condiciones de crecimiento. Hartig, dejándose influir por las apariencias, indica en multitud de géneros que los vasos están condensados en el borde interior de los anillos, lo que parece indicar indudablemente que en esa región se encuentran en mayor número que en el borde exterior, siendo cabalmente todo lo contrario lo que sucede comúnmente. En el género *Salix*, por ejemplo, cuya madera, según Hartig, tiene los vasos condensados en el borde interior de los anillos, he contado el número ( *S. cinerea*) de los que se encuentran en un rectángulo de  $2^{\text{mm}} \times 0.5^{\text{mm}}$ , cuyo lado mayor coincidiera con la línea divisoria, hallando que, por el lado de la zona de primavera, había dentro de él 80 vasos, mientras que por el de la zona de otoño se encontraban 85 grupos, de los cuales la mitad se componían de un solo vaso, y los restantes de dos ó tres, lo que hace un total de 140 vasos, que viene á ser próximamente el doble de los que se encuentran en igual espacio en la zona de primavera. En el *Populus alba* he hallado lo mismo: en la zona de primavera 70 vasos, la mayoría aislados, y en la de otoño 110, en 65 grupos; en el *Ficus Carica*, 45 y 70 respectivamente, y sólo por excepción en algunas especies, el número es igual, como en el *Fagus sylvatica*, en cuya madera se cuentan unos 150 á ambos lados de la línea divisoria, en un espacio rectangular de  $2^{\text{mm}} \times 0.6^{\text{mm}}$ . No existe, pues, condensación numérica real en el borde interno de los anillos, salvo en algún caso raro; y el creerlo así es debido á una ilusión óptica producida por la mayor superficie ocupada por las secciones de los vasos en la zona de primavera, pues es ley general que sus diámetros vayan decreciendo desde esta región al borde de



otoño, decrecimiento que en muchas especies es bastante acentuado—  $\div 1 : 4$  ó  $\div 1 : 5$  en el *Salix Cinerea*, por ejemplo,—y que tiene lugar de un modo continuo y progresivo ó bien bruscamente, presentando un carácter poco fijo y muy variable, según se ha dicho ya anteriormente, pues depende del ancho de los crecimientos. Pero aun en aquellos casos en que el decrecimiento en diámetro se presente de un modo bien marcado, ofrecerá mucha incertidumbre el carácter de «condensación vascular en la zona interna», tal como lo emplea Hartig, en contraposición al de los «vasos esparcidos», pues la madera de muchos géneros, y entre ellas la de los *Prunus*, *Sorbus*, *Pirus*, *Crataegus*, *Salix*, etc., etc., lo mismo pueden pertenecer á uno que á otro. Por esa razón, sin duda, Mathieu reduce mucho el número de especies de su Sección 3.<sup>a</sup>, y Müller las del Tipo II, limitándolas á unas cuantas, en las cuales realmente parece que los vasos forman una banda especial en la zona de primavera bien distinta del resto del anillo, en donde se hallan uniformemente esparcidos, como sucede en el *Amygdalus communis*, *Frangula vulgaris*, *Hippophae rhamnoides* y algunas otras, cuyo examen microscópico parece revelar ciertas afinidades con la madera del *Celtis australis* y *Morus alba*, según se dirá más adelante. Así, pues, la mayoría de géneros que Hartig incluye en sus Divisiones *b*) pertenecen, según Mathieu y según Müller, al grupo de vasos uniformemente distribuidos. Esas dudas y dificultades desaparecen con la verdadera observación microscópica, pues estudiando las tres especies que se acaban de citar se ve, sin trabajo alguno y con toda claridad, que el borde interno de los anillos está formado por vasos mayores que los de las demás zonas, los cuales se hallan reunidos entre sí por un tejido conexivo diferente del que forma la masa fundamental; y ese carácter establece una distinción clara y



terminante entre ellas y las demás especies de composición uniforme, en las cuales los vasos tengan tendencia á formar una banda en el borde interno.

\*  
\* \*

Prescindiendo de los defectos inherentes á la formación de grupos taxonómicos fundados exclusivamente en la distribución vascular apreciada macroscópicamente, se notan en los caracteres asignados á una misma especie por Hartig, Müller y Mathieu algunas contradicciones notables que conviene señalar, con el fin de poner en evidencia que no es solo en los caracteres microscópicos relativos á la estructura y composición de las maderas en donde hace falta una revisión completa, sino que también es necesaria en aquellos que se pueden apreciar á simple vista ó con el sólo auxilio de una lente. Los ejemplos siguientes lo demostrarán claramente.

Género *Vitis*.—Los vasos, según Hartig, están disseminados por todo el ancho de los anillos sin formar en su borde interno una banda particularmente vascular. Mathieu dice, por el contrario, que constituyen una banda ancha y bien marcada en el borde interno, y que en lo restante del anillo se encuentran otros vasos más pequeños reunidos en series radiales; y Müller parece conformarse con ese carácter al colocarlo en los Tipos I y II.

Género *Amygdalus*.—Müller coloca la madera de este género en el Tipo III, y, por lo tanto, admite que los vasos están uniformemente distribuidos por todo el anillo; Mathieu, por el contrario, dice que los vasos son marcadamente desiguales, y que los mayores forman una zona, más ó menos distinta, en el borde interno, colocándolo en la Sección 3.ª, y Hartig admite



también que los vasos se hallan condensados en la zona de primavera. Mis observaciones relativas al *A. communis* confirman la distinción entre las dos clases de vasos. En la zona de primavera son grandes, areolares, y están rodeados de abundante tejido parenquimatoso y de traqueidas; por lo común no tocan á la línea divisoria, y cuando no están muy distantes de ella, un grupo de traqueidas los reúne á la zona de otoño, que está formada también por traqueidas, las cuales deben considerarse en íntimas relaciones genésicas con las fibras de la masa fundamental. En las regiones media y externa los vasos son más pequeños, con espesamiento espiral-areolar, y no se hallan rodeados por tejido parenquimatoso, sino por traqueidas paratraqueales. No puede, pues, la madera del *A. communis* figurar en el grupo de las maderas con vasos uniformemente esparcidos, y difiere de la mayoría de las que Mathieu incluye en la Sección 4.<sup>a</sup>, Hartig en las Divisiones *a*) y *b*) y Müller en el Tipo III.

Género *Juglans*.—La madera del *J. regia* presenta, según Müller, una banda vascular en el borde interno de los anillos claramente diferenciada de las demás regiones, y Hartig dice también que los vasos se hallan condensados en la madera de primavera. Mathieu afirma, por el contrario, que están éstos uniformemente esparcidos por todas las regiones del anillo, y así los he visto en cuantos ejemplares he podido examinar. En los fotogramas del Atlas de Müller aparecen también uniformemente esparcidos, é igualmente en un fotograma referente á la especie *J. nigra*, publicado por Tolman, de Chicago (1). Según mis observaciones, los vasos son grandes, solitarios ó agrupados dos ó tres —

---

(1) *The American monthly microscopical journal*, número de Marzo de 1890, p. 55.



raras veces mayor número, y con la particularidad de que la sección de los grupos presenta la misma forma oval-alargada que la sección de los vasos aislados— uniformemente esparcidos y muy espaciados. En un cuadrado de 3<sup>mm</sup> de lado, apoyado sobre la línea divisoria, he contado, por término medio, 20 vasos en la región de primavera y 30 en la de otoño, mientras que en el Haya habría, en igual superficie, alrededor de 1.000. El diámetro de los mayores es de unos 0,30<sup>mm</sup>, decreciendo gradualmente; y su relación con los más pequeños del borde de otoño es  $\div 5 : 1$ .

Género *Rhamnus*.—Según Müller, el *Rh. cathartica* corresponde al «Tipo III, caracterizado por la distribución uniforme de los vasos, con decrecimiento gradual de diámetro», y luego añade (lug. cit., pág. 76), poniéndose en evidente contradicción: «Las tráqueas están reunidas en gran número formando islas, de modo que muchos compartimientos sólo contienen celdillas leñosas». Para Hartig, los vasos están agrupados en bandas dendríticas, y lo mismo para Mathieu, que lo coloca en la Sección 2.<sup>a</sup>, cuyos caracteres convienen á los ejemplares que he examinado.

N. B.—La madera del *Rh. Alaternus* es del mismo tipo que la del *Rh. cathartica*, y enteramente diferente de la del *Rh. Frangula*, la cual no tiene los vasos agrupados en bandas dendríticas, sino que, los de las regiones media y externa están aislados ó en grupos de pequeño número y uniformemente esparcidos, y los de la zona de primavera forman una banda. Las maderas de las demás especies que se encuentran en España no he tenido ocasión de estudiarlas.

Género *Corylus*.—Hartig describe los vasos de la madera del *C. Avellana* como estando agrupados en bandas extensas, las cuales se prolongan radialmente del borde interno al exterior de los anillos, de un modo



análogo á lo que sucede en el Roble. Müller, Mathieu y Noerdlinger la colocan en el grupo de las maderas con vasos uniformemente esparcidos, y ese carácter es el que han presentado siempre los ejemplares que he tenido ocasión de estudiar. En todos ellos los vasos, en grupos radiales, estaban distribuidos uniformemente por todo el espesor de los anillos, sin que existiera relación alguna de unos grupos á otros, ni directamente ni por medio de tejido conexivo.

La estructura particular de la madera del *C. Avellana*, en cuya formación alternan series radiales de compartimientos sin vasos (falsos radios de algunos autores) con otras de composición normal, puede á primera vista producir alguna confusión y asemejarla á la del Roble; mas basta un ligero examen microscópico para ver las cosas tales como realmente son, es á saber: bandas radiales anormales y sin vasos, y bandas radiales normales, en las que los vasos están uniformemente esparcidos.

N. B.—Respecto á las dos clases de vasos que, según el Dr. Sanio, se encuentran en esta especie, ya se han hecho anteriormente algunas observaciones.

Género *Celtis*.—Müller coloca la madera del *C. australis* en el Tipo III, y luego dice (lug. cit., pág. 62): «Las tráqueas están aisladas ó agrupadas dos ó tres en cadenas radiales y esparcidas.» Esta diagnosis de la distribución vascular es completamente errónea. Todas las preparaciones de esta especie que he estudiado, y los diversos fotogramas que de ellas he obtenido, presentan en la zona de primavera una banda ancha, clara y perfectamente definida, formada por vasos grandes reunidos por tejido parenquimatoso, entre el cual van apareciendo poco á poco las fibras leñosas que constituyen la masa fundamental en las demás regiones del anillo. Fuera de esa banda los vasos son de menor diá-



metro y están reunidos en grupos rodeados de parenquima paratraqueal. Además, los vasos se distinguen en que los de la zona de primavera no tienen espesamiento espiral, y su diámetro (de  $0.25^{\text{mm}}$  á  $0.28^{\text{mm}}$ ), comparado con el de los más pequeños del borde de otoño ( $0.05^{\text{mm}}$ ), guarda la relación de 5 : 1 ó de 6 : 1, y no de 2 : 1, como indica Müller. Mathieu coloca la madera del Almez en la 1.<sup>a</sup> Sección, y Hartig dice que los vasos están condensados en la zona de primavera, y en lo restante del anillo dispuestos en capas concéntricas.

Podría continuar estos ejemplos de contradicciones en los géneros *Berberis*, *Evonimus*, *Rhododendron*, etc., etcétera; pero bastan los citados para mi objeto, que no es otro que el de robustecer la idea, ya varias veces apuntada en esta Memoria, de que no deben aceptarse sin comprobación, por ser la mayoría de las veces erróneos y contradictorios, los pocos datos que se encuentran en la literatura botánica relativos á la estructura particular del sistema leñoso de especies determinadas.

\*  
\* \* \*

Las divisiones de primer orden de la clasificación de Hartig se fundan en la anchura de los radios medulares, carácter taxonómico en el cual no hemos fijado aún nuestra atención. Müller le emplea también para establecer las divisiones de segundo orden, como se verá más adelante.

Es indudable que los caracteres de los radios medulares podrán en muchos casos ser de gran utilidad para la determinación de las especies, y aun para la formación de grupos naturales, pues en algunas de ellas, por su número y magnitud constituyen una parte preponderante de la madera, como sucede en el Haya, Plátano, Roble Encina, Almendro, etc., etc.; pero considerados



únicamente en su anchura, y aun apreciada ésta á simple vista, ó todo lo más con el auxilio de una lente, no podrán menos de suministrar caracteres tan poco precisos como los que hemos visto proporcionan el número, tamaño y distribución de los vasos.

Hartig divide las maderas en cuatro Clases según sus radios. En las I y IV comprende todas aquellas en las cuales son de igual espesor: anchos en la I, y estrechos en la IV; y en las Clases II y III distribuye las especies que tienen los radios desiguales, distinguiéndose una de otra por el diverso grado de desigualdad: anchos y muy estrechos en la II, y sólo dos ó tres veces más anchos los mayores que los menores en la III. Desde luego se nota que la limitación de estas cuatro Clases ha de ser muy vaga, puesto que se funda en determinar cantidades — el ancho de los radios — sin que previamente se fije la unidad que para ello ha de servir; y además, como en los objetos naturales nunca ó casi nunca existe la igualdad perfecta en la cantidad, si bien es común en la forma, se hace preciso indicar entre qué límites debe entenderse. Por ejemplo: en la Clase IV, caracterizada por «radios estrechos y de igual anchura», coloca Hartig los géneros *Tilia*, *Rhododendron* y *Juglans*, y de las mediciones que he llevado á cabo en los ejemplares de mi colección (*T. parvifolia*, *Rh. baeticum*, *J. regia*), resulta que los radios no son iguales, existiendo en cada especie, mezclados sin orden alguno, radios de diverso espesor, cuya relación entre los más estrechos y los más anchos es de 1 : 5, la cual me parece traspasa el límite tolerable para que dos cantidades puedan considerarse iguales. En cambio, en otras especies de esta misma Clase la igualdad es completa, salvo muy pocas milésimas de milímetro, como sucede en el *Aesculus Hippocastanum*, *Populus spec.*, *Castanea vesca*, *Daphne Laureola*, etcétera, etc. Si se examinan las especies compren-



didadas en la Clase III, caracterizada por «radios desiguales, el ancho de los mayores dos ó tres veces el de los más pequeños», se encontrará la misma falta de uniformidad (1). Sirviéndome del número de celdillas, apreciado en la sección tangencial, para expresar el ancho de los radios, resulta de mis observaciones que los mayores, en el *Ligustrum vulgare*, *Cornus sanguinea*, *Pirus communis*, *Sorbus aucuparia*, *Crataegus monogyna*, *Rhamnus cathartica* y *Robinia Pseudo-Acacia*, tienen de 2 á 3 celdillas de espesor; en el *Acer platanoides*, *Ilex Aquifolium*, *Fraxinus excelsior*, *Ulmus campestris* y *Sarothamnus eriocarpus*, de 4 á 5; y en el *Cytisus Laburnum*, *Celtis australis*, *Morus alba* y *Amygdalus communis*, de 8 á 9. Además, en todas estas especies he encontrado también, en mayor ó menor cantidad, pero de un modo fijo y constante, radios uniseriados, y, por lo tanto, la relación entre el ancho de los mayores y de los menores

---

(1) Para fijar las ideas respecto á la magnitud de los radios Noerdlinger (*Querschnitte von Holzarten*, tomo 2.º, pág. 5), publicó una especie de escala de anchuras, en la que figuran las siguientes especies, clasificadas según el ancho de los radios (de los mayores?), de esta manera:

- 1<sup>m</sup>.—*Quercus Cerris*.  
0.1<sup>mm</sup>.—*Ailanthus*, *Alnus incana* (?), *Cytisus Laburnum*, *Gleditschia*, *Platanus*.  
0.05<sup>mm</sup>.—*Acer pseudoplatanus*, *Juglans regia*, *Robinia Pseudo-Acacia*, *Sambucus nigra*.  
0.025<sup>mm</sup>.—*Abies pectinata*, *Pinus spec.*, *Larix europaea*, *Taxus baccata*, *Syringa vulgaris*.  
0.015<sup>mm</sup>.—*Aesculus Hippocastanum*, *Buxus sempervirens*, *Castanea vesca*, *Econimus europaeus*, *Juniperus communis*, *J. virginiana*, *Ligustrum vulgaris*.

Las magnitudes relativas de los radios se aprecian mucho mejor indicando el número de celdillas que componen su alto y su ancho (sección tangencial). De Bary (lug. cit., sec. 146) dice, refiriéndose á las especies anteriores, que «los radios de anchura menor de 0.025<sup>mm</sup> tienen una sola celdilla de espesor—ó cuando más dos en su centro—y deben, por lo tanto, considerarse como uniseriados» y Van Tieghem (*Traité de Botanique*, pág. 790) afirma lo mismo; mas del estudio que he hecho de las anteriores especies resulta que el *Buxus sempervirens*, *Ligustrum vulgaris* y *Syringa vulgaris* tienen radios uniseriados y biseriados, siendo exclusivamente uniseriados en todas las demás.



es, en estos tres grupos de especies,  $\div 1 : 3$ ,  $\div 1 : 5$ ,  $\div 1 : 9$ , siendo así que, según la característica de la Clase, sólo debía ser  $\div 1 : 2$  ó  $\div 1 : 3$ .

Prescindiendo de algunos géneros que están indudablemente mal colocados en el sitio en que figuran, como el *Exonimus* en la Clase III, puesto que sólo tiene radios de una sola celdilla de espesor, conviene fijarse en los *Alnus*, *Carpinus* y *Corylus*, los cuales, por un error de interpretación anatómica, supone Hartig que pertenecen á la Clase III, caracterizada por «radios anchos y muy estrechos, sin que se presenten entre ellos formas transitorias». En el *A. glutinosa* sólo existen radios uniseriados, y en el *C. Avellana* y *C. betulus*, además de éstos se ven otros de dos, tres y aun cuatro celdillas de espesor; pero la madera de estas tres especies ofrece una particularidad muy notable, cual es la de presentar anchas bandas radiales sin vasos, compuestas únicamente de tejido fundamental y radios medulares, las cuales alternan con otras en cuya composición entra además el elemento vascular. Esas bandas anormales, que el más ligero examen microscópico pone en evidencia su verdadera estructura, son las que Hartig considera como radios anchos, distinguiéndolos, no obstante, con la denominación de «abiertos» (*durchsetz*) en el *Alnus* y *Carpinus*, mas no en el *Corylus* que los considera de igual formación que los del Roble, á pesar de no ser otra cosa que una aglomeración de radios de poca altura, y de dos ó tres celdillas de espesor, mezclados con el tejido fibroso de la masa fundamental. En los compartimientos normales de la madera de este género, así como en la del *Carpinus*, la mayoría de los radios son uniseriados, entre los cuales se ven algunos, en mucho menor número, biseriados.

La clasificación de Hartig, cuyo examen se acaba de hacer, sirve para poner de relieve que una de las



causas que dificultan el estudio de las maderas consiste en no distinguir siempre de un modo terminante los caracteres macroscópicos de los microscópicos, como pertenecientes á dos órdenes distintos. Los caracteres microscópicos son caracteres reales, mientras que los macroscópicos, aplicados á la estructura de las maderas, tienen sólo un valor limitado y provisional, pudiendo resultar en abierta contradicción con la realidad, según se ha visto en los ejemplos antes citados.

El Dr. Müller, en el *Texto explicativo* tantas veces citado en esta Memoria, trata también de agrupar los géneros atendiendo á la igualdad ó desigualdad, anchura ó delgadez de los radios, estableciendo cinco Clases en vez de las cuatro de Hartig; y como de todos los autores que conozco es tal vez el que con más detenimiento ha estudiado su composición microscópica, merece ser conocida la agrupación que de ellos hace, razón por la cual la transcribo á continuación:

1.º—Radios medulares delgados.

<i>Betula.</i>	<i>Rhamnus.</i>	<i>Cydonia.</i>
<i>Carpinus.</i>	<i>Aesculus.</i>	<i>Sorbus.</i>
<i>Alnus.</i>	<i>Tilia.</i>	<i>Diospyros Ebenum.</i>
<i>Populus.</i>	<i>Cornus.</i>	<i>Castanea vesca.</i>
<i>Salix.</i>	<i>Viburnum.</i>	<i>Corylus.</i>
<i>Econimus.</i>	<i>Syringa.</i>	

2.º—Radios medulares próximamente del mismo ancho.

<i>Ulmus.</i>	<i>Syringa.</i>	<i>Laurus Camphora.</i>
<i>Morus.</i>	<i>Pirus.</i>	<i>Liquidambar.</i>
<i>Clematis.</i>	<i>Crataegus.</i>	<i>Hippophae.</i>
<i>Berberis.</i>	<i>Cydonia.</i>	<i>Citrus vulgaris.</i>
<i>Hedera.</i>	<i>Cytisus.</i>	<i>C. Aurantium.</i>
<i>Ilex.</i>	<i>Prunus.</i>	<i>Buxus sempervirens.</i>
<i>Vitis.</i>	<i>Olea.</i>	<i>Ailanthus.</i>
<i>Acer.</i>	<i>Ostrya.</i>	<i>Fraxinus.</i>
<i>Sambucus.</i>	<i>Laurus nobilis.</i>	<i>Corylus.</i>



3.º—Radios medulares desiguales: muy grandes y muy pequeños.

<i>Sarothamnus.</i>	<i>Fagus.</i>	<i>Amygdalus communis.</i>
<i>Quercus.</i>	<i>Ribes.</i>	

4.º—Radios medulares medianos y pequeños.

<i>Ulmus.</i>	<i>Olea.</i>	<i>Arbutus Unedo.</i>
<i>Morus.</i>	<i>Ostrya.</i>	<i>Ailanthus.</i>
<i>Celtis australis.</i>	<i>Hippophae.</i>	<i>Jugans regia.</i>
<i>Cytisus.</i>	<i>Citrus vulgaris.</i>	<i>Carya alba.</i>
<i>Acer.</i>	<i>C. Aurantium.</i>	

5.º—Solo radios medulares muy grandes.

*Platanus occidentalis.*

Con sólo leer los epígrafes de los Grupos 2.º y 4.º se comprenderá la dificultad de distinguir con precisión los géneros que deban pertenecer á uno ú otro; y el primero que tropieza con ella es el mismo Dr. Müller, quien la salva figurando en ambos Grupos nueve géneros comunes, y así sólo quedan exclusivamente del 4.º estos cinco: *Celtis*, *Ostrya*, *Arbutus*, *Juglans* y *Carya*. De esta manera viene casi á quedar reducida esta clasificación á cuatro Grupos, que corresponden próximamente con los de Hartig por el conjunto de especies comprendidas en cada uno de ellos, notándose, no obstante, algunas diferencias que convendrá señalar, aunque no sea con otro fin que el de poner en claro la contradicción, para que pueda ser resuelta por la observación directa. En la Clase IV de Hartig, que corresponde al Grupo 1.º de Müller, no hay concordancia en los géneros *Buxus*, *Juglans* é *Hippophae*; en la Clase III, que equivale al Grupo 2.º, y en cierto modo también al 4.º, no la hay en los géneros *Cornus*, *Amygdalus*, *Sorbus*, *Evonimus* y *Sarothamnus*, y la Clase I, que sólo en parte corresponde al Grupo 5.º, difiere en los géneros *Vitis*, *Clematis* y *Berberis*. Los géneros



*Corylus*, *Alnus* y *Carpinus* ya se ha dicho que, sólo debido á una falsa interpretación de sus compartimientos anórmale, figuran en la Clase II de Hartig; Müller los coloca en el Grupo 1.º

No es siempre posible discernir con seguridad el sitio verdadero que corresponde á los géneros que se acaban de citar, y acerca de los cuales difieren Hartig y Müller, por lo vago é indeterminado de las características de las Clases y Grupos; no obstante el examen microscópico de algunos de ellos suministra bastante luz respecto á su verdadera posición taxonómica, como sucede, por ejemplo, en los siguientes. La madera del *Juglans regia* presenta dos clases de radios extremos: unos pequeños, de una sola celdilla de espesor, y otros grandes de 4 á 5; y su longitud es también muy diferente, puesto que la de los últimos es doble de la de los primeros; el *Juglans* está, pues, mal colocado en la Clase IV de Hartig, puesto que ni tiene todos sus radios iguales, ni son tampoco todos estrechos, y, en cambio, le corresponden los caracteres del Grupo 4.º de Müller. El género *Buxus* (*B. sempervirens*) tiene radios uniseriados y biseriados, y, por lo tanto, mejor debe figurar al lado los géneros de radios muy delgados, entre los cuales le coloca Hartig, que junto al *Ulmus*, *Morus* y *Vitis*, en el Grupo 2.º de Müller. Los radios, en la madera del *Amygdalus communis*, son también de dos clases: unos muy pequeños, uniseriados, de 3-4 celdillas de altura por término medio, y otros grandes de 8-10 celdillas de ancho y 25-30 ó más de altura, y, por lo tanto, le conviene mejor la característica del Grupo 3.º de Müller, «radios muy grandes y muy pequeños», que la de la Clase III de Hartig. En la madera del *Celtis australis* (1) se observan también

---

(1) Müller (lug. cit., p. 62) dice que los radios del *C. australis* tienen 4-6 celdillas de espesor y hasta 30 de altura, y que entre ellos



dos clases de radios semejantes á los del *Amygdalus*, y, por lo tanto, debe figurar á su lado. El género *Econimus* (*E. europaeus*) sólo tiene radios uniseriados, y, por lo tanto, está bien en el Grupo 1.º de Müller, y no en la Clase III de Hartig, mezclado con otros cuyos radios son de bastante espesor; é igual sucede á los géneros *Ligustrum*, *Cornus*, *Pirus*, *Sorbus*, y *Rhamnus* (*L. vulgare*, *P. communis*, *S. aucuparia*, *Rh. cathartica*), cuyo sitio debería hallarse en la Clase IV, puesto que sus radios son uniseriados y biseriados. Y así podría continuar el examen de los demás géneros en los cuales difieren Hartig y Müller; pero será mejor dejarlo para el capítulo siguiente, en el cual haré una sucinta exposición de los caracteres generales que ofrecen los radios, deducidos de mis observaciones (1).

\*  
\* \*

El color de las maderas suele emplearse en casi todas las clasificaciones macroscópicas, pero puede ser también un carácter microscópico cuando, en vez de limitarse á determinar su clase, se investiga el sitio en donde radica el pigmento que lo produce. Así lo hace Müller (lug. cit., p. 41), estableciendo estas tres distinciones: pigmento colorante en el contenido de los ele-

---

se ven otros mucho más pequeños. En los ejemplares que yo he examinado los radios mayores eran de 8-10 celdillas de ancho y los más pequeños uniseriados.

(1) El Dr. Montaldo, en un folleto intitulado *L'Histologie appliquée á la Xylologie* (Turin, 1885) publicado con el objeto de ilustrar una colección de preparaciones de maderas que figuró en la Exposición de Amberes de 1885, trata de fundar un sistema de clasificación basado en los radios medulares; pero, á mi juicio, tiene tan poca novedad y los caracteres de las divisiones son tan vagos é indeterminados, que no vale la pena de hacer su examen. Á pesar de que su autor quiere hacer una aplicación de la Histología, ciencia que todo lo debe al microscopio, y sin el cual no le es posible dar un paso, en el folleto se prescinde de los verdaderos caracteres microscópicos y sólo se habla de radios anchos, radios medianos, radios estrechos, etc.



mentos histológicos; pigmento en las paredes de los elementos histológicos, y pigmento ausente del contenido de los elementos, así como de sus paredes. Por lo regular el pigmento se encuentra en las celdillas de los radios medulares, como en el Abedul, Aliso, Avellano, Castaño de Indias, Espino, Pino silvestre, Enebro, etc.; á veces también en el parenquima leñoso, como en el Carpe, Roble, Haya, Olmo, Peral; y con menos frecuencia en los vasos, como en el Almendro y Laurel común. En el Ébano (*Diospyros Ebenum*) el pigmento colorante se encuentra en el contenido y en las paredes de los elementos; y falta por completo en uno y otro sitio en el Acebo, Saúco, Moral, Chopo, Plátano, etc. (Müller, lugar citado.)

Respecto al valor taxonómico de la distribución del pigmento colorante nada puedo decir por observación propia, pues además de no haber hecho experiencias especialmente encaminadas á ese fin, casi siempre me sirvo de preparaciones en las cuales he disuelto previamente todas las sustancias contenidas en las celdillas, con el objeto de poder teñir de un color apropiado sus paredes y favorecer la observación, haciendo más fácilmente visibles las esculturas que las cubren; no obstante, creo no debe dársele demasiada importancia, entre otras razones porque en la mayoría de los casos sólo podrá aplicarse á las capas más interiores del tronco, puesto que los elementos que componen las de la periferia sólo contienen sustancias nutricias de reserva y están desprovistas de pigmento.

Combinando los caracteres deducidos de la distribución vascular, con los que suministran la magnitud, igualdad ó desigualdad de los radios medulares, y el sitio en donde radica el pigmento colorante, establece Müller una calificación de maderas digna de ser conocida, entre otras razones, por ser la más moderna de



cuantas se citan en esta Memoria; y como los comentarios acerca del valor de sus divisiones se ha hecho ya al examinar los caracteres en que se fundan, y al compararlos con los que sirven de base á la clasificación de Hartig, sólo me resta poner íntegra su traducción, que es como sigue:

### Clasificación de las maderas según el Dr. Müller.

#### I Tipo.—Maderas con anillo vascular.

##### 1 Sección.—*Radios medulares delgados.*

- a) *Castanea.*
- b) *Rhamnus.*

##### 2 Sección.—*Radios medulares anchos, próximamente iguales.*

- a) Madera ligera: *Clematis, Vitis.*
- b) Madera pesada: *Fraxinus, Citrus.*

##### 3 Sección.—*Radios desiguales: muy grandes y muy pequeños.*

- a) Madera ligera: *Sarothamnus.*
- b) Madera pesada: *Quercus, Robinia.*

##### 4 Sección.—*Radios desiguales: de mediana magnitud y pequeños.*

- a) Sin color: *Ailanthus, Cytisus, Carya, Citrus, Morus.*
- b) Con color en las tráqueas y en los radios medulares: *Hippophae, Juglans.*
- c) Con color en los radios medulares y en el parenquima: *Ulmus.*

#### II Tipo.—Tránsito al Tipo siguiente, de Vasos esparcidos.

##### 1 Sección.—*Radios medulares delgados.*

- a) Madera ligera: *Syringa.*

##### 2 Sección.—*Radios iguales: anchos y de igual magnitud.*

- a) Madera ligera: *Vitis, Clematis, Berberis.*
- b) Madera pesada: *Hedera, Berberis.*

##### 3 Sección.—*Radios desiguales: muy grandes y muy pequeños.*

- a) Madera ligera: *Ribes, Sarothamnus.*



**4 Sección.** — *Radios desiguales: de mediana magnitud y pequeños.*

- a) Sin color: *Cytisus* (1), *Citrus*.
- b) Color en las tráqueas y en los radios medulares: *Hippophae*, *Juglans*.

**III Tipo.** — **Vasos esparcidos.**

**1 Sección.** — *Radios medulares delgados é iguales.*

- A. Sin color en todas sus partes.
  - a) Madera dura: *Salix*, *Populus*, *Tilia*.
  - b) Madera blanda: *Econimus*, *Cornus*, *Viburnum*.
- B. Color en los radios medulares.
  - a) Árboles: *Corylus*, *Alnus* (color intenso), *Betula*, *Aesculus*.
  - b) Mata ramosa: *Viburnum*.
- C. Color en los radios y en el parenquima leñoso. *Carpinus*, *Tilia*, *Cydonia*.
- D. Color en los radios medulares, parenquima leñoso, tráqueas, celdillas leñosas (2), y en las paredes de los elementos histológicos. *Diospyros* *Ebenum*.

**2 Sección.** — *Radios próximamente del mismo ancho.*

- A. Maderas sin color. *Ilex*, *Crataegus* (v. también en B.), *Sambucus*, *Liquidambar*, *Buxus*.
- B. Color en los radios medulares. *Corylus*, *Hedera*, *Prunus*, *Crataegus*, *Laurus* *Camphora*.
- C. Color en los radios y en las tráqueas. *Ostrya*, *Laurus nobilis*.
- D. Color en los radios y en el parenquima leñoso. *Pirus* (color intenso).

**3 Sección.** — *Radios de distinta magnitud: muy grandes y muy pequeños.*

- A. Color en los radios y en el parenquima leñoso. *Fagus*.
- B. Color en los radios, parenquima leñoso y en las tráqueas. *Amygdalus*.

---

(1) Debe ser por equivocación que Müller dice que la madera de los *Cytisus* no tiene color.

(2) Según se ha dicho en la nota de la pág. 27, Müller llama «Holzzellen» á los elementos de la masa fundamental, ya sean fibras, traqueidas ó celdillas fibrosas.



4 Sección. — *Radios desiguales: de mediana magnitud y pequeños.*

A. Madera sin color.

*Celtis, Citrus.*

B. Color en los radios.

*Arbutus.*

C. Color en el parenquima leñoso y en los radios.

*Olea europaea.*

5 Sección. — *Solamente radios muy grandes, y todos iguales entre sí.*

*Platanus orientalis, P. occidentalis.*



## CAPÍTULO VII

---

### Composición histotómica comparada de algunas especies.

#### §—FÓRMULAS PARA REPRESENTAR LA COMPOSICIÓN HISTOLÓGICA É HISTOTÓMICA

Examinadas ya, en el capítulo anterior, las bases que han servido para establecer las Clasificaciones más importantes, me ocuparé en el presente de los caracteres generales que ofrecen las especies que hasta ahora he podido estudiar con algún detenimiento, con objeto de deducir de ellas las leyes generales de composición histológica é histotómica que en su día podrán servir para una clasificación natural; teniendo en cuenta que no deben aceptarse con carácter definitivo é irrevocable, pues si bien son el resultado de verdadera observación, en la cual he puesto de mi parte el mayor cuidado para alejar las causas de error, pudieran sufrir algunas pequeñas modificaciones á medida que se vaya haciendo el estudio completo é individual de mayor número de especies. Prescindiré desde luego de las Criptógamas vasculares y de las Monocotiledóneas, por no tener representantes leñosos en nuestra Flora, á excepción del *Chamaerops humilis*, de la Costa mediterránea, y serán sólo objeto de estudio las Gimnospermas y Dicotiledóneas; mas antes convendrá indicar las bases ge-



nerales de la notación que intento seguir, para poder hacer desde luego aplicación de ella. En el capítulo III queda ya expuesta la manera según la cual Hartig y Sanio expresan la composición histológica de las maderas por medio de fórmulas, y convencido de su utilidad, puesto que permiten abarcar de un solo golpe de vista lo que de otro modo llenaría una porción de líneas, facilitando además la formación de grupos, puesto que ponen en evidencia las analogías constitutivas que existen entre los diversos tipos, he tratado de darlas mayor extensión y de hacerlas más determinantes, para que representen de una manera concreta y con más abundancia de caracteres, no sólo la composición elemental, sino también el modo como los elementos están agrupados, y sus relaciones histotómicas. No desconozco las dificultades que esto ofrece, pues un sistema completo de notación sólo puede ser el fruto de un perfecto conocimiento de las leyes generales que presiden á la unión de unos elementos con otros, así como de las modificaciones y tránsitos que entre estos mismos elementos se verifican; y por lo tanto, mi intento se limita sólo á presentar un ligero esbozo, señalando unas cuantas direcciones generales que puedan servir de fundamento provisional. Estas direcciones generales son las siguientes (1):

**A) Representación de los elementos.**

1.<sup>o</sup> Los elementos histológicos se representarán por letras mayúsculas de dos tamaños, según los casos.

---

(1) Tal vez no sea fácil interpretar el verdadero sentido de alguna de las reglas siguientes, sin antes haber leído la manera cómo considero constituidos los compartimientos y radios medulares; mas para poder hacer uso de ellas desde luego he creído necesario ponerlas al principio de este capítulo y no al final y después de haber explicado la composición de los compartimientos y radios medulares.



Parenquima leñoso= $P, P$ ; Celdillas intermedias= $CI, ci$ ; Celdillas fibrosas= $CF, cf$ ; Fibras leñosas= $F, f$ ; Traqueidas= $T, t$ ; Vasos= $V, v$ . El tamaño de la letra servirá para indicar la mayor ó menor preponderancia del elemento que representa.

2.<sup>o</sup> En los elementos traqueales se expresarán las esculturas de sus paredes escribiendo, en forma de quebrado, en el numerador el símbolo del elemento, y en el denominador el símbolo de la escultura. (Hartig fué el primero que adoptó ese sistema para indicar las traqueidas espirales  $\left\{ \frac{L}{sp} \right\}$ , y las celdillas fibrosas con contenido amiláceo  $\left\{ \frac{h}{m} \right\}$ ; y Sanio le siguió para diferenciar las «celdillas libriformes enteras»  $\{1\}$  de las «tabicadas»  $\left\{ \frac{1}{m} \right\}$ .) La modificación más importante que ofrecen las paredes de los vasos y traqueidas que se encuentran en el tallo secundario de las especies leñosas de nuestro clima, y que conviene distinguir, es el espesamiento espiral, que se representará de esta manera:  $\frac{V}{sp}, \frac{T}{sp}$ . La escultura areolar, por ser de ley general su existencia, no se indicará de un modo particular, suponiéndose presente en todos los casos que al contrario no se diga. Así, por ejemplo,  $V$  y  $T$  representan vasos y traqueidas areolares; y  $\frac{V}{sp}, \frac{T}{sp}$  vasos y traqueidas espiral-areolares.

Los vasos con las paredes rayadas escaleriformes, como en el *Vitis vinifera*, se expresarán,  $\frac{V}{r}$ .

3.<sup>o</sup> Las celdillas fibrosas tabicadas se distinguirán de las enteras escribiendo su símbolo en forma de quebrado:  $\frac{CF}{t}$ .

4.<sup>o</sup> Cuando la perforación de los vasos sea oval, más



ó menos completa, nada se indicará en su símbolo; pero si es escaleriforme se le antepondrá un asterisco. \*V indica un vaso areolar con perforación escaleriforme;  $\frac{*V}{sp}$  un vaso espiral-areolar, con perforación escaleriforme, según se encuentran en el *Ilex Aquifolium*.

5.<sup>a</sup> Muchas veces ocurre que los elementos histológicos, sobre todo si pertenecen á un mismo sistema, pasan de unos á otros por tránsitos insensibles, y entonces se presentan multitud de formas intermedias, más ó menos alejadas de las formas típicas. Para expresar ese fenómeno pueden escribirse los símbolos de los dos elementos extremos y bien caracterizados, reuniéndolos por medio del signo = . Así, por ejemplo, para indicar, en el *Prunus lusitanica*, que las fibras del tejido fundamental se convierten insensiblemente en traqueidas en la zona de otoño y alrededor de los vasos, se escribirá F=T; lo que supone que además de las fibras y traqueidas se encuentran todas las formas intermedias entre las dos.

Cuando los elementos extremos tienen notable desarrollo y entran casi por igual en la constitución de los compartimientos, á las formas intermedias se las puede llamar «formas de tránsito»; pero si sólo figurá como esencial uno de los dos elementos extremos, siendo el otro secundario y dominado, entonces recibirán el nombre de «formas degeneradas». En el primer caso los símbolos de los dos elementos se escribirán con letra grande, y en el segundo, con letra grande el elemento esencial más desarrollado, y con letra pequeña el accesorio. Ejemplos: en el *Fagus sylvatica* los vasos de la zona de primavera son de perforación oval, y en la zona de otoño de perforación escaleriforme, pasándose de unos á otros gradualmente, lo que se expresará por { V = \*V }; en el *Prunus spinosa* las fibras de la



masa fundamental pasan á traqueidas espirales en la zona de otoño y alrededor de los vasos, siendo ambos elementos de constitución esencial, lo que puede indicarse por  $\left\{ F = \frac{V}{sp} \right\}$ ; los vasos del *Carpinus betulus*, al llegar al borde de otoño, junto á la línea divisoria, degeneran en traqueidas, y su expresión será:  $\left\{ \frac{V}{sp} = T \right\}$ . Si la forma degenerada no es de presencia constante, sino accidental, puede ponerse un acento al símbolo que la represente:  $\left\{ V = T' \right\}$ .

En todas las especies que hasta ahora me son conocidas, las traqueidas de degeneración vascular conservan en sus paredes el hilo espiral de los vasos de que provienen, y, por lo tanto, en obsequio á la brevedad, en vez de escribir  $\left\{ \frac{V}{sp} = \frac{T}{sp} \right\}$  sólo se escribirá  $\left\{ \frac{V}{sp} = T \right\}$ , sobrentendiéndose que la traqueida presenta espesamiento espiral en sus paredes.

### B) *Agrupación de los elementos.*

Con las cinco reglas anteriores se puede representar de un modo bastante exacto la composición histológica en cuanto se refiera al número y modificaciones de los elementos, pues basta para ello escribir unos á continuación de otros sus símbolos, y se tendrá la fórmula que puede llamarse elemental ó empírica, que nada indica respecto al modo como los elementos constituyentes puedan estar agrupados, á su cantidad relativa, y á las diversas regiones del anillo en que se encuentran; y bajo una misma fórmula se comprenderán especies tan diferentes como el *Quercus Ilex* y el *Acer platanoides*, por ejemplo, sobre todo si sólo se tiene en cuenta la naturaleza de los elementos, prescindiendo



do de las modificaciones de sus paredes, según hace el Dr. Sanio. Indudable es que las fórmulas xilográficas pueden indicar algo más, y ser la verdadera expresión constitutiva de las maderas, así como las químicas representan el agrupamiento de los diversos átomos que componen los cuerpos; pero para ello es preciso conocer la constitución individual de gran número de especies, para poder deducir las leyes generales que rigen la agrupación de los tejidos y expresarlas simbólicamente, imitando la marcha que Grisebach, Sachs y Van Tieghem han seguido para establecer las fórmulas florales. Sin tener la pretensión de haber resuelto por completo el problema, ni mucho menos, creo, no obstante, que siguiendo las reglas que á continuación se expresan, podrá darse una idea de cómo se agrupan los elementos histológicos para formar los anillos anuales.

6.<sup>a</sup> Si los elementos se encuentran aislados en medio de un tejido de naturaleza diferente de la suya, es decir, si pertenecen á la categoría de «idioblastos», según la expresión bajo la cual Sachs los distingue, para representarlos bastará escribir su signo. Si forman tejido, esto es, si se reúnen varios elementos semejantes desarrollados bajo una ley común, entonces se escribirá su símbolo encerrado dentro de un paréntesis. V,  $\frac{V}{sp}$ , T y P, significan vasos, traqueidas y parenquima aislados, mientras que  $\left(\frac{V}{sp}\right)$ , (F) y (F=T), representan un tejido formado por vasos espiral-areolares (*Rhamnus cathartica*), por fibras leñosas (*Fagus sylvatica*) y por fibras y traqueidas, con tránsitos insensibles de unas á otras (*Amygdalus communis*).

7.<sup>a</sup> Los grupos vasculares compuestos de pocos elementos en serie radial, que no llegan á constituir ver-



dadero tejido, se indicarán poniendo este signo  $\frown$  encima de su símbolo. Por ejemplo:  $^*\widehat{V}$  y  $\frac{^*\widehat{V}}{sp}$  representan las cadenas vasculares de los compartimientos de la madera del *Betula verrucosa* y del *Carpinus betulus*.

8.<sup>a</sup> La masa fundamental, formada por un tejido homogéneo ó no, en medio del cual están esparcidas uniformemente algunas celdillas de parenquima leñoso, se indicará de esta manera  $\left\{ \left( \frac{T}{sp} \right) P \right\}$ ; representando  $\left( \frac{T}{sp} \right)$  el tejido fundamental, que en este caso particular está formado por traqueidas espirales.  $\left\{ \left( CF \frac{CF}{t} = F' = T \right) P \right\}$  representa la masa fundamental del *Ribes nigrum*, compuesta de una mezcla de celdillas fibrosas enteras y tabicadas, de traqueidas y fibras leñosas de forma transitoria, entre las cuales se hallan esparcidas y aisladas algunas celdillas de parenquima leñoso.

9.<sup>a</sup> Las diferentes masas de tejidos que formen una parte autónoma del anillo, sin que ninguna de ellas sea vascular, se reunirán por medio del signo  $+$ .

10.<sup>a</sup> Los tejidos ó reunión de elementos que guarden entre sí conexión y formen una parte esencial del anillo ó de las zonas, se unirán por medio de una línea horizontal colocada sobre sus símbolos. Ejemplo: la masa fundamental del *Ficus Carica* está compuesta de bandas concéntricas de dos tejidos, formado el uno por celdillas fibrosas, y por parenquima leñoso el otro. Según las reglas 6.<sup>a</sup> y 9.<sup>a</sup>, deberá expresarse por  $\{(CF) + (P)\}$ ; mas para significar que forman los dos tejidos un todo esencial del anillo, cual es la masa fundamental, se escribirá de esta manera:  $\overline{\{(CF) + (P)\}}$ .

11.<sup>a</sup> Para indicar la forma paratraqueal se escribirá primero el símbolo del elemento vascular, y luego, interponiendo un punto, el del elemento paratraqueal,



valiéndose de letras grandes ó pequeñas, y encerrándolas ó no dentro de un paréntesis, según su importancia, y para indicar si forman tejido. Ejemplos: { V.P } representa que alrededor de los vasos sólo existen unas cuantas celdillas de parenquima paratraqueal, como sucede en la *Punica Granatum*; { V.(P) }, tejido paratraqueal de parenquima leñoso muy desarrollado, como en la zona de primavera del *Morus alba*;  $\left\{ \frac{V}{sp} \cdot \left( \frac{T}{sp} \right) \right\}$ , vasos espiral-areolares con envoltura paratraqueal de traqueidas espirales formando tejido, como sucede en el *Ligustrum vulgare*;  $\left\{ \left( V \frac{V}{sp} = T \right) \cdot (CI) \right\}$  grupos vasculares compuestos de vasos areolares mezclados con otros espiral-areolares que degeneran en traqueidas, envueltos por una masa de tejido formado por celdillas intermedias.

12.<sup>a</sup> Los compartimientos, en las Dicotiledóneas, se componen siempre de dos elementos, cuales son, la masa fundamental y los grupos vasculares, según más adelante se verá; y para indicar su reunión se escribirá primero el símbolo de la masa fundamental y á continuación el del grupo vascular, interponiendo entre los dos el signo  $\times$ , y el todo se encerrará entre dos corchetes, según se representa en los siguientes ejemplos:

*Lonicera arborea*:  $\left\{ \left( \frac{T}{sp} \right) P \times \frac{V}{sp} \right\}$ . Masa fundamental formada por traqueidas espiral-areolares, y entre ellas celdillas aisladas de parenquina; vasos espiral-areolares, aislados y esparcidos por la masa fundamental.

*Fagus sylvatica*:  $\left\{ (F) P \times V = *V \right\}$ . Masa fundamental formada por tejido fibroso y celdillas de parenquima; vasos aislados, de perforación completa y escaleriforme, esparcidos por la masa fundamental.



*Ficus Carica*:  $\{ \overline{(CF)} + (P) \times V. (P) \}$ . Masa fundamental formada por bandas alternantes de tejido fibroso y de parenquima, en la cual están implantados los grupos vasculares, reducidos á uno ó dos vasos rodeados por abundante envoltura de tejido parenquimatoso paratraqueal.

13.<sup>a</sup> Cuando los grupos vasculares elementales en vez de estar implantados aisladamente en la masa fundamental, se reúnen unos con otros formando grupos vasculares de segundo orden, se señalarán colocando sobre su símbolo una línea horizontal (1). Así, por ejemplo, la fórmula completa de la composición de los compartimientos de la madera del *Quercus pedunculata* será:  $\{ (F) P \times \overline{V. (TP)} \}$ ; y la de la zona de primavera del *Celtis australis*, teniendo en cuenta el papel dominado que en ella tiene la masa fundamental, puesto que se halla reducida á pequeños grupos de tejido fibroso, podrá representarse de esta manera:  $\{ (F) \times \overline{V. (P)} \}$ .

14.<sup>a</sup> En las maderas heterogéneas, cuya composición es diferente en las diversas regiones del anillo, se escribirá por separado la fórmula correspondiente á cada región, empezando por la más interior, ó sea la de primavera. Por ejemplo: la fórmula general de la composición de los anillos de la *Robinia Pseudo-Acacia* será: zona de primavera  $\{ \overline{V. (Pci)} \}$ ; zona media  $\{ (F) \times V. (P) \}$ ; zona de otoño  $\left\{ (F) \times \left( \frac{V}{sp} = T \right). (P) \right\}$ , cuya traducción es la siguiente: zona de primavera formada por la reunión de grupos vasculares elementales

(1) El mismo signo se emplea en la Regla 10.<sup>a</sup> para reunir dos tejidos que forman una parte esencial del anillo, de modo que, en realidad, viene á indicar aquí la misma idea puesto que señala la unión de los grupos vasculares elementales. Por otra parte, no puede producir confusión alguna el empleo del mismo signo en los



constituídos cada uno de ellos por un vaso areolar rodeado de abundante tejido paratraqueal compuesto de parenquima, y celdillas intermedias como elemento dominado; región media formada por tejido fibroso fundamental, en el que se hallan implantados los vasos aislados y envueltos por tejido parenquimatoso; y zona de otoño con igual tejido fundamental, pero con los grupos vasculares compuestos de vasos con espiral y traqueidas degeneradas, formando tejido, y envueltos por una capa de parenquima paratraqueal.

15.<sup>a</sup> Los radios medulares se representarán escribiendo en forma de quebrado, en el numerador la letra R, y en el denominador el número de celdillas de anchura; y á su lado, y entre un paréntesis, los límites entre los cuales oscila la longitud, expresada también en celdillas. Así, por ejemplo, los radios de la *Castanea vulgaris* se expresarán por  $\frac{R}{1} (8-12)$ , que quiere decir que son uniseriados, y de 8 á 12 hiladas de altura; y los *Fraxinus excelsior*, por  $\frac{R}{3-4} (8-12)$  para indicar que tienen la misma altura, pero que en su ancho se cuentan de 3 á 4 celdillas. Cuando el ancho es superior á 10 celdillas, y la longitud á 50 ó 60, se considerarán de número indefinido, como sucede, por ejemplo, en los radios mayores de la *Tilia parvifolia*, del *Vitis vinifera* y del *Platanus occidentalis*, cuyas fórmulas radiales serán respectivamente  $\frac{R}{3-4} (\infty)$ ,  $\frac{R}{8-10} (\infty)$  y  $\frac{R}{\infty} (\infty)$ .

En algunas especies todos los radios son iguales, pero otras muchas se encuentran de dos ó tres clases

---

dos casos, así como tampoco cuando se use sobre el simbolo de los radios medulares, según se verá en la Regla 15.<sup>a</sup> En todos los casos indica *preponderancia*, y claro está que la preponderancia tendrá lugar de distinto modo en los tejidos de la masa fundamental, en los grupos vasculares y en los radios.



diferentes, por su anchura y longitud; en este caso se escribirán las fórmulas correspondientes á cada uno de ellos, empezando por la que represente los radios más abundantes, pudiendo emplearse el signo = en un sentido análogo al que se ha dicho en la Regla 5.<sup>a</sup> Si se quisiera expresar que entre dos formas de radios no existe tránsito alguno, puede hacerse separándolas por una línea vertical, como en el *Amygdalus communis*, por ejemplo:  $\left\{ \frac{R}{8-10} (\infty) \mid \frac{R}{1} (3-4) \right\}$ , y en el *Quercus pedunculata*,  $\left\{ \frac{R}{1} (5-20) \mid \frac{R}{\infty} (\infty \infty) \right\}$ .

Podrá también hacerse uso de letras grandes y pequeñas (R, r), así como del acento, en el sentido que queda significado en las Reglas 1.<sup>a</sup> y 5.<sup>a</sup> Cuando una forma radial predomina entre otra que también es abundante, como sucede con los radios biseriados del *Sorbus aucuparia*, se señalará con un trazo horizontal encima de su símbolo, de esta manera:

$$\left\{ \frac{\bar{R}}{2} (10-20); \frac{R}{1} (3-10) \right\}.$$

Los radios terminados por una ó dos celdillas derechas ó isodiamétricas, siendo las demás procumbentes, se señalarán por medio de un asterisco \*, según sucede en los mayores del *Celtis australis*, cuya fórmula es:  $\frac{*R}{8-10} (20-30)$ ; si todas las celdillas son derechas se pondrán dos \*\*, como en los radios del *Adenocarpus decorticans*,  $\frac{**R}{5-7} (\infty)$ ; ó en los uniseriados de la *Lonicera arborea*,  $\frac{**R}{1} (3-10)$ . En algunas especies los radios son uniseriados y de celdillas derechas en las extremidades, y pluriceriados y de celdillas precumbentes en el centro. Esta particularidad se distinguirá poniendo un \* á



cada lado de la R. Ejemplos: *Rhododendron baeticum*;  $\frac{*R*}{4.5}$  (15-20); *Myrtus communis*:  $\frac{*R*}{1}$  (10-15).

En las Coníferas, se expresarán de esta manera los radios heterogéneos compuestos de parenquima y traqueidas:  $\frac{R^{(p+t)}}{1}$ ; y de esta otra los que presentan en su centro un canal resinífero  $\frac{R}{cr}$ , fórmula que en realidad debería ser  $\frac{R^{(p+t)}}{cr}$ , pues todas las especies que hasta el presente he estudiado que tienen canales resiníferos radiales, los radios son en ellas heterogéneos y, por lo tanto, en obsequio á la brevedad, pueden escribirse simplemente como se ha dicho.

En el empleo que á continuación se hará de las reglas de notación que se acaban de exponer, podrá apreciarse hasta qué punto sirven para representar por medio de fórmulas la composición histotómica de los compartimientos, y las ventajas que en ello se encuentran; y á la vez se pondrán de manifiesto sus deficiencias.

## §§— COMPOSICIÓN DE LOS COMPARTIMIENTOS.

### A) Masa fundamental.

En las formaciones interiores del *cambium* se deben, desde el principio, distinguir dos elementos histotómicos diferentes, cuales son los radios medulares y los compartimientos (*compartiments, strands*), los cuales existen siempre en las especies leñosas que han de ser objeto del presente estudio; pues, hasta ahora, la falta de radios sólo se ha señalado en muy pocas especies, y entre ellas en algunas Crasuláceas, en el *Rumex Lunaria*, en la *Campanula Vidalii*, etc., etc. Para formar estos dos elementos histotómicos, bastan dos de los seis elementos



histológicos que se han descrito en el capítulo primero: el parenquima leñoso para los radios, y las traqueidas para los compartimientos; caso realizado en el *Taxus baccata*, que es la madera más elemental de nuestros climas; y entre las Dicotiledóneas ese mismo grado de sencillez se ha señalado en el *Drimys Winteri*, la *Tasmannia aromática* y el *Trochodendron aralioides*, Magnoliáceas poco conocidas aun de las floras de Australia y América del Sur.

Los compartimientos del *Taxus* están constituidos por una masa homogénea de tejido formado exclusivamente de traqueidas con espesamiento espiral-areolar en sus paredes, las cuales no ofrecen otra distinción en todo el espesor de los anillos que el aplastamiento radial sufrido en el borde de otoño. Su disposición genésica primitiva no está alterada, y, por lo tanto, se presentan en series radiales continuas á lo largo de los compartimientos y á través de varios anillos consecutivos, debida cada una de dichas series á las divisiones sucesivas de una misma celdilla inicial de la zona generatriz (1). Sus radios medulares ofrecen tambien el mayor grado de simplicidad posible, pues están formados por varias hiladas de celdillas procumbentes colo-

---

(1) Schacht, en su libro *El Árbol* (segunda edición, pág. 191 y 357), dice que entre las traqueidas del *Taxus* se encuentran algunas celdillas de parenquima leñoso, mas Hartig y Sanio niegan su existencia. Yo tampoco he podido verlas nunca; y así lo hice constar en mi *Estudio de la madera de las Coníferas españolas*, sin tener entonces conocimiento de las observaciones de Hartig y Sanio.

El Dr. Hartig, en un estudio publicado en la revista *Bot. Zeit.*, año 1863, pág. 294, describió en la madera del *Taxus* dos clases de «celdillas leñosas» (= traqueidas) ambas con hilo espiral, pero que se diferenciaban en que unas tenían poros areolares y otras sencillos; mas Sanio refutó en seguida tal modo de ver, que no está en armonía con las leyes de espesamiento de las paredes de los elementos histológicos, puesto que el espesamiento espiral no va nunca unido á poros sencillos. Mis observaciones concuerdan con las del Dr. Sanio, como puede verse en el *Estudio* antes citado, y escrito con entera independencia, pues no me eran conocidas las ideas de Hartig ni de Sanio sobre el particular.



cadadas una sobre otra, en número de 2 á 5, por lo común, pues se ven algunos hasta de 25. Esta especie realiza el tipo más sencillo de cuantas maderas son al presente conocidas — en unión de las Magnoliáceas antes citadas; — y según las reglas 1.<sup>a</sup>, 2.<sup>a</sup>, 6.<sup>a</sup> y 15.<sup>a</sup> de notación, que quedan expuestas, los compartimientos pueden expresarse por esta fórmula:  $\left(\frac{T}{sp}\right)$ ; y los radios por esta otra:  $\frac{R}{1} (2-5)$ ; de modo que simbólicamente se escribirá la composición de su madera en esta forma:

$$Taxus baccata: \left\{ \left(\frac{T}{sp}\right); \frac{R}{1} (2-5) \right\}$$

A partir de la madera del *Taxus* una serie de complicaciones van presentándose en la composición de los compartimientos y de los radios medulares. Sin salir de las Coníferas, en el género *Juniperus* el tejido fundamental pierde ya su pureza, y entre las traqueidas se encuentran diseminadas varias celdillas de parenquima leñoso, las cuales una vez perdidas las propiedades vitales se llenan de sustancias resinosas y aceites esenciales, que son los que comunican el olor aromático á su madera; y lo mismo sucede en las especies de los géneros *Cupressus*, *Cedrus*, etc. Las celdillas de parenquima leñoso, entre las traqueidas, se encuentran también en las especies españolas del género *Abies*, si bien son muy escasas y no ocupan sitio determinado del anillo anual en el *A. Pinsapo*, al contrario de lo que sucede en el *A. Pectinata*, que las presenta con más abundancia y de un modo constante y preferente en el borde exterior de los crecimientos. Los radios medulares, lo mismo en las especies del género *Juniperus*, que en las españolas del género *Abies*, continúan siendo del mismo



tipo que los del *Taxus baccata*, esto es, uniformes, homogéneos, uniseriados y compuestos exclusivamente de celdillas procumbentes; y, por lo tanto, según las reglas de notación, 1.<sup>a</sup>, 6.<sup>a</sup> y 15.<sup>a</sup>, los anillos leñosos de las especies españolas de estos dos géneros tendrán por símbolo, dejando indeterminada la altura de los radios:

$$\left. \begin{array}{l} \textit{Juniperus spec. . . . .} \\ \textit{Abies Pinsapo et pectinata.} \end{array} \right\} : \left\{ (T) P; \left\{ \frac{R}{I} (X) \right\} \right\}$$

fórmula que comprende igualmente á las especies de los géneros *Taxodium*, *Araucaria*, *Wellingtonia*, *Cupressus* y *Cedrus*.

Las celdillas de parenquima, que en los compartimientos de los *Juniperus* están esparcidas aisladamente entre las traqueidas, puede suponerse que se agrupan formando cordones longitudinales de tejido celular, cuyas celdillas centrales se separan luego más ó menos completamente, dando lugar á la producción de un espacio intercelular longitudinal, el que, juntamente con las celdillas que le envuelven, recibe el nombre de «canal resinífero». Este nuevo elemento histotómico se encuentra en los compartimientos de los géneros *Pinus*, *Picea* y *Larix* (1) — y también en el centro de algunos radios medulares — siendo en los dos primeros la única formación celular que en ellos existe; mas no así en los del *Larix europaea*, que además tienen celdillas de parenquima esparcidas entre las traqueidas, sobre todo en el borde exterior de los anillos. Estos canales resiníferos son en su origen cordones de tejido celular formados directamente por las celdillas madres del

---

(1) Algunas especies del género *Abies* tienen también canales resiníferos, pero no ninguna de las dos españolas; tales como la *Weberi*, *Douglasii*, *balsamea*, etc. También los tienen las especies del género *Pseudotsuga*.



*cambium*, y deben considerarse, por lo tanto, como protogénitos, pues su desarrollo ulterior se reduce á la producción del espacio intercelular longitudinal, que por lo irregular y borroso es difícil en muchos casos comprobar su existencia, y aun da lugar á que se sospeche de ella. En su estructura hay que distinguir dos tejidos: el central, formado por celdillas globuloso-irregulares que constituyen el verdadero tejido secretor, y el envolvente, compuesto de celdillas de parenquima leñoso, las cuales tienen en depósito las sustancias que se han de transformar en resina y aceites esenciales. Cuando existe un espacio intercelular y longitudinal claramente discernible, debe considerarse de origen *schizogenésico*, puesto que se origina por la separación de las celdillas globulosas que forman el cordón central. Por lo regular los canales resiníferos no son muy abundantes, de modo que no se encuentran en todos los compartimientos, ni tampoco en todas las regiones del anillo; pero en las fórmulas no habría ventaja alguna en escribir por separado la composición de los compartimientos con y sin canales, y así, para expresarla en conjunto, bastará señalar la masa fundamental constituida por tejido uniforme traqueidal, y luego escribir el símbolo de los canales resiníferos precedido del signo X, para expresar que están implantados en ella á manera de los vasos en las Dicotiledóneas. (Regla 12.<sup>a</sup>) En realidad los canales resiníferos deberían representarse por (P), puesto que no son otra cosa que un tejido de parenquima; pero como dicho tejido tiene caracteres especiales y determinados, con objeto de hacer más expresiva la fórmula convendrá mejor escribir (C R). Según esto, la composición general de los compartimientos de las especies del género *Pinus* y de la *Picea excelsa*, podrá representarse de esta manera:

*Pinus spec.*; *Picea excelsa*: {(T) X (CR)}.



Comparando esta fórmula con la correspondiente á las especies del género *Juniperus*, se ve que son equivalentes si se admite la sustitución de P por (CR); es decir, que las hiladas verticales de parenquima leñoso se transforman en canales resiníferos. En el *Larix europaea*, además de los canales resiníferos existen también celdillas de parenquima leñoso, según antes ya he indicado; y su fórmula, tomando también por base la del género *Juniperus*, deberá ser la siguiente:

$$\textit{Larix europaea}: \{(T) P \times (CR)\};$$

la cual indica que no todos, y sí sólo algunas hiladas verticales de parenquima leñoso se han convertido en canales resiníferos.

\*  
\* \*

En las Dicotiledóneas y Gnetáceas aparecen los vasos como elemento necesario á la constitución de los compartimientos; pero, á diferencia de lo que sucede en las Coníferas, que las traqueidas que forman su elemento esencial pueden por sí solas constituirlos, ó á lo más con el auxilio de un elemento subordinado, los vasos no pueden por sí solos formar los compartimientos, y, por lo tanto, si bien son esenciales y necesarios, esencial debe considerarse también el tejido que siempre los acompaña, y que en la mayoría de los casos adquiere más desarrollo que ellos. Si en el *Larix europaea* suponemos que los canales resiníferos se transforman en vasos, ó mejor, si en una especie cualquiera de *Juniperus* sufren igual transformación gran número de hiladas de parenquima, pero no todas, tendremos una madera cuya composición será igual á la de los anillos del *Pirus communis*, *Myrtus communis* ó *Crataegus monogyna*, excepción hecha de los radios medulares, y que podremos expresar por esta fórmula:  $\{(T) P \times V\}$ ; y



admitiendo que esa ó parecida evolución se hubiese efectuado, se impone considerar como tejido fundamental aquel cuya existencia es anterior á la aparición de los vasos, y que por sí solo puede constituir, por entero, los compartimientos del tallo secundario de determinadas especies. Una masa fundamental, formada por elementos no vasculares, existe siempre en las maderas de nuestros climas; y entre las exóticas son muy pocas las que se citan, como, por ejemplo, la *Avicennia alba*, cuyos compartimientos estén casi exclusivamente compuestos de vasos.

Una distinción entre la masa fundamental y la vascular la estableció ya Hartig en la clasificación de los elementos histológicos, según queda dicho en el capítulo III; mas el criterio en que la funda no es el mismo que yo intento seguir. Para Hartig los grupos fundamental y vascular están caracterizados por los elementos histológicos, de manera que los compartimientos en cuya composición no entran las «fibras leñosas con poros cilíndricos» ni el parenquima leñoso, los considera formados exclusivamente por el grupo vascular, como sucede en los del *Philadelphus*, por ejemplo, cuya fórmula escribe:  $\left\{ R \frac{L}{sp} Z \right\}$ . La masa fundamental es,

para mí, *el tejido ó reunión de tejidos formados por cualquier elemento histológico, excepto los vasos, y en el cual se hallan éstos implanta los, ya sea solos ó bien en unión de elementos que de ellos directamente dependan*; y, adoptando ese criterio, en toda madera deberán distinguirse estos tres elementos histotómicos: masa fundamental, grupo vascular y radios medulares.

En la masa fundamental pueden entrar todos los elementos histológicos, excepto los vasos, sin que ninguno de ellos pueda considerarse como esencial; y en el grupo vascular pueden asimismo tener cabida todos



los elementos, pero de un modo subordinado á los vasos, los cuales representan el elemento esencial— aunque en realidad ni las fibras leñosas ni las celdillas fibrosas las he encontrado formando parte del grupo vascular en ninguna de las especies que hasta el presente he estudiado,—pues lo que determina que pertenezcan á una ú otra categoría no es su naturaleza, sino sus relaciones histotómicas. Así, por ejemplo, en los compartimientos del *Philadelphus* antes citado— del *Ph. coronarius*, que es la única especie de este género que me es conocida,—los vasos, aislados y regularmente distribuídos por todo el espesor del anillo, se hallan implantados en un tejido uniforme de traqueidas espirales, entre las cuales se ven algunas celdillas de parenquima leñoso; y ese tejido será el fundamental, puesto que forma un todo independiente de los elementos vasculares, cuya existencia por sí solo se puede concebir aunque los vasos desaparecieran. En el *Eucalyptus Globulus* los vasos, aislados también, se hallan implantados en una masa de tejido fibroso, que constituye la masa fundamental, y están rodeados por una capa de traqueidas que guarda con ellos íntima conexión, puesto que sólo existe á su alrededor, y, por lo tanto, pertenece al grupo vascular; de modo que las mismas traqueidas que formaban en el *Philadelphus* la masa fundamental, pertenecen en el *Eucalyptus* al grupo vascular; y aún hay más: en el mismo *Eucalyptus*, las fibras leñosas, al llegar á la zona de otoño, degeneran en traqueidas que nada tienen que ver con las perivasculares, y, por lo tanto, en un mismo compartimiento habrá traqueidas que formen parte de la masa fundamental, y otras del grupo vascular, sin que esto produzca confusión alguna, aunque á primera vista pudiera parecerlo, puesto que, según antes he dicho, la masa fundamental está caracterizada por sus relacio-



nes de *oposición* al grupo vascular, y en manera alguna por los elementos histológicos que la formen. Esa distinción de la masa fundamental y del grupo vascular como dos formaciones distintas, una vez comprendida en su verdadero sentido facilita mucho, á mi modo de ver, el estudio de los compartimientos leñosos, pues permite considerar separadamente cada una de ellas, y seguir su evolución de un modo independiente; y luego, reuniéndolas en determinado grado evolutivo, da idea de la composición histotómica de los compartimientos, aun en aquellas especies en las cuales presentan el mayor grado de complicación.

Con excepción de los vasos, todos los demás elementos histológicos pueden formar parte de la masa fundamental, ya sea en calidad de dominantes ó de dominados. En las Coníferas se acaba de ver que los compartimientos están constituidos por un tejido de traqueidas, que forma exclusivamente la masa fundamental en el *Taxus baccata*, *Picea excelsa* y especies del género *Pinus*, y aun los compartimientos por entero en el *Taxus*, especie en la cual se realiza el tipo más sencillo; apareciendo luego el parenquima leñoso, como elemento muy dominado y en celdillas sueltas y mezcladas con las traqueidas, en el *Larix europaea* y especies de los géneros *Juniperus*, *Cupressus*, *Cedrus*, etc. Estas celdillas aisladas de parenquima leñoso, mezcladas con los diversos tejidos que constituyen la masa fundamental, juegan un papel importante en las Dicotiledóneas y Gnetáceas, pues *casi siempre*, y con poquísimas excepciones, se encuentran entre los diferentes elementos que pueden formar el tejido fundamental, y en distintos grados de desarrollo, desde la forma dominada y rudimentaria de escasas celdillas aisladas y esparcidas, hasta la de masas importantes de verdadero tejido. En el primer caso, esto es, en la forma dominada de celdi-



llas aisladas, se indicará su existencia en la masa fundamental según la regla 8.<sup>a</sup> de notación, expuesta anteriormente, de esta manera:  $\{ (M) P \}$ , representando M el elemento histológico que forme la masa fundamental.

El Dr. Sanio parece no está conforme con la existencia tan general de las celdillas aisladas de parenquima leñoso que acabo de indicar, sobre todo cuando es el tejido fibroso el que forma la masa fundamental, puesto que así claramente lo indica De Bary en el siguiente párrafo de su *Anatomía comparada*: «Según Sanio, dice, el parenquima se encuentra siempre esparcido entre las traqueidas de la madera de las Dicotiledóneas, con excepción de la *Casuarina*, en donde sólo aparece en disposición metatraqueal, y del *Rosmarinus officinalis*. Se halla ausente entre las fibras leñosas típicas, con excepción de la *Edwardsia grandiflora*, *Ulex europaeus*, *Celtis australis*, *Olea europaea*, y del *Hibiscus Rosa sinensis*, en donde forma bandas tangenciales entre las fibras. En el *Tamarix galica* se encuentra entre las celdillas fibrosas, «las cuales contienen almidón» (1). Respetando, cual se merece, la autoridad científica del Dr. Sanio, no puedo estar conforme en que las celdillas de parenquima no se encuentran entre las fibras leñosas típicas, excepto en los casos antes señalados, pues las he visto siempre claramente discernibles entre las fibras leñosas de las siguientes especies: *Juglans regia*, *Salix cinerea*, *Morus alba*, *Tilia platyphyllos*, *Zyziphus vulgaris*, *Eucalyptus Globulus*, *Fraxinus excelsior*, *Ulmus campestris* (2), *Fagus sylvatica*, *Platanus occidentalis*, *Amygdalus communis*, *Prunus spinosa*, *P. insititia*, *P. Cerasus*,

---

(1) Lug. cit., sec. 149. Respecto á si las fibras leñosas típicas entran en la composición de la madera del *Olea europaea*, véase lo dicho anteriormente al tratar de la composición elemental de esa especie en la pág. 103. En el *Celtis australis* el parenquima es paratraqueal.

(2) En realidad, en esta especie no puede decirse que el paren-



*P. acium*, *P. Laurocerasus*, *P. Armeniaca*, *Alnus glutinosa*, *Betula verrucosa*, *Carpinus betulus*, *Corylus Avellana*, *Castanea vesca*, *Rhamnus cathartica*, *Rh. lycioides*, *Rh. Frangula*, *Rhus typhinum*, *Rh. Cotinus*, *Quercus Ilex*, *Q. sessiliflora*, *Q. pedunculata*, *Q. Toza*, *Q. Jordanae*, *Kentrophyllum arborescens*, etc. En algunas Leguminosas de la tribu de las Genísteas es raro el parenquima entre el tejido fibroso, estando sustituido, más ó menos completamente, por las celdillas intermedias; y aun puede faltar casi del todo, según he observado sucedía en la *Genista linifolia* y *florida*, *Adenocarpus hispanicus* y *decorticans*, *Cytisus Laburnum*, etc.; é igual parece suceder en el *Cercis Siliquastrum* y en la *Robinia Pseudo-Acacia*, si bien en ambas especies es abundante en la forma paratraqueal. En el *Populus alba*, *canescens* y *tremula*, así como en el *Aesculus Hippocastanum*, también es sumamente raro, ó nulo, el parenquima entre las fibras, excepción hecha de una hilada continua que se encuentra en el borde exterior de los anillos, junto á la línea divisoria. En aquellas especies cuya masa fundamental está formada por celdillas fibrosas, he encontrado siempre entre ellas al parenquima leñoso.

En las especies de nuestro clima el tejido fundamental no está nunca exclusivamente formado por celdillas de parenquima ó intermedias, aunque á veces entran en su composición en gran cantidad, como sucede, por ejemplo, en el *Ficus Carica*; entre las exóticas están en ese caso, el *Bombax Ceiba*, la *Carica Papaya* y alguna otra. En el *Bombax Ceiba*, representante americano del Boabab del África, los compartimientos se componen de una masa de tejido compuesto de parenquima y celdillas intermedias, en la cual se encuentran espar-

---

quima se encuentre entre el tejido fibroso fundamental, pues solamente se le ve en la unión de éste con los grupos vasculares, y en pequeña cantidad.



cidos pequeños grupos vasculares y de fibras leñosas, con la particularidad de que los vasos son más abundantes en la mitad exterior que en la interior de los anillos. Excepto en esos casos raros, y sobre todo en las especies españolas que he tenido ocasión de estudiar, la masa fundamental se encuentra siempre constituida esencialmente por traqueidas, fibras leñosas y celdillas fibrosas enteras ó divididas, ó bien por bandas alternantes de celdillas fibrosas y de parenquima. Uno cualquiera de estos elementos, asociado ó no á las celdillas de parenquima, de la manera que se ha dicho, basta para constituir la masa fundamental, que en este caso será *uniforme* ú *homogénea*, á diferencia de cuando en su composición entran dos ó más tejidos, que deberá considerársela como *heterogénea*. En el *Taxus baccata* se realiza el tipo de la homogeneidad más perfecta, y también en las diferentes especies de *Juniperus*, así como en todas las demás Coníferas, puesto que la presencia de celdillas de parenquima, que en la mayoría de las especies se encuentran, no debe considerarse que la alteran. Igualmente conviene tomar como homogéneas las masas de tejido traqueidal formadas por traqueidas con espesamiento espiral-areolar, entre las cuales aparezcan algunas sin espiral y viceversa, siempre que en uno y otro caso no exista entre ellas límite bien marcado, ni ocupen de un modo autónomo y por separado determinadas regiones del anillo; puesto que de otra manera sería complicar la cuestión sin resultado práctico, atendido á que del espesamiento areolar se pasa comúnmente al espiral-areolar por gradaciones insensibles. Igual criterio, y por idénticas razones, debe adoptarse con el tejido de celdillas fibrosas, enteras y tabicadas, considerando la fórmula  $\left\{ \left( CF \frac{CF}{t} \right) P \right\}$  que corresponde á la masa fundamental de las especies *Vitis vinifera* y



*Hedera Helix*, como representando un tejido homogéneo.

Aunque sea adelantar ideas, alterando algo el riguroso orden de exposición, me parece será conveniente desde luego, para precisar mejor el sentido que doy á la expresión de «masa fundamental uniforme ú homogénea», decir que no es equivalente á la de «compartimientos uniformes ú homogéneos». Un compartimiento es uniforme cuando en todas sus partes presenta idéntica composición el tejido fundamental, y son los mismos los grupos vasculares, así como también las relaciones que entre ambos existen; sobreentendiéndose siempre aquellas modificaciones inherentes á las distintas zonas de crecimiento. Así, por ejemplo, en el *Cytisus Laburnum*, *Adenocarpus hispanicus*, *Genista florida* y otras Genísteas, los compartimientos son heterogéneos puesto que la composición de la zona de primavera, formada por vasos grandes y pequeños mezclados con celdillas intermedias y parenquima, no es la misma que la del resto del anillo, en donde alternan grupos de tejido vascular y de tejido fibroso, constituyendo estos últimos la masa fundamental, aunque su desarrollo é importancia no sea mayor, en muchos casos, que el de los grupos vasculares, la cual masa es perfectamente uniforme y homogénea, sea cualquiera la región del anillo en que se estudie. Para convenirse de que ese modo de considerar la homogeneidad de la masa fundamental es lógico, á pesar de que no forma un todo continuo desde el borde de primavera al de otoño, basta figurarse, en las especies indicadas, que los grupos vasculares vayan disminuyendo progresivamente á la vez que aumenta el tejido fibroso, hasta que cada grupo quede reducido á dos ó tres vasos solamente, y entonces el tejido fundamental será continuo en todo el espesor de los anillos; y esa supo-



sición, que no implica nada que haga variar en su esencia, ni el tejido fundamental, ni los grupos vasculares, se encuentra realizada cuando por alguna causa anormal los vasos no toman todo el desarrollo ordinario.

Otra ventaja de considerar los grupos vasculares y la masa fundamental de un modo independiente en cuanto á su modo de ser y desarrollo, se ofrece al querer interpretar la composición de los anillos leñosos de aquellas especies que, como el *Ulmus campestris*, *Robinia Pseudo-Acacia*, *Cercis Siliquastrum*, *Celtis australis*, *Fraxinus excelsior*, *Morus alba*, *Cytisus Laburnum*, *Genista florida*, *Adenocarpus hispanicus*, e. c., presentan en la zona de primavera una banda vascular bien caracterizada y distinta de las demás regiones de los anillos anuales. En el *F. excelsior*, *C. australis* y *M. alba* esa banda está formada de un tejido de parenquima, en el cual están implantados los vasos, que son mayores y tienen á veces distintas esculturas (*Celtis*, *Morus*) que los de las otras regiones del anillo; en las demás especies citadas la composición de esa banda vascular es más complicada, pero en lo esencial se reduce á lo mismo: un tejido conexivo diferente del fundamental, en el que están implantados vasos de diámetro mayor que los de las demás regiones. Ese tejido conexivo parece á primera vista que forma parte de la masa fundamental, en cuyo caso debería ésta considerarse como de composición heterogénea; mas un examen detenido, teniendo en cuenta el principio de independencia de los dos elementos histotómicos constituyentes de los compartimientos, según antes se ha expuesto, hace ver que el tejido conexivo en cuestión puede interpretarse mejor como perteneciente al grupo vascular. Cuando se describa, más adelante, la composición y desarrollo de los grupos vasculares, se comprenderá perfectamente como de su



reunión puede originarse la banda vascular del borde interno de los anillos, pues basta para ello suponer, en el *Celtis australis*, por ejemplo, que los grupos vasculares de primavera, primitivamente separados, y compuestos cada uno de un vaso y una envoltura de parenquima, se aproximan unos á otros, uniéndose el tejido de sus envolturas en una banda común. Y que esa interpretación puede pasar como cierta lo afirma el hecho de que á veces, por encontrarse en algunos puntos muy separados los grupos vasculares, el tejido fundamental penetra entre ellos y llega hasta la línea divisoria, rompiendo la continuidad de la banda vascular; y en estos casos el tejido fundamental, en la zona de primavera, es completamente igual al del resto del anillo. Algunas especies de la tribu de las Genísteas ofrecen también un buen ejemplo en favor de que debe considerarse como de formación vascular el tejido conexivo de la zona de primavera. En la *Genista florida*, *Adenocarpus hispanicus* y *Cytisus Laburnum*, las bandas vasculares, que en zic-zac cruzan radialmente el espesor de los anillos, son muy anchas en la región de primavera, y se extienden lateralmente unas hacia otras hasta reunirse en una faja continua; mientras que en la *Genista falcata*, *Sarothamnus eriocarpus*, *Spartium junceum* y *Ulex europaeus*, esas mismas bandas son más estrechas y no se ensanchan lateralmente, de modo que, lejos de formar un anillo continuo, quedan separadas, y entre ellas se encuentran grandes masas de tejido fibroso fundamental, las cuales llegan hasta la misma línea divisoria. La masa fundamental se considerará, pues, uniforme, siempre que esté formada por un solo elemento histológico mezclado ó no con celdillas de parenquima, y no experimente otras modificaciones que las normales inherentes á las diversas zonas de los anillos; ya forme un todo continuo á lo



largo de los compartimientos, ó bien esté separada en grandes islotes por los grupos vasculares; debiéndose tener siempre sumo cuidado en no confundirla con los tejidos paratraqueales, que por su reunión pueden también, á veces, formar masas continuas en determinadas regiones de los crecimientos.

En contraposición á la masa fundamental homogénea debe considerarse también la heterogénea, cuyo carácter consiste en no estar compuesta de un sólo tejido uniforme, en el sentido que antes se ha dado á esta expresión, sino de dos ó más reunidos; entendiéndose por tejido el agregado de elementos de una misma naturaleza, que en su desarrollo han obedecido á una ley común. Por ejemplo: los compartimientos del *Prunus spinosa*, que, á primera vista, y examinados solamente en su sección transversal, aparecen como uniformes, por poco que se lleve adelante su estudio, en las secciones longitudinales sobre todo, se ve que en el centro de los anillos los elementos que componen el tejido fundamental son fibras leñosas bien caracterizadas, las cuales desaparecen paulatinamente al llegar á la zona de otoño, y son sustituidas por traqueidas con espesamiento espiral-areolar en sus paredes. El paso de uno á otro de estos dos elementos se hace por medio de formas de tránsito y de un modo paulatino, lo cual no obsta para que los tejidos, considerados en el centro de los anillos el fibroso, y en la zona de otoño el traqueidal, sean completamente distintos y autónomos. En este caso (*P. spinosa*), la fórmula que exprese la composición de la masa fundamental será, teniendo en cuenta las reglas de notación 3.<sup>a</sup>, 6.<sup>a</sup> y 8.<sup>a</sup>:

$$\left\{ \left( F = \frac{T}{sp} \right) P \right\}.$$

En otras especies los dos tejidos están bruscamente limitados, como sucede en el *Ficus Carica*, cuya masa fundamental se compone de bandas alter-



nantes de fibras y parenquima leñoso; y entonces su composición se expresará, según las reglas 9.<sup>a</sup> y 10.<sup>a</sup>, de esta manera:  $\{(CF) + (P)\}$ .

Según queda ya dicho, la masa fundamental uniforme está formada comúnmente por dos elementos histológicos, de los cuales el dominante es variable entre las traqueidas, las fibras leñosas y las celdillas fibrosas enteras ó tabicadas, mientras que el dominado es siempre el parenquima, el cual se encuentra, según la expresión de Sachs, en estado de *idioblasto*, esto es, solo y aislado en medio de otros elementos que le son semejantes. En la masa fundamental heterogénea ese mismo parenquima leñoso forma tejido, y adquiere preponderancia en la constitución de los anillos; y siguiendo la misma marcha que hasta aquí para explicar la composición de los compartimientos, es natural buscar los lazos de unión entre las formas homogéneas y heterogéneas, pues creo sería posible que se hallase una serie gradual y continua que las uniera, á ser conocido el hadroma secundario de mayor número de especies, sobre todo de las que crecen en otros climas; pues aun siendo pocas las que hasta el presente he estudiado, me permiten ya establecer las siguientes conexiones generales, partiendo de la tendencia que se observa en el parenquima de la masa homogénea á abandonar el estado *idioblástico* en tres sentidos diferentes, que tienen sus correlativos en el tipo de la masa heterogénea.

La primera desviación del tipo normal que hay que considerar, consiste en que las celdillas de parenquima, en vez de estar uniformemente esparcidas por todo el espesor del anillo, se encuentran en mayor abundancia en sus bordes; la segunda, en la tendencia que muestran para formar hiladas concéntricas, y la tercera, en su reunión en una ó dos hiladas continuas junto á la línea divisoria. Estas desviaciones, cuando se en-



cuentran en el primer grado de su desarrollo, no debe considerarse que alteran esencialmente las condiciones de la masa fundamental, haciéndola perder su carácter de uniformidad, y, por lo tanto, las especies que las presentan continuarán formando parte del tipo de maderas de masa fundamental uniforme, pues en realidad no puede decirse que las celdillas de parenquima formen verdadero tejido. La primera y tercera constituyen el primer paso que conduce á las masas heterogéneas, cuyo carácter es presentar una banda ancha de tejido parenquimatoso en el borde de los anillos, y el cual se halla realizado en la *Switienia Mahagoni* y la *Cedrela odorata*, especies, en verdad, exóticas, sin que encuentre en las europeas que me son conocidas ninguna que las pueda sustituir; y esa es la razón por la cual figuran únicas en la 1.<sup>a</sup> subdivisión del tipo de masa heterogénea, según luego se verá. Para explicar la evolución en la *Switienia*, basta suponer que en el *Populus alba* la hilada de parenquima que se encuentra junto á la línea divisoria tome desarrollo y se convierta en una banda de tejido, que será de naturaleza otoñal como la hilada sencilla del *Populus*, pues así lo indican, sin ningún género de duda, los vasos que en ella se encuentran. En la *Cedrela odorata*, y probablemente también en la *Tectona grandis*, la banda de parenquima es de formación primaveral, y, por lo tanto, homóloga á la hilada del *Juglans regia* ó del *Zyziphus vulgaris*, en cuyas especies está situada junto á la línea divisoria y del lado interno de los anillos. También podría suponerse la derivación de este tipo de masa heterogénea, partiendo de la *Ceratonia Siliqua*, ú otra especie análoga, admitiendo que las celdillas que en mayor abundancia se encuentran en ambos bordes de los anillos, se condensasen y reunieran hasta el punto de formar una banda de tejido uniforme.



La segunda desviación del tipo de masa uniforme, que consiste en la tendencia que presentan las celdillas de parenquima á reunirse en hiladas tangenciales en todas las regiones del anillo, encuentra su homólogo en aquellas especies de masa fundamental heterogénea, caracterizadas por bandas alternantes de tejido parenquimatoso y fundamental. Las especies españolas del género *Quercus*, el *Juglans regia*, la *Tilia platyphylla*, y algunas especies del género *Diospyros*, presentan esa tendencia á formar hiladas en débiles proporciones, pues se reduce á la unión de unas cuantas celdillas en sentido tangencial, pero sin alterar el concepto uniforme de la masa; y tienen sus derivadas en el tipo de la masa heterogénea en el *Quercus Jordanae*, de las islas Filipinas, y sobre todo en el *Ficus Carica*, cuya madera es de carácter muy diferente de todas las demás europeas, cosa que nada tiene de particular si se atiende á que la especie *Carica* es una excepción en nuestros climas, pues la patria de los *Ficus* son los países tropicales cálidos, en donde vegetan por centenares de especies.

Otra forma que se separa algo del tipo común de la masa homogénea, sin que conozca su equivalente en el grupo de masa heterogénea, es el que presenta la especie *Evonimus europaeus*, en cuyos compartimientos, además de las celdillas de parenquima uniformemente esparcidas entre las traqueidas del tejido fundamental, se encuentran, en iguales condiciones que ellas, algunas celdillas fibrosas enteras y tabicadas (1), que sólo con un estudio detenido se pueden discernir con claridad.

---

(1) Según el Dr. Sanio, las traqueidas en el *Evonimus europaeus*, é igualmente en el *B. latifolius* y *verrucosus*, forman una capa autónoma en el borde exterior de los anillos, lo que parece indicar que las regiones restantes están formadas por celdillas fibrosas; mas en todos los ejemplares que he estudiado he visto siempre la composición que acabo de indicar.



Otro tipo de masa fundamental heterogénea, que tampoco encuentra su homólogo en las especies que la tienen homogénea, está caracterizado porque el tejido que forma la región central de los anillos se transforma paulatinamente en tejido traqueidal en la región de otoño y alrededor de los vasos, formando una envoltura paratraqueal, que debe considerarse dependiente más bien del tejido fundamental que de los grupos vasculares, pues todas sus relaciones morfológicas así lo indican y las excepciones lo confirman. Una de estas la presenta el *Eucalyptus Globulus* (1), en cuyos compartimientos se observa perfectamente el tránsito de las fibras leñosas á la forma traqueidal que ocupa toda la zona de otoño, mientras que en la envoltura paratraqueal de que están provistos todos los vasos, el tránsito gradual entre las fibras y las traqueidas no existe, presentándose estas últimas en forma de tejido perfectamente limitado y diferente del que constituye la zona de otoño. En el *Eucalyptus*, pues, el tejido traqueidal que se encuentra alrededor de los vasos debe considerarse como dependiente y formando parte del grupo vascular, á diferencia de lo que sucede en los *Prunus spec.*, en donde está íntimamente relacionado con el tejido fundamental, y debe mirarse como á una derivación suya.

Las especies que me son conocidas, pertenecientes á ese tipo de composición heterogénea que se acaba de describir, tienen el tejido de la región central de los anillos formado por fibras leñosas, celdillas fibrosas

---

(1) Aunque el objeto principal de mi estudio debe limitarse á las especies forestales españolas, es imposible prescindir de otras, ya sean de cultivo común en nuestro país ó ya completamente exóticas, puesto que en ellas se encuentra la explicación de algún hecho histotómico importante, y sirven para unir tipos que parecen desemejantes y sin relación alguna; y de ello se encuentran algunos ejemplos en esta Memoria.



enteras, ó bien mezcla de enteras y tabicadas, y las traqueidas en que degeneran pueden ó no presentar el espesamiento espiral en sus paredes; mas como el tránsito entre los dos tejidos se hace de un modo lento, resulta que deben existir las siguientes gradaciones, recordando lo que queda expuesto en el capítulo I, al clasificar los elementos histológicos. Cuando las fibras leñosas constituyen el tejido fundamental y las traqueidas simplemente areolares el borde de otoño (ejemplo: *Prunus lusitanica*), el tránsito se efectúa directamente:  $\{(F=T)\}$ ; mas si las traqueidas presentan hilo espiral (ejemplo: *Prunus spinosa*) hay que admitir, como forma puramente transitoria, las traqueidas simplemente areolares, y suponer que la transformación tiene lugar según esta serie:  $\left\{ \left( F=T'=\frac{T}{sp} \right) \right\}$ . En las especies del género *Ribes*, *rubrum* y *nigrum*, el tejido fundamental está formado por celdillas fibrosas enteras en el primero, y tabicadas en el segundo, y por lo tanto su transformación en traqueidas no puede verificarse sin pasar por la forma transitoria de la fibra leñosa:  $\{(CF=F'=T)\}$ ; y en el *Ligustrum vulgare* y *Syringa vulgaris* se han de admitir dos formas transitorias para relacionar las celdillas fibrosas de su tejido fundamental con las traqueidas espiral-areolares de la zona de otoño:  $\left\{ \left( CF=F'=T'=\frac{T}{sp} \right) \right\}$ .

Explicadas ya las modificaciones generales y más importantes que experimenta la masa fundamental, á continuación trato de exponerlas de un modo ordenado, á la vez que de agrupar, según ellas, las especies que he podido estudiar con algún detenimiento, indicando asimismo la naturaleza de los tejidos que las componen.



**A. Masa fundamental uniforme.**—Tejido homogéneo formado por un sólo elemento, con celdillas de parenquima leñoso, más ó menos abundantes, ó del todo ausentes.

1.º Sin celdillas de parenquima leñoso.

a) Tejido fundamental formado por traqueidas con espesamiento espiral-areolar.

$\left\{ \left( \frac{T}{sp} \right) \right\}$ : *Taxus baccata*.

b) Tejido fundamental formado por traqueidas sin espesamiento espiral,

$\{ (T) \}$ : *Picea excelsa*, *Pinus sylvestris*, *P. Laricio*, *P. montana*, *P. halepensis*, *P. Pinea*, *P. Pinaster*, *P. australis*, *P. Strobilus*.

2.º Celdillas de parenquima leñoso aisladas y esparcidas uniformemente.

a) Tejido fundamental formado por traqueidas espiral-areolares.

$\left\{ \left( \frac{T}{sp} \right) p \right\}$ : *Lonicera arborea*, *Ilex Aquifolium*, *Rosa canina*, *Philadelphus coronarius*.

b) Tejido fundamental formado por traqueidas con sólo poros areolares.

$\{ (T) p \}$ : *Abies Pinsapo*, *A. pectinata*, *Juniperus communis*, *J. sabina*, *J. Oxycedrus*, *Cupressus spec.*, *Taxodium spec.*, *Araucaria imbricata*, *Cedrus Libani*, *C. Deodara*, *Wellingtonia gigantea*, *Pirus communis*, *P. com. v. Mariana*, *Myrtus communis*, *Crataegus monogyna*, *Rhododendron baeticum*, *Viburnum Opulus* (1), *Buxus sempervirens*, *Sorbus aucuparia*, *Cistus laurifolius*, *Osyris lancolata*.

---

(1) En algunas traqueidas de otoño se nota un hilo espiral muy fino y poco perceptible.



c) Tejido fundamental formado por fibras leñosas (1).

{ (F) P } : *Salix cinerea*, *Platanus Occidentalis*, *Fagus sylvatica*, *Daphne laureola*, *Betula verrucosa*, *Alnus glutinosa*, *Corylus Avellana*, *Carpinus betulus*, *Rhus typhinum* (2), *Rh. Cotinus*, *Viscum laxum*, *Rhamnus cathartica*, *Rh. lycioides*, *Frangula vulgaris*, *Castanea vulgaris*, *Ulmus campestris*, *Morus alba*, *Celtis australis*, *Kentrophyllum arborescens*, *Genista florida* *G. linifolia*, *Adenocarpus hispanicus*, *A. decorticans*, *Cytisus laburnum*, *Cercis siliquastrum*.

d) Tejido fundamental formado por celdillas fibrosas enteras.

{ (CF) P } : *Erica arborea*, *Acer platanoides*, *A. pseudoplatanus*, *A. Negundo*, *Sambucus nigra*, *Berberis hispanica*, *B. vulgaris*, *Olea europaea* (3).

e) Tejido fundamental formado por celdillas fibrosas tabicadas.

{ (  $\frac{CF}{t}$  ) P } ; *Punica Granatum*.

---

(1) En algunas especies de los géneros que figuran en esta división, tales como en el *Ulmus campestris*, *Celtis australis*, *Genista florida*, *G. falcata*, *G. linifolia*, *Adenocarpus hispanicus*, *A. decorticans*, *Cytisus Laburnum*, *Cercis Siliquastrum*, etc, el parenquima entre el tejido fundamental es muy raro, ó falta por completo, y en realidad debería formarse con ellas una subdivisión; mas no lo hago así atendido al carácter provisional de este resumen, y además, porque para decidirse por completo acerca de la ausencia absoluta del parenquima es preciso un estudio más detenido.

(2) En la zona de primavera del *Rh. typhinum* y del *Rh. Cotinus* las paredes de las fibras son más delgadas que en el resto del anillo, lo que hace que en la sección transversal parezca que el tejido no es uniforme.

(3) Coloco provisionalmente el *O. europaea* en este lugar hasta que tenga ocasión de estudiar su madera con más detenimiento. Véase en el capítulo V lo que digo respecto á su composición histológica.



f) Tejido fundamental formado por celdillas fibrosas enteras y tabicadas.

$$\left\{ \left( \text{CF} \frac{\text{CF}}{t} \right) \text{P} \right\} : \textit{Vitis vinifera}, \textit{Hedera Helix}, \\ \textit{Laurus nobilis}.$$

3.º Además de las celdillas de parenquima leñoso, aisladas y esparcidas uniformemente, se encuentran también celdillas fibrosas enteras y tabicadas.

Tejido fundamental formado por traqueidas con espesamiento espiral-areolar.

$$\left\{ \left( \frac{\text{T}}{\text{sp}} \right) \text{P} \text{CF} \frac{\text{CF}}{t} \right\} : \textit{Econimus europaeus}.$$

4.º El parenquima leñoso no está uniformemente esparcido.

a) Es raro en el centro de los anillos, y abundante en las zonas de otoño y primavera, y está mezclado con algunas celdillas intermedias. Tejido fundamental formado por celdillas fibrosas tabicadas.

$$\left\{ \left( \frac{\text{CF}}{t} \right) \text{P} \text{CI} \right\} : \textit{Ceratonia Siliqua}.$$

b) Con tendencia á reunirse en hiladas tangenciales en todas las regiones del anillo. Tejido fundamental formado por fibras.

$$\left\{ (\text{F}) \text{P} \right\} : \textit{Quercus pedunculata}, \textit{Q. sessiliflora}, \\ \textit{Q. Toza}, \textit{Q. Ilex}, \textit{Juglans regia}, \\ \textit{Tilia parvifolia}, \textit{Diospyros spec} (1).$$

c) Formando una ó dos hiladas continuas junto á la línea divisoria. Tejido fundamental compuesto de fibras leñosas (2).

---

(1) Véase lo que digo respecto al *Diospyros spec.* en el capítulo V. Según la disposición del parenquima leñoso, le corresponde este lugar, pero no puedo decir otro tanto con respecto á los elementos que forman la masa fundamental.

(2) En las especies correspondientes á esta división he podido discernir con toda claridad que en el *Sarothamnus euriocarpus*, *Ulex europaeus*, *Genista falcata*, *Aesculus Hippocastanum*, *Populus alba*, *tremula et canescens* la hilada de parenquima junto á la línea divisoria corresponde á la formación de otoño, pues además de presentar notable aplastamiento radial en sus celdillas, las conexiones morfológicas y de posición así lo indican; en



- $\overline{\{ (F) P + P \}}$ :  $\alpha$ ) *Genista falcata*, *Ulex europaeus*, *Sarothammus eriocarpus*, *Aesculus Hippocastanum*, *Populus alba*, *P. canescens*, *P. tremula*.  
 $\epsilon$ ) *Juglans regia*, *Zyziphus vulgaris*.  
 $\gamma$ ) *Spartium junceum*.

**B. Masa fundamental heterogénea.**—Dos tejidos distintos, combinados de diferentes modos, forman la masa fundamental.

1.º Una banda ancha de parenquima en el borde de los anillos.

a) La banda ocupa la zona de primavera.

$\overline{\{ (CF) P + (P) \}}$ : *Cedrela odorata* (1).

b) La banda ocupa la zona de otoño; las demás regiones del anillo formadas por celdillas fibrosas tabicadas.

$\left\{ \left( \frac{CF}{t} \right) P + (P) \right\}$ : *Switienia Mahagoni*.

2.º Bandas alternantes de tejido parenquimatoso en todas las regiones del anillo.

a) Bandas del tejido que alterna con el parenquimatoso formadas por fibras leñosas.

$\overline{\{ (F) P + (P) \}}$ : *Quercus Jordanae*.

b) Bandas del tejido alternante con el paren-

---

cambio, en el *Juglans regia* y *Zyziphus vulgaris*, la hilada de parenquima pertenece á la formación de primavera. En el *Spartium junceum* se encuentran, por lo común, dos hiladas, de las cuales una parece pertenece á la formación de primavera y otra á la de otoño, de modo que la línea divisoria pasa por entre ambas. En el *Ae. Hippocastanum* y *Populus spec.* no se encuentra parenquima aislado entre el tejido fundamental.

(1) No tengo seguridad completa de que los elementos que forman el tejido fundamental de la *Cedrela* sean celdillas fibrosas, pues para ello sólo me guio por el aspecto morfológico. La *Tectona grandis* parece que debe pertenecer también á esta sección á juzgar por lo siguiente que de ella dice el Dr. Sanio: «El parenquima leñoso metatraqueal y las celdillas intermedias forman la zona de primavera; el resto del anillo lo compone una masa fundamental de celdillas fibrosas enteras y tabicadas.» De ser así, ocuparía una posición intermedia entre la *Cedrela* y la *Switienia*.



quimatoso formadas por celdillas fibrosas.

$\{ (\overline{CF}) + (P) \}$ : *Ficus Carica* (1).

3.º Tejido de la zona de otoño y de alrededor de los vasos formado por traqueidas; lo restante del anillo por fibras ó celdillas fibrosas, sin que la línea de unión de los dos tejidos aparezca de un modo claro, como sucede en las divisiones anteriores, sino que, por el contrario, se efectúa un tránsito insensible de uno á otro.

a) Compartimientos compuesto de traqueidas areolares y fibras leñosas.

$\{ (F=T) P \}$ : *Prunus Cerasus*, *P. avium*, *P. lusitanica*, *P. Laurocerasus*, *P. Armeniaca*, *Amygdalus communis*, *Eucalyptus Globulus* (2).

b) Compartimientos compuestos de traqueidas espiral-areolares y fibras leñosas.

$\left\{ \left( F = \frac{T}{sp} \right) P \right\}$ : *Prunus spinosa*, *P. insititia*.

c) Compartimientos compuestos de traqueidas areolares y celdillas fibrosas enteras.

$\{ (CF=T) P \}$ : *Ribes rubrum* (3).

d) Compartimientos compuestos de traqueidas espiral-areolares y celdillas fibrosas enteras.

$\left\{ \left( CF = \frac{T}{sp} \right) P \right\}$ : *Ligustrum vulgare*, *Syringa vulgaris*.

e) Compartimientos compuestos de traqueidas areolares y celdillas fibrosas, enteras y tabicadas.

$\left\{ \left( CF \frac{CF}{t} = T \right) P \right\}$ : *Ribes nigrum*.

(1) Con respecto á las celdillas fibrosas del *Ficus Carica*, véase la descripción histológica de esta especie, en el capítulo V.

(2) En el *Eucalyptus Globulus* las traqueidas que rodean los vasos no deben considerarse como dependientes de la masa fundamental, según se ha dicho ya en la página 201, sino más bien como á un verdadero tejido paratraqueal vascular, pues su forma es diferente de las traqueidas que ocupan la zona de otoño y que pertenecen al grupo de la masa fundamental.

(3) En el *R. rubrum* las traqueidas paratraqueales suelen faltar por completo.



**B) Grupo vascular.**

Según se ha visto anteriormente, en los compartimientos de las Coníferas sólo se encuentran traqueidas y parenquima; y en las Genetáceas y Dicotiledóneas es siempre constante la presencia de los vasos, formando un elemento histotómico autónomo é independiente de la masa fundamental. Su modo de figurar en los compartimientos es muy variable, pues pueden estar aislados ó reunidos en grupos de corto número, ó formando verdaderas masas de tejido de tanta ó mayor importancia que el fundamental, como sucede en la *Hedera Helix*, entre las especies de nuestro país, y en la *Avicennia alba*, entre las exóticas; á veces se presentan acompañados de tejidos paratraqueales, los cuales adquieren en ciertas regiones de los anillos tanto desarrollo, que sustituyen por completo al tejido de la masa fundamental, como puede verse en la zona de primavera del *Celtis australis*, *Morus alba* y *Fraxinus excelsior*, etc., etc.; y su diversidad puede ser tanta, y se pasa de unas formas á otras por tránsitos tan insensibles, que su estudio presenta serias dificultades. Para hacerle de un modo claro y sistemático, creo que el mejor medio es examinar el grupo vascular bajo cada uno de sus diferentes conceptos de una manera independiente; entendiendo por grupo vascular la formación contrapuesta á la masa fundamental, ya esté reducido á un sólo vaso, ó bien sea la reunión de varios, con más los elementos que los rodean y que con ellos guarden íntima conexión. Estos elementos secundarios, en las especies hasta ahora estudiadas, pueden ser el parenquima leñoso, las celdillas intermedias y las traqueidas, ya sea separadamente ó bien reunidos, pero siempre acompañando á los vasos, los cuales son los



verdaderos elementos esenciales y característicos de los grupos.

En los grupos vasculares, atendiendo solamente al número y modo de unión de los vasos que los forman, pueden distinguirse tres grados de desarrollo. El primero y más rudimentario es aquel en que se hallan reducidos á un sólo elemento, esto es, en que el grupo está representado por un sólo vaso, ya esté directamente implantado en el tejido fundamental ó bien rodeado por una envoltura paratraqueal, como en los *Pirus*, *Myrtus*, *Fagus*, *Quercus* y *Prunus*. En el segundo grado varios elementos vasculares, pero siempre en corto número, se reúnen directamente unos á otros en sentido radial formando hiladas ó cadenas de un solo vaso de espesor, de modo que todos los vasos del mismo grupo deben su origen *mediato* á una misma celdilla inicial de la zona generatriz, é *inmediato*, á una, dos ó tres celdillas madres directamente derivadas de aquélla. Este modo de agrupación, que puede denominarse en *cadenas radiales* por el aspecto que presentan en la sección transversal, empieza por la reunión de dos vasos, y en su grado máximo puede alcanzar hasta doce, quince ó más. Sus caracteres se derivan de su modo de generación. Todos los elementos de un mismo grupo son iguales en cuanto á magnitud (1) y esculturas de las paredes, y si en la sección transversal aparece alguna vez de distinto diámetro, es debido á que el plano de sección corta á unos por la mitad de un artículo ó elemento vascular, mientras que á otros lo hace por sus extremidades, que pueden estar afiladas, según se

---

(1) Esa igualdad no debe entenderse en el sentido estricto matemático, sino en el de que en un mismo grupo no pueden distinguirse de un modo regular y constante los vasos en distintas categorías por su diámetro, como se verá sucede cuando forman tejido.



ha visto en el capítulo I, y entonces la sección resulta más pequeña. Sus paredes de contacto, que coinciden con las de división de las celdillas madres del *cambium*, están en dirección tangente y son planas y muy desarrolladas, hasta el punto de que igualan al diámetro ó poco menos. En el corte transversal los grupos compuestos de dos ó tres vasos presentan una forma elíptica, con el eje mayor en sentido radial, y las paredes de contacto paralelas al eje menor; si el número de vasos aumenta, el contorno general se alarga, y las paredes de división aparecen como una serie de líneas paralelas unas á otras, y en dirección tangente, de modo que el contacto de unos vasos con otros se efectúa por superficies planas. En la forma típica estas superficies de contacto no pueden ser más de dos en todos los vasos de un mismo grupo, excepto en los de las extremidades que se reducen á una sola. Muchas veces, en el corte transversal, aparecen las secciones de dos vasos de un mismo grupo unidos en sentido tangente, y pudiera creerse que forman un grupo bivascolar no radial; mas si se examina el caso con detenimiento se verá que las dos secciones corresponden á un mismo vaso. Sucede eso principalmente en aquellas especies cuyos elementos vasculares tienen las paredes terminales muy inclinadas, pues entonces, si el plano secante pasa por la unión de dos artículos, resulta que aparece la sección de cada uno de ellos por separado, y al lado una de otra, reunidas por una línea radial, que no es otra cosa que la traza del plano de unión longitudinal de los dos artículos (1), de modo que las dos secciones que

---

(1) Téngase presente que cuando las caras terminales de los artículos vasculares están inclinadas, son siempre perpendiculares al plano tangente á los anillos, como igualmente sucede en las celdillas madres del *cambium*; y se proyectan en una línea en la sección tangente, y de plano en la radial, según queda ya expuesto en el capítulo I.



ficticiamente parecían corresponder á dos vasos, corresponden de uno sólo. Esa particularidad debe tenerse en cuenta en el estudio de los vasos aislados y de las cadenas radiales, pues prescindiendo de ella se corre el riesgo de equivocarse fácilmente, tomando por grupos bivasculares lo que en realidad no es otra cosa que un solo vaso. Las especies en las cuales este fenómeno se observa de un modo más notable, son aquellas cuyos vasos tienen las paredes terminales muy inclinadas, como sucede de ordinario cuando la perforación es escaleriforme: por ejemplo, en el *Rhododendron baeticum*, *Buxus sempervirens*, *Platanus occidentalis*, *Betula verrucosa*, *Alnus glutinosa*, *Corylus Avellana*, etc., etc.

En el tercer grado de desarrollo de los grupos vasculares, los vasos forman verdadero tejido, y en vez de estar originados por una celdilla inicial de la zona generatriz, como sucede en las cadenas radiales, lo están por varias. El *Rhamnus cathartica*, *Morus alba*, *Celtis australis*, *Kentrophyllum arborescens*, *Cytisus Laburnum*, *Adenocarpus hispanicus*, etc., etc., presentan grupos vasculares en este grado de desarrollo perfectamente caracterizados. En ellos la sección de los vasos es redondeada y de diámetro desigual; condición esta última necesaria de la primera para que pueda desarrollarse el tejido sin espacios intercelulares ni notable espesamiento de las paredes en los puntos de reunión de varios elementos, cosas ambas que el tejido vascular no presenta. Los vasos pequeños sirven de elementos conexivos á los mayores, que á veces no sólo se distinguen por su tamaño, sino también por las esculturas de sus paredes.

Estas dos últimas formas de grupos vasculares presentan tránsitos entre sí, de modo que en algunos casos podrá ofrecerse alguna duda en su determinación, pues los caracteres que acabo de enumerar correspon-



den á las formas tipos que no siempre se encuentran en toda su pureza. En el *Ulmus campestris*, por ejemplo, no cabe duda alguna de que los grupos vasculares de la región media y externa de los anillos están constituidos por verdadero tejido vascular, y, no obstante, su sección es poligonal, debido á que las paredes son delgadas, y existe poca diferencia entre los diámetros de los vasos que constituyen un mismo grupo, y otro tanto sucede en la *Hedera Helix*; pero esos casos excepcionales no quitan importancia á la distinción general entre los dos grupos, la cual se ofrece clara y bien definida en la mayoría de las especies, hasta el punto de que un observador habituado á estos estudios, á primera vista no vacilará en colocarlas en uno ú otro. Las causas de alteración de los tipos se presentan, á veces, bien reconocibles, como en el caso de que por presión de los elementos circuncidantes los grupos radiales sufren distorsión y aparecen con cierta tendencia al desarrollo tangencial, ó bien cuando dos ó más grupos radiales se unen lateralmente; mas otras veces la irregularidad debe atribuirse á formas reales de tránsito, pues en el sistema leñoso, lo mismo que en todo lo demás de la Naturaleza, nunca aparecen formas extremas sin otras intermedias que las reúnan.

Los vasos que componen el tejido de los grupos vasculares pueden diferenciarse por las esculturas de sus paredes, ó bien ser uniformes. La diferencia suele consistir en que los mayores de cada grupo no presentan espesamiento espiral, que es siempre muy notable en los pequeños, hasta el punto que creo puede asignarse como carácter general al tercer grado de agrupación vascular, pues de todas las especies que hasta el presente he examinado, y luego se enumerarán al hacer el resumen metódico de los caracteres vasculares, sólo en el *Adenocarpus decorticans* he ha-



llado excepción; y aun es de notar que en esta especie no aparece muy claramente la reunión vascular en forma de tejido, pues en la zona de primavera los vasos suelen estar aislados, y en lo restante del anillo los grupos son pequeños y no se unen unos á otros como en las demás especies del mismo género, y en general de la Tribu de las Genísteas.

Además del espesamiento espiral, siempre manifiesto en los vasos pequeños, con la sola excepción que se acaba de citar, puede asignarse otro carácter general á los vasos que forman tejido, cual es el de que la perforación nunca es escaleriforme; y también la coincidencia de que, en todas las especies que luego se citarán por tener sus vasos agrupados, la masa fundamental está constituida por fibras leñosas, con la sola excepción presentada por los *Berberis hispanica* y *vulgaris*, en los cuales el tejido fundamental está compuesto de celdillas fibrosas.

Los grupos vasculares, ya sean radiales ó formando tejido, pueden ir acompañados de traqueidas como á forma degenerada, que es preciso no confundir con las traqueidas paratraqueales, de que luego hablaré. La degeneración traqueidal de los vasos tiene lugar siempre que por una causa cualquiera las paredes terminal-radiales no adquieren extensión suficiente para que en ellas puedan desarrollarse libremente las aberturas vasculares, ya sean ovales ó escaleriformes. Sucede esto, principalmente, en aquellos elementos de los grupos vasculares formando tejido que se encuentran en la periferie, los cuales, por efecto de la presión que sobre ellos ejerce el tejido circundante, no pueden adquirir el desarrollo normal; y también cuando algún elemento traqueal del centro del grupo queda aprisionado entre otros que toman mucho mayor desarrollo que él; pero donde ese fenómeno de degeneración tra-



queidal se presenta de un modo constante, es en la zona exterior de los anillos, sobre todo en el borde de otoño, no sólo en los grupos que forman tejido, sino en los radiales, y aun en los vasos aislados siempre que llegan á la línea divisoria; de modo que puede sentarse como regla general, que los vasos aislados ó en grupos sufren la transformación traqueidal siempre que se desarrollan en el borde externo de la zona de otoño, junto á la línea divisoria. Y la razón de que esto suceda es puramente mecánica, pues el aplastamiento tangencial que todos los elementos experimentan en esa región, en las especies de nuestros climas, hace que las caras radiales queden en estado de atrofia, y por lo tanto que no sea posible que en ellas se desarrollen las esculturas que ocupan cierta superficie, como son los poros areolares, de los cuales derivan las aberturas de perforación, tanto ovales como escaleriformes.

Atendiendo á esa ley general de degeneración vascular, la existencia de traqueidas debe suponerse siempre en todas aquellas especies cuyos vasos lleguen al borde de otoño, y en ese caso las fórmulas vasculares se representarán de esta manera:

$$\textit{Acer, Tilia: } \left\{ \frac{V}{s p} = T' \right\},$$

$$\textit{Laurus nobilis: } \{ V = *V = T' \},$$

$$\textit{Betula verrucosa: } \{ * \widehat{V} = T' \},$$

$$\textit{Rhamnus cathartica: } \left\{ \left( \frac{V}{s p} = T'' \right) \right\}$$

las cuales deben interpretarse en el sentido antes mencionado, esto es, que en los grupos radiales y vasos aislados las traqueidas se presentan en el borde de otoño, y en los grupos formando tejido en los elemen-



tos atrofiados de la periferie, siendo mucho más abundantes cuando dichos grupos están en la zona de otoño; y en manera alguna que en todos los grupos radiales ó formando tejido, y junto á todos los vasos aislados, se encuentren traqueidas. Excepción á esa regla general de degeneración vascular la he hallado en todas aquellas especies en las cuales los vasos no sufren el aplastamiento radial en la región de otoño, y su luz continúa siendo circular, ó cuando más eléptica, aunque de pequeño diámetro, ya sea por tener las paredes muy gruesas ó por otra causa cualquiera, como sucede en el *Ficus Carica*, *Zyziphus vulgaris*, *Olea europaea*, *Fraxinus excelsior*, *Switienia Mahagoni*, *Diospyros spec.*, etc.

En las especies de vasos aislados ó en cadenas radiales, y cuyo tejido fundamental en su totalidad, ó sólo en el borde de otoño, está formado por traqueidas, los vasos no llegan á dicho borde, y por lo tanto no existen las traqueidas de degeneración vascular; ley general que he comprobado en las siguientes especies: *Lonicera arborea*, *Ilex Aquifolium*, *Rosa canina*, *Philadelphus coronarius*, *Pirus communis*, *P. com. v. Mariana*, *Myrtus communis*, *Crataegus monogyna*, *Rhododendron baeticum*, *Viburnum Opulus*, *Buxus sempervirens*, *Sorbus aucuparia*, *Cistus laurifolius*, *Osyris lanceolata*, *Rubus nigrum*, *R. rubrum*, *Prunus insititia*, *P. spinosa*, *P. Armeniaca*, *P. Cerasus*, *P. avium*, *P. Laurocerasus*, *P. lusitanica*, *Ligustrum vulgaris* y *Syringa vulgaris*.

La degeneración traqueidal puede presentarse también accidentalmente por aborto de los vasos, y entonces no está sujeta á regla alguna. A esa causa deben atribuirse las raras traqueidas que se encuentran en algunas especies, tales como en el *Fagus sylvatica*, cuyos vasos no llegan hasta el borde de otoño.

Los vasos, aislados ó en grupos, pueden estar directamente implantados en el tejido fundamental, ó



bien presentarse rodeados de un tejido envolvente, más ó menos desarrollado, que se distingue con el nombre de «paratraqueal», expresión introducida en el lenguaje botánico por el Dr. Sanio, y que podría tal vez sustituirse por la de «perivascular», que tiene la ventaja de expresar mejor la idea que representa. Los vasos con envoltura paratraqueal son de perforación completa, excepto en el *Ribes nigrum* y en el *Laurus nobilis*.

El tejido que constituye las envolturas paratraqueales puede estar formado por parenquima leñoso, celdillas intermedias ó traqueidas aisladamente, ó bien por una mezcla de traqueidas y parenquima, ó de parenquima y celdillas intermedias. Su grado de desarrollo es muy variable. Empieza por unas cuantas celdillas de parenquima iguales á las que se encuentran diseminadas en la masa fundamental, las cuales se agrupan formando una hilada alrededor de los vasos, como sucede en la *Punica Granatum*, *Zyziphus vulgaris*, *Vitis vinifera*, *Juglans regia*, etc.; en un estado más avanzado de su evolución constituye una verdadera capa de tejido, que á veces se extiende y reúne con la de los grupos próximos, sustituyendo á la masa fundamental en grandes porciones del anillo, según se ve en la zona de primavera del *Morus alba*, *Celtis australis* y *Fraxinus excelsior*, así como también en los extensos grupos vasculares compuestos de las especies españolas del género *Quercus* que tienen las hojas caedizas. Otras veces el tejido paratraqueal se desprende del grupo vascular, efecto de su mucho desarrollo en determinado sentido, y pasa á una existencia metatraqueal independiente, como en la región exterior de los anillos de la *Robinia Pseudo-Acacia*.

Las celdillas intermedias solas, ó mezcladas con algunas de parenquima leñoso, forman la envoltura paratraqueal de los grupos vasculares en la *Genista*



*falcata*, *G. linifolia*, *G. florida*, *Sarothamnus eriocarpus*, *Spartium junceum*, *Ulex europaeus*, *Cytisus Laburnum*, *Adenocarpus hispanicus*, *Kentrophyllum arborescens*, etc.; las traqueidas solas, en los *Prunus spec.*, *Eucalyptus Globulus*, *Quercus Ilex*, *Ligustrum vulgare*, *Syringa vulgaris*, y mezcladas con parenquima leñoso en los *Quercus pedunculata*, *Toza*, *sessiliflora*, etc., y en la *Castanea vulgaris*. En la mayoría de especies el elemento paratraqueal son las celdillas de parenquima leñoso.

Expuestos ya de un modo general los caracteres de los grupos vasculares elementales, á continuación presento su resumen ordenado (1), clasificando según ellos las especies que me son bastante conocidas. En un mismo compartimiento pueden los grupos vasculares pertenecer á distinto tipo, lo que ofrece una dificultad al distribuir las especies, sobre todo cuando los grupos diferentes no son peculiares de una determinada región del anillo anual. Los grupos radiales, compuestos de corto número de vasos, y los vasos aislados, se presentan á menudo mezclados en una misma especie, y entonces no es posible clasificarlas con fijeza según el tipo vascular; estos y otros casos dudosos los marcaré con un asterisco (\*). La degeneración de los vasos en traqueidas sólo se expresará cuando sea bastante frecuente para constituir carácter, prescindiendo de ella en los casos en que sea puramente accidental.

**A. Grupos vasculares reducidos á un solo vaso; sin envoltura paratraqueal.**

a) Vasos simplemente areolares, con perforación oval.

{V}: *Pirus communis*, *P. com. v. Mariana*, *Myrtus communis*, *Crataegus monogyna*, *Erica ar-*

---

(1) Téngase en cuenta que en este resumen se consideran tan sólo los grupos vasculares elementales; más adelante se examinarán los casos en que estos grupos se reúnen para formar los compuestos ó de segundo orden.



*borea*; *Rhus typhinum* et *Cotinus*, en la zona de primavera (1).

b) Vasos simplemente areolares, con perforación escaleriforme.

{\*V}: *Philadelphus coronarius*, *Rhododendron baeticum* (2), *Buxus sempervirens*, *Platanus occidentalis*,\* *Viburnum Opulus*, *Ribes rubrum*.

c) Vasos de la región de primavera simplemente areolares y de perforación oval, los cuales pasan insensiblemente á la perforación escaleriforme en la de otoño.

{V=\*V}: *Fagus sylvatica*.

d) Vasos de la región de primavera simplemente areolares, que pasan insensiblemente á espiral-areolares en la de otoño.

{ $V = \frac{V}{sp}$ }: *Rosa canina*.

#### B. Grupos vasculares reducidos á un solo vaso; con envoltura paratraqueal.

a) Vasos simplemente areolares. Envoltura formada por escasas celdillas de parenquima.

{V.P}: *Punica Granatum*, *Zyziphus vulgaris*; *Adenocarpus decorticans*, en algunos grupos vasculares de la región interior de los anillos.

{V=\*V=T.P}: *Laurus nobilis*\*.

b) Vasos rayados. Envoltura formada por escasas celdillas de parenquima.

{ $\frac{V}{r}.P$ }: *Vitis vinifera*, en los vasos grandes de la región de primavera y media.

---

(1) Véase la nota relativa á la masa fundamental del *Rh. typhinum* et *Cotinus* en la página 125. A primera vista pudiera creerse que los vasos de la zona de primavera van acompañados de abundante parenquima paratraqueal.

(2) Algunas veces se nota en el *Rh. baeticum* un ligero espesamiento espiral apenas perceptible.



c) Vasos simplemente areolares. Envoltura de parenquima formando tejido bien desarrollado.

{V.(P)}: *Ceratonia Siliqua*, *Ficus Carica*, *Cedrela odorata*; *Morus alba*, en los grupos de la zona de primavera; *Celtis australis*, ídem, ídem.; *Fraxinus excelsior*, ídem, ídem.; *Robinia Pseudo Acacia*, en los grupos de la región media.

d) Vasos simplemente areolares. Envoltura de parenquima y celdillas intermedias bien desarrollada.

{V.(P CI)}: *Robinia Pseudo-Acacia*, en los grupos de la zona de primavera.

e) Vasos simplemente areolares. Envoltura de traqueidas.

{V.(T)}: *Eucalyptus Globulus*, *Quercus Ilex*.

f) Vasos espiral-areolares. Envoltura de traqueidas ó parenquima.

{ $\frac{V}{sp}$ .(P)}: *Amygdalus communis*, en los grupos de la zona de primavera.

{ $\frac{V}{sp}$ .(T)}: *Amygdalus communis*, en los grupos de la zona media y externa; *Prunus Armeniaca*.

g) Vasos espiral-areolares. Envoltura de traqueidas espiral-areolares.

{ $\frac{V}{sp}$ .( $\frac{T}{sp}$ )}: *Ligustrum vulgare*, *Syringa vulgaris* (1), *Prunus spinosa*, *P. insititioris*.

h) Vasos areolares. Envoltura paratraqueal abundante, formada por traqueidas y parenquima leñoso.

{V.(PT)}: *Quercus pedunculata*, *Q. sessiflora*, *Q. Toza*, *Q. Jordanae*, *Castanea vulgaris*.

---

(1) En el *L. vulgare* y en la *S. vulgaris* la espiral de los vasos es borrosa y poco visible.



C. Vasos agrupados formando cadenas radiales; sin envoltura paratraqueal.

a) Vasos simplemente areolares. Perforación oval.

$\{\widehat{V}\}$ : *Salix cinirea*,\* *Populus alba*, *P. canescens*, *P. tremula*, *Viscum laxum*.

$\{\widehat{V}=\tau\}$ : *Aesculus Hippocastanum*, *Sambucus nigra*, *Hedera Helix* (1).

b) Vasos simplemente areolares. Perforación escaleriforme.

$\{*\widehat{V}=\tau\}$ : *Betula verrucosa*, *Alnus glutinosa*, *Corylus Avellana*.

c) Vasos espiral-areolares. Perforación oval.

$\left\{\frac{\widehat{V}}{sp}=\tau\right\}$ : *Daphne Laureola*,\* *Carpinus betulus*.

d) Vasos espiral-areolares. Perforación escaleriforme.

$\left\{\frac{*\widehat{V}}{sp}\right\}$ : *Ilex Aquifolium* (2).

e) Vasos rayados. Perforación oval.

$\left\{\frac{\widehat{V}}{r}=\tau\right\}$ : *Vitis vinifera*, en los grupos pequeños de la zona de otoño.

---

(1) En algunos ejemplares de *H. Helix*, y también de *S. nigra*, he visto que los grupos vasculares tienen alguna extensión tangencial y se apartan, por lo tanto, del tipo de los grupos radiales; pero por su aspecto, por no tener sus paredes espesamiento espiral y por estar formada la masa fundamental por celdillas fibrosas, no los incluyo en el grupo E.

(2) El *I. Aquifolium* es la única especie de las que figuran en este resumen que presenta en los vasos, á la vez, el espesamiento espiral y la abertura escaleriforme. En el *Corylus Avellana*, cuyos vasos tienen también la perforación escaleriforme, en las paredes de contacto con las fibras leñosas se ve á veces un espesamiento espiral mal definido y poco notable, único que en ellos existe; pero téngase en cuenta que, según lo que se ha dicho en la página 42, deben considerarse estos vasos como simplemente areolares, puesto que sólo poros areolares presentan en las caras de contacto con elementos semejantes.

Los grupos vasculares, en el *I. Aquifolium*, son poco uniformes; algunos están reducidos á uno ó dos vasos, otros forman cadenas radiales bien definidas, y otros verdaderos grupos; pero como en los ejemplares de mi colección predominan los grupos en cadenas radiales, le coloco en esta División.



**D. Vasos agrupados formando cadenas radiales; con envoltura paratraqueal.**

a) Vasos espiral-areolares. Envoltura paratraqueal formada por traqueidas.

$$\left\{ \frac{\widehat{V}}{sp} (T) \right\}: Prunus Cerasus, P. avium, P. lusitanica, P. Laurocerasus.$$

b) Vasos areolares. Envoltura paratraqueal formada por traqueidas.

$$\left\{ * \widehat{V} (T) \right\}: Ribes nigrum.$$

c) Vasos areolares. Envoltura paratraqueal formada por parenquima leñoso.

$$\left\{ \widehat{V} (P) \right\}: Juglans regia, Swatienia Mahagoni, Fraxinus excelsior, en los grupos de las regiones media y de otoño.$$

d) Vasos areolares. Envoltura paratraqueal formada por parenquima leñoso y celdillas intermedias.

$$\left\{ V (P CI) \right\}: Olea europaea.$$

**E. Vasos agrupados formando tejido; sin envoltura paratraqueal.**

Vasos espiral-areolares.

$$\left\{ \left( \frac{V}{sp} = T \right) \right\}: Rhamnus cathartica, Rh. lycioides, Daphne Laureola* (1); Rhus typhinum et Cotinus, en los grupos vasculares de la región media y de otoño.$$

**F. Vasos agrupados formando tejido; con envoltura paratraqueal.**

1.º Vasos todos uniformes con respecto á las esculturas de sus paredes.

a) Vasos simplemente areolares. Envoltura paratraqueal de parenquima leñoso, poco desarrollada.

---

(1) En algunos ejemplares he visto los vasos agrupados en cadenas radiales, y por esa razón figuran también anteriormente

bajo la fórmula  $\left\{ \frac{\widehat{V}}{sp} = 1 \right\}$ .



$\{(V=r).P\}$ : *Adenocarpus decorticans*, en la región exterior de los anillos (1).

b) Vasos espiral-areolares. Envoltura paratraqueal, más ó menos desarrollada, formada por parenquima leñoso.

$\left\{\left(\frac{V}{sp}=r.P\right)\right\}$ : *Morus alba*, en los grupos de la región media y de otoño; *Ulmus campestris*, ídem íd. (2).

$\left\{\left(\frac{V}{sp}=r\right).(P)\right\}$ : *Cercis Siliquastrum*, en los grupos de la región media y de otoño; *Robinia Pseudo-Acacia*, en los grupos de la zona de otoño.

$\left\{\left(\frac{V}{sp}\right).(P)\right\}$ : *Amygdalus communis*, en los grupos de la zona de primavera.

c) Vasos espiral-areolares. Envoltura paratraqueal formada por celdillas intermedias solas, ó mezcladas con parenquima leñoso.

$\left\{\left(\frac{V}{sp}=r\right).CI'\right\}$ : *Berberis hispanica et vulgaris*, en los grupos de las regiones media y de otoño. Las celdillas intermedias pueden faltar por completo.

$\left\{\left(\frac{V}{sp}=r\right).(CI)\right\}$ : *Genista falcata*.

$\left\{\left(\frac{V}{sp}=r\right).(CI\ p)\right\}$ : *Genista linifolia*.

2.º Vasos de dos clases: grandes y solamente areolares, y más pequeños espiral-areolares.

a) Envoltura paratraqueal formada por parenquima leñoso.

---

(1) En los compartimientos del *A. decorticans* se encuentran, en la mitad interior de los anillos, vasos aislados ó en cadenas radiales, y en la mitad exterior grupos poco desarrollados, compuestos de vasos grandes reunidos entre si por otros más pequeños, y en ambos el espesamiento de las paredes es igual.

(2) El parenquima paratraqueal está muy poco desarrollado, y puede faltar del todo algunas veces; pero por no multiplicar las subdivisiones la incluyo en ésta.



$\left\{ \left( V \frac{V}{sp} \right) \cdot (P) \right\}$ : *Cercis Siliquastrum*, en los grupos de la región de primavera; *Ulmus campestris*, idem id. (1).

$\left\{ \left( V \frac{V}{sp} = r \right) \cdot (P) \right\}$ : *Celtis australis*, en los grupos de la región media y de otoño.

b) Envoltura paratraqueal formada por celdillas intermedias solas, ó mezcladas con parenquima leñoso (2).

$\left\{ \left( V \frac{V}{sp} = r \right) \cdot (CI) \right\}$ : *Kentrophyllum arborescens*, *Sarothamnus eriocarpus*, *Spartium junceum*, *Ulex europaeus*.

$\left\{ \left( V \frac{V}{sp} \right) \cdot CI \right\}$ : *Berberis vulgaris et hispanica*, en los grupos de la zona de primavera.

$\left\{ \left( V \frac{V}{sp} = r \right) \cdot (CI. P) \right\}$ : *Cytisus Laburnum*, *Adenocarpus hispanicus*, *Genista florida*.

\*  
\* \*

En el resumen que acabo de exponer, así como en las consideraciones que le han precedido, sólo he considerado los grupos vasculares elementales en cuanto á su composición histológica, sin tener en cuenta el modo como se reúnen y distribuyen en el espesor del anillo para formar lo que ordinariamente se llaman los «grupos vasculares». Así, por ejemplo, el *Quercus pe-*

(1) Los grupos vasculares de la región de primavera del *Ulmus campestris* se representan mejor por la fórmula  $\left\{ V \left( \frac{V}{sp} \right) \cdot (P CI') \right\}$

(2) Los vasos grandes sin espiral V, se encuentran en el centro de los grupos en las regiones interiores de los anillos, y van siendo menos distintos á medida que se acercan á la zona de otoño, hasta el punto de desaparecer en ella, á la vez que aumenta la envoltura de celdillas intermedias; de modo que la expresión general de los grupos vasculares de las siguientes especies, puede representarse de esta manera:

$$\left\{ \left( V \frac{V}{sp} \right) \cdot (CI) \right\} = \left\{ \left( \frac{V}{sp} = r \right) \cdot (CI) \right\}.$$



*dunculata* figura colocado en la Sección B-h, porque sus grupos vasculares elementales se reducen á un solo vaso rodeado de abundante envoltura de parenquima y traqueidas, pues nunca los vasos están en contacto directo unos con otros, y, por lo tanto, cada uno de ellos, con su envoltura paratraqueal, forma un grupo vascular; pero en los anillos estos grupos vasculares de primer orden se encuentran reunidos formando bandas vasculares flameantes que los atraviesan de parte á parte, las cuales constituyen los grupos vasculares de segundo orden (1). Ese modo de considerar los grupos vasculares ofrece, á mi modo de ver, grandes ventajas, pues permite estudiarlos en sus elementos y se hace luego más fácil comprender su composición y apreciar analogías entre formas que de otra manera parecen completamente extrañas unas á otras, como sucede, por ejemplo, entre las especies españolas de hojas caedizas del género *Quercus*, y la especie filipina *Q. Jordanae*. En ambas, la composición del grupo elemental es la misma, y las grandes diferencias que á primera vista aparecen se reducen á modificaciones secundarias, puesto que dependen únicamente del mayor ó menor número de grupos elementales que se reúnen para formar los compuestos de segundo orden, y á que los vasos experimenten ó no el decrecimiento de diámetro hacia las regiones exteriores de los anillos, etc., etc., cosas ambas muy variables y de mucha menor importancia que la composición elemental (2).

Los grupos vasculares, conocidos ya en su composición elemental, es preciso estudiarlos ahora bajo dos

---

(1) En la regla 13.<sup>a</sup> (pág. 179), se dice el modo de expresar en las fórmulas la reunión de los grupos vasculares elementales en grupos de segundo orden.

(2) Antes de haberseme ocurrido estudiar los grupos vasculares descomponiéndolos en sus elementos, conforme hago en esta Memoria, encontraba tan diferentes y sin relación las maderas del



puntos de vista distintos, cuales son el de su igualdad ó disparidad en las diversas regiones del anillo anual, y el de su distribución, uniforme ó no, en todos los compartimientos y en todas las regiones de un mismo anillo. Lo primero puede deducirse del estudio antes hecho acerca de la composición elemental de los grupos; mas en cuanto á su distribución y modo de reunirse para formar los grupos secundarios, antes de determinar sus leyes, es preciso un examen detenido de muchos ejemplares de cada especie, que provengan de localidades diferentes, y que hayan sido diferentes también las condiciones de crecimiento, puesto que los grupos secundarios, en vez de presentar la fijeza de los elementales, se dejan influir por multitud de circunstancias. Atendiendo á esa consideración tendré que limitarme á exponer sólo ligeras consideraciones sobre el particular, y aun con el carácter de provisionales, pues la investigación minuciosa, relativa á la variabilidad de la distribución y reunión de los grupos vasculares elementales, tendrá que ser objeto de estudio en cada una de las monografías particulares que comprenderá el trabajo que me está encomendado.

De un modo general, en cuanto á la uniformidad y distribución de los grupos vasculares, pueden establecerse las tres divisiones siguientes. En la primera, que comprende aquellas especies cuyos grupos vasculares tienen la misma composición en todo el espesor del anillo, admitiré que no altera la uniformidad la degeneración traqueidal en la zona de otoño, pues, según antes se ha visto, debe ésta considerarse como ley ge-

---

*Q. Jordanae* y de las especies españolas del mismo género, que en su descripción microscópica que publiqué en 1885, decía: «Son tan pocos los puntos de semejanza que tiene (con las especies españolas), y tan notables las diferencias, que en una clasificación racional de maderas deberían incluirse en dos grupos diferentes.» «Descrip. mic. de la madera del *Q. Jordanae*», 1885, p. 15.



neral; así como tampoco se tendrá en cuenta la disminución de diámetro, siempre que se efectúe de un modo gradual y progresivo desde el borde interior al exterior de los anillos, pues esa disminución debe considerarse igualmente como ley constitutiva de los compartimientos, ya sea que los vasos estén aislados ó reunidos en grupos vasculares. El *Hippophae rhamnoides* hace excepción á ella, pues los vasos más internos de la zona de primavera son de diámetro menor que los más exteriores; y también el *Sarothamnus eriocarpus*, cuyos grupos vasculares tienen mayor desarrollo en el centro de los anillos, y los vasos son también de mayor diámetro. Además de estas excepciones verdaderas, se presentan también algunas aparentes, como sucede en casi todas las maderas cuando los anillos son muy estrechos por causa de un crecimiento pobre. Entonces, por regla general, la región media de los anillos no se desarrolla ó se desarrolla muy poco, y sin tránsito uniforme se pasa de la zona de primavera á la de otoño, apareciendo el anillo dividido en dos bandas concéntricas con los caracteres de las zonas extremas; y como entre los vasos de cada una de ellas no existen formas intermedias que los reúnan, parece que pertenecen á dos clases distintas.

La segunda división comprende aquéllas especies cuyos grupos vasculares elementales—prescindiendo del modo como se reúnen en grupos secundarios—son de composición histológica dispar en las diversas zonas de los anillos. En esta división puede establecerse como ley general, que cuando los grupos contienen vasos de dos clases, como sucede en la mayoría de las Genisteas y en el *Cercis Siliquastrum*, *Berberis hispanica*, etc., cuya fórmula general se reduce á  $\left\{ \left( V \frac{V}{sp} = T \right) \cdot (P) \right\}$ , los vasos mayores del centro de los grupos  $\{ V \}$ , van desapare-



ciendo á medida que se consideran éstos más hacia el exterior de los anillos; de modo que la anterior fórmula puede desdoblarse en dos, correspondiendo una á los grupos de la zona de primavera y otra á los de la zona de otoño, unidas ambas por formas intermedias de esta manera:  $\left\{ \left( V \frac{V}{sp} \right) \cdot (P) \right\} = \left\{ \left( \frac{V}{sp} = T \right) \cdot (P) \right\}$ . A la vez que desaparecen los vasos grandes al acercarse á la zona de otoño, el tejido paratraqueal toma más desarrollo, y en algunas especies llega á tener una existencia independiente.

La tercera división tiene por base característica la distribución uniforme ó no de los grupos vasculares en todos los compartimientos y en todas las regiones del anillo, y, por lo tanto, comprende las relaciones que guardan entre sí los grupos elementales en cuanto á su aislamiento ó reunión. Cuando los grupos formados por un solo vaso están uniformemente distribuidos, hay que tener en cuenta que, debido á la mayor superficie que sus secciones ocupan, parece que su número es mayor en la zona de primavera, aunque en realidad pasa muchas veces lo contrario, según se ha visto en los ejemplos citados en el capítulo VI; y también que en aquellas especies cuyos vasos marcan el tránsito entre los aislados y reunidos en cadenas radiales, es en la región de otoño en donde aparecen los primeros grupos, como sucede en el *Salix cinerea*. Algunas veces la condensación de los vasos aislados en el borde de primavera es real; pero como no se efectúa de un modo constante, no sólo en distintos ejemplares de una misma especie, sino tampoco en los diversos anillos de un mismo ejemplar, convendrá en la práctica no emplearla como carácter sino en aquellos casos en los cuales los grupos vasculares heterogéneos, con abundante envoltura paratraqueal, se reúnan en la zona de



primavera desalojando por completo de ella al tejido fundamental, como sucede en el *Morus alba*, *Celtis australis* (1), *Fraxinus excelsior*, *Amygdalus communis*, etc., ó bien, como en el *Rhus typhinum* y *Cotinus*, aunque el tejido fundamental sea el mismo que en las demás regiones del anillo, los vasos sean diferentes. Sólo en estos casos, ú otros parecidos, será conveniente admitir la existencia de una zona especialmente vascular en la región de primavera.

Los grupos reducidos á un solo vaso con envoltura paratraqueal, y los que forman tejido, pueden estar uniformemente distribuídos, ó agruparse de distintas maneras, cuyos tipos principales son los siguientes: 1.º, formando un anillo particularmente vascular en la zona de primavera, en los casos que se acaban de mencionar; 2.º, formando bandas concéntricas tangenciales; 3.º, formando bandas en zic-zac, separadas ó reunidas, las cuales, en este último caso, toman aspecto reticular, y 4.º, formando bandas radiales, flameantes y adelgazadas hacia la parte exterior de los anillos. Las bandas formadas por los grupos vasculares en los tipos 3.º y 4.º, pueden empezar en la zona de primavera, junto á la línea divisoria, continuándose sin interrupción hasta el borde de otoño, ó bien empezar y terminar en cualquier otra región del anillo. Cuando empiezan en el borde de primavera se presentan dos casos distintos, según que las bandas sean bastante anchas para reunirse tangencialmente, en cuyo caso dicho borde de primavera estará solamente constituido por una zona formada exclusivamente por los grupos vasculares, ó bien que las bandas sean estrechas y no se toquen unas á otras, y entonces, en el borde de primavera, alternan

---

(1) En el *C. australis* es raro que no se encuentren en la zona de primavera algunos grupos aislados de fibras leñosas iguales á las que forman el tejido fundamental.



el tejido fundamental, continuación del que ocupa la región media de los anillos, y los grupos vasculares.

Teniendo en cuenta las consideraciones generales que acabo de exponer respecto á la uniformidad ó disparidad de los grupos vasculares elementales, así como también á su distribución en las distintas regiones de los anillos, pueden reunirse provisionalmente las especies que han sido objeto de mis estudios hasta el presente, de la siguiente manera:

A. Grupos vasculares elementales de composición uniforme, y uniformemente distribuidos por todo el espesor del anillo.

a) Grupos aislados, reducidos á uno ó dos vasos, sin envoltura paratraqueal.

*Pirus communis*, *P. com. v. Mariana*, *Crataegus monogyna*, *Erica arborea*, *Philadelphus coronarius*, *Rhododendron baeticum*, *Buxus sempervirens*, *Platanus occidentalis*\*, *Viburnum Opulus*, *Ribes rubrum*, *Lonicera arborea*, *Sorbus aucuparia*, *Cistus laurifolius*, *Osyris lanceolata*, *Acer pseudoplatanus*\*, *A. platanoides*\*, *A. Negundo*\*, *Eronimus europaeus*, *Tilia platyphylla*\*

b) Grupos aislados, reducidos á uno ó dos vasos, con envoltura paratraqueal.

*Punica Granatum*, *Zyziphus vulgaris*, *Ceratonia Siliqua*, *Ficus Carica*, *Eucalyptus Globulus*, *Ligustrum vulgare*, *Syringa vulgaris*, *Prunus spinosa*, *P. insititia*, *P. Armeniaca*.

c) Grupos aislados, reducidos á corto número de vasos dispuestos en cadenas radiales, y sin envoltura paratraqueal.

*Salix cinerea*\*, *Populus alba*, *P. canescens*, *P. tremula*, *Viscum laxum*, *Aesculus Hippocastanum*, *Betula verrucosa*, *Ilex Aquifolium* (1).

---

(1) Véase la nota de la pág. 220.



d) Grupos aislados, reducidos á corto número de vasos dispuestos en cadenas radiales, y con envoltura paratraqueal.

*Prunus Cerasus*, *P. avium*, *P. lusitanica*, *P. Laurocerasus*, *Ribes nigrum*, *Switienia Mahagoni*, *Cedrela odorata*, *Juglans regia*, *Olea europaea*.

**B.** Grupos vasculares elementales de composición uniforme, aislados ó reunidos en grupos de segundo orden, no uniformemente distribuidos en todos los compartimientos ni en todo el espesor de los anillos.

a) Grupos vasculares elementales reducidos á un solo vaso con envoltura paratraqueal, reunidos en grupos de segundo orden ó aislados.

α Grupos elementales aislados.

*Quercus Ilex*, y probablemente las demás especies españolas de hoja persistente.

β Grupos elementales reunidos.

*Quercus pedunculata*, *Q. sessiliflora*, *Q. Toza*, y probablemente las demás especies españolas de hoja caediza.

*Quercus Jordanae*.

b) Grupos vasculares aislados, reducidos á corto número de vasos dispuestos en cadenas radiales, sin envoltura paratraqueal. Composición del anillo anual heterogénea; compartimientos con grupos vasculares en todas las regiones, alternando con otros en los cuales faltan por completo, predominando los primeros.

*Carpinus betulus*, *Alnus glutinosa*, *Corylus Avellana*.

c) Grupos vasculares formando tejido.

α Sin envoltura paratraqueal.

*Rhamnus cathartica*, *Rh. lycioides*, *Daphne Laureola*\*

β Con envoltura paratraqueal.

*Genista falcata*, *G. linifolia*.



C. Grupos vasculares elementales de composición dispar en las diversas regiones de los anillos.

- a) Grupos vasculares reducidos á un solo vaso ó á corto número de ellos, dispuestos en cadenas radiales, uniformemente distribuidos y sin envoltura paratraqueal propiamente dicha.

*Fagus sylvatica*, *Laurus nobilis*\*, *Rosa canina*, *Vitis vinifera*\*.

- b) Grupos vasculares elementales formando una faja en la zona de primavera, y de composición diferente de los del resto del anillo.

*Rhus typhinum*, *Rh. Cotinus*, *Frangula vulgaris*, *Hippophae rhamnoides*, *Morus alba*, *Celtis australis*, *Fraxinus excelsior*, *Amygdalus communis*, *Robinia Pseudo-Acacia*, *Ulmus campestris*.

- c) Grupos vasculares formando tejido, reunidos en grupos de segundo orden en todas las regiones del anillo. Los vasos grandes y sin espesamiento espiral, que forman parte de los grupos de primavera, desaparecen en la región de otoño.

*Berberis vulgaris*, *Kentrophyllum arborescens*, *Cercis Siliquastrum*, *Spartium junceum*, *Ulex europaeus*, *Cytisus Laburnum*, *Adenocarpus hispanicus*, *Genista florida*.

§§§ — COMPOSICIÓN DE LOS RADIOS MEDULARES

En el capítulo anterior me he ocupado de los radios medulares al discutir el valor taxonómico que ofrecen los caracteres deducidos de sus dimensiones, tales como los emplean Hartig y Müller; y será mi objeto al presente estudiarlos de un modo más general y completo, sirviéndome para ello exclusivamente de mis observaciones relativas á cierto número de especies, que, más ó menos completamente, he podido estudiar.

Dos son los elementos histológicos que entran en la composición de los radios, por lo menos en las especies



leñosas de nuestro clima, es á saber: las traqueidas y las celdillas parenquimatosas (1). Las primeras se encuentran solamente en algunos géneros de Coníferas, tales como en los *Pinus*, *Picea*, *Larix*; y, según De Bary, también en el *Cedrus*, *Sciadopitys* y *Tsuga* (2). En mi *Estudio micrográfico de la Madera de las Coníferas españolas*, publicado algunos años hace, las describí con minuciosidad; y sin atreverme á llamarlas traqueidas por la rareza del caso, las designé con el nombre de «celdillas con poros areolares», el cual no está en armonía con los principios sentados por De Bary para la clasificación de los elementos histológicos, y que en esta Memoria acepto.

Las traqueidas radiales se encuentran siempre en posición procumbente, y tienen poros areolares bien desarrollados en todas sus paredes, las cuales están lignificadas de una manera regular y uniforme en el *Pinus Pinea*, *halepensis* y *Strobus*, y en la *Picea excelsa* y *Larix europaea*; é irregular y á manera de crestas interiores y salientes, en los *Pinus sylvestris*, *Laricio*, *montana*, *Pinaster* y *australis*. En estas especies sólo en casos raros constituyen las traqueidas por sí solas los radios—principalmente en el género *Pinus*, en radios de dos ó tres hiladas,—pues comúnmente se hallan

---

(1) En algunas especies medio leñosas del género *Begonia*, tales como la *angularis*, *muricata*, *Huegelii*, etc., se han encontrado radios formados por «celdillas fibrosas» muy semejantes á las de los compartimientos.

(2) En la fig. 32 (pág. 49) del *Erlauternder Text, etc.*, de Müller, que representa una sección radial de la madera del *Abies pectinata*, parece que las hiladas superior é inferior están formadas por traqueidas, y de ser así, creo será por equivocación, pues en los muchos ejemplares de esta especie que he examinado, siempre he visto los radios de composición homogénea; é igual me parece suceder en la fig. 30, relativa al *Cupressus sempervirens*; mas como Müller no adopta clasificación alguna para distinguir los elementos histológicos, no es fácil comprobarlo. En las traqueidas radiales del pino silvestre reconoce el espesamiento en forma de crestas, pero las llama «celdillas», indicando, no obstante, que corresponden á las «traqueidas transversales» (*Quertracheiden*), de Kny.





mezcladas con el parenquima, cuyas paredes son muy delgadas, blandas, celulosas y sin lignificación alguna en los *Pinus sylvestris*, *Laricio*, *montana*, *australis* y *Strobus*, á diferencia de lo que sucede en todas las demás especies que hasta el presente he estudiado, con excepción tal vez de la *Cedrela odorata*, lo mismo pertenecientes á las Coníferas que á las Dicotiledóneas, y en las cuales siempre el parenquima radial presenta las paredes gruesas y lignificadas, con poros puntiformes en las paredes de contacto con otros elementos semejantes. Su forma es, por lo común, cilíndrica ó prismática, alargada en sentido radial, excepto en el borde de otoño de los anillos, en cuya región sufre casi siempre un notable acortamiento, siguiendo la ley general; y las extremidades están terminadas por planos verticales, ó más ó menos inclinados, y algunas veces son fusiformes, ofreciendo entonces cada elemento el aspecto de una fibra, y la reunión de ellos el del tejido fibroso, como sucede en el *Quercus Jordanae*, y en otras especies.

La posición de las celdillas de parenquima radial es procumbente, es decir, horizontal, ó sea perpendicular á la máxima dimensión de los elementos que constituyen los compartimientos—vasos, fibras, parenquima;—mas en algunas especies suele presentarse en otra disposición, la cual, según se desprende de las observaciones que hasta el presente he hecho, podrá suministrar caracteres específicos, pues su aparición parece revestir la constancia necesaria para ello, y consiste en que las celdillas, en vez de tener su dimensión máxima en sentido horizontal (radial), como sucede en la forma «procumbente», la tienen en sentido longitudinal, y, por lo tanto, pueden distinguirse con el nombre de «celdillas derechas». Las «celdillas isodiamétricas» ocupan una posición intermedia entre ambas, si bien con



tendencia al predominio de la magnitud vertical. Las celdillas derechas pueden formar por sí solas radios uniseriados; pero en los pluriseriados se hallan siempre en unión de las procumbentes, excepto en el *Adenocarpus decorticans*, que es la única especie, de entre las que he estudiado, que tiene los radios pluriseriados—de tres á siete celdillas de espesor en el centro,—constituidos exclusivamente de celdillas derechas. En los demás casos suelen ocupar las extremidades, estando el centro formado por celdillas procumbentes, y como éstas, vistas en la sección tangente, son siempre menores que las derechas, los radios aparecen terminados por celdillas notablemente mayores, aunque esa mayor magnitud puede ser sólo aparente y debida á que el plano secante corta las celdillas precisamente en la dirección de la máxima superficie; no obstante, como esa es la apariencia en los cortes tangentes, que son precisamente los que dan mejor idea general de la constitución de los radios, no hay inconveniente en emplear la expresión de «radios terminados por celdillas grandes», en vez de «radios terminados por celdillas derechas». Cuando esta clase de celdillas forman los radios uniseriados, su sección suele ser también mayor que la de las procumbentes, sobre todo en cuanto á la altura; y las esculturas de sus paredes suelen distinguirse también, principalmente en contacto con los vasos, diferencias que se notan asimismo entre las celdillas extremas y las demás en algunos radios homogéneos, en los cuales todas son procumbentes, como sucede en el *Populus tremula, alba*, etc.

Con el fin de que pueda formarse idea clara de la diferente composición de los radios, y á la vez como resumen ordenado de lo que se acaba de exponer, podrá servir el siguiente cuadro analítico, que he trazado fundándome sólo en mis observaciones:



**Traqueidas:** *Pinus*, *Pecea*, *Larix*.

- a) Espesamiento uniforme de las paredes: *Picea excelsa*, *Larix europaea*, *Pinus Pinea*, *P. halepensis*, *P. Strobis*.
- b) Espesamiento de las paredes desigual, formando crestas: *Pinus sylvestris*, *P. Laricio*, *P. montana*, *P. Pinaster*, *P. australis*.

**Celdillas de parenquima.**

- a) Celulosas, no lignificadas: *Pinus sylvestris*, *P. Laricio*, *P. montana*, *P. australis*, *P. Strobis*, *Cedrela odorata* (?).
- b) Esclerosas, lignificadas: Todas las demás especies.

+ Procumbentes: la mayoría de las especies.

++ Derechas-isodiamétricas.

\* Formando por sí solas los radios.

1.º Radios pluriseriados: *Adenocarpus decorticans*.

2.º Radios uniseriados: *Celtis australis*, *Cistus laurifolius*, *Erica arborea*, *Ficus Carica*, *Ilex Aquifolium*, *Lonicera arborea*, *Myrtus communis*, *Olea europaea*, *Daphne Laureola*, *Prunus Laurocerasus*, *P. lusitanica*, *Philadelphus coronarius*, *Punica Granatum*, *Rhododendronbaeticum*, *Rhus Cotinus*, *Rosa canina*, *Ribes rubrum*, *R. nigrum*, *Viburnum Opulus*,... etc.

\*\* Formando las extremidades de los radios uniseriados ó pluriseriados. *Buxus sempervirens*, *Celtis australis*, *Ceratonia Siliqua*, *Erica arborea*, *Ficus Carica*, *Ilex Aquifo-*



*lium, Laurus nobilis, Liquidambar Styraciflua, Myrtus communis, Olea europaea, Osyris lanceolata, Punica Granatum, Salix cinerea, Rhododendron baeticum, Sambucus nigra, Switienia Mahagoni, Rhus Cotinus, Prunus Laurocerasus, Philadelphus coronarius, Ribes nigrum, R. rubrum, Viburnum Opulus.*

En la mayoría de las especies los radios son de constitución homogénea, esto es, formados por celdillas iguales, y en ese caso los caracteres diferenciales que ofrecen sólo estriban en el modo como las celdillas se agrupan y en el número de la agrupación; mas antes de ocuparnos de estos dos extremos, será conveniente examinar de qué manera se reúnen los elementos semejantes para formar los radios heterogéneos. La mayor diversidad de composición la ofrecen aquellas especies de Coníferas en cuyos radios entran las traqueidas como elementos componentes, mezcladas con el parenquima. Las traqueidas solas se encuentran en las especies del género *Pinus*, formando radios de muy poca altura—2-3 hiladas;—y en los demás casos alternan en hiladas con el parenquima leñoso; y para expresar la forma de alternación puede seguirse el método ideado por De Bary, que consiste en indicar el número de hiladas de traqueidas con cifras romanas, y con números arábigos el de celdillas procumbentes. Así, por ejemplo, en una preparación de *Pinus sylvestris* que tengo á la vista, la composición de tres de sus radios puede representarse de la siguiente manera:

1.º {II, 3, V}; 2.º {III, 2, III, 5, III, 4, IV}; 3.º {II}.

De ordinario las hiladas extremas son de traqueidas. Para distinguir estos radios heterogéneos de los ho-



mogéneos, teniendo en cuenta que son uniseriados, puede escribirse su fórmula de la siguiente manera:

$$\left\{ \frac{R^{(p+t)}}{1} (x) \right\}.$$

Las traqueidas con espesamiento uniforme de sus paredes, reunidas á las celdillas de parenquima lignificado, forman los radios en la *Picea excelsa*, *Larix europaea*, *Pinus Pinea* y *halepensis*; y en unión de las celdillas de parenquima celuloso, en el *Pinus Strobus*. Las traqueidas, con espesamiento desigual de sus paredes en forma de crestas interiores muy pronunciadas, reunidas á las celdillas de parenquima celuloso no lignificado, se encuentran en los *Pinus sylvestris*, *Laricio*, *montana* y *australis*, y en unión del parenquima lignificado, en el *Pinus Pinaster*.

Todas las Coníferas tienen los radios uniseriados (1); pero en algunas especies, tales como las del género *Pinus*, y también las del *Pseudotsuga*, según De Bary, así como en la *Picea excelsa* y *Larix europaea* (2), en el centro de algunos radios existen canales resiníferos de estructura igual á los que se encuentran en los compartimientos, aunque de menores dimensiones. Estos radios, que pueden representarse por el símbolo  $\left\{ \frac{R}{cr} \right\}$ , deben considerarse, á mi modo de ver, como la agrupación de dos elementos histotómicos distintos, cua-

(1) Causa extrañeza leer en un libro tan bien escrito como es la *Introduction á la Botanique-Le Sapin*, del Dr. Lanessan, que los radios del Pinabete, *A. pectinata*, son «fusiformes y constituidos por una, dos, tres ó cuatro filas de cuatro ó cinco celdillas sobrepuestas» (pág. 201), y ver representados en la fig. 63 de la misma página, que según la leyenda pertenece al Pinabete, radios pluriseriados.

(2) En algunas especies del género *Cedrus* se ven algunos radios cuya porción central está ocupada por un grupo de celdillas con tendencia á formar un canal resinífero, que no pasa de rudimentario.

Es probable que en las especies del género *Abies* que tienen canales resiníferos en los compartimientos, tales como las *Webii*, *Douglasii*, *balsamea*, etc., los presenten asimismo en los radios.



les son los radios uniseriados y el canal resinífero; de modo que, en general, puede decirse que los radios medulares de las Coníferas son siempre uniseriados.

Los radios de las Dicotiledóneas leñosas, exceptuando las especies exóticas antes mencionadas, están siempre compuestas de celdillas de parenquima leñoso, sin más variante que la puramente de forma que antes se ha indicado. Las celdillas derechas ó isodiamétricas, cuando por sí solas no constituyen radios uniseriados, ocupan las extremidades; en la *Switienia Mahagoni*, *Salix cinerea*, *Olea europaea*, *Buxus sempervirens*, etc., sólo se encuentran una ó dos de estas celdillas en cada extremidad; pero en otras especies los radios se terminan por varias hiladas superpuestas y uniseriadas de celdillas derechas, de modo que son uniseriados de celdillas derechas en las extremidades, y pluriseriados de celdillas procumbentes en el centro; y esta forma radial es coexistente siempre en la misma especie con radios uniseriados, constituidos por escaso número de hiladas de celdillas derechas, como sucede en el *Rhododendron baeticum*, *Myrtus communis*, *Lonicera arborea*, *Viburnum Opulus*, etc. Estos radios tienen una forma bastante típica, y parecen provenir de un radio uniseriado en el que las celdillas centrales hubiesen experimentado varias divisiones sucesivas; pero un examen detenido de su génesis no confirmará tal suposición.

Fuera de las excepciones que se acaban de mencionar, los radios de la mayoría de las especies están formados por la reunión de hiladas de celdillas procumbentes y uniformes, siendo, por lo tanto, sumamente escasos los caracteres diferenciales que ofrecen relativos á su composición histológica, y á falta de éstos, se hace preciso aprovechar los que suministran sus dimensiones, figura de la sección, abundancia ó escasez, uniformidad, etc. Las dimensiones radiales pueden ex-



presarse en unidades métricas, según hemos visto hizo Noerdlinger para unas cuantas especies; pero ofrece incomparable ventaja indicar su alto y ancho por el número de celdillas que en estas dos direcciones se cuentan en la sección transversal. De esta manera se distinguen con toda claridad radios que estarían confundidos si su ancho se expresara en unidades métricas, como sucede con los uniseriados y biseriados, por ejemplo, pues las dimensiones de las celdillas no son constantes en las diversas especies, y sucede que radios de dos celdillas de ancho, como los del *Buxus sempervirens*, tienen menos espesor que algunos de una celdilla, tales como los del *Diospyros Ebenum*, *Olea europaea*, *Ficus Carica*, etc. Las dimensiones radiales son, por lo general, poco constantes, sobre todo la longitud, pues en un mismo ejemplar se notan variaciones considerables, lo que hace perder la esperanza de sacar algún provecho de su estudio; pero la observación paciente llega á descubrir algo constante en medio de tanta variedad y poca fijeza, que si no basta para fundar una clasificación, como algunos botánicos han pretendido, asociada á otros caracteres puede emplearse con éxito en multitud de casos para las determinaciones genéricas y específicas. Mas para ello es preciso emprender su estudio bajo un plan uniforme, con el objeto de que todos los datos que se aporten sean comparables entre sí, único modo de determinar con certeza los límites de constancia ó variabilidad de los caracteres radiales, pues hasta el presente es tan poco lo que se ha hecho por ese camino, que no es posible sacar deducciones generales de las pocas y vagas noticias que se encuentran en la literatura botánica. Por eso cualquier dato preciso que provenga de la observación directa tiene valor, aunque sólo sirva para confirmar la constancia de caracteres señalados ya por otros



observadores; y movido por esa consideración expondré más adelante un resumen ligero, entresacado de mis notas de observación relativas á aquellas especies cuya constitución radial he podido estudiar más ó menos completamente. Como base para la clasificación me serviré de la anchura de los radios expresada por el número de celdillas, por no ocurrírseme otra mejor; pues, excepto en las Coníferas, su composición histológica es muy uniforme, según se desprende de las consideraciones y cuadro analítico expuesto anteriormente; y en cuanto á la forma, si bien pueden distinguirse los tipos lineal, fusiforme, lanceolado, en bandas longitudinales, uniseriados en las extremidades y pluriseriado en el centro (1), etc., no ofrecen caracteres bastante precisos, y se pasa de unos á otros con suma facilidad; y además en una misma especie suelen encontrarse varias formas reunidas, inconveniente que se tropieza también al emplear como carácter la anchura, pues, excepción hecha de aquellas especies cuyos radios son todos uniseriados, en las demás casi siempre se encuentran radios de muy distintos diámetros; pero ese inconveniente puede salvarse en cierto modo tomando sólo en cuenta, para los efectos de la clasificación, el diámetro de los radios mayores. Así, por ejemplo, en la *Rosa canina*, un estudio detenido permite distinguir tres categorías de radios: 1.º, los uniseriados, de 3-5 hiladas de celdillas derechas y bien dife-

---

(1) Cuando las extremidades uniseriadas están formadas por varias hiladas de parenquima de celdillas derechas, y el centro pluriseriado por el parenquima procumbente, la forma es muy característica y constituye un tipo bien definido, como sucede en el *Myrtus communis*, *Rhododendron baeticum*, *Lonicera arborea*, *Viburnum Opulus*, *Ilex Aquifolium*, etc. Mezclados con estos radios se encuentran siempre en abundancia otros uniseriados de pocas hiladas de celdillas derechas, que reunidos á los pluriseriados forman un tipo radial característico, que puede representarse por la fórmula  $\left\{ \frac{*R*}{x} (y); \frac{**R}{1} (z) \right\}$



rentes de todos los demás; 2.º, los medianos, de 3-5 celdillas de espesor, y altura variable entre 20, 30, 60 ó más celdillas, y 3.º, los anchos, de 7 á 10 celdillas de espesor y más de 60 de longitud, existiendo entre estas dos últimas categorías formas de tránsito que las reúnen, de modo que su fórmula, según las convenciones establecidas en la página 180, será:

$$Rosa\ canina: \left\{ \frac{R}{7-10} (\infty) = \frac{R}{3-5} (20-30-\infty); \frac{**R}{1} (3-5) \right\},$$

y para los efectos de la clasificación por el ancho radial, se tendrá en cuenta solamente el de los radios de 7-10 celdillas de espesor; é igual sucede en el *Fagus sylvatica*, *Prunus spinosa*, *P. insititia*, *Cercis Siliquastrum*, etc., etc., pues son muy raras las especies de radios pluriseriados que, por lo menos, no presentan radios uniseriados también, como se verá en las diagnosis radiales que figuran más adelante. Y es natural que esa desigualdad exista siempre, puesto que en cada capa anual de madera nacen una porción de radios que no existían en la anterior, pues parece ley observada que su número, en igual espacio de anillos distintos, sea el mismo; y como los radios de nueva formación empiezan por ser uniseriados, ó por lo menos de menor número de celdillas que los completamente desarrollados, en una sección tangente deberán aparecer, además de los radios que han adquirido toda su anchura, aquellos en vía de formación que aún no la tienen; por eso es lícito tomar sólo en cuenta los radios mayores de cada clase, si la especie presenta varias, como sucede en el caso antes citado. Pero la desigualdad radial es á veces tan grande que debe atribuirse á que realmente exista, pues por la causa que se acaba de mencionar se explica la desigualdad sólo dentro de ciertos límites, según se deduce de los dos siguientes



ejemplos que he calculado para los casos extremos de que el número de radios sea grande y pequeño. Supongamos un tronco de *Acer pseudoplatanus* cuyo diámetro, correspondiente al último anillo leñoso, sea de 60 cm., lo que da una circunferencia de 1.885 mm.; y que en cada 5 mm., contados en la circunferencia del último anillo, haya 33 radios por término medio, ó sean 12.440 radios en toda la circunferencia. Al año siguiente, si el nuevo anillo tiene un centímetro de espesor, la circunferencia será de 1.947 mm., y, por lo tanto, habrá un total de radios de 12.850, es decir, 410 radios más que en el anillo anterior, ó sea un radio más por cada 5 mm. de circunferencia. Examinemos otra especie en que el número de radios sea más grande, como sucede en el *Rhododendron maximum*, en el que se cuentan 140 radios en cada 5 mm., ó sean 42.752 en una circunferencia de 60 centímetros de diámetro. Si el crecimiento es, como en el caso anterior, de un centímetro, el número de radios del nuevo anillo será de 44.764, ó sean 1.764 de nueva formación, ó sea 1 por cada 28 antiguos, ó 4 ó 5 más en 5 mm. de circunferencia. Para deducir de estos datos el número de radios incompletamente formados que deben encontrarse en una sección tangente, sería preciso conocer á qué distancia de su origen adquieren su total desarrollo, y aunque para ello no tengo conocimiento de que se hayan hecho las observaciones pertinentes, me parece no es aventurado afirmar que en muchas especies la disparidad radial realmente existe entre los radios completamente desarrollados; y confirma esa suposición el que en algunas especies, tales como la *Swietenia Mahagoni*, la uniformidad es notable, á pesar de hallarse interrumpida por los radios de nueva formación.

Las diferencias entre el ancho de los radios oscilan siempre entre límites más estrechos que las diferencias



entre las alturas. Los radios uniseriados, biseriados y triseriados suelen ofrecer bastante uniformidad y constancia; en los de 4-5 y 7-10 celdillas de espesor hay que admitir alguna más latitud y no contentarse con la medición de un radio solo, sino tomar el término medio de los mayores que se presentan á la vez en el campo del microscopio, prescindiendo de los que sean excesivamente raros por sus dimensiones excepcionales, pues lo que se trata de hallar es la determinación de aquellos que por su abundancia dan carácter á la especie. Raras veces el ancho pasa de 10 celdillas, como sucede en las especies de los géneros *Quercus*, *Fagus* y *Platanus*, y entonces los considero como de un número indefinido. La longitud radial, ya sea comparando los radios de una misma especie ó de especies distintas, ofrece diferencias más notables que la anchura. Es comúnmente pequeña, de 2 á 6 celdillas, en el *Taxus baccata*, *Olea europaea*, *Daphne Laureola*, etc.; en la mayoría de las especies está comprendida entre 15 y 30 celdillas, y llega á más de 50 ó 60, en cuyo caso se considera como de número indefinido, en el *Berberis vulgaris et hispanica*, *Hedera Helix*, *Tilia parvifolia*, *Adenocarpus decorticans*, *Cytisus Laburnum*, *Rosa canina*, *Vitis vinifera*, *Platanus occidentalis*, *Fagus sylvatica*, *Quercus sessiflora*, *pedunculata*, *Toza*, *Ilex*, *Jordanae*, etc., etc.

Teniendo en cuenta los principios que se acaban de exponer, he trazado las diagnosis radiales de algunas especies que hasta el presente he podido estudiar, y á continuación figuran clasificadas según el número de celdillas que constituyen su anchura.



**A.—Todos los radios uniseriados.**

+ CONÍFERAS.

\* *Composición de los radios homogénea; solo celdillas de parenquima; sin canales resiníferos.*

*Taxus baccata*:  $\left\{ \frac{R}{1} (2-5) \right\}$ .

Radios uniformes, uniseriados y de composición homogénea; comúnmente de 2 á 5 hiladas de celdillas, pero se ven algunos de dimensiones muy diferentes: desde 1 á 25 hiladas. Celdillas todas iguales, procumbentes, de paredes lignificadas y con poros sencillos.

*Juniperus Sabina et communis*:  $\left\{ \frac{R}{1} (2-10) \right\}$ .

Radios uniformes, uniseriados y de composición homogénea. Altura variable entre 1 y 10 hiladas, y, aunque con menos abundancia, se encuentran también algunos que tienen 15 y más. Las celdillas son todas iguales, procumbentes y de paredes lignificadas con puntuaciones sencillas.

Los radios de las demás especies españolas del género *Juniperus* tienen los mismos caracteres esenciales que se acaban de indicar, é igualmente los de la *Wellingtonia gigantea*.

*Abies Pinsapo et pectinata*:  $\left\{ \frac{R}{1} (2-25) \right\}$ .

Radios uniformes, uniseriados, de composición homogénea y altura variable entre 2 y 25 ó más hiladas. Celdillas todas uniformes, procumbentes, de paredes lignificadas con poros sencillos, y bastante largas en sentido radial.



\*\* *Composición de los radios heterogénea: traqueidas y parenquima; con canales resiníferos.*

a) *Parenquima lignificado, con poros sencillos en sus paredes.*

$$Picea\ excelsa: \left\{ \frac{R}{1}^{(p+t)} (10-15); \frac{R}{cr} \right\}.$$

Radios biformes: sencillos uniseriados, y con canales resiníferos; estos últimos mucho menos numerosos. Radios uniseriados de composición heterogénea; por lo regular una ó dos hiladas de traqueidas de paredes lisas en las extremidades, y las demás de parenquima procumbente de paredes lignificadas. Radios con canales resiníferos de igual composición que los uniseriados, con la diferencia de presentar en su centro el canal resinífero acompañado de las celdillas envolventes. Altura de los radios comúnmente entre 10 y 15 hiladas.

N. B.—Esta especie, y todas las demás que siguen pertenecientes á las Coníferas, las coloco entre las que sólo tienen radios uniseriados á pesar de que aquellos en los cuales se desarrollan los canales resiníferos tienen en el centro varias celdillas de espesor, porque, según antes ya queda manifestado, considero tales radios como la reunión de dos elementos histotómicos, cuales son el radio uniseriado y el canal resinífero.

$$Larix\ europæa: \left\{ \frac{R}{1}^{(p+t)} (10-15); \frac{R}{cr} \right\}.$$

La fórmula radial de esta especie es la misma que la perteneciente á la *P. excelsa*.

*Pinus Pinaster, Pinea et halepensis:*

$$\left\{ \frac{R}{1}^{(p+t)} (8-10); \frac{R}{cr} \right\}.$$



Radios biformes: sencillos uniseriados, y con canales resiníferos. Radios uniseriados de composición heterogénea, formados por hiladas de traqueidas de paredes con crestas poco salientes en las especies *Pinea* y *halepensis*, y muy pronunciadas en la *Pinaster*, las cuales alternan con hiladas de parenquima de *paredes lignificadas y provistas de poros*. La alternación de ambas hiladas la marcan las tres siguientes fórmulas observadas en el *P. Pinea*: { I, 2, II, 3, II }, { II, 6, II } y { IV, 5, II }. Radios con canales resiníferos de igual composición que los uniseriados, excepto en que el centro está ocupado por el canal y celdillas que le acompañan. Altura de los radios uniseriados, por lo común, de 8 á 10 hiladas, pero se ven bastantes que se apartan de estos números.

b) Parenquima celuloso de paredes lisas y sin poros.

*Pinus sylvestris, Laricio, montana, australis et Strobis:*

$$\left\{ \frac{R}{1}^{(p'+1)} (8-10); \frac{R}{cr} \right\}.$$

Radios biformes: sencillos uniseriados, y con canales resiníferos. Radios uniseriados de composición heterogénea, formados por hiladas de traqueidas de paredes con crestas salientes, excepto en el *Strobis*, y alternantes con otras de parenquima con las *paredes celulosas, no lignificadas, lisas y sin ninguna escultura*. Radios con canales resiníferos de igual composición en sus extremidades que los uniseriados. Altura media de 8 á 10 hiladas.

N. B.—Para indicar que las celdillas de parenquima no están lignificadas se acentúa la *p'* en la fórmula.



+ + DICOTILEDÓNEAS.

*Populus alba, nigra, canescens et tremula*:  $\left\{ \frac{R}{1} (15-40) \right\}$

Todos los radios uniseriados y de altura variable entre 15 y 40 hiladas, viéndose también algunos que sólo tienen 3 ó 4 y otros que llegan á 40. Celdillas de sección oval; las que componen las hiladas extremas — y á veces también las intermedias — presentan en sus caras de contacto con los vasos poros mucho mayores y diferentes que en las demás.

*Castanea vulgaris*:  $\left\{ \frac{R}{1} (8-12) \right\}$ .

Radios todos uniseriados, uniformes y numerosos, de 8 á 12 hiladas de altura unos, y de 2, 3 ó 4 otros. Celdillas uniformes y procumbentes.

*Aesculus Hippocastanum*:  $\left\{ \frac{R}{1} (6-12) \right\}$ .

Radios todos uniseriados, uniformes, y compuestos de celdillas uniformes también; por lo regular de 6 á 12 hiladas de altura, pero se ven algunos que no llegan á esas dimensiones.

*Econimus europæus*:  $\left\{ \frac{R}{1} (10-20) \right\}$ .

Radios todos uniseriados, de 10 á 20 hiladas de altura por término medio. La sección de las celdillas no es del todo uniforme, pues presenta las formas circular, oval y oval alargada.

*Alnus glutinosa*:  $\left\{ \frac{R}{1} (15-25) \right\}$ .

Radios uniseriados de altura muy variable, aunque la más común es la indicada en la fórmula. En las bandas anormales y sin vasos que se encuentran en la madera de esta especie, no es raro ver algunos radios con dos celdillas de espesor. Éstas son todas unifor-



mes, de paredes bastante gruesas, sección oval, y contienen pigmento colorante.

$$\textit{Eucalyptus Globulus: } \left\{ \frac{R}{1} (10-15) \right\}.$$

Todos los radios uniseriados, de 10 á 15 hiladas por término medio, y otros más pequeños. Celdillas grandes, uniformes, de sección oval.

$$\textit{Guajacum officinale: } \left\{ \frac{R}{1} (2-5) \right\}.$$

Radios uniseriados de muy poca altura: de 2 á 5 hiladas por término medio.

$$\textit{Zyziphus vulgaris: } \left\{ \frac{R}{1} (15-20) \right\}.$$

Radios numerosos uniseriados, de 15 á 20 hiladas de altura, entre los cuales no es raro ver algunos con varias celdillas divididas en dos, y por lo tanto, biseriados en parte, pero siempre en escaso número. Celdillas cortas en sentido radial, de sección grande y uniforme.

$$\textit{Daphne Laureola: } \left\{ \frac{**R}{1} (3-6) \right\}.$$

Radios uniseriados, cortos, de 3-6 hiladas por término medio. Entre ellos se encuentra alguno con varias celdillas divididas en dos. Éstas son casi todas derechas y de sección poco uniforme.

$$\textit{Diospyros Ebenum: } \left\{ \frac{R}{1} (10-35) \right\}.$$

Radios uniseriados, muy numerosos, de altura muy diferente, que oscila entre 10 y 35 hiladas. Siempre en muy corto número, se ven entre ellos algunos cuyas celdillas, más ó menos parcialmente, están divididas en dos. Las celdillas son poco uniformes, y se encuentran mezcladas en un mismo radio, sin orden alguno, celdillas isodiamétricas de sección grande, y celdillas procumbentes de sección más pequeña.



**B.—Radios uniseriados y biseriados.**

$$Salix cinerea: \left\{ \frac{*R}{1} (10-15) = \frac{*R}{2} (10-15) \right\}.$$

Radios uniseriados y biseriados, de 10 á 15 hiladas de altura. Celdillas de las hiladas extremas, y á veces también de las intermedias, derechas y con poros mayores que las demás en las caras de contacto con los vasos. Radios biseriados menos numerosos, y comúnmente biseriados sólo en el centro, con la apariencia de proceder de los uniseriados por división de las celdillas centrales.

$$Punica Granatum: \left\{ \frac{*R}{1} (2-10) = \frac{*R}{2} (8-12) \right\}.$$

Radios uniseriados y biseriados; los primeros más abundantes, y unos y otros de forma bastante variable é irregular. Los biseriados tienen á veces varias hiladas uniseriadas de celdillas derechas en sus extremidades, y otras sólo una celdilla de esa clase en cada extremidad. La altura es, por término medio, de 8-12 hiladas en los biseriados, y la sección presenta la forma fusiforme alargada. Los uniseriados tienen todas las celdillas derechas, ó sólo algunas mezcladas con las demás procumbentes sin orden alguno; su altura es de 2 á 10 hiladas, y pasan por tránsitos insensibles á los biseriados (1).

$$Buxus sempervirens: \left\{ \frac{*R}{2} (12-20); \frac{*R}{1} (1-5) \right\}.$$

Radios biseriados numerosos, con una sola celdilla grande—algunas veces dos—en cada extremidad; las demás son procumbentes y de sección circular muy pequeña, de modo que los radios son pequeños y estre-

(1) En algunos casos la fórmula radial de esta especie será:

$$\left\{ \frac{**R}{1} (2-10) = \frac{*R^*}{2} (8-12) \right\}.$$



chos comparados con los de otras especies que los tienen también biseriados. Su altura es, por término medio, de 12 á 20 hiladas. Los radios uniseriados son mucho menos numerosos, de menor altura y también con una ó dos celdillas grandes en sus extremidades.

$$\textit{Olea europaea:} \left\{ \frac{*R^*}{1} (5-6); \frac{**R}{2} (2-3) \right\}.$$

Radios biseriados pequeños, de sección lanceolada, de 5-6 hiladas de altura, y con las celdillas que forman las hiladas extremas, derechas y notablemente mayores. Radios uniseriados más escasos, de dos á tres hiladas de celdillas grandes y derechas.

$$\textit{Viburnum Opulus:} \left\{ \frac{*R^*}{2} (10-15); \frac{**R}{1} (2-10) \right\}.$$

Radios uniseriados y biseriados en igual número; estos últimos biseriados sólo en el centro, y con las celdillas que componen las hiladas uniseriadas de las extremidades, derechas y muy altas en la sección tangente; y asimismo son también derechas todas las que forman los radios uniseriados. Radios biseriados, de 10 á 15 hiladas de altura, y los uniseriados de 2 á 10.

*Liquidambar Styraciflua:*

$$\left\{ \frac{*R}{2} (15-20) = \frac{*R}{1} (\dots 10) \right\}.$$

Radios uniseriados y biseriados; estos últimos biseriados sólo en el centro; celdillas de las extremidades derechas (?).

$$\textit{Myrtus communis:} \left\{ \frac{*R^*}{2} (10-15); \frac{**R}{1} (2-10) \right\}.$$

Radios uniseriados y biseriados; estos últimos biseriados sólo en el centro; celdillas de las hiladas extremas, así como todas las que forman los uniseriados, derechas y muy altas. Radios biseriados, de 10 á 15 hi-



ladas de altura, por término medio; algunos llegan hasta 20. Uniseriados, de 2 á 10, y también hasta 15.

$$Rhus\ Cotinus: \left\{ \frac{*R*}{2} (15-20); \frac{**R}{1} (1-10) \right\}.$$

Radios uniseriados y biseriados; éstos de 15 á 20 hiladas de altura, y por lo regular con ambas extremidades, ó por lo menos una, prolongada uniserialmente. Las celdillas que componen las hiladas extremas son comúnmente derechas y de poco desarrollo tangencial, de modo que no parecen mayores que las ordinarias, las cuales están también algo aplastadas tangencialmente, resultando los radios estrechos. Radios uniseriados menos numerosos, con las celdillas derechas y poco caracterizadas, al igual de las que componen las extremidades de los radios biseriados, y por lo regular su altura no pasa de 10 hiladas.

$$Ligustrum\ vulgare: \left\{ \frac{R}{2} (10-15) = \frac{R}{1} (10-15) \right\}.$$

Radios uniseriados y biseriados, desarrollados por igual y de la misma altura de 10 á 15 hiladas. Celdillas procumbentes ordinarias. Sección de los biseriados fusiforme.

$$Rhamnus\ cathartica: \left\{ \frac{R}{2} (10-15) = \frac{R}{1} (10-15) \right\}.$$

Radios uniseriados y biseriados, desarrollados por igual y de 10 á 15 hiladas de altura. La sección de los biseriados es fusiforme alargada, y las extremidades casi siempre son uniseriadas. Celdillas todas procumbentes.

$$Hippophae\ rhamnoides: \left\{ \frac{R}{1.2} (5-15) \right\}.$$

Radios uni-biseriados, de 5 á 15 hiladas de altura. Celdillas procumbentes.

$$Sorbus\ aucuparia: \left\{ \frac{\bar{R}}{2} (10-20); \frac{R}{1} (3-10) \right\}.$$

Radios biseriados fusiformes, de 10 á 20 hiladas de



altura, y más abundantes que los uniseriados; éstos sólo tienen de 3 á 10 hiladas de altura. Celdillas todas procumbentes.

$$\textit{Syringa vulgaris}: \left\{ \frac{R}{2} (10-15) = \frac{R}{1} (10-15) \right\}.$$

Radio uni-biseriados, desarrollados por igual y de la misma altura, que es, por lo regular, de 10 á 15 hiladas, aunque se ven algunos que pasan de 20, y otros que apenas llegan á 4 ó 5. Celdillas todas procumbentes. Sección de los biseriados, fusiforme.

Según Müller (l. c., pág. 88), los radios mayores de esta especie tienen 2-3 celdillas de espesor.

*Corylus Avellana.*

*Carpinus betulus.*

Los radios que limitan los compartimientos normales en estas dos especies son uni-biseriados; pero como los que se encuentran en los compartimientos anormales tienen hasta 4 celdillas de espesor, su fórmula radial se describirá más adelante, entre las especies que tienen los radios mayores cuadriseriados.

### C.—Radios mayores triseriados.

$$\textit{Crataegus monogyna}: \left\{ \frac{R}{2\ 3} (10-15); \frac{R}{1} (3-10) \right\}.$$

La mayoría de los radios bi-triseriados, dominando los primeros, y entre ellos algunos uniseriados. Las celdillas son siempre procumbentes, de sección circular. La altura de los pluriseriados es de 10 á 15 hiladas de celdillas, y la de los uniseriados algo menor: de 3 á 10.

En los fotogramas del Atlas de Müller, correspondientes á esta especie, se ven algunos radios de 4 celdillas de espesor; pero en los ejemplares de mi colección sólo tienen 3 los mayores, salvo alguna rara excepción.



$$Pinus communis: \left\{ \frac{R}{2 \cdot 3} (10-20); \frac{R}{1} (2-10) \right\}.$$

Radios numerosos bi-triseriados, compuestos de celdillas iguales, procumbentes y de 10 á 20 hiladas de altura; su sección es lanceolada algo flameante. Los radios uniseriados son más escasos, y se componen de 2-10 hiladas de celdillas, también procumbentes.

La variedad *Mariana* tiene igual fórmula radial.

$$Genita falcata et linifolia: \left\{ \frac{R}{3} (10-20) = \frac{R}{1} (3-10) \right\}.$$

Radios desiguales, poco abundantes; los mayores de sección piriforme y de 3 celdillas de espesor—algunos hasta de 4—y los menores uniseriados pasando á los pluriseriados por tránsitos insensibles. Las celdillas que los componen son poco uniformes, y están mezcladas sin orden las procumbentes con las isodiamétricas.

$$Prunus avium: \left\{ \frac{R}{2 \cdot 3} (15-30); \frac{R}{1} (3-20) \right\}.$$

Radios poco uniformes, mezclados los mayores, que son de 3 celdillas de espesor, con otros de 2, en igual proporción; y de 15 á 30 hiladas de altura. Radios uniseriados menos numerosos y de muy diversas alturas, puesto que varía entre 3 y 20 hiladas. Celdillas todas procumbentes.

$$Acer Negundo: \left\{ \frac{R}{2 \cdot 3} (10-60); \frac{R'}{1} (3-10) \right\}.$$

Radios bi-triseriados y de altura muy desigual, puesto que oscila entre 10 y 60 hiladas, y en algunos en número  $\infty$ . Sección fusiforme en los pequeños, y en bandas de bordes paralelos en los mayores. Se encuentran también algunos radios uniseriados en corto número. Celdillas uniformes, procumbentes y de sección circular.



$$\textit{Betula verrucosa}: \left\{ \frac{R}{3} (15-20); \frac{R}{1-2} (3-10) \right\}.$$

Radios en su mayoría triseriados, de 15-20 hiladas de altura y de sección fusiforme con las extremidades afiladas. Entre ellos existen otros menores, de 2 y 1 celdilla de espesor y 3-10 de altura. Celdillas todas procumbentes.

(No es raro encontrar en esta especie algunos radios de 4 celdillas de espesor.)

$$\textit{Arbutus Unedo}: \left\{ \frac{R}{2-3} = \frac{R}{1} (10-15) \right\}.$$

Radios bi-triseriados y uniseriados. Altura, de 10-15 celdillas por término medio.

$$\textit{Kentrophyllum arborescens}: \left\{ \frac{R}{2-3} (5-25) = \frac{R'}{1} (1-5) \right\}.$$

Radios muy poco uniformes, de 2-3 celdillas de espesor, y de altura entre 5 y 25 celdillas; en algunos las celdillas terminales son algo mayores que las demás.

Radios uniseriados, de 1-5 hiladas, raros.

$$\textit{Hedera Helix}: \left\{ \frac{R}{2-3} (\infty) \right\}.$$

Radios bi-triseriados muy altos y numerosos, de  $\infty$  número de hiladas de celdillas, los cuales, en la sección tangente, parecen bandas longitudinales; celdillas procumbentes. Radios uniseriados muy raros.

Müller (l. c., pág. 78) dice que los radios de la Yedra tienen 4-6 celdillas de espesor y 30-40 de altura, y el fotograma de su *Atlas*, correspondiente á esta especie, está conforme con esos datos; pero la diagnosis que acabo de trazar es fiel traducción de lo que se observa en los ejemplares por mí estudiados, procedentes de los Reales jardines de San Ildefonso.

$$\textit{Lonicera arborea}: \left\{ \frac{*R*}{1} (3-10); \frac{**R}{3} (8-15) \right\}.$$

Radios uniseriados y triseriados; estos últimos con



ambas extremidades uniseriadas, formadas por hiladas de celdillas derechas, bastante altas y mucho mayores que las centrales, que son procumbentes; su altura es, por término medio, de 8-15 celdillas. Radios uniseriados de celdillas derechas y algo más abundantes que los poliseriados, de altura de 3 á 10 hiladas.

$$Laurus nobilis: \left\{ \frac{*R}{2-3} (10-20); \frac{R'}{1} (1-5) \right\}.$$

Radios bi-triseriados, de sección fusiforme alargada y de 10-20 hiladas de celdillas de altura; por lo regular en cada extremo una ó dos celdillas derechas, mucho mayores que las demás, que son procumbentes. Radios uniseriados escasos.

$$Cistus laurifolius: \left\{ \frac{**R}{1} (1-5); \frac{*R}{2-3} (10-15) \right\}.$$

Radios bi-triseriados pequeños, de sección fusiforme, y con las celdillas de las extremidades mayores en casi todos ellos, ó por lo menos de sección lanceolado-alargada; altura variable entre 10-15 hiladas, ó menor. Radios uniseriados más numerosos, de poca altura, de 1-5 hiladas por lo regular, si bien algunos se ven mayores; celdillas derechas de sección lanceolada.

$$Osyris lanceolata: \left\{ \frac{*R}{2-3} (10-30); \frac{*R'}{1} (1-5) \right\}.$$

Radios bi-triseriados, desiguales, fusiformes y de altura bastante diferente: de 10 á 30 hiladas de celdillas. Celdillas de sección muy desigual en dimensiones y forma, isodiamétricas ó derechas. Radios uniseriados escasos, y de 1-5 hiladas de celdillas derechas.

$$Swietenia Mahagoni: \left\{ \frac{*R}{3} (12-15) \right\}.$$

Radios muy uniformes, de 3 celdillas de espesor— en alguno se ven hasta 4—y de 12 á 15 de altura; sección lanceolada, con una celdilla en cada extremidad



mayor que las demás. Puede considerarse esta especie como tipo de radios uniformes.

$$Ceratonia Siliqua: \left\{ \frac{*R}{2-3} (10-15); \frac{**R'}{1} (2-5) \right\}.$$

Radios bi-triseriados, de 10 á 15 celdillas de altura ó más. Sección fusiforme-lanceolada, con una ó varias celdillas derechas y grandes en cada extremidad; celdillas centrales procumbentes no muy uniformes. Radios uniseriados escasos, mezclados con los pluriseriados, de 2-5 hiladas de celdillas derechas, ó cuando menos isodiamétricas.

**D.—Radios mayores de 4-5 celdillas de espesor.**

$$Tilia parvifolia: \left\{ \frac{R}{3-4} (25-\infty); \frac{R'}{1} (2-10) \right\}.$$

Radios de 3-4 celdillas de espesor, y altura variable desde 25 ó menos, hasta 80 ó 100; sección en forma de bandas en los muy largos, y fusiforme en los cortos, con las extremidades aguzadas. Radios uniseriados escasos, de 10 hiladas de celdillas los mayores. Celdillas de todos los radios procumbentes y de sección elíptico-alargada, lo que hace que los radios sean estrechos atendido el número de celdillas de su espesor.

$$Robinia Pseudo-Acacia: \left\{ \frac{\bar{R}}{3-4} (25-30); \frac{R}{1-2} (2-15) \right\}.$$

Radios mayores dominantes, de 3-4 celdillas de espesor y de 25-30 de altura; sección fusiforme con las extremidades aguzadas, sin que en ellas se encuentren celdillas especiales.—Algún radio se ve con 5 celdillas de espesor.—Radios más pequeños en menor número, uni-biseriados y de poca altura, pues no suele pasar de 15 celdillas.

$$Spartium junceum: \left\{ \frac{R}{3-4} (15-30); \frac{R}{1-2} (2-10) \right\}.$$

Radios de sección lanceolada, y de magnitudes bas-



tante diferentes; los mayores de 3-4 celdillas de espesor y de 15-20-30 de altura, y los más pequeños uni-biseriados y solamente de 2-10 celdillas; éstas son en todos los radios procumbentes, y de sección circular.

$$Fraxinus excelsior: \left\{ \frac{R}{3-4} (8-12) \right\}.$$

Radios bastante uniformes, de sección lanceolada, de 3-4 celdillas de espesor y 8-12 de altura, con todas las celdillas procumbentes y de sección oval. Radios uniseriados muy raros.

Según Müller (l. c., pág. 87) los radios de esta especie tienen 4-5 celdillas de ancho y 12-14 de alto, y los uniseriados solo se componen de 3-6 hiladas; pero en el fotograma del *Atlas* los que se ven tienen 3-4 celdillas de anchura.

$$Adenocarpus hispanicus: \left\{ \frac{R}{3-4} (5-30) \right\}.$$

Radios tri-cuadriseñados, de alturas muy diferentes, oscilando entre 5-20-30 celdillas, por cuya causa presentan un aspecto muy disforme. Celdillas todas procumbentes. Radios uniseriados muy raros y solamente de 2 á 3 hiladas.

$$Ficus Carica: \left\{ \frac{*R}{3-4} (\dots 30) = \frac{**R}{1} (3-5) \right\}.$$

Radios disformes, de 3-4 celdillas de espesor los mayores y hasta 30 ó más de altura; celdillas terminales grandes. Algunos radios tienen hasta 5 celdillas de espesor. Radios uniseriados de celdillas derechas, de sección lanceolada cuando pasan entre el tejido fibroso de los compartimientos, y circular ú oval transversalmente cuando pasan por entre el tejido parenquimatoso. Entre estas dos clases de radios se encuentran formas intermedias que los reúnen.



*Philadelphus coronarius*:  $\left\{ \frac{*R}{3-4} (15-\infty); \frac{**R}{1} (2-10) \right\}$ .

Radios mayores de 3-4 celdillas de espesor, algunos muy altos, de 80, 100 y más celdillas, y otros cortos que apenas llegan á 15; celdillas de las extremidades derechas é isodiamétricas; y también pertenecen á esta clase muchas de las que se encuentran en el cuerpo de los radios, mezcladas con las procumbentes. Radios uniseriados de 10 ó más hiladas de celdillas derechas.

*Prunus Laurocerasus*:  $\left\{ \frac{*R}{3-4} (15-30); \frac{**R}{1} (2-8) \right\}$ .

Radios disformes y de sección irregular; los mayores de 3-4 celdillas de espesor — en algunos se ven hasta 5,—y de altura variable entre 15 y 30 por término medio, compuestos de una mezcla irregular de celdillas procumbentes é isodiamétricas de sección grande, y por lo común ovalada. Radios uniseriados de poca altura, de 2-8 hiladas de celdillas derechas.

*Corylus Avellana*:  $\left\{ \frac{R}{1} = \frac{R}{2} (10-35) \mid \frac{R}{2-5} \right\}$ .

La madera de esta especie se compone de grupos de compartimientos de composición normal, que alternan con otros anormales, caracterizados por la ausencia de elementos traqueales; y los radios son diferentes según pertenezcan á uno ú otro. Entre los compartimientos normales son uni-biseriados, y estos últimos raras veces biseriados de una á otra extremidad, y comúnmente uniseriados en unos sitios y biseriados en otros; su altura es muy poco uniforme y puede considerarse comprendida entre 10 ó 12 celdillas, ó menos, y 35 ó 40 ó más. En los compartimientos anormales la sección de los radios es muy irregular, confluentes unos con otros casi siempre, hasta el punto que en algunos sitios aparecen en confusa mezcla, y no es posible distinguirlos individualmente; pero en aquellos casos



en que la confluencia y confusión es menor permitiendo discernirlos, se presentan uni-cuadriseñados y de muy distintas alturas, aunque casi siempre menores que en los compartimientos normales. En todos los radios las celdillas componentes son siempre regulares y procumbentes.

Según Müller (l. c., pág. 60) los radios de las bandas anormales tienen de 5 á 6 celdillas de espesor; y lo que yo he observado siempre dista mucho de parecerse á lo que representa en el grabado de la pág. 59.— El aspecto que ofrecen en la sección transversal las bandas anormales ha hecho que se las tome por radios muy anchos, según queda dicho anteriormente al hacer el examen crítico de la Clasificación de Hartig.

$$\text{Carpinus betulus: } \left\{ \frac{R}{1} = \frac{R}{2} (10-30) \mid \frac{R}{2-5} (10-30) \right\}.$$

Como en la especie anterior, en la madera del *C. betulus* existen bandas de compartimientos sin vasos, y sus fórmulas radiales son muy parecidas. No obstante, en esta especie los radios uniseñados dominan entre los compartimientos normales, y en los anormales se observa mayor regularidad, estando los radios con más frecuencia separados.

Según Müller (l. c., pág. 58), todos los radios del *C. betulus* son uniformes, uniseñados, de 4-10 celdillas de altura, y sólo por excepción admite algunos biseñados, lo que indica claramente que no se ha fijado en la existencia de los compartimientos anormales á pesar de ser bien notable, hasta el punto de que Hartig, tomándolos por radios, colocaba la madera de esta especie entre aquellas que tenían radios muy estrechos y muy anchos, como el Haya, Roble, etc., según se ha visto en el capítulo anterior.



$$\textit{Acer platanoides: } \left\{ \frac{R}{3.5} (30-50) = \frac{R}{1} (2-10) \right\}.$$

Radios muy desiguales en cuanto á su espesor, desde uniseriados hasta de 4 ó 5 celdillas, y muy desiguales también en cuanto á su longitud, desde 2-3 celdillas que tienen los uniseriados, hasta 40 ó 50 que miden los mayores. Los más abundantes parecen ser los de 3-5 celdillas y los uniseriados. Sección variable entre fusiforme y lanceolada, y siempre poco regular. Celdillas todas procumbentes, de luz circular ó algo transversal circularmente.

$$\textit{Cedrela odorata: } \left\{ \frac{R}{4.5} (15-20); \frac{R}{1} (2-10) \right\}.$$

Radios de sección bastante uniforme, de 4-5 celdillas de espesor y de 15-25 de longitud, por término medio; y entre ellos se ven, en corto número, algunos uniseriados de 2-10 hiladas. Las celdillas son notables por la delgadez de sus paredes, y en algunos radios pluriseriados una ó dos de cada extremidad son grandes é isodiamétricas.

$$\textit{Ailanthus glandulosa: } \left\{ \frac{R}{4.5} (25-30); \frac{R'}{1} (2-10) \right\}.$$

Radios bastante uniformes, de sección lanceolada, de 4-5 celdillas de espesor y de 25-30 de altura, por término medio. Entre ellos se ven algunos uniseriados, de 2-10 hiladas, pero en muy corto número.

$$\textit{Juglans regia: } \left\{ \frac{R}{4.5} (15-35); \frac{R}{1} (\dots 10) \right\}.$$

Los radios completamente desarrollados tienen 4-5 celdillas de espesor, y la altura variable entre 15 y 35; su sección es lanceolada. Entre estos radios pluriseriados se ven algunos biseriados, pero me parece deben considerarse como radios que no han adquirido todo su desarrollo; no así los uniseriados, que se encuentran también en mucho menor número, y que in-



dudablemente forman un elemento histotómico autónomo. Celdillas todas procumbentes y de sección circular.

$$Sambucus\ nigra: \left\{ \frac{R}{4-5} (15-30); \frac{R'}{1-2} (2-8) \right\}.$$

Sección lanceolada ó fusiforme, de 4-5 celdillas de espesor y en algunos hasta de 6, y de 15 á 30 de altura y también menores. Radios uni-biseriados escasos, de 2-8 hiladas de altura. Celdillas desiguales, y mezcladas las procumbentes con las isodiamétricas.

$$Sarothamnus\ eriocarpus: \left\{ \frac{R}{4-5} (15-40); \frac{R}{1-2} (2-10) \right\}.$$

Radios de sección poco regular, sobre todo junto á las masas vasculares, de 4-5 celdillas de ancho y 15-40 de alto los mayores. Radios uni-biseriados pequeños, de 2-10 celdillas de altura. Celdillas procumbentes, de sección oval alargada y de diámetro no muy uniforme.

$$Ulmus\ campestris: \left\{ \frac{R}{4-5} (20-45) \right\}.$$

Radios de sección lanceolada poco regular, de 4-5 celdillas de espesor los mayores—alguna rara vez hasta 6,—y de altura poco uniforme, oscilando comúnmente entre 20 y 45. Los radios menores, que se encuentran con escasez, deben considerarse como radios que no han adquirido aún todo su desarrollo.

$$Prunus\ Armeniaca: \left\{ \frac{R}{4-5} (15-45) = \frac{R}{1-2} (... 10) \right\}.$$

Radios numerosos desiguales, de sección lanceolada, con las extremidades aguzadas, de 4-5 celdillas de espesor y altura bastante desigual, que oscila entre 15 y 45 ó más celdillas. Entre ellos se encuentran, en escaso número, algunos uni-biseriados, y cuya altura no suele pasar de 10 celdillas. Éstas son todas uniformes y de sección oval y grande.



$$\textit{Acer pseudoplatanus}: \left\{ \frac{R}{4-5} (15-40); \frac{R}{1-2} (2-10) \right\}.$$

Radios de 4-5 celdillas de espesor y de muy diferente altura: de 15 á 40 celdillas. La forma de su sección es muy poco regular. Radios uni-biseriados de poca altura. Celdillas todas procumbentes, de sección uniforme, oval transversalmente.

$$\textit{Prunus spinosa}: \left\{ \frac{\bar{R}}{4} = \frac{R}{3-5} (15-45); \frac{*R}{1} (3-10) \right\}.$$

La mayoría de los radios de 4 celdillas de espesor; pero se ven también bastantes de 3 y de 5; su altura varía entre 15 y 45 celdillas, y la sección es fusiforme ó lanceolada, con las extremidades aguzadas. Radios uniseriados escasos, autónomos y sin relación con los pluriseriados, compuestos de 3-10 hiladas de celdillas derechas ó isodiamétricas en su mayoría.

Müller (l. c., pág. 80) asigna á los radios mayores de esta especie 6-8 celdillas de espesor; mas en los ejemplares que he examinado no los he visto más anchos de 5.

El *Prunus insititia* tiene una fórmula radial parecida al *P. spinosa*, con la sola diferencia de que los radios más abundantes son de 5 celdillas de espesor.

$$\textit{Prunus lusitanica}: \left\{ \frac{*R}{4-5} (20-40); \frac{**R}{1} (2-8) \right\}.$$

Radios de sección fusiforme, de 4-5 celdillas de espesor, y en algunos hasta de 6, y de 20 á 40 de longitud; celdillas desiguales, procumbentes é isodiamétricas mezcladas sin orden alguno. Radios uniseriados menos numerosos, de 3-8 hiladas de celdillas derechas.

$$\textit{Rhododendron baeticum}: \left\{ \frac{**R}{1} (1-10); \frac{*R}{4-5} (15-20) \right\}.$$

Radios uniseriados numerosos, compuestos de 1-10 hiladas de celdillas, todas derechas y de sección oval bastante alargada. Radios pluriseriados en mucho me-



nor número, de 15 á 20 celdillas de altura ó más, con las extremidades uniseriadas, compuestos de varias hiladas de celdillas derechas, de sección oval alargada y notablemente más grande que la correspondiente á las celdillas procumbentes que forman el centro pluriseriado, de 4-5 de espesor. Por término medio he hallado, en ejemplares de esta especie procedentes de la Sierra de Algeciras, en cada 5 mm. contados en la línea divisoria de los anillos, de 95 á 100 radios, y de ellos de 10 á 11 pluriseriados. Su anchura mayor viene á ser de 45 á 50  $\mu$ , y el diámetro transversal de las celdillas derechas que constituyen los uniseriados, de 15 á 20  $\mu$ .

$$Ilex Aquifolium: \left\{ \frac{*R}{4-5} (15-45); \frac{**R}{1} (2-10) \right\}.$$

Radios mayores de 4-5 celdillas de espesor, de sección fusiforme poco regular, y longitud muy variable entre 15 y 45 celdillas, con las extremidades formadas por una ó varias celdillas derechas, y comúnmente prolongadas en serie uniseriada, como en el *Rhododendron*. Radios uniseriados numerosos, de 8-10 hiladas de celdillas derechas y muy altas. Además de estas dos clases de radios se ven también bastantes de tres celdillas de espesor, y de forma y composición igual á los mayores, y que probablemente corresponderán á un estado de desarrollo incompleto.

Müller (l. c., pág. 76) asigna á los radios mayores de esta especie de 6-8 celdillas de espesor, y de 50 á 60 de longitud, mas en el fotograma de su *Atlas* (Lámina XVII, fig. 2) que la representa, no se ven si no radios de las dimensiones que he hallado en los ejemplares de mi colección.

$$Erica arborea: \left\{ \frac{*R}{4-5} (15); \frac{*R}{1} (2-5) \right\}.$$

Radios bastante uniformes, de 4-5 celdillas de espesor y de unas 15 de longitud, y de sección lanceolada.



Radios uniseriados escasos, de 2-5 hiladas, y en ellos, lo mismo que en los poliseriados, las celdillas de las extremidades son grandes y las demás procumbentes.

**E.— Radios mayores de 7-10 celdillas de espesor.**

\* *Longitud de los radios mayores de un número definido de celdillas. (Hasta 50 ó 60.)*

$$\textit{Ribes rubrum: } \left\{ \begin{array}{l} * \frac{R}{6-8} (20-30); \quad ** \frac{R}{1} (2-5) \end{array} \right\}.$$

Sección de los radios fusiforme alargada, de 6-8 celdillas de ancho, por término medio, y de 20-30 de longitud, con las celdillas terminales derechas, mayores que las demás, y todas aplastadas tangencialmente y de poca luz. Radios uniseriados de 2-5 hiladas de celdillas derechas y muy altas.

$$\textit{Cercis Siliquastrum: } \left\{ \frac{\bar{R}}{6-8} (20-30) = \frac{R}{3-4} = \frac{R}{1} (5-6) \right\}.$$

Radios de sección muy poco uniforme, y desiguales en ancho y largo; los mayores de 6-8 celdillas de ancho y 20-30 de alto, ó más, y los menores uniseriados, escasos y de 5-6 hiladas de celdillas procumbentes y de sección oval transversalmente. Entre estas dos clases de radios se encuentran de todas las dimensiones intermedias, predominando algo, no obstante, los de 3-4 celdillas de anchura.

$$\textit{Genista florida: } \left\{ \frac{R}{4-9} (10-60) \right\}.$$

Radios muy diferentes en cuanto á su longitud, puesto que oscila entre 10 y 60 celdillas. El ancho es también poco uniforme, pues radios al parecer completamente desarrollados sólo tienen 4-5 celdillas, y otros hasta 10; pero á los mayores puede asignárseles, por término medio, de 8-9. Los radios de 1-2-3 celdillas de



espesor y poca altura, que se encuentran en las secciones tangenciales, deben considerarse como no del todo desarrollados. Las celdillas son todas procumbentes, de paredes gruesas y sección poco uniforme en cuanto á sus dimensiones.

$$Celtis australis: \left\{ \frac{*R}{8-10} (20-30); \frac{**R}{1} (2-5) \right\}.$$

Sección de los radios lanceolada, de 8-10 celdillas de ancho y 20-30 de alto, con una ó varias celdillas en cada extremidad, y á veces también en los costados, grandes, derechas é isodiamétricas. Radios uniseriados compuestos de 2-5 hiladas de celdillas derechas.

$$Amygdalus communis: \left\{ \frac{R}{8-10} (15-35); \frac{R}{1} (2-5) \right\}.$$

Los radios, en la región central de los anillos y entre las masas de tejido fibroso, son de sección lanceolada bastante uniforme, de 8-10 celdillas de espesor y de 15-35 de longitud los mayores completamente desarrollados; pero entre los vasos de la región primaveral la forma de la sección es completamente irregular y su longitud mayor. Además, en corto número y en todas las regiones, se encuentran algunos radios uniseriados de 2-5 hiladas de celdillas procumbentes, de sección circular, iguales á las que forman los radios pluriseriados.

\*\*Longitud de los radios mayores de un número indefinido de celdillas. (Más de 50-60.)

$$Adenocarpus decorticans: \left\{ \frac{**R}{5-7} (\infty) \right\}.$$

Radios poco uniformes, los mayores de 5-7 celdillas de espesor y muy largos; celdillas todas derechas, ó, cuando menos, isodiamétricas, comprimidas lateralmente, lo que hace que los radios sean delgados atendido el número de celdillas de su ancho.



Esta especie es la única, entre todas las que hasta ahora he estudiado, que presenta los radios pluriseriados compuestos exclusivamente de celdillas derechas.

$$\textit{Cytisus Laburnum: } \left\{ \frac{R}{6-8} (15-35-\infty); \frac{R'}{1} (2-5) \right\}.$$

Radios desiguales, no sólo en cuanto á la forma de su sección, sino también en cuanto á sus dimensiones. Por lo regular los mayores tienen de 6-8 celdillas de espesor, y desde 15-35 de largo á 70 ó más. Sin relación con estos radios grandes se encuentran también algunos, en escaso número, uniseriados de 2-5 hiladas por término medio. Todas las celdillas son procumbentes.

Müller (l. c., pág. 83) señala en esta especie la existencia de radios pluriseriados de 4-6 celdillas de espesor y de 20-30 de longitud, y además los uniseriados.

$$\textit{Morus alba: } \left\{ \frac{R}{6-10} (20-\infty) \right\}.$$

Radios muy desiguales en la región de primavera y más uniformes en la de otoño. En ésta, su sección es comúnmente lanceolada en los cortos, y lanceolada en las extremidades, con los bordes paralelos en la parte central, en los largos. Su anchura es de 6-10 celdillas, y la longitud muy variable entre 20 y 80 ó más. Las celdillas son todas procumbentes en unos radios, y en otros existen en cada extremidad dos ó tres grandes y derechas.

$$\textit{Berberis vulgaris et hispanica: } \left\{ \frac{R}{6-8} (\infty) \right\}.$$

Radios uniformes, de 6-8 celdillas de ancho é  $\infty$  número de longitud. Celdillas todas procumbentes.

$$\textit{Rosa canina: } \left\{ \frac{R}{7-10} (\infty) = \frac{R}{3-5} (20-30-\infty); \frac{R}{1} (3-5) \right\}.$$

En esta especie los radios pueden dividirse en tres grupos: grandes, de 7-10 celdillas de espesor é  $\infty$  número de longitud, compuestos de celdillas procumben-



tes é isodiamétricas; medianos, de 3-5 celdillas de espesor y de 20-40  $\infty$  número de longitud, que pasan por tránsitos insensibles á los grandes; y pequeños, uniseriados, compuestos de 3-5 hiladas de celdillas derechas y bien caracterizadas, los cuales no tienen tránsito á los demás.

$$Vitis\ vinifera: \left\{ \frac{R}{8-10} (\infty) \right\}.$$

Radios uniformes, de 8-10 celdillas de espesor y de  $\infty$  número de altura, formando en la sección tangente largas bandas longitudinales de bordes paralelos. Celdillas procumbentes de sección circular.

$$Ribes\ nigrum: \left\{ \frac{*R}{8-10} (\infty); \frac{**R}{1} (2-5) \right\}.$$

Radios grandes poco numerosos, anchos de 8-10 celdillas y de  $\infty$  número de longitud, con una ó varias celdillas mayores é isodiamétricas en sus extremidades; y pequeños, uniseriados de 2-5 hiladas de celdillas derechas.

**F. — Radios mayores de un número indefinido de celdillas de ancho (más de 10) y de un número indefinido de longitud.**

$$Platanus\ occidentalis: \left\{ \frac{R}{15} (\infty) \right\}.$$

Radios uniformes, de sección lanceolada, con las extremidades aguzadas, de 15 ó más celdillas de espesor é indeterminado número de longitud. Celdillas uniformes y procumbentes.

$$Fagus\ sylvatica: \left\{ \frac{R}{2-5} (10-30) = \frac{R}{1} (2-10); \frac{R}{15-25} (\infty) \right\}.$$

Radios muy desiguales, pero divididos en dos grupos bien distintos: los grandes de 15-25 ó más celdillas de espesor en su centro, y de indeterminado número de longitud, que son los menos numerosos; y los pe-



queños, de muy variadas dimensiones, que pasan de unos á otros por insensibles tránsitos. Comprende este último grupo una serie de radios, mezclados sin ningún orden, de 2-5 celdillas de anchura á uniseriados.

*Quercus pedunculata, sessiliflora, Toza, Ilex:*

$$\left\{ \frac{R}{1} (5-20) \mid \frac{R}{\infty} (\infty \infty) \right\}.$$

La fórmula radial de estas cuatro especies es la misma: radios muy anchos y largos, y radios mucho más abundantes uniseriados, de 5-20 hiladas, y sin relación alguna con los anteriores. Las celdillas son en todos iguales y procumbentes, pero en los uniseriados se nota que la forma de la sección es algo diferente según atraviesen el tejido fibroso ó traqueidal: en el primer caso es oval, con el diámetro mayor en el sentido de las fibras, y en el segundo oval transversalmente. A veces algunas láminas de tejido fibroso penetran dentro de la masa parenquimatosa que constituye los radios grandes, y separa de ella algunas porciones que á primera vista podrían confundirse con radios menores.

El *Q. Jordanae*, de Filipinas, tiene igual fórmula que las especies españolas del mismo género, y sólo se diferencia en que los radios más anchos no suelen pasar, ó pasan poco, de 10 celdillas de espesor; su longitud es también  $\infty$ .

N. B.—Al describir la composición histológica de los compartimientos del género *Quercus*, en la pág. 91, he indicado ya que nunca había visto en el *Q. Ilex* los radios triseriados que, según el Dr. Sanio, se encuentran entre el tejido fibroso.



## CAPÍTULO VIII

---

**Estudio micrográfico de las maderas. Descripción escrita y descripción gráfica; dibujos y fotomicrografías.**

En los capítulos precedentes he tratado de dar una idea del estado en que hoy se encuentra el conocimiento científico del sistema leñoso de aquellas especies cuya madera tiene aplicaciones industriales, y de su lectura se desprende que se halla en el período descriptivo, esto es, en aquella fase de su estudio en la cual es preciso ante todo caracterizar las especies para diferenciarlas unas de otras, y describirlas *in extenso* con el fin de que luego sea posible hallar las relaciones por medio de las cuales se pueda deducir, de los caracteres histológicos é histotómicos, el grado de desarrollo de aquellas propiedades que nos interese conocer y estén ligadas íntimamente con su estructura. El estudio de las maderas debe, pues, tener hoy por principal objeto la descripción, ó sea dar á conocer los elementos histológicos que forman los tejidos de que se componen, y la manera como estos tejidos se reúnen luego para constituir los anillos anuales.

No es tan fácil, como á primera vista pudiera parecer, trazar una buena descripción; y para convencerse de ello basta fijarse en la serie de largos trabajos que



los botánicos han tenido que realizar, desde Brünfels á Bauhino, y desde Cesalpino á Linneo, hasta llegar á describir de un modo regular y metódico las especies vegetales. «Para los órganos discernibles á simple vista »ó con débiles aumentos, dice De Candolle, se han seguido desde el principio de la ciencia costumbres de »observación y de descripción regulares, los cuales han »ido mejorando poco á poco hasta adquirir la forma »perfectamente metódica de las obras modernas. Luego, cuando la descripción y clasificación de las formas »ha estado más adelantada, se han escrito memorias y »disertaciones, y se han emitido teorías. Este orden era »el que debía seguirse, y así lo atestigua lo sucedido »en otras ciencias. Nadie se atrevería á discutir ni á »disertar sobre un punto histórico, si de antemano no »existieran crónicas que narraran los hechos. La marcha de los botánicos descriptores ha sido bien sencilla: después de exponer los caracteres que se podían »apreciar sin ningún aumento, han intercalado, de año »en año, aquellos que se descubrían con una lente »tenida con la mano, y luego con la lente montada en »un pie.»

»Los hechos observados con el microscopio, desde »Grew y Malpighi hasta el tiempo presente, han pasado, »desgraciadamente, por otras fases: han sido en cierto »modo sondajes hechos al acaso. Cada observador ha »buscado en una planta cualquiera lo que se le ha antojado examinar, y luego ha escrito largas disertaciones ó memorias, más bien que descripciones fáciles de »comparar, aunque la costumbre excelente de ilustrarlas con abundantes figuras hubiera podido ahorrar »muchas palabras. Esta manera confusa de redactar »continúa siguiéndose, á pesar de los buenos ejemplos »dados por los botánicos que se dedican á la Criptogamia, y por algunos anatomistas dotados de espíritu



»metódico» (1). Y más adelante añade: «Si se exami-  
»nan las publicaciones del siglo actual, ó más bien las  
»de los diez últimos años, en el ramo de la anatomía  
»microscópica, se ve que las disertaciones son más  
»abundantes que las descripciones regulares. Si se de-  
»sea una noticia es difícil saber en qué parte de la me-  
»moria pueda encontrarse. Los objetos que en ella se  
»mencionan pertenecen á plantas diferentes, y los ca-  
»racteres son dados bajo ciertos puntos de vista sola-  
»mente, sin ningún orden, y, sobre todo, sin el mismo  
»orden por los diferente autores, los cuales ni siquiera  
»emplean igual nomenclatura de los órganos. Se está  
»á cien leguas de las obras ordinarias de botánica, en  
»donde las hojas, los pétalos, los estambres y pistilos,  
»el polen y los óvulos, están descritos de un modo uni-  
»forme y comparado» (lug. cit., pág. 223). En estas  
líneas están expuestos los defectos principales en que  
incurren comúnmente los micrógrafos; y de intento las  
he citado para procurar huir de ellos en las descripcio-  
nes que han de ser la parte principal del trabajo que  
me está encomendado.

Veamos ahora qué debe contener el estudio de cada especie y qué orden se ha de seguir en ellos para que luego sean fácilmente comparables los datos que se consignent, y aparezcan claramente las relaciones de semejanza ó disparidad existentes entre las diversas maderas, con el fin de agruparlas según sus afinidades constitutivas. Dos modos hay de describir: el gráfico y el escrito. El primero, ha dicho un botánico célebre, «es el modo primitivo y prehistórico de la descripción». Cuando el lenguaje científico es pobre é incorrecto, son precisos los dibujos para dar idea de los

---

(1) De Candolle, *La Phytographie ou l'art de decrir les Vegetaux*, pág. 221.



objetos; mas cuando la descripción escrita se ha perfeccionado lo bastante para narrar con precisión y claridad, los dibujos no han sido necesarios y se han suprimido. «Los hechos observados con el microscopio son »descritos, aun en nuestros días, de un modo tan irregular, tan poco comparable de un autor á otro y con »una diversidad tal de términos y nombres de órganos, »que se está obligado en ellos á multiplicar las figuras »hasta el punto de que, en anatomía botánica, forman »la parte principal de toda publicación: signo de inferioridad que desaparecerá cuando la fitografía esté »más adelantada.» (De Candolle, *lug. cit.*, pág. 312.) Sea ó no signo de inferioridad, es lo cierto que hoy día no es posible hacer una descripción anatómica únicamente escrita, teniendo por lo menos tanta importancia como ella la gráfica que debe acompañarla. Los dos procedimientos se completan mutuamente; y si bien demuestra atraso el tener que representar un objeto por su dibujo, cuando el lenguaje es demasiado pobre para describirlo, no se puede negar que es un adelanto manifiesto acompañar una descripción escrita bien hecha, de láminas, dibujos y fotografías. La fitografía vegetal está bastante adelantada para poder describir las especies prescindiendo del método gráfico, aunqua una buena descripción gana el doble si va acompañada de buenas láminas; pero un estudio anatómico ó histológico ha de ser por precisión escrito y gráfico. Ambos métodos son indispensables en el estudio de las maderas, pues sus particularidades anatómicas no están aún bastante estudiadas y no existe, por lo tanto, una terminología propia y precisa que pueda representarlas, y cuyo uso sea aceptado por todos los autores.



§—DESCRIPCIÓN ESCRITA.

Para que el conocimiento micrográfico del sistema leñoso secundario pueda adelantar con paso seguro es preciso, ante todo, dedicarse al estudio individual de las especies, hasta que se conozcan los tipos generales de composición, y las leyes que en ellos presiden á la agrupación histológica é histotómica de los elementos que los constituyen. A ese fin cada especie deberá ser objeto de una memoria ó disertación que comprenda los extremos siguientes, además del número suficiente de dibujos analíticos y fotomicrografías, según se dirá al tratar de la descripción gráfica: 1.º, literatura; 2.º, descripción extensa; 3.º, descripción abreviada, y 4.º, diagnosis.

Todos los datos que se encuentren en la literatura botánica relativos al sistema leñoso secundario de la especie que se estudie, deberán consignarse más ó menos abreviados, según su importancia, comparándolos unos con otros y sometiéndolos á juiciosa crítica.

En la descripción extensa no se consignará carácter alguno que no sea fruto de observación propia; y en su redacción será conveniente adoptar el estilo de disertación ó memoria, es decir, que no deberá limitarse estrictamente á la descripción de los caracteres observados, antes al contrario, siempre que se crea conveniente se podrán comparar, discutir y refutar los datos é ideas de otros autores, expuestas en la literatura, y al mismo tiempo, cuando ofrezca alguna particularidad, podrá indicarse el modo ó procedimiento para observar fácilmente algunos de los caracteres que se describan; en una palabra, aunque se adopte cierto orden y concisión de lenguaje, no será ni uno ni otro



tan estricto como en una verdadera descripción botánica. Esta mayor libertad es necesaria, pues en el estado actual de la fitotomía no es posible adoptar el orden riguroso y el lenguaje conciso de la botánica descriptiva, sin exponerse á ser oscuro é ininteligible.

Los anillos anuales serán la unidad de descripción, pues su conjunto representa la *especie*, siendo cada anillo determinado un *individuo*. En ellos se distinguirán dos miembros diferentes: los compartimientos y los radios medulares, que á su vez se considerarán divididos en tres zonas: la interna ó de primavera, la media, y la externa ó de otoño; y dos bordes: el interno y el externo. La línea divisoria resulta del contacto del borde externo de un anillo y del interno del anillo siguiente.

Las relaciones de posición se referirán á tres planos perpendiculares entre sí, y paralelos respectivamente á las direcciones transversal, radial y tangente, cuya intersección puede suponerse en un punto cualquiera del anillo.

La descripción empezará por el estudio detallado é individual de los elementos histológicos componentes, clasificándolos con la posible exactitud según el criterio expuesto en el capítulo I, y describiéndolos minuciosamente en todo cuanto ofrezcan de particular y pueda suponerse de algún valor para el conocimiento de la especie. Después de descritos uno á uno los elementos componentes, y de indicar el papel que desempeñan en la constitución de los compartimientos, será conveniente resumir en lenguaje conciso las esculturas que presentan en sus paredes según los elementos de contacto, con el fin de poderlas comparar fácilmente entre sí, ó bien con las de otras especies, pues á menudo dichas esculturas podrán ofrecer caracteres distintivos.

En párrafo aparte se estudiará luego el modo cómo



los elementos se agrupan para formar los distintos tejidos que á su vez constituyen los anillos, considerando por separado los compartimientos y los radios medulares. En los compartimientos se describirán las diversas zonas, ya sea bajo el punto de vista de su distinta composición histotómica, cuando tenga ésta lugar, ó bien bajo el punto de vista de las modificaciones morfológicas que los elementos experimentan en cada una de ellas, cuando la composición sea uniforme. El desarrollo más ó menos grande que cada zona adquiere, según sea el ancho de los crecimientos anuales, será también objeto de estudio especial, pues en las maderas de composición heterogénea tiene gran influencia, y en mucha parte de ello dependen sus propiedades físicas. La constitución de la línea divisoria, considerándola formada por el contacto del borde externo de la zona de otoño y del interno de la de primavera del anillo siguiente, ofrece en muchos casos caracteres precisos é importantes, por lo cual convendrá estudiarla separadamente, describiendo los tejidos que por ambos bordes llegan á ella, y las modificaciones que experimentan.

Al describir los compartimientos se tendrá siempre en cuenta la distinción entre la masa fundamental y los grupos vasculares, según se ha establecido en el capítulo VII, y asimismo las ideas generales sobre la constitución de estos últimos, procurando que aparezca claramente su distinción en grupos primarios y secundarios, siempre que haya lugar á ello.

Los radios medulares serán descritos bajo el punto de vista de su composición histológica, de sus diferentes clases y de su número relativo, de conformidad con las ideas expuestas en el capítulo VII.

Á la descripción extensa, que abarque los extremos que acabo de indicar, debe seguir una descripción



abreviada ó resumen, en la cual figuren solamente los caracteres más importantes, expuestos ordenadamente y en lenguaje conciso. El estilo linneano sería muy á propósito para tales descripciones; y si hoy no se está aún en estado de emplearlo de un modo regular en los trabajos de fitotomía vegetal, porque no existe una terminología precisa y de valor claramente definido y por todos aceptado, es de esperar que no tarde mucho en ser su uso tan común en las descripciones anatómico-micrográficas, como lo es en las fitográficas.

Las descripciones abreviadas son, en cierto modo, más difíciles de hacer que las extensas, pues en éstas basta ir describiendo según un orden de antemano establecido, mientras que en las abreviadas, además de la dificultad de describir bien, hay el embarazo de escoger los caracteres que tienen mayor importancia, únicos que deben tan sólo figurar en ellas. En la redacción de estas descripciones se pueden seguir dos caminos diferentes, según que se las quiera hacer representativas, esto es, que sean una reproducción gráfica, por decirlo así, de lo que se ve en el campo del microscopio, ó bien que se enumeren simplemente los caracteres según un orden conveniente, y sin llevar la mira de recordar la impresión que á la vista del ejemplar que se describe se ha experimentado. Ambos métodos pueden seguirse en las descripciones micrográficas, debiendo, á mi modo de ver, preferirse el primero siempre que no padezca la exactitud, ni se omita ningún carácter, ni tampoco resulte la descripción más larga. En las obras modernas de fitografía se han abandonado casi por completo las descripciones representativas, que llegaron á su apogeo en tiempo de Lamarck y De Candolle, obedeciendo á la necesidad de emplear en la descripción de las especies caracteres cada día más minuciosos y visibles sólo con el auxilio de una lente,



los cuales, como es natural, en poco ó nada contribuyen á formar su *fazies*; pero tratándose del estudio micrográfico de las maderas una razón análoga no existe, puesto que la impresión ó *facies* se recibe con el intermedio del microscopio. Por lo regular, en las descripciones representativas convendrá tomar como base las secciones transversales, porque en ellas aparecen las relaciones mutuas de los tejidos que componen los compartimientos, y la distinta constitución de sus diversas partes así como para describir la disposición radial serán más convenientes las secciones tangenciales.

Después de la descripción extensa y de la descripción abreviada debe seguir la diagnosis, ó sea una breve exposición de los caracteres diferenciales más importantes, por medio de los cuales la especie que se estudie se distinga de aquellas que le sean afines, y que constituyan juntas un mismo género. Las diagnosis no son otra cosa que las frases ó nombres específicos de Linneo, y en su redacción se han de tener en cuenta varias de las reglas que están consignadas en su *Filosofía Botánica*, y principalmente la siguiente: «El nombre específico no debe admitir más palabras que aquellas con que necesariamente se distingue de sus congéneres» (1). Tal vez podrá objetarse que no es el final de la disertación ó Memoria el sitio que debe ocupar la diagnosis, sino que estaría mejor colocada al principio, caracterizando la especie, como suele hacerse en las obras de botánica descriptiva; pero, téngase en cuenta que aquí no se trata de hacer una obra de conjunto, como sería, por ejemplo, una monografía genérica, y sí sólo de una monografía específica, en la cual el orden indicado es precisamente el que deberá seguirse en su

---

(1) *Nomen specificum nulla admittat vocabula, nisi quibus a congeneribus necessario distinguitur.*—*Philosophia Botanica.*—Edición Gómez Ortega: Madrid, 1792, Aforismo 292.



redacción; y, «si se quiere que las diagnosis sean cortas y verdaderamente diferenciales, dice un botánico ilustre, es lo último que se ha de redactar, pues una descripción completa debe estar ya hecha para que se la pueda comparar con otras y sacar las diferencias». (De Candolle, *lug. cit.*, pág. 93.) Es, pues, necesario, para trazar una verdadera diagnosis, conocer de antemano las especies afines que formen parte del mismo grupo ó género, puesto que de otro modo no es posible señalar los caracteres diferenciales que deben constituirlos. Además, si la diagnosis ha de caracterizar por completo la especie, es preciso que lleve un nombre genérico bajo el cual se sobrentiendan todos los caracteres de orden superior á los específicos, pues, de otra manera, «el nombre específico sin el genérico es como una campana sin badajo». (*Nomen specificum sine generico est quasi campana sine pistillo.*» Linneo, *Philosoph. bot.*, Afor. 286.) De esas consideraciones se desprende la imposibilidad de trazar las diagnosis desde las primeras monografías, y por eso las suprimo en las dos Descripciones que siguen á esta Memoria, sustituyéndolas, en cierto modo, por los caracteres distintivos de aquellas especies con las cuales tienen mayores afinidades, y cuyo estudio, más ó menos detenido, he hecho hasta el presente.

#### §§ — DESCRIPCIÓN GRÁFICA

La fitografía podrá prescindir de dibujos y describir completamente las especies sin su auxilio; pero á la fitotomía le son tan necesarios, que forman por lo menos la mitad de todas sus descripciones. En los primeros tiempos los dibujos fitográficos trataban sólo de representar las especies en su conjunto, de modo que produjeran la impresión de la planta misma; luego ya



se exigió más, y fué preciso que se encontraran en ellos algunos detalles y caracteres, y más adelante, los dibujos de conjunto no bastaron, y se impuso la necesidad del análisis de los caracteres en sus dimensiones naturales ó aumentadas con una lente siempre que fuera preciso. La representación del aspecto general de la especie y el análisis gráfico de sus principales órganos, con objeto de presentar á la vista los caracteres más importantes, son dos etapas en la historia de la descripción gráfica. Las figuras, en las descripciones fitotómicas, han correspondido desde el principio á la segunda, ó sea á la de los análisis, puesto que en ellas más bien que de representar lo que aparece á la vista, se ha tratado de interpretar los objetos. «A Mohl se deben, dice »Sachs en su *Historia de la Botánica*, dibujos de objetos »microscópicos que indican claramente sus opiniones, »pues no se limita á copiarlos, sino que los estudia y »penetra hasta su esencia, esforzándose ante todo en »dar su interpretación.» Esto es lo que debe ser un dibujo micrográfico, y no la reproducción inconsciente de lo que se ve; debe ser una interpretación, ó sea «la síntesis de una observación bien hecha», según la feliz expresión del Abate Carnoy (1). Prescindir, pues, en las descripciones micrográficas de los dibujos, equivale á quitar la mitad de su valor á la descripción. En el estudio fitográfico de una especie puede el lenguaje botánico no necesitar del dibujo, y aun prescindir de él por inútil, siempre que se trate de una lámina trazada por un dibujante cuyo objeto es sólo pintar, con más ó menos arte, la *facies* de la especie, de la misma manera que podría pintar un paisaje ó un grupo de edificios; pero si el dibujo está hecho por un botánico inteli-

---

(1) *Un bon dessin n'est que la syntèse naturelle d'une bonne observation.* Carnoy, *La Biologie Cellulaire*, fas. prim., pág. 162.



gente, y en él figura los caracteres, ilustrándolos con análisis concienzudos, fruto de hábiles disecciones, no se puede poner ni un momento en duda: la descripción resultará doblemente perfecta acompañada de un tal dibujo.

Una observación microscópica no puede considerarse completa hasta que se haya interpretado por medio del dibujo. «El uso constante del microscopio, dice »Sachs, permite sólo al naturalista perfeccionar el don »de observar y aprovecharlo bajo el punto de vista »científico; asimismo, sólo dibujando con cuidado los »objetos examinados ejerce el botánico toda su atención y logra mantenerla en constante estado de actividad, ventaja que no tiene el botánico que no dibuja »por sí mismo las figuras.»

Tal vez más que ningún otro, el estudio micrográfico de las maderas necesita del auxilio de buenos dibujos interpretados, ó sean verdaderos análisis, con el fin de que sus descripciones sean claras y precisas, pues los elementos histológicos de que se componen sólo en el caso de observarse disociados aparecen en su verdadera forma, y tanto ésta como su disposición relativa ha de deducirse comúnmente del examen de secciones transversales, radiales y en sentido tangente; de modo que el averiguar su composición histotómica será siempre el resultado de una verdadera síntesis basada en los datos que suministra la observación directa. Las reglas que se han de tener presentes al hacer los dibujos son las comunes á todos aquellos estudios de investigación microscópica, en los cuales los objetos no pueden someterse al examen sino reducidos á secciones muy delgadas, procurando obtener en ellos una rigurosa exactitud, la cual no está reñida con la interpretación, puesto que ésta debe reducirse á esclarecer, por medio del estudio de otras preparaciones, aquellos



puntos que no aparezcan claros en la que se está dibujando, y á procurar que resulten bien visibles los caracteres importantes, dejando en segundo término los de menor interés. Por ejemplo: si se trata de hacer el análisis de cómo se halla constituida la línea divisoria de una especie dada, se procurará que aparezcan claramente dibujados los elementos del borde interno y externo de dos anillos consecutivos, haciendo resaltar de un modo bien visible las modificaciones especiales que experimenten en los bordes de otoño y primavera, puesto que su representación es el objeto principal del análisis, é indicando tan sólo ligeramente todas aquellas particularidades que sean comunes á los elementos de las demás regiones del anillo.

La forma, posición y magnitud relativa de los elementos, así como la relación con su magnitud verdadera, ó sea el aumento del dibujo, deberá representarse con la mayor exactitud, lo que supone por necesidad el uso constante de la cámara clara, sin cuyo auxilio no es posible llenar las antedichas condiciones, por habilidad que se posea en el manejo del lápiz; pues las líneas generales del dibujo, con sus variadas proporciones, no es posible trazarlas á simple vista. Además, es conveniente que el micrógrafo tenga en cuenta que los dibujos por él realizados puedan ser reproducidos directamente por alguno de los procedimientos fotográficos, por medio de la fotocología, por ejemplo, puesto que es el mejor modo de asegurar su exactitud, si han de ser objeto de publicación.

De carácter distinto de los dibujos son las fotomicrografías. En ellas no hay que buscar la acción consciente del observador que trata de interpretar lo que ve, procurando realzar los caracteres importantes á costa de los secundarios, ó de aquellos que no tienen interés para el fin que la observación se propone; pero



en cambio, en todas partes resplandece la fidelidad y la exactitud. La placa sensible, sin discernimiento alguno, reproduce los detalles más insignificantes con la mayor profusión, y á menudo con mayor intensidad que aquellos que son el objeto principal del examen, pues para ella la observación no tiene fin determinado, y los objetos más importantes son los que emiten rayos más fotogénicos; pero en cambio, su exactitud merece entera fe y está al abrigo de toda duda, pues si bien no siempre existe absoluta semejanza entre el objeto y su imagen fotográfica, la disparidad se verifica según reglas precisas; y equivocarse siempre en el mismo sentido, siguiendo matemáticamente las mismas leyes, equivale á ser perfectamente exacto. Por eso la fotografía es el auxiliar más poderoso con que cuenta la investigación microscópica, y el que mayor garantía de verdad da á sus observaciones, puesto que cabe dudar de lo que el ojo aplicado al microscopio ve, pero no cabe duda en lo que la placa sensible reproduce. Además, existen detalles de estructura tan pequeños, tan finos y tan complicados á la vez, que el lápiz es impotente para reproducirlos, aunque sea manejado por la mano más hábil, y esos detalles se graban con tanta facilidad y limpieza en la placa, que muchas veces para convencerse de que los ha reproducido es preciso examinarlos con una lente, puesto que á simple vista son de todo punto invisibles. El dibujo y la fotomicrografía aplicados al estudio de las maderas no son, pues, dos cosas equivalentes y que se sustituyen, sino dos cosas diferentes que se completan mutuamente: son la observación consciente, pero limitada y sujeta á error, y la observación inconsciente, exacta é ilimitada.

Hace tiempo que la micrografía emplea el procedimiento fotográfico en sus investigaciones, y el estudio



de las Diatomeas y de los Microorganismos á ella debe en gran parte el adelanto en que hoy se encuentra; pero en histología animal y vegetal su uso es aun bastante limitado. La razón de esa diferencia se encuentra en el distinto modo de ser de los objetos cuya imagen agrandada ha de ser reproducida por la placa sensible. Las Diatomeas son seres pequeñísimos que pueden ser observados con el microscopio directamente; y para fotografiarlas basta proyectar su imagen sobre la placa sensible, que la reproduce con toda la maravillosa esplendidez de sus finísimos detalles. En los tejidos animales y vegetales no sucede otro tanto, pues es preciso previamente disecarlos y reducirlos á secciones muy delgadas, en las cuales los elementos histológicos no aparecen con la rara perfección que la naturaleza emplea en sus obras, sino en sus secciones imperfectas y groseras, como todo lo que sale de la mano del hombre. Con el aumento microscópico las imperfecciones aumentan también, y la placa sensible parece que se complace en reproducirlas, apareciendo las esquirlas, rayas y desgarraduras que el filo de la navaja origina al cortar las fibras y los vasos, mezcladas con los caracteres importantes. Esta es la causa, á mi modo de ver, que explica tal diferencia; pero es de esperar que á medida que la técnica microscópica avance y permita hacer con facilidad buenas preparaciones, la fotomicrografía adquirirá un papel preponderante en los estudios histológicos.

En las investigaciones micrográficas sobre la constitución de las maderas, la fotomicrografía es un poderoso auxiliar. Cierto es que no sustituye al dibujo en aquellos casos en que la interpretación sea necesaria, pero en casi todos los demás el estudio de una buena fotocopia equivale al estudio de la preparación misma, lo que no sucede con un dibujo por bien hecho



que esté, pues en él no hay que buscar generalmente otros caracteres que aquellos que su autor ha tenido la intención de poner. Cuando se quiere representar el conjunto de una preparación vista con débiles aumentos, el dibujo es impotente para reproducir la fina textura de los elementos histológicos, y tiene que valerse de algún medio que produzca el efecto sin copiar los detalles, mientras que en las fotocopias se encuentran á la vez el efecto de conjunto y los más diminutos detalles reproducidos con tanta fidelidad, que permiten su estudio por medio de una lente cuando son demasiado pequeños para ser apreciados á simple vista, como es el caso en la segunda fotocografía de la lámina III, que representa una sección transversal del *Quercus Toza*. Las mediciones, determinación numérica de los elementos con relación á una superficie determinada, y demás operaciones de ese género, se hacen con mucha más facilidad y exactitud en las fotocopias que observando directamente la preparación, así como es también más cómodo y seguro comparar dos fotocopias procedentes de dos preparaciones y hallar en ellas sus semejanzas y divergencias, que hacer la comparación observando directamente las preparaciones mismas.

En la fotomicrografía aplicada al estudio de las maderas hay que distinguir dos problemas, en cierto modo independientes: el primero relativo á las condiciones que debe reunir la preparación para que pueda dar una buena imagen fotogénica, y el segundo al procedimiento óptico para obtener esa imagen; pues luego los procedimientos para hacer los fototipos y fotocopias son del dominio de la fotografía general. La indole especial de esta Memoria no me permite descender á los minuciosos detalles que son precisos para estudiar á fondo esos dos problemas, los cuales serán objeto más



adelante de un trabajo especial (1), y me limitaré, por lo tanto, á indicar aquí solamente algunas ideas generales. La primera cualidad que debe tener toda preparación destinada á la fotomicrografía es que sea de una rara perfección, pues con toda seguridad se debe esperar que los defectos más insignificantes aparezcan en el fototipo en el sitio en que menos convendría que

---

(1) El trabajo á que se alude fué presentado en Marzo de 1889 al Ilmo. Sr. Director general de Agricultura, Industria y Comercio; en él se estudian los aparatos y procedimientos empleados en fotomicrografía, con aplicación especial al estudio de las maderas, y le acompañan 60 fotocopias de 12 centímetros de diámetro. Posteriormente (Diciembre de 1890) el autor de esta Memoria, al dar cuenta á la Junta facultativa de Montes de los trabajos fotomicrográficos que hasta entonces había hecho, decía lo siguiente:

«A continuación se citan algunos de los trabajos más notables relativos á la fotomicrografía de las maderas, con el fin de que la Junta pueda tenerlos presentes al juzgar las fotocopias que acompañan esta Reseña:

»*Atlas der Holzstruktur, dargestellt in Microphotographien*, por el Dr. Müller; Halle, 1889.

»*Special-Catalog über Apparate für Mikrophotographie*, por el Dr. R. Zeiss; Jena, 1888. (Fotomicrografía de una sección radial del *Pinus sylvestris*.)

»*Microscopic Study of Woods*, por H. L. Tolman; Chicago, 1890.

»Colección de fotomicrografías de maderas presentada por la Administración de Montes de Francia en la Exposición de Paris de 1889.

»El primer ensayo fotográfico que hizo el Ingeniero que suscribe, fueron los fotogramas para ilustrar la descripción de la madera del *Quercus Jordanae* (publicado en la *Revista de Montes*) y en ellos se adoptó la forma circular, de 9 centímetros de diámetro ( $\times 55$ ). Con esto creyó haber adelantado algo, pues esa dimensión era superior á cuantos fotogramas había visto, incluso los magníficos que ilustran la obra de Sternberg *Photomicrographs and how to make them* (Boston, 1884) y los notables también del Dr. Van Ermengem acerca del *bacillus* del cólera, que figuran en la obra *Le microbe du Cholera asiatique* (Bruselas, 1885); mas al poco tiempo aún le fué posible aumentarla, y ya los fotogramas que acompañaban las descripciones de las maderas del *Ulmus campestris* y *Fagus sylvatica* tenían 12 centímetros de diámetro. Aunque parece cuestión insignificante las dimensiones de los fotogramas, en la práctica no lo es, pues supone mayor espacio bueno de preparación, y vencer la dificultad de que la imagen sea buena también fuera del centro, siempre que una enfocación tolerable se exija hasta los bordes, pues si se prescinde de esa condición, como se ha prescindido de ella en las fotocopias presentadas por la Administración de Montes de la vecina República en la última Exposición de Paris, entonces ningún mérito tiene el tamaño de los fotogramas, y puede aumentarse cuanto se quiera sin dificultad alguna. Las fotocolografías



estuviesen. No es suficiente que una preparación sea buena para el estudio microscópico ordinario, pues el ojo del observador es *consciente* y hace caso omiso de las imperfecciones, fijándose sólo en los caracteres que le interesan; y además, para obtener una imagen de líneas puras sobre el cristal de la cámara, es preciso

---

»del *Atlas der Holzstructur* son rectangulares, de  $5\frac{1}{2} \times 10$  centímetros, es decir, de  $55\text{ cm}^2$ . Las fotocopias que acompañan esta Reseña, destinadas á formar parte del *Atlas fotomicrográfico de las maderas españolas*, tienen más del doble, y bien sabido es que, en igualdad de circunstancias, las dificultades — y también el coste — son proporcionales á la superficie. En el *Estudio* de Tolman, antes citado, los nueve fotogramas que le ilustran, relativos á la madera de Coníferas del Norte de América y del *Rhus toxicodendron* y *Juglans nigra*, tienen también la forma rectangular, y las dimensiones de  $7 \times 10$  centímetros, ó sean  $70\text{ cm}^2$ , y el del *Pinus sylvestris* del Dr. Rodrigo Zeiss es circular, de 10 centímetros de diámetro y  $87\text{ cm}^2$  de superficie.

»De mayor importancia que las dimensiones es el aumento, y respecto á ese particular el Ingeniero que suscribe tiene la satisfacción de poder presentar á la Junta dos fotocopias que representan secciones transversales de *Pinus sylvestris*,  $\times 400$  y  $\times 600$ , aumentos que tal vez sean los mayores que hasta el presente se hayan obtenido en esta clase de estudios. En el trabajo de Tolman no pasan de  $\times 35$ ; el fotograma del Dr. Zeiss está hecho á  $\times 60$ , y las fotocopias expuestas por la Administración de Montes de Francia, de que antes se ha hecho mención, tienen los aumentos de  $\times 30$  y  $\times 60$ . En los fotogramas presentados hasta la fecha por el Ingeniero que suscribe se han adoptado los siguientes aumentos:  $\times 25$ ,  $\times 30$ ,  $\times 60$ ,  $\times 65$ ,  $\times 80$ ,  $\times 120$ ,  $\times 145$ ,  $\times 230$ ,  $\times 265$ ,  $\times 400$  y  $\times 600$ . En el Atlas de Müllle se llega hasta  $\times 300$ , pero de las 18 fotocolografías que tienen ese aumento, hay que advertir que 12 son relativas á secciones tangenciales, y sólo 6 á secciones transversales, y de éstas únicamente la que representa el *Ailanthus glandulosa* (lám. XV, figura 4) puede considerarse como regular. Fácilmente se comprende que para fotografiar á grandes aumentos, la sección transversal es la más difícil, puesto que en ella aparecen todos los elementos en sección, etc., etc... El haber podido llegar á los aumentos indicados de  $\times 400$  y  $\times 600$  se debe, además de la bondad de las preparaciones, á estar éstas montadas en bálsamo del Canadá, pues con un medio de menor índice de refracción hubieran salido confusas; y para formarse idea del poco espesor que han debido tener, basta fijarse en que el aumento en profundidad es como el cuadrado del aumento lineal, es decir, de  $\times 160.000$  y de  $\times 360.000$  para los aumentos lineales correspondientes de  $\times 400$  y  $\times 600$ .» (Reseña de los trabajos hechos por el Ingeniero encargado del Estudio micrográfico del sistema leñoso de las especies forestales españolas, presentada á la Junta facultativa de Montes, por orden de la Dirección general de Agricultura de 12 de Noviembre de 1890.)



que su espesor guarde una relación particular con el aumento, distinta de la que es necesaria en la observación directa, pues una preparación puede dar una imagen virtual completamente buena, y la imagen proyectada con el mismo aumento y con los mejores objetivos aparecer borrosa, debido á que en ambos casos la profundidad de penetración es diferente (1). En la observación ordinaria la profundidad visual es la suma de la profundidad focal del objetivo y de la profundidad de acomodación del ojo del observador, y, por lo tanto, una preparación que tenga justamente la delgadez necesaria para satisfacer á la suma de estas dos cantidades, dará una imagen buena, mientras que, proyectada sobre el cristal de la cámara, como uno de los dos sumandos desaparece, la profundidad focal disminuye, y la imagen será confusa. Por ejemplo: con un objetivo de  $\frac{1}{2}$  pulgada y 0,50 de apertura numérica, y un ocular que amplifique cinco veces, con cuya combinación se producirá un aumento total de  $\times 100$ , la profundidad de visión es de  $0^{\text{mm}},0273$ , y, por lo tanto, una preparación que tenga 3 céntimos de milímetro de espesor dará una imagen buena; mas si esta imagen, en lugar de ser virtual, se obtiene proyectándola sobre el cristal deslustrado de la cámara, la profundidad quedará re-

---

(1) Casi todos los tratados de Microscopia, por lo menos los que conozco, excepción hecha del de Dippel, explican la teoría de la profundidad focal haciéndola depender exclusivamente del objetivo. El profesor Abbe fué el primero que demostró lo erróneo de tal modo de ver. En la Memoria presentada al Ilmo. Sr. Director general de Agricultura, á que se hace alusión en la nota anterior, trato esa cuestión con algún detalle. Véase: Abbe. *Condiciones de la Visión Microestereoscópica.—Penetración. Zeitschr. f. Mikr.* II, 1881, pág. 207; y el mismo trabajo, aumentado con varias fórmulas, en el *Jour. Roy. Micr. Soc.*, 1881, pág. 680. Consulte también en el mismo *Journal*, año 1883, pág. 579, un estudio de Mr. Davis sobre la *Penetración de los objetivos*, extracto de otro del mismo autor publicado en el *Micr. News*, III (1883), página 172.



ducida solamente á la penetración focal, que es sólo de  $0^m,0073$ , y la imagen perderá la pureza de líneas por ser la preparación demasiado gruesa. La profundidad focal, única que interesa en fotomicrografía, puede determinarse por medio de la siguiente fórmula:

$$P = n \frac{X^*}{A} \cdot \frac{\omega}{a},$$

en la que  $\omega$  representa el ángulo bajo el cual deben ser vistos los círculos de confusión para que no sean perceptibles á simple vista (para las vistas ordinarias de 3' á 4'),  $n$  el índice de refracción del medio en que está montada la preparación,  $X^*$  la distancia á que la imagen se proyecta á partir del plano focal posterior del sistema óptico, y  $a$  la apertura numérica del objetivo. Resolviendo esa fórmula para cada caso particular, se hallará el espesor que debe tener la preparación para que la imagen sea buena. Con el apocromático Zeiss,  $16^m - 0.30$ , y el ocular de proyección 4, suponiendo que la imagen se forme á 50 centímetros del plano focal posterior, la profundidad de penetración es de  $0^m,0297$ , si se admite que los círculos de confusión pueden ser tolerados con tal de que su ángulo no exceda de 5'. Si en vez de proyectar la imagen se observara la virtual producida por el mismo objetivo y el ocular compensador 8, la profundidad de penetración aumentará hasta  $0^m,0435$ , á pesar de que la amplificación de la imagen continuará siendo la misma.

La fórmula anterior nos enseña también la influencia que tiene en la profundidad de penetración el índice refractivo del medio en el cual la preparación está montada, de modo que, con igual bondad de la imagen, la sección que se quiera fotografiar podrá ser más gruesa si está montada en bálsamo del Canadá ó en *Styrax*,



que si lo está en glicerina; recurso precioso para los grandes aumentos cuando ya no es posible adelgazar más las secciones. También nos enseña la misma fórmula que no conviene emplear un exceso de apertura numérica, y que, dentro de ciertos límites, es más conveniente producir un aumento de amplificación alejando la imagen, mejor que disminuyendo el equivalente focal del objetivo.

Las secciones de maderas de la extremada delgadez que se requiere para que den una imagen buena, aun con los aumentos débiles, son completamente incoloras y tan transparentes que es necesario teñirlas, pues de otra manera la imagen sería apenas visible. Para ello es preciso tener en cuenta que el color que se las dé sea fotogénico, y además que produzca una coloración bien diferenciada, cosas ambas que no dejan de ofrecer algunas dificultades y que requieren un estudio especial, pues la mayoría de sustancias colorantes que se emplean en los laboratorios de histología no tienen acción sobre las secciones delgadas de las maderas, y otras las coloran de un modo tan difuso que borran los detalles de estructura. Con objeto de tratar de resolver la cuestión bajo esos dos puntos de vista, he llevado á cabo numerosas experiencias, cuyo detalle se expondrá en el trabajo á que anteriormente se ha aludido, pues por lo minuciosas no estarían aquí en su lugar. La mayoría de sustancias colorantes que se emplean en la técnica microscópica, y que tienen acción sobre las preparaciones de maderas, las he analizado con el espectroscopio, trazando de todas ellas su espectro de absorción, y luego he observado la sensibilidad de las placas de gelatino-bromuro de plata con respecto á dichos espectros (1). Sin haber podido llegar aún á resultados defi-

---

(1) En la *Crónica Científica* (Octubre de 1891), en una nota sobre la *Fotomicrografía del espectro solar y de los espectros de ab-*



nitivos, empleo provisionalmente una coloración que deje pasar los rayos de longitud de onda comprendida entre  $\lambda = 580$  y  $\lambda = 470$ , los cuales comprenden los colores amarillo, verde, azul verdoso y azul claro.

Obtenida una preparación irreprochable, cuyo grueso esté dentro de la profundidad de penetración, y de color bien diferenciado y á propósito para impresionar la placa sensible y dar una imagen vigorosa y bien entonada, la fotomicrografía de las maderas no ofrece otras dificultades que las de la fotomicrografía general. En la actualidad se impone el uso de los objetivos apocromáticos y de los oculares de proyección para los aumentos fuertes, y el de los oculares fotomicrográficos para los aumentos débiles (1).

La utilidad de la fotomicrografía en el estudio de las maderas, y la exactitud con que representan sus caracteres microscópicos, hasta suplir en algunos casos la observación directa, se demostrará mejor que de ningún otro modo examinando las siguientes fotocolografías, las cuales proceden directamente de fototipos obtenidos con la combinación óptica que en cada uno de ellos se indica, y sin que hayan sufrido retoque de ningún género (2).

---

*sorción*, describi la disposición especial que adopté para fotografiar el espectro solar, sirviéndome del ocular micro-espectral del Profesor Abbe, y los principales resultados obtenidos acerca de la sensibilidad de las placas de gelatino-bromuro de plata ordinarias y de las ortocromáticas, para las distintas regiones del espectro.

(1) La descripción y empleo de los apocromáticos y oculares de proyección se halla en la Memoria presentada al Ilmo. Señor Director general de Agricultura en Marzo de 1893, antes citada.

En la *Crónica Científica* publiqué también un artículo sobre procedimientos de microfotografía, al describir los métodos seguidos por el Sr. Truan al hacer los fototipos para las láminas de la obra *Die Diatomaceen der polycystinen-kreide von Jeremie* (Berlin, 1885).

(2) Ya sea porque los fototipos tengan la intensidad y transparencia más á propósito para obtener pruebas vigorosas y ricas en detalles con los papeles sensibilizados con las sales de plata, y esa intensidad y transparencia no sea la más conveniente para la



## LÁMINA I

1.º *Pinus sylvestris*, Linn.— Sección transversal  $\times 250$ .— Apocromático Zeiss, 16<sup>mm</sup>—0,30; ocular de proyección, 2.

Disposición radial de las traqueidas perfecta; la sección de las del centro es isodiamétrica, predominando la dimensión radial en las inferiores y la tangencial en las superiores, lo que indica que la parte representada está entre las zonas media y de otoño. Se nota también muy claramente que el grueso de las paredes de las traqueidas va aumentando hacia la zona de otoño, sobre todo en las que se encuentran á la derecha del fotograma. Lámina media bien visible. Poros areolares solamente en las caras radiales. Radio medular de la derecha cortado á la altura de una hilada de celdillas celulosas, lo que se reconoce por la forma de las aberturas de las traqueidas que están en contacto con ellas; el de la izquierda cortado por una hilada de traqueidas radiales, reconocible sobre todo en su parte superior por los puentes ó crestas que unen las paredes opuestas.

2.º *Pinus sylvestris*, Linn.— Sec. transv.  $\times 400$ .— Apocr. Zeiss, 16<sup>mm</sup>—0,30; ocul. compensador, 18.

Traqueidas en serie radial perfecta, con predominio de la dimensión tangencial, lo que indica que el fotograma representa una parte del anillo correspondiente á la formación de otoño. Se ve con toda claridad que la lámina intermedia radial es de mayor espesor y tiene distintas propiedades ópticas que las láminas tangen-

---

impresión fotocolorográfica, ó bien por otras causas, las siguientes fotocolorografías pierden bastante en finura, vigor y detalles comparadas con las fotocopias en papel albuminado, Aristo ó Solio, obtenidas con los mismos fototipos.



ciales, diferencia que encuentra su explicación en el diferente origen genésico, puesto que estas últimas no son otra cosa que las paredes de nueva formación que se producen al dividirse tangencialmente las celdillas madres del *cambium*, mientras que la lámina radial es debida al crecimiento de las paredes ya existentes de esas mismas celdillas. Esta diferencia entre la lámina intermedia radial y tangencial ha sido señalado por Sanio, De Bary, Strasburger y otros botánicos (1), y la presente fotocografía no da lugar á duda, puesto que procede de un fototipo obtenido directamente de una preparación teñida con el verde de metilo y sin que en él se haya hecho retoque alguno.

## LÁMINA II

1.º *Pinus Pinaster, Sol.*— Sec. transversal  $\times 145$ .— Apocromático Zeiss, 16<sup>mm</sup>—0,30; ocular de proyección, 2.

En el centro, y entre dos radios medulares, un canal resinífero rodeado de celdillas secretoras lignificadas, el cual se halla situado entre la zona media y de otoño, según se deduce de la forma de la sección de las traqueidas. El canal resinífero no tiene paredes propias, y procede de la separación de las celdillas centrales del cordón celular. Las celdillas que figuran en los tres radios medulares que aparecen en el fotograma están lignificadas y tienen poros puntiformes en sus paredes, lo que las diferencia de las celdillas radiales del *P. sylvestris, Laricio y montana*, etc. A la izquierda

---

(1) De Bary (lug. cit., Sec. 136) reproduce en la figura 195 el mismo dibujo de Sanio, en el cual se ve bien marcado el diferente espesor de las dos láminas intermedias. Véase también sobre el particular: Strasburger, *Études sur la formation et la division des celules*, traducción de Kichx, páginas 120-123; y el mismo autor en el *Manuel technique d'Anatomie végétale*, pág. 125.



y parte superior se ve la intercalación de una nueva serie radial de traqueidas entre las ya existentes.

2.º *Pinus sylvestris*, Linn.—Sec. transv.  $\times$  120.—Apocr. Zeiss, 16<sup>mm</sup>—0,30; ocul. de proyec., 2.

Representa este fotograma la parte central de la zona de otoño de un anillo muy ancho, la cual estaba excesivamente desarrollada; la zona de primavera ocupa la parte inferior. El orden radial está algo alterado por efecto de la intercalación de nuevas series de traqueidas. El plano de sección pasa por las hiladas de celdillas celulosas y de paredes lisas en los dos radios de la izquierda, y por hiladas de traqueidas en los dos de la derecha, bien reconocibles ambos elementos. Las capas más exteriores de las paredes de las traqueidas centrales han experimentado una modificación anormal, portándose con respecto á su selección por el rojo de anilina que ha servido para teñirlas, así como con respecto al índice de refracción, de un modo análogo á la lámina primitiva ó intermedia. Las de la parte inferior son normales, y en ellas se nota también, como en el fotograma segundo de la lámina I, el mayor desarrollo de la lámina radial comparado con el de las láminas tangenciales.

### LÁMINA III

1.º *Quercus Ilex*, Linn.—Sec. transversal  $\times$  60.—Objetivo Swift, 1 pulgada.

La línea divisoria pasa por la mitad del fotograma, de modo que están representadas en él la parte exterior de la zona de otoño y la interior de la zona de primavera. Masa fundamental formada por tejido de fibras leñosas de poca luz y paredes muy gruesas, entre las que se encuentran abundantes celdillas de parenquima de sección grande y paredes delgadas,



aisladas ó reunidas 2-3 en sentido tangencial, y llenas muchas de ellas de gránulos amiláceos. Vasos aislados, de paredes gruesas, rodeados de abundante tejido paratraqueal de traqueidas, constituyendo grupos vasculares de primer grado, los cuales á su vez están aislados en medio de la masa fundamental, pero no uniformemente distribuidos en ella; disminución del diámetro vascular poco notable. Línea divisoria bien marcada por el aplastamiento radial que sufren las fibras, el parenquima y las traqueidas paratraqueales en el borde de otoño. En el fotograma no se ven más que radios uniseriados, no comprendiendo ninguno de los  $\infty$  seriados que se encuentran en esta especie.

2.º *Quercus Toza, Bosc.*—Sec. transv.  $\times$  60.—Obj. Swift, 1 pulg.

Línea divisoria excéntrica al fotograma. Masa fundamental formada por fibras leñosas, entre las que se encuentran abundantes celdillas de parenquima, aisladas ó reunidas en corto número y con tendencia á formar líneas tangenciales. Vasos aislados, con envoltura paratraqueal de traqueidas y parenquima, constituyendo grupos traqueales de primer orden, los cuales á su vez se reúnen, por medio de la confluencia de las envolturas, en grupos de segundo orden. Disminución del diámetro vascular muy notable. Distinción de los anillos muy marcada. Borde de otoño formado solamente por una ó dos hiladas de la masa fundamental, que experimentan el aplastamiento en sentido del radio. Radios medulares de dos clases: finos, abundantes; y más raros anchos, de  $\infty$  celdillas de espesor—alrededor de 25 el que está representado en el fotograma.



#### LÁMINA IV

1.º *Quercus Ilex*, Linn.—Sec. transv.  $\times 265$ .—Apocromático Zeiss, 16<sup>mm</sup> — 0,30; ocular de proyección, 4.

La línea divisoria pasa por el centro del fotograma, de modo que sólo comprende los bordes interior de la zona de primavera y exterior de la de otoño, en un sitio en el que no se encuentra ningún elemento vascular y sí sólo fibras y parenquima. Disposición radial de las fibras bien reconocible, así como también el aplastamiento radial que experimentan en el borde de otoño. ¿Algunas traqueidas junto á la línea divisoria? Sólo se ven radios unicelulares.

2.º *Rhododendron baeticum*, Boiss. et Reut.—Sección transversal  $\times 265$ .—Apocromático Zeiss, 16<sup>mm</sup> — 0,30; ocular de proyección, 4.

Compartimientos formados por traqueidas, que constituyen el tejido fundamental, y vasos; celdillas de parenquima raras. Vasos muy abundantes en la zona de primavera, en donde predominan sobre las traqueidas, y abundantes en la zona de otoño, en donde dominan las traqueidas; aislados, esparcidos y sin envoltura paratraqueal; de paredes muy delgadas en la zona de otoño, en donde la sección toma la forma del hueco que dejan las traqueidas, y algo más gruesas en los de la zona de primavera; perforación escaleriforme y disminución del diámetro notable. Distinción de los anillos muy marcada por la diferencia de diámetro de los vasos y la distinta proporción numérica entre ellos y las traqueidas de la masa fundamental en las zonas de otoño y primavera. Línea divisoria poco señalada, pues las traqueidas del borde de otoño apenas experimentan el aplastamiento radial, y el borde de primavera está también formado por una hilada de traqueidas muy pare-



cidas á ellas. Con respecto á los radios medulares el fotograma sólo indica que el plano de sección pasa por las hiladas de celdillas derechas, las cuales pueden lo mismo pertenecer á radios uniseriados que á las extremidades uniseriadas de los pluriseriados, pues la fórmula radial de esta especie es:

$$\left\{ \begin{array}{l} **R \\ 1 \end{array} (1-10); \begin{array}{l} *R* \\ 2 \end{array} (15-20) \right\}.$$

### LÁMINA V

1.º *Ficus Carica*, Linn.—Sec. transv.  $\times 120$ .—Apocromático Zeiss, 16<sup>mm</sup>.—0,30; ocular de proyección, 2.

El centro del fotograma, que representa la parte media de un anillo, está ocupada por dos grupos vasculares compuestos cada uno de ellos de dos vasos reunidos radialmente y envueltos por una capa muy desarrollada de tejido paratraqueal formado de celdillas de parenquima leñoso, el cual por ambos lados se sale del campo del fotograma, de modo que el tejido fibroso fundamental sólo se ve en la periferie de la parte superior é inferior. Las paredes de contacto de los vasos son muy gruesas y presentan poros areolares muy pequeños (1). El radio medular central, que desaparece entre los dos grupos vasculares, debe ser porque se sale del plano de la preparación.

2.º *Alnus glutinosa*, Gärttn.—Sec. transv.  $\times 145$ .—Apocromático, 16<sup>mm</sup>.—0,30; ocular de proyección, 2.

La línea divisoria pasa por el centro del fotograma. Masa fundamental uniforme, formada por tejido fibroso, entre el que se hallan esparcidas algunas raras celdillas de parenquima leñoso. Vasos en grupos radiales,

---

(1) La fotocografía ha perdido muchos de los detalles del fototipo, y entre ellos los poros areolares de las paredes de contacto de los vasos,



más raramente aislados, sin envoltura paratraqueal, casi de igual diámetro los de la región de primavera que los de la región de otoño, y con perforación escaleriforme.—En este fotograma se evidencia con toda claridad que muchas veces lo que parece ser las secciones de dos vasos distintos es solamente la sección de dos elementos consecutivos de un mismo vaso, pues fijándose con detenimiento en los grupos vasculares que á primera vista parecen ser la reunión tangencial de dos cadenas radiales, se ve que, en realidad, no forman más que una sola cadena vascular, puesto que cada par de secciones reunidas tangencialmente corresponden á un solo vaso, como lo demuestra el existir la abertura escaleriforme en la pared de contacto.—Anillos anuales poco distintos. Línea divisoria formada por el borde de otoño, en el cual las dos ó tres últimas hiladas de fibras experimentan el aplastamiento radial y los elementos vasculares degeneran en traqueidas, y por el borde de primavera constituido por fibras y vasos, los cuales se apoyan directamente en dicha línea.

#### LÁMINA VI

1.º *Alnus glutinosa*, Gürtn.—Sec. tangente  $\times$  60.—Objetivo Swift, 1 pulgada.

Radios medulares uniseriados abundantes. En el centro aparece la sección de una banda estrecha de compartimientos anormales sin vasos. El parenquima leñoso se distingue bien claramente, así como las paredes terminales muy inclinadas de los artículos vasculares, lo que da lugar á la falsa apariencia de vasos dobles en la sección transversal, según se ha dicho al explicar el fotograma precedente.

2.º *Ficus Carica*, Linn.—Sección tangente  $\times$  60.—Objetivo Swift, 1 pulgada.



La sección pasa por una de las bandas concéntricas de parenquima que alternan con las de tejido fibroso en la constitución de los anillos anuales, y solamente á la izquierda se ve un poco de tejido fibroso. Las series longitudinales de celdillas conservan la forma general de la celdilla madre de la zona del *cambium* que les ha dado origen por la división en 2-4 celdillas secundarias. Radios medulares poco uniformes, pero que pueden dividirse en dos clases: uniseriados de muy pocas hiladas de celdillas grandes y derechas, y pluriseriados de 2-4 celdillas de espesor, y con las que se encuentran en las extremidades mayores que las demás.

#### LÁMINA VII

1.º *Corylus Avellana*, Linn.—Sección transversal  $\times 120$ .—Apocromático, 16<sup>mm</sup> — 0,30; ocular de proyección, 2.

2.º *C. Avellana*, Linn.—Sec. transv.  $\times 230$ .—Apocromático, 16<sup>mm</sup> — 0,40; ocul. de proyec., 4.

Ambos fotogramas están tomados en el mismo sitio de la región central de un anillo. El grupo vascular que aparece en la parte superior del segundo fotograma es el mismo que ocupa la parte inferior derecha en el primero.

Masa fundamental formada por fibras leñosas de sección poligonal y luz redondeada, entre las cuales se encuentran esparcidas bastantes celdillas de parenquima, sueltas ó reunidas 2-3 tangencialmente, con las paredes de separación vertical punteadas. Los vasos están aislados ó reunidos en corto número en cadenas radiales; de perforación escaleriforme y paredes terminales muy inclinadas, por cuya razón un solo vaso, en las secciones transversales, podrá aparecer duplicado, de igual manera que se ha dicho sucedía en el



*Alnus glutinosa*. (Lám. V, 2.º) Los radios que aparecen en el fotograma son uni-biseriados, de celdillas procumbentes, y con poros puntiformes en sus paredes (1). En el fotograma todos los compartimientos son de composición normal, pero en esta especie se encuentran también compartimientos anormales sin vasos.

### LÁMINA VIII

1.º *Juglans regia*, Linn. — Sec. transversal  $\times 60$ .—  
Objetivo Swift, 1 pulgada.

La línea divisoria pasa por el centro del fotograma. Masa fundamental uniforme en todas las regiones del anillo, formada por fibras leñosas de paredes no muy gruesas y luz ancha, entre las cuales se encuentran bastantes celdillas de parenquima, aisladas ó más comúnmente reunidas en corto número con tendencia á formar líneas tangenciales. Vasos aislados ó reunidos en serie radial perfecta, de sección oval alargada y las paredes de contacto paralelas y tangenciales; sin estar directamente implantados en la masa fundamental sino que de ella los separa una capa peritraqueal de parenquima de una sola celdilla de espesor, visible claramente en el fotograma con el auxilio de una lente. Radios medulares hasta de 4-5 celdillas de espesor, procumbentes, muy largas en la región de primavera, y acortándose en la de otoño, sobre todo en su borde externo.

2.º *Celtis australis*, Linn. — Sec. transv.  $\times 120$ .—  
Apocromático Zeiss, 16<sup>mm</sup>—0,30; ocular de proyección 2.

La línea divisoria pasa por el centro del fotograma. Masa fundamental formada por tejido fibroso. Zona de

---

(1) Muchos de los detalles del fototipo se han perdido en la fotocografía, lo mismo que en la siguiente lámina.



primavera heterogénea, compuesta de grupos vasculares de segundo orden entre los que se hallan grupos menos preponderantes de tejido fibroso fundamental. Grupos elementales de primer orden constituídos por vasos grandes aislados ó reunidos de 2-3, y rodeados de abundante parenquima paratraqueal, por medio del cual se reúnen los grupos elementales para formar los de segundo orden ó compuestos. Zona de otoño heterogénea, compuesta de grupos vasculares formados por vasos pequeños reunidos en mayor ó menor número y rodeados de parenquima paratraqueal, los cuales degeneran en traqueidas en su borde exterior, según se ve en el grupo central del fotograma. Anillos anuales bien distintos. Línea divisoria borrosa, aunque el parenquima y las traqueidas experimentan más ó menos marcado el aplastamiento radial en el borde de otoño, por causa de que todos los elementos llegan á ella por ambos lados sin orden alguno. Radios de 8-10 celdillas de espesor.

---



DESCRIPCIÓN MICROGRÁFICA DE LA MADERA

DE LAS ESPECIES

ULMUS CAMPESTRIS, SMITH.

y

FAGUS SYLVATICA, LINN.







## DESCRIPCIÓN MICROGRÁFICA DE LA MADERA

DEL

ULMUS CAMPESTRIS, SMITH.

---

El sistema leñoso de esta especie ha sido objeto de muy pocas investigaciones.

El Dr. Hartig no incluye el género *Ulmus* en las diagnosis de su *Estudio sobre la Anatomía comparada de las plantas leñosas* (1); pero en la Clave analítica para la determinación de las maderas de las principales especies que se encuentran en los montes de Alemania, publicada dos años después en el *Manual para forestales* (2), representa su composición por medio de la fórmula  $\left\{ h + \left( \frac{R}{sp} Z \right) \right\}$ , la cual, traducida según las equivalencias que se han consignado en los capítulos II y III de la anterior Memoria, quiere decir que la masa fundamental está únicamente constituida por fibras leñosas, y los grupos traqueales por vasos espiral-areolares y parenquima paratraqueal. Además de esta composición histológica figuran en dicha Clave los caracteres siguientes:

---

(1) *Beitraege zur vergleichenden Anatomie der Holzpflanzen. Bot. Zeit.*, año 1859, números 11 y 12, páginas 93 y 101.

(2) *Lehrbuch für Förster*, tomo I, pág. 288.



«Radios medulares desiguales: los grandes dos ó tres veces más anchos que los pequeños. Vasos reunidos en numerosos grupos, y en la región externa de los anillos dispuestos en formas denotricas.»

El Dr. Carlos Sanio, en sus notables *Investigaciones comparativas sobre la composición del cuerpo leñoso* (1), refiriéndose particularmente al *U. campestris*, dice que el sistema leñoso secundario se compone de parenquima leñoso, celdillas intermedias, fibras leñosas, traqueidas y vasos, lo que representa por medio de la fórmula  $\{ (hp + r) + l + (G + t) \}$ , característica de la Clase XII de su Clasificación; y con respecto á los vasos consigna además los siguientes caracteres :

«Vasos de dos clases: grandes, areolares, formando una faja en la zona de primavera; y pequeños, espiral areolares, distribuidos en lo restante del anillo, formando grupos más ó menos numerosos.»

Nótese á primera vista la falta de concordancia entre estas dos características, pues aun prescindiendo de los elementos celulares, por no ser fácil una comparación exacta entre el parenquima vascular de Hartig (Z) y el parenquima leñoso y celdillas intermedias de Sanio, se ve claramente que para el primero de estos dos botánicos los vasos son todos uniformes y espiral-areolares  $\left( \frac{R}{sp} \right)$ , mientras que Sanio admite la existencia de dos clases distintas por el tamaño, sitio que ocupan en los anillos, y esculturas de sus paredes. En las dos fórmulas de composición elemental citadas se nota además otra diferencia, cual es la de figurar las traqueidas en la de Sanio, elemento que falta en la de Hartig. De Bary confirma la presencia de las dos

---

(1) *Vergleichende Untersuchungen über die Zusammensetzung des Holzkörpers. Bot. Zeit.*, año 1863, números 47 y 51.



clases de vasos en el *U. suberosa*, y Van Tieghem en el género *Ulmus* en general, pero ambos lo hacen de manera que queda la duda de que sea por observaciones propias, y si sólo por referencia á las observaciones del Dr. Sanio.

El Dr. Müller coloca la madera del género *Ulmus* en el grupo cuyo carácter consiste en presentar una zona de vasos en el borde interno de los anillos, y además radios medulares desiguales, medianos y pequeños, y pigmento colorante en las celdillas de los radios y del parenquima leñoso; y para la especie *campestris* da además la siguiente descripción en el *Texto explicativo del Atlas de la estructura de las maderas representada por medio de la microfotografía* (1):

«*Sección transversal.*—Dos ó tres hiladas de vasos muy  
»grandes, y luego un gran número de vasos más pequeños  
»distribuidos en característicos grupos por todo el espesor  
»del anillo anual. El carácter específico de estos grupos  
»consiste en las fajas tangenciales que forman, las cuales se  
»presentan ordenadas en líneas curvas y en zic-zac. Radios  
»medulares grandes y pequeños, intensamente coloreados.  
»Orden radial de las celdillas (fibras?) borrado del todo.

«*Sección tangente.*—Vasos con poros areolares, y además  
»otros provistos de espesamiento espiral. Radios medulares  
»de 5-6 celdillas de espesor. Parenquima leñoso raro; cel-  
»dillas leñosas (fibras) de considerable longitud é incoloras.  
»Los vasos tienen en sus caras terminales uno ó dos poros  
»circulares.»

Como el Dr. Müller no adopta ninguna clasificación para los elementos histológicos, designando con un mismo nombre los vasos y las traqueidas, así como también las celdillas y las fibras, según queda consignado en la Memoria precedente, no es posible de la

---

(1) *Erläuternder Text zu dem Atlas der Holzstruktur, dargestellt in Microphotographien*, pág. 61.



anterior diagnosis deducir la composición histológica verdadera; no obstante, de ella se desprende que Müller admite dos clases de vasos distintos por su diámetro y por las esculturas de sus paredes. Los más pequeños, espiral-areolares, que forman bandas de tejido alternantes con la de masa fundamental, parecen confundirlos con el parenquima leñoso Griffith y Henfrey, puesto que en el artículo *Madera* de su *Diccionario Micrográfico* (1) se lee lo siguiente :

«En el olmo (*U. campestris*) el prosenquima alterna con »bandas de parenquima leñoso y anchos vasos, lo que hace »que sea oscura la distinción de los anillos anuales,»

que contiene además otra falta de exactitud al decir que no están bien marcados los anillos anuales.

Mathieu coloca la madera del Olmo en la Sección caracterizada por tener, las especies que á ella pertenecen, los vasos desiguales y agrupados, formando los mayores un anillo vascular bien visible en la región de primavera; y le asigna la siguiente diagnosis fundada solamente en caracteres macroscópicos (2) :

«Tejido fibroso fino y de paredes espesas; radios medianamente juntos, sensiblemente desiguales, finos y bastante »prolongados en sentido longitudinal, determinando bastantes espejuelos. Vasos desiguales, asociados al parenquima »leñoso, grandes y reunidos en la formación de primavera, »en donde forman una zona muy porosa (vascular), y agrupados en gran número en el centro y borde externo de los »crecimientos, en arcos y líneas concéntricas, tanto más continuas cuanto se encuentren más al exterior.—Albura abundante, blanco-amarillenta ó parduzca y bien limitada; duramen rojizo ó rojo-pardo.»

Más vaga é indeterminada es la descripción, fundada también en caracteres macroscópicos, que se

---

(1) *Micrographic Dictionary*, tercera edición, 1881.  
(2) *Flore forestière*, tercera edición, pág. 258.



encuentra en la obra de Noerdlinger, *Las maderas empleadas en la industria* (1). Dice así:

«Borde interno de los anillos marcadamente poroso. Poros de primavera más grandes que los del resto de los anillos, los cuales están en disposición marcadamente dendrítica, formando grupos de una á muchas docenas. Duramen pardo oscuro.»

Finalmente, y con el único objeto de consignar cuantas características de la madera del Olmo han llegado á mi conocimiento, citaré la que se encuentra en un folleto escrito por el Dr. Montaldo con motivo de una colección de preparaciones microscópicas de maderas que presentó en la Exposición universal de Amberes de 1885, y cuyo título es: *La Histología aplicada á la Xilología*, folleto que mereció elogios del Dr. Van Heurck (2), á pesar de que todas las características que contiene son tan pobres y poco determinantes como la siguiente:

«Radios medulares de mediana anchura. Vasos de dos dimensiones: grandes y pequeños. Fibras delgadas.»

Se encuentran además en la literatura botánica algunas noticias sueltas y de menor interés para nuestro objeto, relativas al sistema leñoso del Olmo, tales como la falta de disposición radial en los vasos y fibras (De Bary), la carencia de torción en los elementos del tronco (Braun), la degeneración gelatinosa de las capas interiores de las fibras (Sanio), etc., etc.

Sin necesidad de muy detenido examen se ve que la mayoría de los caracteres que se acaban de consignar son de escaso valor é incapaces de establecer una verdadera característica diferencial entre la madera del

---

(1) *Les bois employés dans l'Industrie*. Paris, 1872.

(2) *Journal de Micrographie*, Febrero de 1886.



Olmo y de las especies que le son afines, y además, que algunos de ellos se contradicen, como ya he hecho notar con respecto á los de Hartig y Sanio. La composición elemental asignada por el Dr. Sanio concuerda con la que se deduce de mis observaciones; pero en cuanto á los demás caracteres, á pesar de su exactitud, no son bastante determinantes y comprenden asimismo á otras diez ó doce especies, lo que no es de extrañar si se atiende á que el objeto de dicho Doctor, al trazar el cuadro analítico que figura al final de su trabajo, no era la clasificación de las maderas, sino el presentar de un modo ordenado los datos relativos al sistema leñoso secundario dispersos en los capítulos de sus *Investigaciones* antes citadas.

---



# DESCRIPCIÓN

DE LOS

## ELEMENTOS HISTOLÓGICOS

---

Menos las celdillas fibrosas, se presentan en la madera del Olmo todos los demás elementos primordiales, y aun éstas, si no en su forma típica, aparecen alguna vez en la de tránsito á las celdillas intermedias; pero como elementos esenciales sólo deben considerarse los vasos areolares y espiral-areolares, las fibras leñosas y el parenquima leñoso y radial, puesto que las traqueidas únicamente figuran como forma degenerada de los vasos en el borde de otoño y en la periferie de los grupos de vasos espiral-areolares, y las celdillas intermedias tan sólo se encuentran accidentalmente entre el parenquima leñoso. Los vasos espiral-areolares, las fibras y el parenquima leñoso en la zona de primavera, constituyen tejido. Según esto, la composición elemental ó empírica de los compartimientos puede representarse por la fórmula:

$$\left\{ V + \left( \frac{V}{sp} = T \right) + (F) + (P = CI) \right\}$$

### 1.º Vasos areolares.

Es extraño que Hartig no indique en la fórmula correspondiente al género *Ulmus* esta clase de vasos, pues son cabalmente los que llaman más la atención por su



mayor diámetro, y además por formar en la zona de primavera una faja muy visible. Se componen de una serie de elementos cilíndricos ó en forma ligeramente de tonel, de sección circular ú oval bastante uniforme, y con los bordes superior é inferior no siempre en planos paralelos, según se ve en las figuras 11.<sup>a</sup> y 17.<sup>a</sup> de la lámina VI, los cuales están á veces prolongados en un pequeño apéndice caudiforme, como en la fig. 17.<sup>a</sup> se representa. La comunicación entre los distintos elementos es siempre completa, sin que quede ningún vestigio de los tabiques transversales que en su origen los separaban. El diámetro de estos elementos oscila entre 0,2 y 0,4 mm., siendo, por término medio, de 0,3 mm. (1); y la altura es bastante variable, pero por lo regular no excede al diámetro de los vasos mayores; el espesor de sus paredes es próximamente igual al de las fibras— de 6 á 7,5  $\mu$ . Las únicas esculturas que presentan son poros areolares más ó menos modificados según los elementos de contacto, que son normalmente todos los que entran en la composición de la madera, excepto las fibras y las traqueidas. Cuando el contacto es con elementos semejantes, la aréola es circular, de 7 á 10  $\mu$  de diámetro, y la abertura elíptico-lineal, horizontal, y de longitud variable, pero que, cuando más, llega á igualar el diámetro de la aréola; el ancho ó diámetro menor de las aberturas mide, por término medio, 1,2  $\mu$ . Si el contacto se verifica con los vasos espiral-areolares, las aréolas son de la misma forma y dimensiones que se acaban de describir, pero no las aberturas, las cuales presentan diversidad de formas, desde la circular á la elíptico-alargada é irregular, como se ve en la fig. 6.<sup>a</sup> de la lámina VII. En contacto con elementos celulares—

---

(1) De 30 vasos medidos en distintos anillos y ejemplares, en 17 el diámetro fué de 0,3 mm., y en 5 mayor, y en 8 menor que esa cantidad.



parenquima leñoso y celdillas intermedias,—continúan las paredes de los vasos presentando poros areolares, que corresponden á poros sencillos por parte de las celdillas; pero entonces la aréola es unas veces circular y otras elíptica, con el eje mayor horizontal, y la abertura continúa siendo alargada, de longitud variable, por lo regular excéntrica á la aréola, y pasando de su borde (figuras 1.<sup>a</sup> y 2.<sup>a</sup>, lámina VII); y á veces la excentricidad es tan grande que mirada la pared de frente se proyecta fuera de ella, apareciendo separadas y sin relación aréolas y aberturas que en realidad forman parte de un mismo poro; en otros casos las aberturas de dos poros contiguos se reúnen y aparecen dos aréolas con una abertura común (fig. 1.<sup>a</sup>, lám. VII); pero en realidad, cada poro tiene la suya, y la fusión es sólo del borde exterior del canal de las aberturas. En el contacto con el parenquima de los radios medulares desaparece la forma areolar de los poros y se convierten en sencillos elíptico-irregulares.

El examen de las secciones longitudinales de las paredes de los vasos en contacto con elementos celulares hace ver que la cavidad ó cámara del poro areolar puede corresponder á dos distintas formas, pues unas veces es lenticular (fig. 1.<sup>a</sup>, lám. VII, mitad superior), es decir, limitada por un casquete esférico, y otras por una superficie curva con su convexidad hacia el interior de la cámara (la misma figura, mitad inferior). Á esta última forma corresponden principalmente las aréolas elípticas; pero no me ha sido posible determinar si le es exclusiva ó puede también corresponder á los poros de aréola circular.

#### 2.º Vasos espiral-areolares.

Examinando solamente secciones longitudinales tal vez podrían estos vasos confundirse con traqueidas, pues la forma variable y poco regular de sus elementos,



y sobre todo el encontrarse en muchos de ellos la abertura ó perforación bastante distante de las extremidades, hace que no se vea fácilmente la comunicación longitudinal y aparezcan como traqueidas colocadas en filas lo que en realidad son elementos vasculares. En la fig. 1.<sup>o</sup> de la lámina VI se representan doce de esos elementos, que han sido previamente disociados por el procedimiento de Schultze y escogidos entre los tipos más característicos y á propósito para demostrar la diversidad de formas que generalmente se encuentran. Su longitud es de 0,20 á 0,35 mm., y el diámetro de la sección—de figura poligonal—variable entre  $8 \mu$  ó  $10 \mu$  y 0,12 mm.; el espesor de las paredes, en los sitios que no están notablemente modificadas por las esculturas, como sucede, por ejemplo, en las de contacto con las fibras leñosas, es sólo de  $3,5 \mu$ , sin que sufra aumento en los vasos que se encuentran en el borde de otoño.

La escultura de las caras de contacto con elementos semejantes es espiral-areolar (lám. VII, fig. 4-A). Los poros areolares se hallan dispuestos en varias series espirales y no ofrecen particularidad notable en su estructura. El diámetro de la aréola, la cual es siempre circular, mide de  $7 \mu$  á  $10 \mu$ , lo mismo que en los vasos solamente areolares, y el de la abertura—central, circular y á veces elíptica,—de  $1,5 \mu$  á  $2 \mu$ . La espira, cuyo ancho es inferior á  $1 \mu$ , es sencilla, y da, por término medio, de 10 á 25 vueltas en cada 0,1 mm. Esta escultura espiral-areolar normal se modifica de la siguiente manera, según los diversos elementos de contacto, que pueden ser todos los que entran en la composición de la madera. En las caras de contacto con los vasos areolares la espiral desaparece, y las aréolas son iguales en ambos elementos (lám. VII, fig. 6). Si el contacto se verifica con las fibras leñosas, sucede todo lo contrario: desaparecen los poros y sólo queda la espira, según se



ve en las figuras 6 y 7 de la lámina VII; y esta misma modificación tiene lugar, cualesquiera que sean los elementos de contacto, siempre que el ancho de la cara no sea de dimensiones bastantes para que en ella puedan desarrollarse holgadamente las aréolas tal como quedan descritas, como sucede comúnmente en las caras radiales de los vasos del borde de otoño, ya estén en contacto con elementos semejantes, ó bien con las traqueidas. Una modificación más profunda acontece cuando el contacto se verifica con celdillas, en cualquiera de sus distintas formas—parenquima leñoso, parenquima radial, celdillas intermedias,—pues entonces desaparecen las dos esculturas típicas (aréolas y espiras), y son reemplazadas por poros sencillos de forma elíptico-irregular, cuyos bordes están alabeados por efecto de la influencia de la estructura espiral de las paredes, los cuales aparecen como formados por dos arcos de elipse que se cortan y aumentan de espesor de uno á otro extremo y en direcciones contrarias, de manera que en cada punto de intersección corresponde el máximo espesor de uno y el mínimo de otro. Esta escultura, difícil de interpretar y que no he visto descrita en ninguna parte, á pesar de no ser rara en los elementos de las Coníferas (1) y Angiospermas, se comprenderá mejor que describiéndola, examinando las figuras 3, 4, 5 y 8 de la lámina VII; su diámetro, aunque muy variable, puede decirse que por término medio mide de 5 á 7  $\mu$ .

Entre estos vasos espiral-areolares y los areolares no he observado tránsitos; y sus paredes más delgadas, la presencia de la espiral, la forma poligonal de la sec-

---

(1) Una escultura parecida describi en las traqueidas del género *Pinus*, designándola con el nombre de *abertura radial*. Véase *Estudio micrográfico de la madera de las Coníferas españolas*, pág. 47, y lámina III, fig. 15.



ción, su diámetro más pequeño, y además, el desarrollarse en distintas regiones del anillo, agrupándose de diferente manera, según luego se verá, constituyen caracteres bastantes para distinguirlos en todos casos sin ningún género de duda.

### 3.º Traqueidas espirales.

El examen de los elementos disociados no deja ningún género de duda sobre la existencia de las traqueidas, no admitida por Hartig; pero á la vez hace ver claramente que deben considerarse como producto degenerado de los vasos espiral-areolares, puesto que se presentan todas las formas intermedias, algunas de las cuales están dibujadas en la fig. 1.ª de la lámina VI. El núm. 15 representa una traqueida, y su parentesco con el elemento vascular, figurado en el núm. 9, aparece bien patente; y es fácil concebir cómo por trámites insensibles se pasa á los elementos más típicos de los vasos espiral-areolares. Éstos pueden disminuir su diámetro hasta  $10 \mu$ , ó menos al llegar al borde de otoño ó en la periferie de los grupos vasculares, y entonces empieza á observarse el tránsito á la forma traqueidal, notándose que poco á poco los elementos vasculares pierden los poros y se acorta el paso de la espiral; luego las aberturas terminales disminuyen, desapareciendo primero de una de las extremidades (lámina VI, números 9 y 14) y luego de las dos, quedando así convertidas en verdaderas traqueidas. En ellas no he observado diversidad de formas, ni cambios en la escultura espiral de sus paredes; su longitud es la misma que la de los elementos vasculares de que proceden, y el diámetro varía entre  $8$  y  $25 \mu$ . El número de vueltas de espira en  $0,1$  mm. es de 28 á 30 por término medio.

El contacto de las traqueidas es comúnmente con los vasos espiral-areolares y con las fibras leñosas, y



es posible que alguna vez se verifique con las celdillas, pero no me ha sido posible comprobarlo por la dificultad de reconocerlas con certeza no estando aisladas. Su escaso número indica que deben considerarse como elementos subordinados, ó tan sólo como producto de degeneración.

4.º Fibras leñosas.

Su longitud es, por término medio, de 1,3 á 1,8 mm., y el diámetro de las que han adquirido un completo desarrollo mide, en su parte central, de 20 á 25  $\mu$ . Las paredes tienen de 5 á 7  $\mu$  de espesor, y el diámetro de la luz, en el centro de la fibra, es por lo menos igual á esa cantidad. En contacto con ellas mismas, y alguna rara vez con el parenquima, presentan sus paredes esculturas areolares formadas por una diminuta cámara lenticular y puntiforme, de la cual parten dos canaliculos filiformes que ponen en comunicación la cavidad del poro con el interior de las dos fibras contiguas. Estas puntuaciones areolares se ven de preferencia en las secciones transversales muy delgadas, después de haberlas tratado por el alcohol y el ácido nítrico, según el procedimiento Olivier. En contacto con los vasos espiral-areolares no presentan ninguna escultura.

Las fibras no experimentan modificación alguna, según las diversas regiones del anillo en que se encuentran, pues las del borde de otoño, que es en donde suelen presentar el aplastamiento radial y el espesamiento de las paredes en la mayoría de especies, son iguales á las de la región central.

En algunos ejemplares he observado en las fibras una particularidad que á primera vista podría tomarse por la modificación gelatinosa de sus capas interiores, señalada por Sanio en el *U. suberosa*, puesto que consiste en que las paredes, de gran poder refringente,



están hinchadas, llegando casi á cerrar por completo toda la luz de la fibra; mas difiere de ella en que los preparados de yodo no las coloran de violeta, sino de amarillo como las paredes lignificadas, y asimismo toman el color de éstas tratadas por la mezcla de Hanstein; el rojo de anilina las tiñe de amarillo rojizo. La dureza de estas fibras y la resistencia que ofrecen á la sección es muy superior á la ordinaria, portándose en ese concepto como una sustancia córnea. La capa de tejido fibroso que ocupa el borde de otoño es de constitución normal, distinguiéndose bien de las masas modificadas, en las cuales las secciones de las fibras aparecían confusas, y además no tienen selección alguna por el rojo de anilina, quedando incoloras, á diferencia de lo que acontece con las de constitución normal, que toman el color rojo violeta intenso.

#### 5.º Parenquima.

Las celdillas de parenquima leñoso no ofrecen particularidades notables. De ordinario se presentan en hiladas verticales de 3 á 5 celdillas, reproduciendo en su conjunto la forma de la celdilla madre que las dió origen, como se ve en la serie representada en el número 1 de la fig. 1.ª de la lámina VI, y también en la sección tangencial que figura en la lámina V. La longitud de estas hiladas suele ser de 0,3 á 0,4 mm.; y en cuanto al diámetro y figura de su sección nada es posible decir por ser en extremo variables, pero, por lo regular, no suele ser aquél superior al de las fibras. El grueso de las paredes de contacto con elementos diferentes es de 2,5  $\mu$ , pero aumenta de un modo considerable cuando las celdillas se tocan entre sí, como se representa en la fig. 8 de la lámina VII, reconociendo por principal causa la tendencia de los elementos celulares á formar la luz lo más redonda posible y sin ángulos.



Las paredes de las celdillas de parenquima no presentan más esculturas que poros sencillos puntiformes, próximamente de  $1 \mu$  cuando los elementos de contacto son homogéneos, y algo mayores si son vasculares.

Las celdillas del parenquima radial son cilíndricas, de sección elíptica, y terminadas por caras planas y verticales, pero de inclinación variable con relación al eje de la celdilla, es decir, formando diversos ángulos con los planos radiales. Su longitud es bastante diferente según la región del anillo en que se estudien, pues sufren el acortamiento radial y progresivo hacia su borde exterior; y el diámetro mayor de la sección, siempre en dirección vertical, mide, por término medio, de  $12$  á  $18 \mu$ , aumentando algo en las más cortas de otoño, y disminuyendo en las más largas de primavera. El grueso de las paredes oscila entre  $2,5$  y  $3,5 \mu$ , y las esculturas son las mismas que las del parenquima de los compartimientos.

#### 6.º Celdillas intermedias.

Sucede con las celdillas intermedias lo mismo que con las traqueidas, que para tener certeza de su existencia no basta el examen de las secciones, sino que es preciso disociar los elementos. La fig. 1 de la lámina VI representa un grupo de dos celdillas intermedias reunidas á una de parenquima. Su longitud es, por término medio, de  $0,35$  á  $0,50$  mm.; y su diámetro y sección ofrecen gran variabilidad, pues como casi siempre se encuentran entre el parenquima paratraqueal, están deformadas por la presión que sobre ellas ejercen los vasos areolares.

Además de la forma representada se ve algunas veces otra, que establece un tránsito á las celdillas fibrosas, en la cual el cuerpo de la celdilla es cilíndrico, con las extremidades redondeadas, partiendo de cada



una de ellas un apéndice caudiforme de longitud igual á la mitad del cuerpo. Comúnmente estas celdillas están retorcidas en dos ó más direcciones.

Con el fin de que aparezcan con toda claridad, á continuación indico, en resumen, las esculturas que pueden presentar las paredes de los elementos que se acaban de describir.

#### **Vasos.**

a) Vasos areolares.—Aréola circular, de 7 á 10  $\mu$  de diámetro; abertura elíptica ó elíptico-lineal, menor que la aréola.

b) Vasos espiral-areolares.—Aréola circular, de 7 á 10  $\mu$  de diámetro; abertura central, circular ó elíptica de 1,5 á 2  $\mu$ . Espiral sencilla de grueso inferior á 1  $\mu$ , dando por término medio de 10 á 25 vueltas en 0,1 mm.

N. B. En las caras que por su poca anchura no permiten el desarrollo de aréolas de las dimensiones que se acaban de indicar, sólo se presenta la espiral.

#### **Traqueidas espirales.**

Espiral fina que da unas 30 vueltas en 0,1 mm., y persiste sean cualesquiera los elementos de contacto.

#### **Fibras leñosas.**

Paredes lisas ó con algunos poros areolares muy pequeños y puntiformes.

#### **Parenquima.**

Poros sencillos, puntiformes.

#### **Vasos areolares y espiral-areolares.**

Poros areolares de las dimensiones normales en ambos elementos; abertura elíptica en los areolares y



circular en los espiral-areolares, los cuales pierden la espiral.

**Vasos areolares y parenquima.**

Poros areolares en los vasos, con la aréola circular ó elíptica y la abertura lineal, horizontal y sobresaliendo de la aréola. Poros sencillos en las paredes de las celdillas; si éstas forman el parenquima de los radios, los vasos presentan poros sencillos elíptico-irregulares.

**Vasos espiral-areolares y parenquima.**

Desaparecen los poros areolares y la espiral en las paredes de los vasos, y son sustituidos por poros alabeados. En las paredes del parenquima poros sencillos.

**Vasos espiral-areolares y fibras leñosas.**

Desaparecen los poros areolares en los vasos y sólo conservan la espiral. Paredes de las fibras lisas.

**Fibras y parenquima.**

Paredes lisas en ambos elementos. Raras veces con escasos poros puntiformes.



## AGRUPACIÓN DE LOS ELEMENTOS

EN LOS

### TEJIDOS QUE FORMAN LOS ANILLOS ANUALES

Los seis elementos que se acaban de describir se reúnen en tres agrupaciones, que á su vez constituyen los compartimientos. Las fibras y los vasos espiral-areolares forman dos tejidos homogéneos, cuales son el fundamental y el de los grupos vasculares, y los vasos simplemente areolares, rodeados de parenquima paratraqueal, constituyen la tercera agrupación. En cuanto á las traqueidas y celdillas fibrosas sólo deben considerarse como elementos subordinados á los vasos espiral-areolares las primeras, y al parenquima las segundas; así como también debe considerarse como elemento subordinado las celdillas de parenquima leñoso que, en corta cantidad y aisladas, se encuentran en la unión de los tejidos vascular y fibroso. Los vasos areolares con su envoltura paratraqueal, entre los cuales se encuentran diseminados pequeños grupos de vasos espiral-areolares, constituyen por sí solos una zona vascular que ocupa toda la región de primavera; y lo restante del anillo—región media y de otoño reunidas—está formada por los tejidos fibroso-fundamental y vascular, los cuales, cuando adquieren igual desarrollo, están dispuestos en bandas alternantes, flexuosas y más ó menos dendríticas, ó bien los grupos aparecen aislados é implantados en la masa fundamental, cuando el tejido



fibroso predomina. De esta constitución se desprende que los anillos aparecerán divididos en dos regiones distintas, de las cuales la más interior comprenderá toda la zona de primavera, y la exterior las zonas media y de otoño, regiones que conviene estudiar separadamente.

*a) Zona de primavera.*

El elemento característico de esta zona son los vasos areolares, que se hallan rodeados por una envoltura de parenquima, entre el cual se encuentran subordinadas algunas celdillas intermedias, y pequeños grupos de vasos espiral-areolares; y según las consideraciones expuestas en la anterior Memoria, debe considerarse esta zona constituida exclusivamente por los grupos vasculares, los cuales, á causa de su mucho desarrollo, han desalojado de ella al tejido fundamental, reuniéndose en una banda continua. Su fórmula constitutiva será:

$$\text{Zona de primavera: } \left\{ V \left( \frac{V}{s p} \right) \cdot (P \text{ CI}) \right\},$$

que en realidad indica un grupo formado por vasos areolares aislados y espiral-areolares en tejido, envueltos por una capa paratraqueal de parenquima.

Los vasos areolares están por lo regular aislados; algunas veces reunidos dos radial ó tangencialmente, y casi nunca en mayor número. En los anillos de espesor normal se encuentran dos ó tres en el espesor de la zona, ó solo uno en los estrechos, y hasta cuatro y cinco en los muy anchos. Los que ocupan la parte más interior casi nunca llegan á la línea divisoria, estando separados de ella por dos ó tres hiladas de parenquima leñoso; pero otras veces su distancia es mayor, y entonces entre la línea divisoria y el vaso se extiende un grupo de vasos espiral-areolares. Por sus costados ra-



diales están directamente en contacto con los radios medulares, ó bien les separa de ellos una hilada de parenquima que los aísla y rodea en unión de los grupos espiral-areolares, de modo que los que están situados en el borde exterior de la zona no se encuentran en contacto directo con las bandas de tejido fibroso, á no ser en algún caso accidental.

El ancho de la zona de primavera varía, como es natural, según el espesor de los anillos, pero sin serle proporcional. En 20 ejemplares de distintas procedencias he hallado como anchura mínima 0,44 mm. en un anillo de 1,5 mm., y como máxima 1,5 mm. en uno de 13 mm. Al comparar luego las proporciones en que entran á formar parte de los anillos las diversas zonas de que se componen, se verá la relación que guarda la de primavera con el espesor total.

#### *b) Zonas media y de otoño.*

Toda la región exterior á la zona de primavera está formada uniformemente por la masa de tejido fundamental fibroso, en la cual están implantados los grupos de vasos espiral-areolares que forman también tejido, sin que aparezca separación alguna entre las zonas media y de otoño; notándose tan sólo que los grupos disminuyen progresivamente de espesor, así como también de diámetro los vasos, á medida que se acercan á borde externo de los anillos. Según la localidad y condiciones de vegetación, y sobre todo según el ancho de los anillos, como luego se verá, cambia mucho la proporción entre el tejido de la masa fundamental y los grupos vasculares, pudiendo dominar uno ú otro, según los casos. En los anillos de espesor normal ambos tienen próximamente el mismo desarrollo; y entonces se presentan en forma de bandas alternantes



extendidas en sentido tangencial, y más ó menos dentríticas, cuyo espesor va disminuyendo hacia el borde externo de los anillos; pero si uno de ellos adquiere predominio—el tejido fundamental en los anillos anchos, por ejemplo—entonces las bandas del otro se interrumpen, y los vasos, más bien que en bandas, están dispuestos en grupos aislados en medio del tejido fibroso. En los anillos estrechos suele suceder lo contrario; los grupos de tejido fibroso fundamental son los que adquieren menor desarrollo y se hallan implantados en el tejido vascular dominante. El número de bandas de los dos tejidos es muy variable según el espesor de los anillos; de ordinario se cuentan de 6 á 7 bandas en los de 2,5 á 3,5 mm. de espesor; y como casos extremos puedo citar un anillo de 13 mm. en el que había 24, y otro de 1 mm. formado casi exclusivamente por la zona de primavera. (Véanse las fotocopias de las láminas I, II y III). Su disposición puede ser en bandas concéntricas ó dentríticas, presentándose todas las formas intermedias entre estos dos extremos.

El tejido fundamental es uniforme y homogéneo en todas las regiones, sin que se observen ni siquiera trazas de disposición radial; y la sección de las fibras tiende más bien á la forma circular ó elíptica que á la poligonal, apareciendo mezcladas sin orden y de diámetros muy diferentes, debido á que el plano secante las corta por muy distintos sitios, lo que prueba que en sentido vertical tampoco están dispuestas siguiendo orden determinado, sino en íntima trabazón. Las celdillas de parenquima leñoso no se encuentran en medio de las masas de tejido fibroso, y sí solo en sus bordes de contacto con los grupos vasculares, razón por la cual lo mismo pueden considerarse como dependientes de éstos, que como subordinadas á la masa fundamental; pero por razón de analogía con otras especies me parece prefe-



rible la primera interpretación, y así la fórmula de la masa fundamental podrá escribirse indistintamente  $\{(F) P'\}$  ó bien  $\{(F)\}$ , teniendo cuidado en este último caso de colocar el parenquima en el grupo vascular.

Los vasos espiral-areolares forman también tejido uniforme y homogéneo, si bien no tanto como las fibras, á causa de la degeneración traqueidal que se observa en la periferie de los grupos y en el borde de otoño. Su sección no ofrece tampoco la disposición radial—excepto en algunos casos en el límite de los anillos,—y la tendencia de su forma es marcadamente poligonal, efectuándose el contacto de unos elementos con otros por medio de superficies planas bien desarrolladas. La fórmula general de los grupos vasculares, considerando como dependientes de ellos las celdillas de parenquima leñoso que se encuentran en su unión con el tejido fibroso, es  $\left\{ \left( \frac{V}{sp} \right) . P' \right\}$ , la cual reunida con la de la masa fundamental dará idea de la composición histológica é histotómica de las zonas media y de otoño.

$$\text{Zonas media y de otoño: } \left\{ (F) P' \times \left( \frac{V}{sp} = T \right) . P \right\}.$$

### c) Línea divisoria.

Forman el borde de otoño, y llegan indistintamente á la línea divisoria, los tejidos fibroso y traqueal que componen toda la región exterior de los anillos; pero el fibroso, que no experimenta normalmente cambio alguno, no se continúa en la zona de primavera, pues por este lado se le opone el parenquima leñoso. No sucede lo mismo con los vasos espiral-areolares, degenerados comúnmente en traqueidas junto á la línea divisoria, pues los del borde de otoño se continúan sin interrupción con los grupos de la zona de primavera,



experimentando unas veces el aplastamiento radial muy marcado y otras no; pero en este último caso una de sus caras se coloca exactamente en la misma línea divisoria, justapuesta á otra de un vaso espiral-arcolar de primavera, manteniendo la forma poligonal de su sección. (Fig. 1 de la lám. IV.) Una particularidad que ofrecen los vasos en este caso es que el diámetro de su sección aumenta á partir de la línea divisoria de un modo progresivo hacia el centro de ambos anillos, de modo que en el borde de primavera son menores los más interiores, cosa contraria á la ley general; si bien hay que tener en cuenta que los vasos espiral-areolares de la zona de primavera entran más bien en su composición como elementos subordinados y conexivos, que como elementos primordiales.

Dedúcese de lo expuesto que la línea divisoria de los anillos no estará siempre clara y regularmente limitada, pues los diversos elementos que la forman — fibras, vasos espiral-areolares y traqueidas en el borde de otoño; y parenquima y vasos espiral-areolares en el de primavera — producirán confusión, por no conservar la disposición radial ni sufrir las fibras las modificaciones otoñales comunes en otras especies, cuales son el aplastamiento radial y la disminución de su luz producida por el espesamiento de las paredes.

**d) Distintas proporciones en las cuales las zonas y tejidos contribuyen á la formación de los anillos.**

En maderas de composición tan heterogénea como es la del Olmo tiene suma importancia conocer el distinto desarrollo que las zonas toman según el espesor de los anillos, y las cantidades muy variables en las cuales los tejidos fibroso y vascular entran en su composición, no sólo bajo el punto de vista puramente



científico, sino de sus aplicaciones industriales, puesto que de ello depende en gran parte su resistencia y duración. Basta mirar las fotocolografías de las láminas I, II y III, para adquirir el conocimiento de que las propiedades de las maderas que representan han de ser totalmente distintas.

La parte más esencial del anillo, la que siempre existe y menos variaciones sufre, es la zona de primavera. En los anillos muy estrechos casi constituye por sí sola todo su espesor, como se ve en la fotocolografía segunda de la lámina I. Los siguientes números representan el ancho de esta zona en 20 anillos de distinto espesor.

Ancho del anillo = 1,0 mm.:	Zona de primavera = 0,76 mm.
— — = 1,4 mm.:	— — = 0,86 mm.
— — = 1,4 mm.:	— — = 0,80 mm.
— — = 1,5 mm.:	— — = 0,44 mm.
— — = 1,5 mm.:	— — = 0,50 mm.
— — = 1,5 mm.:	— — = 0,77 mm.
— — = 2,0 mm.:	— — = 1,17 mm.
— — = 2,3 mm.:	— — = 0,80 mm.
— — = 2,4 mm.:	— — = 0,93 mm.
— — = 2,8 mm.:	— — = 0,83 mm.
— — = 3,3 mm.:	— — = 0,97 mm.
— — = 3,3 mm.:	— — = 1,20 mm.
— — = 3,3 mm.:	— — = 1,10 mm.
— — = 3,5 mm.:	— — = 1,20 mm.
— — = 3,6 mm.:	— — = 1,20 mm.
— — = 3,7 mm.:	— — = 0,88 mm.
— — = 3,8 mm.:	— — = 1,00 mm.
— — = 4,0 mm.:	— — = 1,10 mm.
— — = 4,5 mm.:	— — = 1,00 mm.
— — = 13,0 mm.:	— — = 1,05 mm.

Estos números demuestran que la zona de primavera no aumenta de un modo proporcional al ancho de los anillos, pues mientras que éstos crecen  $\div 1 : 13$ , sólo recibe un incremento  $\div 1 : 3$ . El grueso máximo absoluto es de 12 céntimos del espesor del anillo, y el



mínimo de 29—anillos de 13 y 1,5 mm. respectivamente. El volumen total de la zona de primavera, comparado con el volumen total del anillo, sigue una proporción análoga, según se desprende de los seis siguientes casos que he medido con todo cuidado:

ANCHO DEL ANILLO	Volumen de la zona de primavera.
1,47 mm.....	0,4898
2,90 mm.....	0,2714
3,00 mm.....	0,3635
3,70 mm.....	0,2445
4,50 mm.....	0,2609
5,50 mm.....	0,1889

La parte restante del anillo está formada, según queda dicho, por bandas alternantes de tejido fibroso y vascular, en disposición más ó menos concéntrica ó dendrítica; y como según se acaba de ver la zona de primavera no sigue un crecimiento proporcional al grueso de los anillos, sino que su incremento es tan sólo de 0,08 por cada unidad que éstos aumentan, puede decirse que las zonas media y de otoño crecen proporcionalmente al grueso de los anillos. Tomando como expresión de la cantidad de tejido fibroso y vascular las superficies que ambos ocupan en la sección transversal, he hallado los siguientes números para los seis anillos examinados anteriormente:

Ancho del anillo.	Cantidad de tejido vascular.	Cantidad de tejido fibroso.
1,47 mm.....	0,2959.....	0,2143
2,90 mm.....	0,3278.....	0,4608
3,00 mm.....	0,1785.....	0,4562
3,70 mm.....	0,2203.....	0,5352
4,50 mm.....	0,2049.....	0,5342
5,50 mm.....	0,4005.....	0,4115



Aunque no se me oculta que mis observaciones relativas á las diversas cantidades en que los tejidos contribuyen á la formación de los anillos son aún demasiado reducidas para poder fundar leyes generales, y que además estas cuestiones se prestan mal á ser tratadas por el rigorismo de los números, creo, no obstante, poder deducir las consecuencias siguientes:

1.<sup>a</sup> La resistencia de la madera del Olmo á la compresión, tracción y flexión, así como su densidad, debe variar entre límites muy extensos, puesto que la capacidad de las maderas para resistir los distintos esfuerzos y su densidad, depende de las propiedades parciales de sus elementos. En un decímetro cúbico de madera formada por anillos de 1,47 mm. de espesor, iguales á los examinados anteriormente, habría las siguientes cantidades de los distintos elementos componentes:

Vasos grandes y tejido paratraqueal = 490 cm.<sup>3</sup>  
Tejido de vasos espiral-areolares... = 296 cm.<sup>3</sup>  
— de fibras leñosas ..... = 214 cm.<sup>3</sup>

La composición de un volumen igual de madera de un ejemplar de anillos de 5,5 mm. de espesor, sería:

Vasos grandes y tejido paratraqueal = 188 cm.<sup>3</sup>  
Tejido de vasos espiral-areolares... = 400 cm.<sup>3</sup>  
— de fibras leñosas..... = 412 cm.<sup>3</sup>

En igual volumen de madera, en este último ejemplar habrá doble cantidad de fibras que en el primero, y, por lo tanto, su densidad y resistencia debe ser mucho mayor; y la diferencia hubiera resultado más notable si para la comparación se hubiesen elegido ejemplares más desemejantes, tales como, por ejemplo, los que representan las dos fotocolografías de la lámina I.



2.<sup>a</sup> En igualdad de condiciones de localidad y crecimiento, la madera contendrá mayor masa de tejido fibroso, y, por lo tanto, será más densa y resistente, aquella que tenga los anillos anuales *más anchos*. En efecto, los números anteriores indican que cuanto mayor es el espesor de los anillos, mayor es también el de las zonas medias y de otoño. Los ejemplares de anillos muy delgados (fig. 2.<sup>a</sup>, lám. I), están casi exclusivamente formados por tejido vascular y parenquimatoso de la zona de primavera, los cuales tienen poca densidad y escasa resistencia. (En casi todas las maderas Angiospermas españolas de composición heterogénea sucede otro tanto.)

3.<sup>a</sup> En los ejemplares cuyos anillos sean de igual espesor y con zonas de primavera iguales, dependerá la densidad y resistencia de las proporciones en que se encuentren los tejidos fibroso y vascular de vasos espiral-areolares.

#### e) Radios medulares.

Son multiseriados, de sección lanceolada poco regular, de 4-5 celdillas de espesor las mayores—alguna vez se ven hasta de 6—y de altura variable, oscilando entre 20 y 45 celdillas por término medio, aunque se ven algunos menores y otros que tienen hasta 55; por excepción se encuentran algunos uniseriados, que probablemente serán el principio de un radio al empezar su desarrollo. Las celdillas que entran en su composición son todas uniformes, y sin otras particularidades que las anteriormente mencionadas. La fórmula

radial será, pues:  $\left\{ \frac{R}{4-5} (20-45) \right\}$ .

En las secciones transversales aparecen los radios formando líneas rectas en las zonas media y externa,



pero se encorvan algo en la de primavera por causa de la presión lateral que sobre ellos ejercen los vasos areolares; y al llegar al borde de otoño se ensanchan ligeramente, debido al mayor diámetro que en ella adquieren las celdillas componentes, según ya se ha dicho. Por lo regular entre cada uno ó dos vasos grandes de la zona de primavera hay un radio; y el término medio de varios recuentos me ha dado por resultado el número de 20 en cada 5 mm. tomados sobre la línea divisoria de los anillos. Los extremos oscilan entre 18 y 24.

### RESUMEN

La madera del *U. campestris* está compuesta esencialmente de vasos grandes areolares, los cuales van siempre acompañados de una envoltura de parenquima paratraqueal; de grupos de vasos espiral-areolares, de menor diámetro que los anteriores, formando tejido; y del tejido fibro-leñoso que constituye la masa fundamental. Las celdillas intermedias que se encuentran entre el parenquima leñoso y las traqueidas son elementos subordinados y productos de degeneración.

Estos elementos forman dos regiones bien distintas en los anillos. Los vasos grandes, con sus envolturas de parenquima las cuales toman gran desarrollo hasta el punto de unirse formando un tejido parenquimatoso conexivo, y algunos pequeños grupos de vasos espiral-areolares que se hallan en relación y contacto con los vasos grandes, constituyen una banda continua que comprende toda la zona de primavera; de ella está excluido el tejido fibroso. Las zonas media y de otoño reunidas, y sin que entre ellas se note distinción alguna bien marcada, forman la región externa de los anillos,



la cual está compuesta de bandas alternantes, más ó menos concéntricas ó dendríticas y nunca radiales, de tejido fibroso y vascular de vasos espiral-areolares; de ella están excluidos los vasos grandes areolares. Según que haya equilibrio ó no en el desarrollo de estos dos tejidos, las bandas son más ó menos continuas ó están interrumpidas, quedando á veces reducido el tejido dominado á simples grupos implantados en el tejido dominante. El espesor de las bandas va disminuyendo de un modo gradual hacia el borde exterior de los anillos, y á la vez disminuye el diámetro de los vasos; las fibras no experimentan ningún cambio. El número de bandas depende del grueso de los anillos, y en aquellos en que éste es muy pequeño—alrededor de 1 mm.—desaparecen casi por completo, quedando entonces formados únicamente por la zona de primavera, que es la región más esencial y que nunca falta.

Los anillos anuales están perfectamente limitados por el gran contraste que existe entre la zona de primavera con sus vasos grandes y la región externa; no sucede lo mismo con la línea divisoria á causa del modo vario y poco regular que intervienen á formarla, por el borde de primavera, el parenquima y los vasos espiral-areolares, y por el de otoño estos últimos con su degeneración traqueidal, y las masas de tejido fibroso.

De la descripción que precede se desprende que la masa fundamental es uniforme, la composición de los anillos heterogénea y los compartimientos uniformes. El elemento traqueal es dispar: los vasos espiral-areolares se reúnen formando tejido, y los simplemente areolares, aislados y siempre envueltos por una capa paratraqueal de parenquima, constituyen grupos elementales, los cuales á su vez forman grupos de segundo orden en la zona de primavera, en donde se hallan mezclados con grupos de vasos espiral-areolares. Según



esto, la composición de los anillos puede expresarse por las siguientes fórmulas:

$$\text{Zona de primavera: } \left\{ V \left( \frac{V}{sp} \right) \cdot (P_{CI}) \right\}.$$

$$\text{Región exterior: } \left\{ (F) P' \times \left( \frac{V}{sp} = T \right) \cdot P' \right\}.$$

$$\text{Radios medulares: } \left\{ \frac{R}{4.5} (20-45) \right\}.$$

\*  
\*  
\*

La madera del *U. campestris* es muy característica, y cuando los anillos presentan el desarrollo y la constitución normal no es fácil confundirla con la de ninguna otra especie española; pero como no siempre sucede así, sino que á veces sus distintas regiones pueden atrofiarse más ó menos, según antes se ha dicho, y aun desaparecer por completo todas menos la zona de primavera, en cuyo caso sus caracteres no ofrecen ya la misma claridad, creo no estará de más que termine esta descripción indicando las diferencias más notables y fáciles de observar que la distinguen de las especies con las cuales pudiera confundirse, por tener con ellas alguna semejanza en la composición total de los anillos, ó bien sólo en la de alguna de sus partes.

Las maderas que á simple vista podrán confundirse en ciertos casos con la del Olmo, serán aquellas que presenten en el borde interno de los anillos una zona notablemente vascular de vasos mayores que los del resto del anillo, el cual á su vez esté formado por grupos vasculares extensos, que alternen con masas de tejido fundamental; y en esa categoría figuran las maderas del Roble, Castaño, Almez, Fresno, Moral, Aca-cia, *Cytisus*, Árbol del amor, Agracejo, etc., etc., ó sean



todas aquellas que Mathieu incluye en el primer grupo de su Clasificación macroscópica (1), las cuales es poco menos que imposible distinguir unas de otras por los caracteres que en ella se les asignan; y no por falta de pericia en su autor, sino porque realmente no existen verdaderas diferencias que puedan apreciarse á simple vista, ó todo lo más con el auxilio de una lente. En cambio los caracteres microscópicos son precisos y terminantes, y una vez bien observados no dan lugar á duda, bastando sólo un ligero examen para evidenciar las siguientes diferencias características, en las cuales de un modo sucinto trato de señalar aquellas particularidades que más fácilmente se prestan á la observación, y mejor sirven para distinguir la madera de las especies indicadas de la del *U. campestris*. Las fórmulas constitutivas harán resaltar más esas diferencias.

*Celtis australis*.—Zona de primavera heterogénea, compuesta de grupos vasculares de segundo orden, entre los cuales se hallan *grupos de tejido fibroso fundamental* en estado rudimentario. Grupos elementales de dicha zona constituídos por vasos grandes, aislados ó reunidos en corto número y sin mezcla alguna de vasos más pequeños espiral-areolares, los cuales están rodeados por una abundante envoltura paratraqueal de parenquima que los reúne formando los grupos de segundo orden. Grupos vasculares de la zona media y exterior con abundante envoltura de parenquima, muy desarrollada sobre todo en el borde de otoño en donde llega á formar bandas de tejido independiente, y por lo tanto metatraqueal. Grupos vasculares de la zona media con vasos grandes en su centro. Radios de dos clases: grandes de 8-10 celdillas de espesor y 20-30 de altura,

---

(1) Mathieu, *Flore Forestière*, tercera edición, páginas 598 y 599.



y pequeños uniseriados y sólo de 2-5 hiladas; celdillas de las extremidades grandes y derechas en los mayores, y todas ellas de esa clase en los uniseriados (1).

$$\text{Zon. prim.: } \{ (F) \times \overline{V} \cdot (P) \};$$

$$\text{Reg. ext.: } \left\{ (F) \times \left( V \frac{V}{sp} = T \right) \cdot (P) \right\};$$

$$\text{Rad.: } \left\{ \frac{*R}{8-10} (20-30); \frac{**R}{1} (2-5) \right\}$$

*Morus alba*.—Zona de primavera como en el *C. australis*, con la diferencia de no encontrarse en ella normalmente grupos rudimentarios de tejido fundamental. Grupos vasculares de las zonas media y exterior con abundante parenquima paratraqueal, los cuales no se reúnen en esta última en bandas tangenciales. Radios de 6-10 celdillas de espesor, y de 20 á indefinido número de altura.

$$\text{Zon. prim.: } \{ \overline{V} \cdot (P) \};$$

$$\text{Reg. ext.: } \left\{ (F) P' \times \left( \frac{V}{sp} = T \right) \cdot P \right\};$$

$$\text{Rad.: } \left\{ \frac{R}{6-10} (20-\infty) \right\}.$$

*Fraxinus excelsior*.—Zona de primavera como en la especie anterior. Grupos vasculares de las regiones media y exterior de muy pequeño número de vasos simplemente areolares y de paredes gruesas, los cuales no llegan á formar verdadero tejido. Parenquima paratraqueal abundante y confluyente, sobre todo en el

---

(1) Véase la lám. VIII de la anterior Memoria y su descripción en la pág. 299.



borde externo. Radios de sección lanceolada bastante uniforme.

Zon. prim.:  $\{ \overline{V. (P)} \}$ ; Reg. ext.:  $\{ (F) \times \widehat{V. (P)} \}$ ;

Rad.:  $\left\{ \frac{R}{3-4} (8-12) \right\}$ .

*Quercus* (especies de hoja caediza).—En realidad no existe un verdadero anillo vascular de constitución especial. Los vasos en ninguna región forman tejido, pues los grupos secundarios están compuestos de grupos elementales, los cuales á su vez están constituidos por un solo vaso rodeado de una envoltura paratraqueal de traqueidas y parenquima. Los vasos nunca tienen hilo espiral. Celdillas de parenquima abundantes entre el tejido fundamental fibroso, con tendencia á formar hiladas concéntricas. Radios de dos clases: uniseriados, y de indefinido número de celdillas en los dos sentidos (1)

Comp.:  $\{ (F) P \times \overline{V. (TP)} \}$ ; Rad.:  $\left\{ \frac{R}{1} (5-20) \mid \frac{R}{\infty} (\infty) \right\}$ .

*Castanea vulgaris*.—Constitución de los compartimientos como la de las especies de hoja caediza del género *Quercus*. Radios todos uniseriados.

Rad.:  $\left\{ \frac{R}{1} (8-12) \right\}$ .

*Robina Pseudo-Acacia*.—En la zona de primavera una faja vascular formada de vasos grandes reunidos por parenquima paratraqueal y celdillas intermedias, pero sin mezcla de grupos de vasos espiral-areolares. En la zona media los grupos están formados por vasos

---

(1) Véase la lám. III de la anterior Memoria y su descripción en la pág. 293.



areolares aislados y parenquima paratraqueal; y en la exterior por vasos espiral-areolares formando tejido y rodeados por abundante envoltura de parenquima, el cual en el borde de otoño se separa de los grupos traqueales y forma bandas independientes. Además de los radios grandes, existen también bastantes uniseriados.

$$\begin{aligned} \text{Zon. prim.: } & \{ \overline{V \cdot (P \text{ e } I)} \}; \text{ Zon. med.: } \{ (F) \times V \cdot (P) \}; \\ \text{Reg. ext.: } & \left\{ (F) \times \left( \frac{V}{sp} = T \right) \cdot (P) \right\}; \\ \text{Rad.: } & \left\{ \frac{R}{3-4} (25-30); \frac{R}{1} (\dots 15) \right\}. \end{aligned}$$

*Cytisus Laburnum*.— En realidad no presenta un verdadero anillo vascular de constitución especial. Los grupos vasculares en todas las regiones del anillo van acompañados de una envoltura paratraqueal de celdillas intermedias perfectamente caracterizadas y de la misma forma que los elementos de los vasos espiral-areolares. Grupos vasculares uniformes en todo el espesor del anillo.

$$\begin{aligned} \text{Comp.: } & \left\{ (F) \times \left( \overline{V \frac{V}{sp} = T} \right) \cdot (C I P) \right\}; \\ \text{Rad.: } & \left\{ \frac{R}{6-8} (15-85); \frac{R'}{1} (2-5) \right\}. \end{aligned}$$

*Vitis vinifera*.— Tan sólo cito esta especie porque Mathieu la incluye en el mismo grupo que el *Ulmus*, pues en manera alguna existe parecido entre sus maderas. La de la Vid no tiene anillo vascular propiamente dicho, ni sus vasos forman verdadero tejido en ninguna región del anillo, y además presentan en sus paredes la escultura rayada que les es característica. El tejido fibroso no está formado por fibras leño-



sas sino por celdillas fibrosas, enteras y tabicadas. Los radios medulares tampoco tienen con los del Olmo ninguna semejanza.

$$\text{Zon. prim. y med.: } \left\{ \left( C F \frac{C F}{t} \right) \times \frac{V}{r} \cdot P \right\};$$

$$\text{Zon. otoñ.: } \left\{ \left( C F \frac{C F}{t} \right) \times \frac{\widehat{V}}{r} = T \right\};$$

$$\text{Rad.: } \left\{ \frac{R}{8-10} (\infty) \right\}.$$

*Cercis Siliquastrum*.—No llega á presentar una verdadera zona de primavera bien distinta del resto del anillo, por más que la composición elemental del borde interno sea muy parecido al del *Ulmus*. En lo restante de los anillos tiene alguna semejanza con la *Robinia Pseudo-Acacia*. Todos los grupos vasculares van acompañados de abundante parenquima paratraqueal.

$$\text{Zon. prim.: } \left\{ \left( V \frac{V}{sp} \right) \cdot (P) \right\}; \text{ Reg. ext.: } \left\{ (F) \times \left( \frac{V}{sp} = T' \right) \cdot (P) \right\};$$

$$\text{Rad.: } \left\{ \frac{R}{6-8} (20-30) = \frac{R}{3-4} = \frac{R'}{1} (5-6) \right\}.$$

En algunas otras especies los vasos se agrupan en el borde interno de los anillos formando una zona vascular más ó menos distinta, si bien en lo restante de los anillos se encuentran aislados ó reunidos solamente en corto número, como sucede en la madera del *Amygdalus communis*, *Berberis vulgaris et hispanica*, *Rhus Cotinus*, *Hippophae rhamnoides*, etc., etc.; pero aun considerando en estas especies la zona de primavera aislada, no es posible confundirla con la del *Ulmus* por existir entre ellas caracteres diferenciales tan salientes que creo excusado consignarlos aquí.







## DESCRIPCIÓN MICROGRÁFICA DE LA MADERA

DEL

FAGUS SYLVATICA, LINN.

---

Lo mismo que en la Descripción anterior, son pocos los datos que he podido encontrar relativos á los caracteres de la madera del Haya y de los elementos histológicos que la componen. Fuera de los consignados en las diagnosis de Hartig, Sanio, Müller, etc., son los siguientes los que más convienen á mi objeto. De Bary indica que la extensión de la zona media disminuye á medida que los anillos anuales son más estrechos, y que los vasos decrecen en diámetro y número hacia su borde exterior, lo cual, esto último, no está del todo conforme con mis observaciones, según se verá más adelante; y en cuanto al decrecimiento de la zona media, es una ley general, por tener lugar en la mayoría de las especies, como en la anterior Memoria se consigna. El Dr. Sanio señala la degeneración gelatinosa de las capas interiores de los elementos traqueóideos (fibras leñosas), y asigna para ellos una longitud de 0,39 á 0,75 mm., según que su forma se acerque más á la de los vasos, ó á la de las fibras; y Hartig llama la atención sobre el hecho anormal de que los radios no llegan siempre hasta la zona del *cambium*, terminándose á veces antes, fenómeno que De Bary pone en duda sospechando que la terminación sea sólo aparente y debida á una inflexión del radio hacia



arriba ó hacia abajo, saliéndose, por lo tanto, del plano de sección transversal, que es el único en el cual el fenómeno ha sido observado.

El Dr. Hartig, en los dos trabajos antes citados (1), indica la composición elemental del sistema leñoso secundario del Haya por medio de la fórmula  $\{hs + (RLZ)\}$  cuya traducción es: masa fundamental formada por fibras leñosas y parenquima, y grupos vasculares por vasos, traqueidas y parenquima paratraqueal; y además añade en el último la siguiente diagnosis:

«Radios medulares estrechos y anchos; estos últimos sin tránsito regular á los primeros, y bastante abundantes. Vasos dispersos por todo el espesor del anillo anual.»

La composición elemental señalada por el Dr. Sanio como característica de la Clase III (2), en la cual coloca la especie de que nos ocupamos, es  $\{hp + (t + G)\}$  que no concuerda con la de Hartig en cuanto al número y clase de elementos, aun prescindiendo de que Sanio no distingue si el parenquima pertenece á la masa fundamental ó al grupo vascular, y, por lo tanto,  $hp$  puede igualarse á  $s$  y  $Z$ . Sanio indica además los siguientes caracteres:

«Las traqueidas, que pertenecen á la modificación fibrosa, forman la masa fundamental. Los vasos son de una sola especie, con perforación completa ó escaleriforme y sin espesamiento espiral, lo mismo que las traqueidas, los cuales decrecen en número y diámetro hacia el borde externo de los anillos.»

La masa fundamental está formada por traqueidas fibroides para Sanio, y por fibras leñosas para Hartig;

---

(1) *Beitraege zur vergleichenden Anatomie der Holzpflanzen. Bot. Zeit.*, año 1859, pág. 93 y 101.

*Lehrbuch für Förster*, tomo I, pág. 288.

(2) *Vergleichende Untersuchungen über die Zusammensetzung des Holzkörpers. Bot. Zeit.*, año 1863, núm. 47 y 51.



pues si bien admite este último botánico la existencia de traqueidas, es sólo en el grupo vascular, y con esto concuerdan mis observaciones, según más adelante se verá. «Celdillas leñosas», llama el Doctor Müller á los elementos que constituyen el tejido fundamental; y añade que sus paredes sólo tienen «poros sencillos, no areolares», y de ser así, claro está que no podrían tomarse como traqueidas; pero á pesar de considerarlas como fibras leñosas, he visto en ellas siempre poros areolares, si bien hay que tener en cuenta, sobre este particular, las observaciones hechas en el capítulo I de la Memoria precedente, pues los poros muy pequeños de las paredes de las fibras leñosas, para mostrar la aréola es preciso que se estudien en preparaciones muy bien hechas y con objetivos de mucho poder de definición, como los apocromáticos de Zeiss, por ejemplo. La descripción que de esta especie da el Dr. Müller es la siguiente:

«*Sección transversal.*—Sección de las traqueidas (vasos) »circular ó elíptica; disposición de las mismas en grupos radiales aislados, disminuyendo de magnitud gradualmente »hacia el borde de otoño; relación entre el diámetro de la »sección de las mayores y menores, como 1 : 4-5. Radios »muy grandes espaciados de  $\frac{1}{2}$  milímetro, y los medianos á »las mismas distancias que los más pequeños. Disposición »radial de las celdillas leñosas (fibras) borrada; sección »transversal de las mismas poligonal, con poros simples no »areolares.—En la sección tangente, las paredes longitudinales de las tráqueas presentan poros areolares; las paredes transversales (terminales) son muy inclinadas y están »perforadas por un solo poro grande y circular. Las celdillas de los radios medulares, lo mismo en los grandes que en »los pequeños son circulares (¿la sección?) y la mayor parte »de ellas contienen pigmento de color pardo» (1).

---

(1) *Erläuternder Text zu dem Atlas der Holzstruktur*, pág. 58.



En esta descripción Müller supone que la perforación de los vasos es siempre completa y oval, pues nada dice de la escaleriforme que presentan los de la región exterior de los anillos; y en cuanto á la distribución vascular la coloca en el tercer grupo, en el cual los vasos están uniformemente esparcidos por todo el ancho de los anillos, con disminución gradual del diámetro.

La descripción que de la madera del Haya da Mathieu, es la siguiente:

«Tejido fibroso de paredes espesas, asociado al parenquima leñoso que traza en él pequeñas y abundantes líneas cortas, concéntricas y muy juntas en la formación de otoño (invisibles aun con el auxilio de la lente). Radios desiguales, anchos, delgados y muy delgados, bastante prolongados en sentido longitudinal, medianamente próximos. Vasos delgados ó muy delgados, más grandes y más juntos en el borde interno, más delgados y espaciados en el borde externo, en donde domina el tejido fibroso, lo que hace que los crecimientos sean muy distintos. Anillos arqueados, entranes junto á los radios anchos. Madera pesada, dura, homogénea, con espejuelos muy notables» (1).

Noerdlinger traza la siguiente diagnosis para el Haya, en la que emplea, como siempre, caracteres vagos é indeterminados:

«Anillos bien distintos, aunque el borde interno no está formado por una línea de poros (?) más abundantes ó mayores. Sin tejido esponjoso (?). Poros en grupos de 1-5, distribuídos uniformemente ó en disposición dendrítica. Anillos bombeados entre los radios; éstos bastante anchos y de longitud poco constante en su camino hacia la corteza. Madera rojiza y dura» (2).

Y, finalmente, el Dr. Montaldo dice para el Haya, en

---

(1) *Flore forestière*, pág. 273. Tercera edición, año 1877.

(2) *Les Bois employés dans l'Industrie*. Paris 1872.



el folleto citado anteriormente en la descripción del Olmo:

«Radios medulares estrechos, y muy anchos y largos.  
»Vasos y fibras delgados» (1).

En el curso de esta descripción se podrá apreciar el valor determinante de estas características.

---

(1) *L'Histologie appliquée à la Xilologie*. Turin, 1885.



# DESCRIPCIÓN

DE LOS

## ELEMENTOS HISTOLÓGICOS

---

La composición elemental de la madera del Haya es muy sencilla, pues como elementos primordiales forman los compartimientos las fibras leñosas y los vasos; el parenquima leñoso existe sólo como elemento subordinado al tejido fundamental, y las traqueidas como producto de degeneración vascular en la región de otoño. Los vasos pueden ser de perforación oval ó escaleriforme. La fórmula empírica que representa la composición elemental de los compartimientos es:

$$\{ V = *V = T + F + P \}.$$

### 1.º Vasos.

Los vasos son todos simplemente areolares, y se presentan bajo dos formas secundarias, según que se encuentren en la región interior ó exterior de los anillos, las cuales están unidas entre sí por gradación continua. Las esculturas y el grueso de las paredes son en ambas las mismas, pero difieren en la forma general de sus elementos, en el diámetro, y en la perforación que es en unos completa y en otros escaleriforme.

Por lo general los vasos están aislados, ó á lo más en grupos de dos ó tres; y aun esos grupos en muchos casos son sólo aparentes, pues los dos elementos que



los forman corresponden á una misma serie vascular longitudinal (vaso) como demuestra la figura 3 de la lámina XII. Sus paredes son siempre muy delgadas, de 1 á 1,5  $\mu$ , ó sea la tercera ó cuarta parte del grueso de las paredes de las fibras; y la sección es oval y de contorno anguloso, por adaptarse directamente al hueco que dejan las fibras. Su diámetro va decreciendo á partir del borde interior de los anillos, en cuyo sitio es, por término medio, de 90 á 100  $\mu$ , y en el borde exterior sólo alcanza 25  $\mu$ . A la disminución del diámetro vascular van unidos una porción de cambios cuya serie completa está representada en la fig. 1.<sup>a</sup> de la lámina XI. La perforación es completa en los vasos de mayor diámetro (números 14 y 15), y los extremos de los artículos ó elementos de que se componen están truncados completamente por un plano más ó menos oblicuo; pero á medida que el diámetro disminuye, ó lo que es lo mismo, que los vasos se encuentran más separados del borde interno de los anillos, los artículos se prolongan en un apéndice caudiforme de un modo gradual y progresivo, según se ve en la citada fig. 1.<sup>a</sup> de la lámina XI. Paralelamente al desarrollo de ese apéndice caudiforme, que sigue la marcha del decrecimiento en diámetro, la perforación va siendo más incompleta, dejando ver al principio sólo trazas de las bandas en sus bordes (números 2 y 12), y terminando por ser francamente escaleriforme y estar colocada, no en la extremidad de los artículos y perpendicular á su eje, como cuando la perforación era completa, sino lateralmente. (Números 2, 7, 9, 11 y 13.)

La fig. 3 de la lámina XII indica el modo de unión de dos artículos caudiformes, y las figuras *A*, *B* y *C* representan distintas secciones de ella. *D* es una sección longitudinal, y explica el aspecto de los vasos en los cortes radial y tangencial, no siempre fácil de interpre-



tar á primera vista. Los poros de aréola elíptica corresponden á las paredes de los dos vasos, y los de aréola circular á las paredes exteriores, en contacto con el tejido fibroso en el caso que representa la figura.

La longitud de los elementos vasculares es, por término medio, de 0,65 á 0,80 mm.

Los vasos están en contacto con todos los elementos, y las esculturas de sus paredes se modifican, según sean ellos, de la siguiente manera. Con elementos semejantes los poros son areolares, con la forma de la aréola variable desde la circular á la elíptica muy alargada y casi lineal (vista con débil aumento), en cuyo caso las paredes vasculares toman el aspecto rayado; su diámetro, cuando es circular llega hasta 7  $\mu$ , y en su forma alargada puede tener varias veces esa cantidad, como se ve en las láminas X y XII. La abertura siempre es central, horizontal y simétrica. En contacto con las fibras presentan también poros areolares, pero menos abundantes que en el caso anterior, y siempre de aréola circular y de diámetro entre 7 y 8  $\mu$ ; la abertura continúa siendo central, alargada, sin sobresalir de la aréola y más ó menos inclinada con respecto al eje del vaso. Con el parenquima leñoso y de los radios medulares las paredes vasculares sólo presentan poros sencillos.

Según lo que se acaba de decir, el símbolo que presente en conjunto los vasos debe ser:  $\{ V = *V \}$ .

## 2.º Traqueidas.

No son las traqueidas de que voy á ocuparme las que figuran en la fórmula elemental del Dr. Sanio, pues en manera alguna forman la masa fundamental, y sólo se encuentran en escaso número y como degeneración vascular en el borde exterior de los anillos. Los elementos que el Dr. Sanio considera como traqueidas los describiré luego como fibras leñosas.



En general puede decirse que los vasos de perforación incompleta, sufriendo la influencia del tejido fibroso, tienden á presentar la forma traqueidal que marca el tránsito entre los elementos traqueales y esclerenquimatosos, y eso es lo que sucede en la madera del Haya. Algunos vasos de pequeño diámetro, de los que se encuentran en el borde de otoño, van reduciendo poco á poco la placa de perforación y acaban por perderla del todo. El número 8 de la fig. 1.<sup>a</sup> ( lám. XI) representa la extremidad de una traqueida que conserva aún el apéndice caudiforme del elemento vascular originario, y el número 5 otra traqueida en su grado máximo de transformación. Conservan el espesor de las paredes vasculares, no sufren el aplastamiento radial, y las esculturas consisten en poros areolares parecidos á los de las fibras, únicos elementos con los cuales están de ordinario en contacto. El diámetro en el centro es de 13 á 16  $\mu$  comúnmente, y la longitud de la que representa la figura antes citada es de 0,64 mm.

### 3.º Fibras leñosas tráqueóides.

El Dr. Sanio refiere los elementos que constituyen la masa fundamental á las traqueidas del tipo fibroso, pero yo creo que más bien deben considerarse como fibras leñosas. Hartig como tales las admite en sus *Diagnosis* (1); y De Bary, en su ensayo de clasificación, que en el fondo es igual á la de Sanio, suprime el Haya de entre las especies cuya madera se compone de parenquima, vasos y traqueidas, é igual hace Van Tieghem, demostrando de esa manera, á mi modo de ver, que si no han estudiado la cuestión de un modo suficiente para poder afirmar que la masa fundamental está formada por fibras, dudan por lo menos que lo

---

(1) Véase en la anterior Memoria, páginas 65, 63 y 78.



esté por traqueidas, y en su consecuencia borran el nombre del Haya del lado de los *Ilex*, *Crataegus*, *Rosa*, *Pirus*, etc., cuyas masas fundamentales están ciertamente formadas por tejido traqueidal. Pero si creo hay razones suficientes para que no puedan considerarse como verdaderas traqueidas, preciso es convenir en que muchas de ellas deben clasificarse en la variedad traqueóide de las fibras, ya sea por lo muy desarrollados que están los poros areolares, y también por formar exclusivamente el borde de otoño con ausencia de los elementos vasculares, circunstancia que suelen presentar las especies cuya masa fundamental está constituida por traqueidas.

Examinando los elementos disociados por el procedimiento de Schultze, se presentan á la vez, en el campo del microscopio, las fibras, y las traqueidas de degeneración vascular que se han descrito anteriormente, y entonces se pueden apreciar con certeza sus diferencias. En la fig. 1.<sup>a</sup> de la lámina XI, números 5 y 6, están representadas una traqueida y la extremidad de una fibra leñosa; y por su forma general, grueso de las paredes, diferente densidad en los poros y modo de terminarse, se distinguen perfectamente. La longitud de bastante número de fibras que he medido cuidadosamente, está comprendida entre 1,20 y 1,50 mm., cantidades muy diferentes de las que el Dr. Sanio asigna á las traqueidas, puesto que en ellas sólo alcanza de 0,39 á 0,75 mm., según antes se ha dicho; y esa longitud es la que concuerda con la que tienen las traqueidas de degeneración vascular anteriormente descritas. El diámetro es, por término medio, de 15 á 20  $\mu$ , y sólo experimenta el aplastamiento radial en las dos ó tres últimas hiladas del borde de otoño.

Las paredes de las fibras únicamente tienen poros areolares, sean cualesquiera los elementos de contacto,



excepto cuando son las celdillas de parenquima, en cuyo caso permanecen de ordinario lisas. El diámetro de las aréolas es de unos 6  $\mu$ , y sólo cuando el contacto se efectúa con elementos vasculares es de 7 á 8  $\mu$ . Las aberturas tienen la forma de hendedura lineal, siguiendo los planos de estriación de las paredes, y sobresalen bastante de las aréolas. El grueso de las paredes, igual ó mayor que la luz, es, por término medio, de 5  $\mu$ , y sufre escasas variaciones en las distintas zonas del anillo. Según el Dr. Sanio, las capas interiores experimentan á veces la degeneración gelatinosa, particularidad que las aparta de las verdaderas traqueidas. Yo no la he observado bien caracterizada, pero sí trazas de ella en muchos casos, en los cuales toman una coloración intensa con las sustancias que tiñen las paredes no lignificadas.

#### 4.º Parenquima.

Las celdillas de parenquima leñoso están aisladas en medio del tejido fundamental, ó bien reunidas tangencialmente dos, tres ó cuatro, como se ve en las figuras 1.ª y 4.ª de las láminas IX y XII. El espesor de sus paredes aumenta, así como también la cantidad de poros cuando el contacto se verifica entre celdilla y celdilla, según se ve en la lámina X, fig. 1.ª, en donde se representa la sección vertical de cuatro hiladas; y en la misma figura se ven otras hiladas rodeadas de tejido fibroso. Cuando dos celdillas se tocan solamente por sus ángulos, presentan el espesamiento anormal representado en la fig. 1.ª de la lámina XII. Su diámetro es próximamente igual al de las fibras.

Las celdillas radiales son de diferente forma según que entran en la composición de los radios pequeños y medianos, ó de los radios anchos y de indefinido número de celdillas en los dos sentidos. Las primeras son en un todo parecidas al parenquima leñoso de los com-



partimientos, disminuyendo de longitud hacia el borde de otoño. (Láminas IX y X, figuras 1.<sup>a</sup> y 2.<sup>a</sup>) Las de los radios anchos tienen las extremidades aguzadas, y son de forma fusiforme y algo fibrosa; su longitud varía entre 80 y 150  $\mu$ . (Fig. 2.<sup>a</sup>, lám. IX, y 6.<sup>a</sup>, lám. XII.) Las esculturas de sus paredes, lo mismo en unas que en otras, consisten solamente en poros sencillos y punti-formes, un poco mayores en contacto con los vasos y, las pocas veces que los presenta, en contacto con las fibras.

Las celdillas de parenquima, lo mismo del radial que del leñoso, contienen bastante pigmento colorante y gránulos amiláceos durante el reposo vegetativo. Según las observaciones de Gris, en un tronco de 95 años el almidón era muy abundante en el parenquima de los 15 anillos más exteriores, que podían considerarse como formando la albura; luego disminuía gradualmente hasta los anillos 30-50, pasados los cuales ya no se encontraba.

Las esculturas que presentan las paredes de los elementos que se acaban de describir son, en resumen, las siguientes:

#### **Vasos.**

Poros areolares. Aréola de figura muy variable, desde la circular de 7  $\mu$  de diámetro á la elíptica muy alargada, con el eje mayor siempre horizontal; abertura menor que la aréola, elíptico lineal, central y simétrica.

#### **Fibras traqueoides.**

Poros areolares. Aréola circular de 6  $\mu$  de diámetro; aberturas (hendeduras) lineales, oblicuas, cruzadas y mayores que las aréolas.



**Parenquima.**

Poros sencillos, puntiformes.

**Vasos y fibras traqueoides.**

Poros areolares. Aréola circular de 7 á 8  $\mu$  de diámetro; abertura elíptica, central, simétrica y menor que la aréola, en la pared del vaso; lineal, inclinada y sobresaliendo de la aréola, en la pared de la fibra.

**Vasos y parenquima.**

Poros sencillos en ambos elementos; mayores en las paredes de los poros.

**Traqueidas y fibras traqueoides.**

Poros iguales á los de las fibras.

**Fibras y parenquima.**

Paredes lisas en ambos elementos por lo regular, y cuando no sucede así poros areolares algo confusos en la pared de la fibra, y sencillos y de las dimensiones de la aréola en la pared celular.

---



## AGRUPACIÓN DE LOS ELEMENTOS

EN LOS

### TEJIDOS QUE FORMAN LOS ANILLOS ANUALES

---

#### a) **Compartimientos.**

A diferencia de la madera del Olmo anteriormente descrita, la del Haya ofrece una composición sumamente sencilla y uniforme en todo el espesor del anillo, sin que en él se distingan las diversas zonas de crecimiento sino por las modificaciones de orden muy secundario que experimentan los elementos componentes. El tejido fibro-traqueoide forma la masa fundamental, uniforme en todas las regiones, y en él se encuentran diseminadas sin orden alguno y de un modo enteramente subordinado las celdillas de parenquima leñoso, las cuales están aisladas ó reunidas tangencialmente en muy corto número—2-3 ó 4 á lo más—y con tendencia á formar líneas tangentes y nunca radiales. Estas celdillas de parenquima son más abundantes en la mitad exterior de los anillos; pero en los ejemplares que he estudiado no he visto que adquieran el desarrollo que supone Mathieu en la descripción de esta especie que antes he copiado.

En medio de esa masa fundamental compuesta de fibras y parenquima subordinado, se hallan esparcidos los vasos de una manera uniforme en su conjunto, aislados, ó alguna rara vez reunidos dos ó tres, sin



envoltura paratraqueal, decreciendo su diámetro de un modo progresivo desde la zona de primavera á la de otoño; y juntamente con el decrecimiento de diámetro se inicia la perforación escaleriforme que antes se ha descrito. En la zona de primavera los vasos no llegan hasta la misma línea divisoria, estando separados de ella por algunas hiladas de tejido fundamental; y á esa circunstancia se debe el que los más interiores no formen una línea continua y muy aparente, como sucede en otras especies de composición análoga. Tampoco los últimos vasos de la zona de otoño llegan á la línea divisoria, cuyo borde externo está constituido por el tejido fundamental únicamente, y en donde sus elementos sufren el aplastamiento radial.

El decrecimiento en diámetro de los vasos hacia el borde de otoño no va seguido de una disminución en número, como á primera vista parece, y afirman De Bary, Sanio y Van Tieghen, pues de las contadas que he hecho resulta que, por lo menos, el número de vasos es el mismo en ambas regiones; y sucede eso, no solamente en el Haya, sino en casi todas las especies que presentan una distribución vascular parecida (1). Tomando sobre la línea divisoria una longitud de 2 mm., y construyendo sobre ella un rectángulo en las regiones de otoño y primavera, cuya altura fuese 0,6 mm., he hallado que en ambos había, por término medio, unos 150 vasos; y si en vez de un rectángulo se consideraba 1 mm.<sup>2</sup>, el número de vasos era de 65 en la zona de primavera y de 70 en la de otoño, en anillos de 2,50 á 3,45 mm. de espesor. En estos números van incluídas las traqueidas de degeneración vascular que se encuentran en borde exterior de la zona de otoño.

---

(1) Véase en la anterior Memoria, pág. 153.



De la composición de los compartimientos que se acaba de describir se deduce que la madera del Haya corresponde á la fórmula general más sencilla que puede representar los compartimientos en las Dicotiledóneas, cual es  $\{ (X) P \times V \}$ . Sustituyendo en ella los símbolos que indiquen el elemento del tejido fundamental, y los del grupo traqueal, se tendrá como á expresión histológica é histotómica de los compartimientos:

$$\text{Comp.: } \{ (F) P \times V = * V = T \}.$$

*b) Línea divisoria.*

Los anillos aparecen claramente limitados, no tanto por la disminución del diámetro de los vasos, que es poco notable, como por la constitución del borde de otoño, caracterizada por la ausencia casi completa del elemento traqueal, y además porque las dos ó tres últimas hiladas de tejido fibroso traqueoide están aplastadas radialmente. Esta constitución contrasta notablemente con la del borde de primavera, en donde las fibras tienen el desarrollo normal. Los vasos ya se ha dicho que tampoco por ese lado llegan á la línea divisoria. (Véase la figura 1.<sup>a</sup> de la lám. IX y la 4.<sup>a</sup> de la lám. XII, y las dos fotocolografías de la lám. VIII.)

Noerdlinger y Mathieu (lug. cit.) dicen que la línea divisoria forma undulaciones entre los radios medulares grandes, con la convexidad hacia fuera, y realmente algo de eso se nota en la sección del ejemplar que se encuentra en la obra de Noerdlinger; pero debe ser ese carácter puramente local ó individual, pues no se halla en los que yo he estudiado, procedentes en su mayoría de Santander. En ellos la línea divisoria es recta, y si bien corta á veces los radios grandes oblicuamente, es precisamente en sentido contrario al indicado por



Noerdlinger y Mathieu, como se ve en la lámina VIII y en la figura 2.<sup>a</sup> de la lámina IX.

c) **Radios medulares.**

Dos clases diferentes de radios presenta el Haya: los grandes de 15 á 25 celdillas de espesor é indefinido número de altura, compuestos de celdillas alargadas y fusiformes; y los pequeños, que lo están de celdillas iguales á las del parenquima que se encuentra en los compartimientos, los cuales á su vez pueden subdividirse en dos grupos, según que sean uniseriados ó de 2-5 celdillas de espesor, teniendo respectivamente las siguientes fórmulas:

$$\text{Radios uniseriados: } \left\{ \frac{R}{1} (2-10) \right\}.$$

$$\text{Radios estrechos: } \left\{ \frac{R}{2.5} (10-30) \right\}.$$

$$\text{Radios anchos: } \left\{ \frac{R}{15-25} (\infty) \right\} \text{ ó } \left\{ \frac{R}{\infty} (\infty) \right\}.$$

Entre las dos primeras clases se notan formas intermedias, y siendo los elementos que los forman iguales, tal vez sería mejor considerarlos como los extremos de una serie cuya fórmula fuese  $\left\{ \frac{R}{1} = \frac{R}{2.5} (10-30) \right\}$ : En muchos casos es posible seguir los radios uniseriados al través de varios anillos concéntricos sin que se observe en ellos cambio alguno; y los pluriseriados estrechos empiezan por ser bi-ó triseriados y de 4 á 5 celdillas de altura solamente, de modo que tal vez sería lógico deducir que estas dos clases tienen un origen común, á partir del cual se diferencian llevando una existencia autónoma é independiente. Los radios anchos se dis-



tinguen perfectamente de estas dos clases, no sólo por sus dimensiones mayores—longitud, 3-5 mm.; ancho 0,2-0,3 milímetros—sino también por estar formadas por celdillas fusiformes reunidas en textura fibrosa, según se ve claramente en la fig. 2.<sup>a</sup> de la lámina IX y en la 6.<sup>a</sup> de la lámina XII; textura que se revela asimismo en las secciones tangenciales por aparecer las celdillas (en sección) de muy distinto diámetro y entremezcladas sin orden alguno, á diferencia de lo que sucede en los radios uniseriados y estrechos. (Lám. X, fig. 1.<sup>a</sup>; lámina XI, fig. 2.<sup>a</sup> y lám. XII, figuras 1.<sup>a</sup> y 7.<sup>a</sup>). Otra diferencia notable entre las dos clases de radios se presentan en la modificación que experimentan las celdillas componentes al llegar al borde de otoño. En los estrechos y uniseriados van éstas disminuyendo de longitud hasta la misma línea divisoria, que en cierto modo se continúa á través de ellos (lám. IX, fig. 1.<sup>a</sup>; lám. X, fig. 2.<sup>a</sup> y lám. XII, fig. 8.<sup>a</sup>); mas en los anchos no sucede así por no disminuir la longitud de las celdillas, marcándose sólo alguna distinción en una línea en ángulo, en forma de V, por estar en ella más apretadas; ángulo que tiene el vértice hacia el interior de los anillos, de manera que la formación de primavera de los radios aparece dentro del borde de otoño. (Lámina IX, figura 2.<sup>a</sup>, y lám. VIII, figuras 1.<sup>a</sup> y 2.<sup>a</sup>)

De ordinario, y contados en la línea divisoria, entre cada dos ó tres vasos de primavera se encuentra un radio, sin que dejen también de verse algunos espacios interradales en los cuales se encuentran hasta cinco y seis vasos. En cada 5 mm. hay, por término medio, 1 ó 2 radios anchos, 12 estrechos y 20 uniseriados.



## RESUMEN

Los compartimientos están formados de tejido fundamental uniforme de fibras traqueoides, entre las cuales se encuentran esparcidas y subordinadas algunas celdillas de parenquima leñoso, y de vasos aislados, sin envoltura paratraqueal y uniformemente distribuidos. La disminución diametral de los vasos se efectúa paulatinamente y es poco notable; los de primavera no tocan á la línea divisoria, ni tampoco los de otoño, la cual por ambos lados está únicamente formada por el tejido de la masa fundamental, sobre todo por el interior, ó sea el borde de otoño, que está más desarrollado que el de primavera y es también más notable por experimentar sus dos ó tres últimas hiladas el aplastamiento radial. Los vasos tienen sólo poros areolares, de aréola variable desde la forma circular á la elíptica ó lineal; y la perforación es completa en los vasos grandes de primavera y escaleriforme en los de otoño, pasándose de una á otra por tránsitos insensibles. Las traqueidas sólo se encuentran en el borde de otoño como degeneración vascular.

Los radios medulares son de tres clases: anchos de indefinido número de celdillas en los dos sentidos, estrechos, y uniseriados. Los primeros se diferencian también por estar formados de celdillas de parenquima de tipo fibroide, siendo de la forma ordinaria del parenquima leñoso las que constituyen los otros dos.

Compartimientos:  $\{ (F) P \times V = * V = T \}$ .

Radios:  $\left\{ \frac{R}{1} (2-10) = \frac{R}{2-5} (10-30) \mid \frac{R}{\infty} (\infty) \right\}$ .

\*  
\* \*



La fórmula radial distingue perfectamente la madera del Haya de todas las demás con las cuales pudiera confundirse teniendo sólo en cuenta la homogeneidad de la masa fundamental y la distribución vascular. Mathieu (lug. cit., pág. 601) la coloca en el mismo grupo que la del Plátano, Aliso, Carpe y Avellano, guiándose únicamente por los caracteres macroscópicos; pero en realidad sólo con la primera de estas cuatro especies tiene algún parecido, pues las otras tres carecen de verdaderos radios anchos comparables á los del Haya. El *Alnus glutinosa* sólo los tiene uniseriados, y en el Carpe y Avellano, cuando más, llegan á tener 5 celdillas de espesor; pero en estas tres especies los compartimientos no son todos uniformes, existiendo algunos de composición anormal caracterizados por la ausencia absoluta de todo elemento vascular, los cuales se hallan prolongados en sentido radial de tal manera que á simple vista simulan radios anchos (1); pero basta el más ligero examen microscópico para desvanecer la ilusión y poner en evidencia su verdadera naturaleza. Además, los vasos del Carpe se distinguen de los del Haya por su espesamiento espiral, y los del Avellano y *Alnus glutinosa*, porque la perforación es escaleriforme lo mismo en la zona de primavera que en la de otoño. Con la madera del Plátano presenta mayor semejanza, sobre todo en la sección transversal, mas es fácil también distinguirla con sólo observar los radios, que son en esta especie (*P. occidentalis*) uniformes y de sección lanceolada, de modo que todos ellos pueden representarse por la fórmula  $\left\{ \frac{R}{15} (\infty) \right\}$ ; y los vasos también se

---

(1) Véase la anterior Memoria, páginas 162, 247, 258 y 259, y también las láminas V, VI y VII y sus descripciones en las páginas 296, 297 y 298.



distinguen por tener la perforación escaleriforme en la zona de primavera lo mismo que en la de otoño, y encontrarse situados los más interiores de ella junto á la línea divisoria, lo que no sucede en el Haya.

Como los radios mayores del Haya están bastante espaciados, pudiera darse el caso de tener que identificar un ejemplar de muy pequeñas dimensiones, en el cual no se encontrara ninguno de ellos, y entonces el carácter distintivo que suministra la fórmula radial perdería en gran parte su valor, pues la fórmula que en un ejemplar tal podría observarse quedaría reducida á la siguiente:  $\left\{ \frac{R}{1} (2-10); \frac{R}{2-5} (10-30) \right\}$ . En este caso las afinidades del ejemplar serían más ó menos grandes con todas las especies del grupo *A—*a**) que se han consignado en la página 229 de la Memoria precedente, y cuyos caracteres son: masa fundamental uniforme en todo el espesor del anillo, y vasos aislados, uniformemente distribuídos y sin envoltura paratraqueal; pues el presentar el Haya vasos de perforación oval y escaleriforme á la vez, así como el ser fibras traqueoides las que constituyen el tejido fundamental, puede inducir á encontrar semejanza, á primera vista y si no ha precedido un examen minucioso, con aquellas especies que tienen la perforación vascular oval y escaleriforme, ó bien que la masa fundamental esté formada por verdaderas traqueidas, como sucede en la mayoría de las que figuran en el grupo citado. De entre ellas se pueden descartar las siguientes, cuya desemejanza salta á la vista desde el primer momento por tener las paredes vasculares espesamiento espiral: *Philadelphus coronarius*, *Lonicera arborea*, *Sorbus aucuparia*, *Cistus laurifolius*, *Osyris lanceolata*, *Acer platanoides*, *A. pseudoplatanus*, *A. Negundo*, *Evonimus europaeus*, y *Tilia parvifolia*. En cuanto á las demás, las



siguientes diagnosis diferenciales establecen una distinción bien marcada entre ellas y el Haya.

*Plantanus occidentalis*.—Vasos todos de perforación escaleriforme; los más interiores de la zona de primavera están en contacto con la línea divisoria. Radios uniformes de sección lanceolada.

$$\text{Comp.: } \{ (F) P \times *V \}.$$

$$\text{Rad.: } \left\{ \frac{R}{15} (\infty) \right\}.$$

*Rhododendron baeticum*.—Vasos muy numerosos, todos de perforación escaleriforme; y sin borde de otoño y de primavera formado exclusivamente por el tejido fundamental. Radios característicos: uniseriados de celdillas derechas, y pluriseriados en el centro y uniseriados en las extremidades, las cuales son también de celdillas derechas (1).

$$\text{Comp.: } \{ (T) P \times *V \}.$$

$$\text{Rad.: } \left\{ \frac{**R}{1} (1-10); \frac{*R*}{4-5} (15-20) \right\}.$$

*Erica arborea*.—Tejido fundamental formado por celdillas fibrosas; vasos de perforación oval, llegando los más interiores hasta el borde de primavera. Radios uniformes, pluriseriados, con las celdillas de las extremidades grandes, y entre ellos algunos uniseriados con las celdillas extremas también grandes.

$$\text{Comp.: } \{ (CF) P \times V \}.$$

$$\text{Rad.: } \left\{ \frac{*R}{4-5} (15); \frac{*R}{1} (2-5) \right\}.$$

---

(1) Véase la lámina IV de la anterior Memoria, y su descripción en la página 295.



*Ribes rubrum.*—Tejido fundamental formado por elementos fibrosos sin poros areolares (celdillas fibrosas?); vasos con perforación escaleriforme. Radios de dos clases: uniseriados de celdillas derechas, y pluriseriados con las celdillas de las extremidades grandes.

$$\text{Comp.: } \{ (CF?)_P \times {}^*V \}.$$

$$\text{Rad.: } \left\{ \frac{{}^*R}{6-8} (20-30); \frac{{}^{**}R}{1} (2-5) \right\}.$$

*Salix cinerea.*—Vasos de perforación completa, y en grupos radiales en la zona de otoño; los del borde de primavera tocando á la línea divisoria. Radios uni-biseriados, con las celdillas de las extremidades grandes y derechas.

$$\text{Comp.: } \{ (F)_P \times \hat{V} \}.$$

$$\text{Rad.: } \left\{ \frac{{}^*R}{1} (10-15) = \frac{{}^*R}{2} (10-15) \right\}.$$

*Buxus sempervirens.*—Vasos de paredes gruesas y perforación escaleriforme. Borde de primavera, y en menor escala también el de otoño, formados exclusivamente por el tejido fundamental. Radios uni-biseriados con una ó dos celdillas en cada extremidad mayores que las restantes.

$$\text{Comp.: } \{ (T)_P \times {}^*V \}.$$

$$\text{Rad.: } \left\{ \frac{{}^*R}{2} (12-20); \frac{{}^*R}{1} (1-5) \right\}.$$

*Viburnum Opulus.*—Vasos de perforación escaleriforme; los más interiores de la zona de primavera junto á la línea divisoria; borde de otoño formado exclusivamente de tejido fundamental. Radios uniseriados de celdillas derechas, y biseriados en el centro y uniseriados en las extremidades, las cuales son también de cel-



dillas derechas. —N. B. En algunas traqueidas de otoño se nota un espesamiento espiral muy débil.

Comp.: { (T) P × \*V }.

Rad.: {  $\frac{*R}{2}$  (10-15);  $\frac{**R}{1}$  (2-10) }.

*Crataegus monogyna*, *Pirus communis*.—Todos los vasos de perforación completa y aréolas siempre circulares. Bordes de primavera y de otoño muy poco notables, aunque los vasos no suelen llegar hasta la línea divisoria. Radios mayores que no pasan de 2-3 celdillas de espesor.

Comp.: { (T) P × V }.

Rad.: {  $\frac{R}{2 \cdot 3}$  (10-15);  $\frac{R'}{1}$  (3-10) }.

---



## EXPLICACIÓN DE LAS LÁMINAS

del «Atlas micrográfico del sistema leñoso de las especies forestales españolas», correspondientes al «*Ulmus campestris*» y «*Fagus sylvatica*».

### LÁMINA I

*Ulmus campestris*, Smith.

1.º Sección transversal  $\times 25$ , que comprende un anillo completo y parte de las zonas de otoño y primavera correspondientes á los dos anillos contiguos; su espesor es de unos 3 mm., y pueden considerarse de composición normal. En los compartimientos se notan dos regiones perfectamente distintas: la zona de primavera, en su parte interior formada por vasos grandes aislados, implantados en una masa de tejido parenquimatoso conexivo; y las zonas media y de otoño reunidas, sin que entre ellas se presente distinción alguna bien marcada, compuestas de bandas alternantes de tejidos vascular y fibroso, paralelas en el centro de la región media, y algo dendrídicas en los dos bordes, sobre todo en el que está junto á la zona de primavera. Las bandas de tejido fibroso están más desarrolladas que las de tejido vascular, al contrario de lo que sucede en los anillos cuyo espesor no alcanza al desarrollo normal.

2.º Sección transversal  $\times 25$ , que comprende parte de dos anillos contiguos. Del anillo que ocupa la parte superior sólo están representadas las zonas central y de otoño, y se ve claramente que se pasa de una á otra



de un modo uniforme y progresivo; el espesor de las bandas alternantes va disminuyendo hacia el borde de otoño, así como el diámetro de los vasos; y es notable el predominio del tejido fibroso. Del anillo inferior sólo comprende el fotograma parte de la zona de primavera, formada por la reunión de los grupos vasculares de primer orden, compuestos de vasos grandes aislados con abundante envoltura paratraqueal de parenquima y algunos vasos pequeños espiral-areolares. Los radios medulares marcan bien la división del anillo en compartimientos, y se comprende que sus secciones por un plano tangente no han de ser uniformes, como se ve no lo son en la sección tangente que representa el fotograma segundo de la lámina III.

## LÁMINA II

*Ulmus campestris*, Smith.

1.º Sección transversal  $\times 25$ . Anillos muy estrechos, en los cuales la formación de primavera domina de un modo muy preponderante, como sucede siempre en los anillos cuyo espesor es menor que el normal. En el primer anillo ha desaparecido casi por completo el tejido fibroso, pues sólo se ve de él algún pequeño grupo en el borde de otoño, junto á la línea divisoria. En los demás se nota que el tejido fibroso va tomando incremento á medida que los anillos aumentan en espesor. La composición de los compartimientos está reducida á dos zonas: la interna, que conserva la constitución típica de la formación de primavera en los anillos anchos, y la exterior, formada en su mayor parte por tejido vascular de vasos espiral-areolares, y en la que las bandas de tejido fibroso van apareciendo á medida que el ancho de los anillos aumenta. La región fundamental de los anillos es la zona de primavera, puesto



que su composición es siempre la misma, y nunca falta sea el que quiera su espesor. (Véase la página 321.)

2.º Sección transversal  $\times 25$ , que comprende parte de dos anillos contiguos. La zona de otoño es notable por el mucho desarrollo que en ella toma el tejido fibroso, pues el vascular se halla reducido á estrechas fajas lineales. La de primavera está también poco desarrollada, y por tránsitos insensibles pasa á la región media, caracterizada por el excesivo predominio del tejido fibroso de la masa fundamental; y á esa causa debe atribuirse que el tejido vascular, en vez de bandas continuas, sólo se encuentre en pequeños grupos.

Los dos anillos que en parte representa este fotograma son de un grueso verdaderamente excepcional, puesto que miden 13 mm; y el predominio del tejido fibroso sobre el vascular encuentra explicación en eso precisamente, así como en el fotograma anterior se ha visto que en los anillos estrechos sucedía precisamente todo lo contrario: el tejido vascular dominaba al fibroso. Efecto del gran desarrollo de la región central, es muy ancha su faja de tránsito á la zona de primavera, en la que se encuentran algunos grupos vasculares de vasos grandes, lo que da á este fotograma más semejanza que la ordinaria á la madera del *Celtis australis*, descrita, así como sus diferencias, en la pág. 333.

### LÁMINA III

*Ulmus campestris*, Smith.

1.º Sección transversal  $\times 115$ ; comprende parte de las zonas de primavera y otoño de dos anillos consecutivos. La línea divisoria aparece claramente constituida según se ha descrito en la página 324, así como la reunión de los grupos vasculares de primer orden, que por sí solos forman la zona de primavera.



La de otoño está compuesta de bandas alternantes de tejido vascular de vasos espiral-areolares y de tejido fibroso, dominando este último.

El fototipo de este fotograma ha sido hecho con un objetivo apocromático Zeiss 16 mm—0.30 y el ocular de proyección 4 del mismo constructor. Iluminación: el condensador del profesor Abbe y luz solar.

2.º Sección tangente  $\times 115$ ; pasa por el centro de una banda de tejido fibroso de la zona media. La sección de los radios, de forma lanceolada, presenta dimensiones muy diferentes, ofreciendo todas las gradaciones intermedias entre las muy grandes y las muy pequeñas, lo que da lugar á suponer la existencia de un solo tipo radial de fórmula  $\left\{ \frac{R}{4-5} (20-45) \right\}$ , considerando las secciones que de ella se apartan como pertenecientes á radios que no han adquirido aún todo su desarrollo en el punto en que el plano de sección los encuentra, ó bien, si son mayores, á radios de excesivo desarrollo.

El fototipo de este fotograma ha sido hecho con igual combinación óptica que el anterior.

#### LÁMINA IV

*Ulmus campestris*, Smith.

1.º Sección transversal  $\times 350$ , en la división de dos anillos. Representa la constitución de la línea divisoria en un compartimiento en el cual, en la zona de primavera, no hay ningún vaso grande. El borde de otoño ocupa la parte superior, reconocible sobre todo por las celdillas de los radios medulares. Los elementos de sección redondeada de la zona de primavera son celdillas de parenquima. Por el borde de otoño llegan á la línea divisoria las fibras, los vasos espiral-areolares



degenerados ó no en traqueidas, y rara vez el parenquima; y por el de primavera el parenquima y los vasos espiral-areolares. Las fibras no experimentan aplastamiento radial en la zona de otoño.

2.º Sección transversal  $\times 350$ , en la división de dos anillos. El borde de primavera está ocupado por un vaso grande. Lo mismo en esta figura que en la anterior se ve el acortamiento radial que experimentan las celdillas de los radios medulares al acercarse al borde de otoño.

#### LÁMINA V

*Ulmus campestris*, Smith.

1.º Sección radial  $\times 200$ , que pasa por la línea divisoria de dos anillos. La parte de la zona de otoño que representa el dibujo está formada por la sección de dos bandas de tejido fibroso y dos de tejido vascular. En el borde externo sólo se ven dos tráqueas espirales. La zona de primavera empieza por celdillas de parenquima leñoso, luego un vaso espiral-areolar, parenquima paratraqueal y un vaso areolar grande.—En la parte inferior se presenta la sección de un radio medular de solo 9 celdillas de altura.

2.º Sección transversal  $\times 200$ . En ésta, lo mismo que en la anterior, no aparecen visibles las aberturas de comunicación entre los elementos de un mismo vaso.

El plano de sección pasa por entre un grupo vascular y el tejido fundamental de la zona media, y por esa razón aparecen varias series de celdillas de parenquima. A la izquierda, la sección de un radio medular al principio de su desarrollo. Las otras tres secciones corresponden á radios completamente desarrollados.



## LÁMINA VI

*Ulmus campestris*, Smith.

1.º Los elementos han sido disociados por el procedimiento Schultze, y luego teñidos con una disolución de yodo en yoduro de potasio, con objeto de que todos los detalles se presentaran bien aparentes. Los números escritos al lado de cada figura indican el aumento. Números 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 14 y 16 son elementos de vasos espiral-areolares, y demuestran la variedad de formas que pueden presentar; la perforación casi nunca es terminal. Números 12 y 13, extremidades de dos elementos de vasos espiral-areolares; el segundo ha perdido los poros de sus paredes por pertenecer á un vaso muy estrecho (véase pág. 313). Números 11 y 17, dos elementos de vasos grandes, areolares. Número 10, una celdilla de parenquima de un radio medular. Núm. 4, dos celdillas intermedias y una de parenquima leñoso. Número 15, una traqueida, y núm. 9, un elemento de un vaso espiral-areolar con solo una abertura, marcando el tránsito á la forma traqueidal.

2.º Sección transversal  $\times 350$  en la zona de otoño. El tejido fibroso de la parte superior presenta la modificación córnea (?). Grupos vasculares con alguna celdilla de parenquima en su periferie.

## LÁMINA VII

*Ulmus campestris*, Smith.

1.º Sección radial de la pared de un vaso areolar y de las celdillas de parenquima paratraqueal  $\times 850$ .

2.º Sección transversal de un vaso areolar, de las celdillas de parenquima, y de las fibras que á él se hallan adjuntas  $\times 1.000$ . En la parte superior dos fibras.



Poros areolares del vaso en contacto con el parenquima vistos en sección. Los poros areolares que figuran en la parte inferior del dibujo están vistos de frente y no corresponden á la sección.

3.º Sección tangencial  $\times 900$ , que comprende parte de un radio medular; á la derecha, parenquima leñoso en contacto con un vaso espiral-areolar, y contacto de este vaso con una fibra á la izquierda.

4.º *A*, sección longitudinal de la pared de contacto de dos vasos espiral-areolares  $\times 1.200$ ; *B* y *C*, sección de las paredes de contacto entre los vasos espiral-areolares y el parenquima leñoso (véase pág. 312); *D*, poros de esta última sección vistos de frente (figura esquemática).

5.º Parenquima leñoso en contacto con los vasos espiral-areolares; verdadero aspecto que presentan las esculturas  $\times 900$ . Á la izquierda un vaso espiral-areolar que ha perdido los poros por estar en contacto con una fibra.

6.º Sección de las paredes de contacto de un vaso areolar y uno espiral-areolar, y poros areolares vistos de frente  $\times 1.000$ .

7.º Sección radial de un radio medular en la división de dos anillos  $\times 480$ .

8.º Sección tangencial del parenquima leñoso en contacto con los vasos espiral-areolares  $\times 425$ . Á la derecha un vaso espiral-areolar en contacto con una fibra.

## LÁMINA VIII

*Fagus sylvatica*, Linn.

1.º Sección transversal  $\times 25$ ; comprende parte de dos anillos consecutivos, y la línea divisoria la atraviesa horizontalmente. La composición de los comparti-



mientos es homogénea y uniforme en toda su longitud, excepción hecha de los bordes de otoño y primavera, en los cuales falta el elemento vascular. (La perforación de los artículos de los vasos no es tampoco la misma en todas las regiones del compartimiento, pero esa diferencia no se puede apreciar en las secciones transversales.) En este fotograma se ven dos radios grandes, algunos medianos y multitud de uniseriados, cuyos detalles constitutivos se representan en las figuras: 2.<sup>a</sup> de la lámina IX, 2.<sup>a</sup> de la lámina X, 2.<sup>a</sup> de la lámina XI, y 5.<sup>a</sup>, 6.<sup>a</sup>, 7.<sup>a</sup> y 8.<sup>a</sup> de la lámina XII.

2.<sup>o</sup> Sección transversal  $\times 50$ , que comprende las regiones de otoño y primavera de dos anillos consecutivos. La disminución del diámetro vascular es muy poco notable hasta llegar á la zona de otoño, en la cual decrece de un modo bastante rápido; y en su faja más exterior los vasos desaparecen del todo, quedando únicamente el tejido fibroso fundamental constituyendo el borde externo de la zona de otoño. Igual sucede, aunque en menor escala, en el borde interno de la zona de primavera, en el cual sólo se hallan dos ó tres hilados de tejido fundamental, de modo que los vasos tampoco por esa región llegan á la línea divisoria. A esa circunstancia se debe que los anillos anuales aparezcan claramente limitados, á pesar de la composición homogénea de los compartimientos.

Las tres clases de radios medulares que tiene esta especie figuran bien claramente determinados, apreciándose muchos de los caracteres cuyo detalle se representa de un modo especial en las láminas que se indican en la descripción del anterior fotograma.



LÁMINA IX

*Fagus sylvatica*, Linn.

1.º Sección transversal  $\times 350$ , en la división de dos anillos. La línea divisoria pasa por el centro de la figura; y se ve claramente que á ella no llegan los vasos, ni por el borde de otoño, ni tampoco por el de primavera; en este último existe por lo menos, entre los vasos más próximos y la línea divisoria, una ó dos hiladas de fibras traqueoides del tejido fundamental. Vasos de paredes delgadas, y cuya sección toma la forma del hueco que dejan las fibras que los rodean. Celdillas de parenquima, esparcidas entre los elementos de la masa fundamental, aisladas ó reunidas en corto número. En este dibujo sólo aparecen tres radios medulares pequeños, y es bien visible el acortamiento radial que sufren sus celdillas en la zona de otoño y la continuación, á través de ellos, de la línea divisoria.

2.º Sección transversal  $\times 350$ , en la división de dos anillos. Casi toda la sección la ocupa un radio medular ancho, cuyos elementos celulares están reunidos entre sí en textura fibroide. La línea divisoria es bien aparente en los dos compartimientos de ambos lados del radio, y no se continúa á través de éste, cortándolo perpendicularmente, como sucede en los radios pequeños representados en la figura anterior, sino que, por el contrario, forma una especie de V, con el ángulo en la región de otoño, y los dos extremos apoyados en la línea divisoria de los compartimientos laterales, con la cual se continúan.



## LÁMINA X

*Fagus sylvatica*, Linn.

1.º Sección tangente  $\times$  350, en la región media de un anillo. El plano de sección corta, á la izquierda, un radio medular ancho; y en lo restante de la figura varios radios uniseriados, y uno triseriado en contacto con dos vasos. Las celdillas de parenquima de la izquierda corresponden á una reunión tangencial. El tejido de la masa fundamental aparece claramente con la textura fibroide. Las paredes de los dos primeros vasos de la derecha corresponden al contacto de vaso con vaso, y la del tercero á vaso con fibra.

2.º Sección radial  $\times$  350, en las regiones de otoño y primavera de dos anillos consecutivos. En el centro y horizontalmente aparece un radio medular pequeño; en cuyos elementos celulares componentes se ven con entera claridad las modificaciones que sufren al pasar de la zona de otoño á la de primavera. La línea divisoria está formada por una fibra con fuerte aplastamiento radial por el lado de otoño, y por otra fibra de anchura por el de primavera. Uno de los vasos de la izquierda—región de otoño—presenta la placa escaleriforme correspondiente á la unión longitudinal de sus elementos.

## LÁMINA XI

*Fagus sylvatica*, Linn.

1.º Elementos disociados por el procedimiento de Schultze. (Los números escritos al lado de las figuras indican el aumento con que han sido dibujados.) Números 3, 4, 14 y 15, artículos de vasos de primavera, con perforación completa; en los números 2 y 12 em-



pieza á iniciarse la perforación incompleta. Números 1, 7, 9, 11 y 13, artículos de vasos de otoño con perforación escaleriforme. Números 3 y 8, traqueidas de degeneración vascular. Números 6, 10 y 16, extremidades de fibras leñosas; las ondulaciones que presentan las extremidades de las dos últimas corresponden al contacto con radios medulares.

2.<sup>a</sup> Sección tangente  $\times 360$ , en la zona de primavera. El centro lo ocupa la extremidad de un radio medular ancho, que está en contacto con el tejido fundamental por la izquierda, y con una hilada vertical de parenquima leñoso por la derecha. Á la izquierda un radio uniseriado, entre el tejido de la masa fundamental y una hilada de parenquima; á la derecha radios uniseriados y triseriados, celdillas de parenquima correspondientes á una reunión tangencial, y una porción de un vaso, compuesta de dos artículos.

## LÁMINA XII

*Fagus sylvatica*, Linn.

1.<sup>o</sup> Sección tangente  $\times 650$ , en la región de primavera. En el centro un radio medular triseriado. A la izquierda celdillas de parenquima leñoso, cuyas paredes presentan el espesamiento anormal no raro en los contactos tangenciales. La pared del vaso corresponde al contacto con otro vaso. A la derecha una fibra traqueoide.

2.<sup>o</sup> Sección radial  $\times 650$ , en la región de otoño. En el centro una placa de perforación escaleriforme, correspondiente á la reunión vertical de dos artículos vasculares; y á la izquierda se ve la sección de las paredes de contacto de un vaso con una fibra.

3.<sup>o</sup> Figura esquemática que representa la reunión longitudinal de los elementos vasculares. *A*, *B* y *C*,



figuran las secciones dadas en el vaso del centro, á las mismas alturas en que están dibujadas. *D*, sección longitudinal del vaso.

4.º Sección transversal  $\times 480$ , en la división de dos anillos. Los vasos de la zona de primavera están separados de la línea divisoria por una hilada de fibras. Por el borde de otoño tampoco llegan los vasos á dicha línea, y sólo experimentan el aplastamiento radial las dos ó tres últimas hiladas de los elementos de la masa fundamental.

5.º Sección radial de un radio uniseriado  $\times 480$ , en la región de primavera. El espesamiento irregular que presentan las paredes de las celdillas no es raro en esta clase de radios, sobre todo en las hiladas de las extremidades.

6.º Sección radial de un radio ancho  $\times 350$ . Unión de los elementos celulares en textura fibroide bien marcada.

7.º Sección tangente  $\times 350$ , en la región de primavera.

8.º Sección radial de un radio medular pequeño  $\times 350$ . La línea divisoria pasa verticalmente por el centro del dibujo, y aparece bien limitada por la diferente longitud radial de los elementos celulares componentes.



# ÍNDICE

	<u>Págs.</u>
REAL ORDEN.....	5
COMUNICACIÓN AL SR. INGENIERO JEFE DE LA COMISIÓN DE LA FLORA FORESTAL ESPAÑOLA.....	7
<b>Memoria acerca del estudio del sistema leñoso de las especies forestales.</b>	
PROEMIO .....	11
CAPÍTULO I.—Elementos histológicos que forman el sistema leñoso.....	27
CAP. II.—Comparación de las clasificaciones de los elemen- tos histológicos que constituyen el sistema leñoso .....	51
CAP. III.—Clasificación de las maderas según los elementos histológicos que las constituyen. Clasificaciones de Hartig, Sanio y De Bary.....	61
CAP. IV.—Comparación de la composición elemental asigna- da por Hartig, Sanio y De Bary al sistema leñoso se- cundario de algunas especies . . . . .	75
CAP. V.—Estudio de la composición elemental del sistema leñoso de algunas especies, y su comparación con los da- tos que se encuentran en la literatura botánica....	83
CAP. VI.—Examen de los sistemas de clasificación fundados en la composición elemental y en los caracteres macroscó- picos que ofrece la distribución vascular, magnitud de los radios, etc.....	137
CAP. VII.—Composición histotómica comparada de algunas especies.....	171
§—Fórmulas para representar la composición histoló- gica é histotómica . . . . .	171
§§—Composición de los compartimientos.....	182
A—Masa fundamental.....	182
B—Grupo vascular.....	208
§§§—Composición de los radios medulares.....	231
CAP. VIII.—Estudio micrográfico de las maderas. Descrip-	



	Págs.
ción escrita y descripción gráfica; dibujos y fotomicrografías.....	269
§—Descripción escrita... ..	273
§§—Descripción gráfica.....	278
Explicación de las láminas que acompañan la Memoria.....	291

**Descripción micrográfica de la madera de las especies «*Ulmus campestris*», Smith y «*Fagus sylvatica*», Linn.**

**Descripción de la madera del «*Ulmus campestris*».**

Literatura.....	304
Descripción de los elementos histológicos.....	309
Agrupación de los elementos en los tejidos que forman los anillos anuales.....	320
a) Zona de primavera... ..	321
b) Zonas media y de otoño.....	322
c) Línea divisoria.....	324
d) Distintas proporciones en las cuales las zonas y tejidos contribuyen á la formación de los anillos.. ..	325
e) Radios medulares... ..	329
Resumen.....	330
Diagnosis de algunas especies cuya madera ofrece semejanza con la del <i>U. campestris</i> .....	332

**Descripción de la madera del «*Fagus sylvatica*», Linn.**

Literatura.....	339
Descripción de los elementos histológicos.....	344
Agrupación de los elementos en los tejidos que forman los anillos anuales.....	352
a) Compartimientos.....	352
b) Línea divisoria.....	354
c) Radios medulares.....	355
Resumen.....	357
Diagnosis de algunas especies cuya madera ofrece semejanza con la del <i>F. sylvatica</i> .....	358
Explicación de las láminas del <i>Atlas micrográfico del sistema leñoso de las especies forestales españolas</i> , correspondientes al <i>Ulmus campestris</i> y <i>Fagus sylvatica</i> .....	363



## ESPECIES

cuya constitución elemental de los compartimientos y de los radios medulares se expone de un modo especial en la Memoria (I).

	Págs.		Págs.		
<i>Abies pectinata</i> .....	185	244	<i>Cistus laurifolius</i> ...	134	255
— <i>Pinsapo</i> .....		244	<i>Corylus Avellana</i> ...	91	258
<i>Acer Negundo</i> .....	252		<i>Crataegus monogyna</i>	110	252
— <i>platanoides</i> ....	129	260	<i>Cytisus Laburnum</i> .	118	266
— <i>pseudoplatanus</i> ....	262		<i>Daphne Laureola</i> .....	98	245
<i>Adenocarpus decorticans</i> .....	120	265	<i>Diospyros Ebenum</i> .....		248
<i>Adenocarpus hispanicus</i> .....	120	257	<i>Erica arborea</i> .....	103	263
<i>Aesculus Hippocastanum</i> .....	132	247	<i>Eucalyptus Globulus</i>	108	248
<i>Ailanthus glandulosa</i> ..	260		<i>Evonimus europaeus</i>	125	247
<i>Alnus glutinosa</i> .....	86	247	<i>Fagus sylvatica</i> .....	87	267
<i>Amygdalus communis</i>	111	263	<i>Ficus Carica</i> . . . . .	95	257
<i>Arbutus Unedo</i> .....	254		<i>Fraxinus excelsior</i> ..	130	257
<i>Berberis hispanica</i> ..	135	266	<i>Genista falcata</i> .....	122	253
— <i>vulgaris</i> ....	135	266	— <i>florida</i> .....	122	264
<i>Betula verrucosa</i> ....	86	254	— <i>linifolia</i> . . .	122	253
<i>Buxus sempervirens</i> .	128	249	<i>Guajacum officinale</i> .....		248
<i>Carpinus betulus</i> .....	92	259	<i>Hippophae rhamnoides</i> ..		251
<i>Castanea vulgaris</i> ...	89	247	<i>Hedera Helix</i> .....	106	254
<i>Cedrela odorata</i> .....	260		<i>Ilex Aquifolium</i> .....	125	263
<i>Celtis australis</i> .....	93	265	<i>Juglans regia</i> .....	131	260
<i>Ceretonia Siliqua</i> ... ..	114	256	<i>Juniperus communis</i> .	185	244
<i>Cercis Siliquastrum</i> .	117	264	— <i>Sabina</i> . .	185	244
			<i>Kentrophyllum arborescens</i> .....	100	254
			<i>Larix europaea</i> .....	187	245

(1) Sólo se citan en esta lista aquellas especies que he podido estudiar con bastante detenimiento para determinar por completo la composición elemental de los compartimientos y radios medulares, y son las que se figuran de un modo particular en el cap. V y en el §§§ del cap. VII.



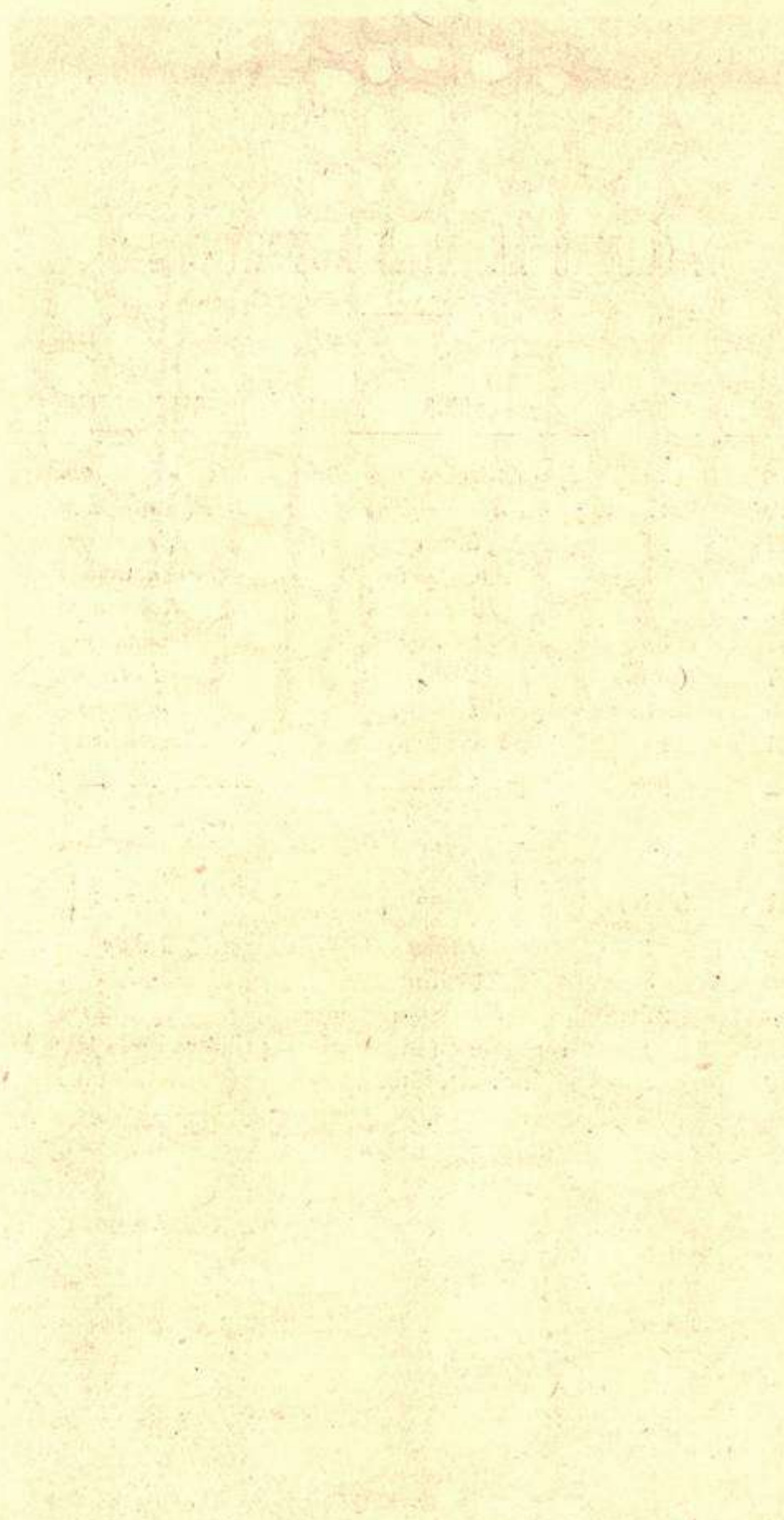
	<u>Págs.</u>		<u>Págs.</u>		
Laurus nobilis.....	97	255	Prunus spinosa.....	112	262
Ligustrum vulgare..	103	251	Punica Granatum...	119	249
Liquidambar Styraciflua	250		Quercus Ilex.....	89	266
Lonicera arborea....	102	254	— Jordanae....	89	266
Morus alba.....	94	266	— pedunculata.	89	266
Myrtus communis...	108	250	— sessiliflora..	89	266
Olea europaea.....	103	250	— Toza.....	89	266
Osyris lanceolata....	98	255	Rhamnus cathartica..	27	251
Philadelphus corona-			Rhododendron baeti-		
rius.....	105	258	cum.....	102	266
Picea excelsa.....	186	245	Rhus Cotinus.....	123	251
Pinus australis.....	246		— typhinum.....	123	
— halepensis ..	245		Ribes nigrum.....	107	267
— Laricio.....	246		— rubrum.....	107	264
— montana.....	246		Robinia Pseudo-Aca-		
— Pinaster.....	245		cia.....	115	266
— Pinea.....	245		Rosa canina ..	113	266
— Strobilus.....	246		Salix cinerea.....	85	249
— sylvestris.....	246		Sambucus nigra....	100	261
Pirus communis.....	110	253	Sarothamnus eriocar-		
— v. Mariana....	110	253	pus.....	121	261
Platanus occidentalis.	88	267	Sorbus aucuparia... 110	251	
Populus alba.....	84	247	Spartium junceum..	121	258
— canescens... 84	247		Switienia Mahagoni.	128	255
— nigra ..	247		Syringa vulgaris....	104	252
— tremula.....	84	247	Taxus baccata.....	184	244
Prunus Armeniaca..	112	261	Tilia parvifolia.....	133	256
— avium.....	112	253	Ulmus campestris....	92	261
— Cerasus.....	112		Viburnum Opulus... 101	250	
— insititia.....	112	262	Viscum laxum.....	99	
— Laurocerasus	112	258	Vitis vinifera....	132	267
— lusitanica... 112	262		Zyziphus vulgaris... 126	248	



## ALGUNAS ERRATAS ADVERTIDAS

PÁGINA	LÍNEA	DICE	DEBE DECIR
26	(nota)	<i>Quirogoarum</i>	<i>Quirogoanum</i>
32	17	<i>Phyladelphus</i>	<i>Philadelphus</i>
42	24	<i>pinaster</i>	<i>Pinaster</i>
47	1	<i>Aucuparia</i>	<i>aucuparia</i>
47	20	<i>Rhobinia</i>	<i>Robinia</i>
47	32	<i>globulus</i>	<i>Globulus</i>
57	(nota)	<i>Bolt.</i>	<i>Bot.</i>
65	11	<i>Philiirea</i>	<i>Phillyrea</i>
134	15	<b>Laurifolius</b>	<b>laurifolius</b>
142	20	$\frac{h}{m} \left( + \frac{R}{sp} \frac{L}{sp} Z \right)$	$\frac{h}{m} + \left( \frac{R}{sp} \frac{L}{sp} Z \right)$
182	2	$\frac{*R*}{1} (10-15)$	$\frac{*R*}{2} (10-15)$
221	(nota)	$\left\{ \frac{\widehat{V}}{sp} = 1 \right\}$	$\left\{ \frac{\widehat{V}}{sp} = T \right\}$
253	1	<i>Pinus</i>	<i>Pirus</i>
253	8	<i>Genita</i>	<i>Genista</i>
255	27	<i>Swietenia</i>	<i>Switienia</i>
326	11	segunda de la lám. I	primera de la lám. II
329	8	(fig. 2. <sup>a</sup> , lám. I)	(fig. 1. <sup>a</sup> , lám. II)

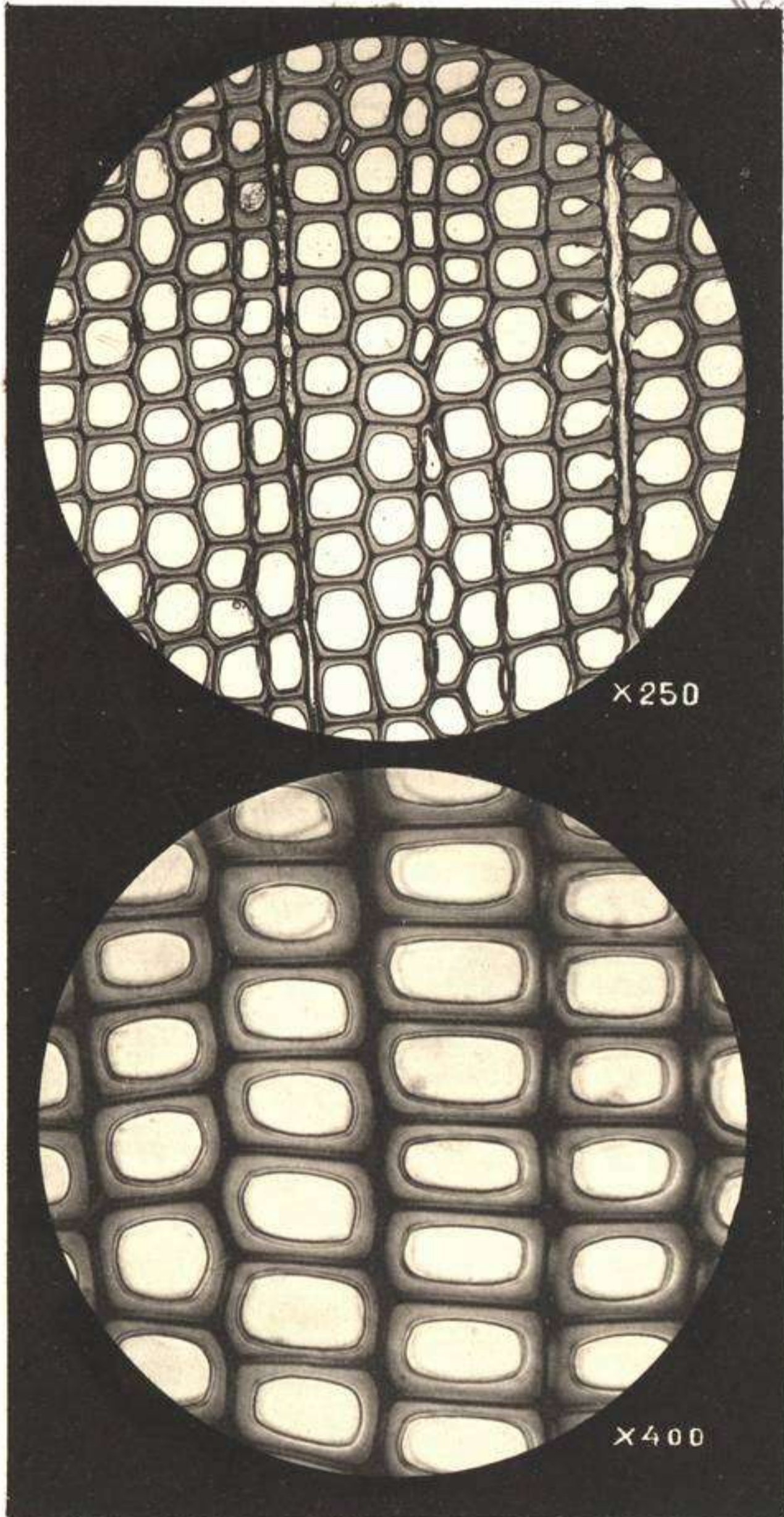








Lám. I.



X250

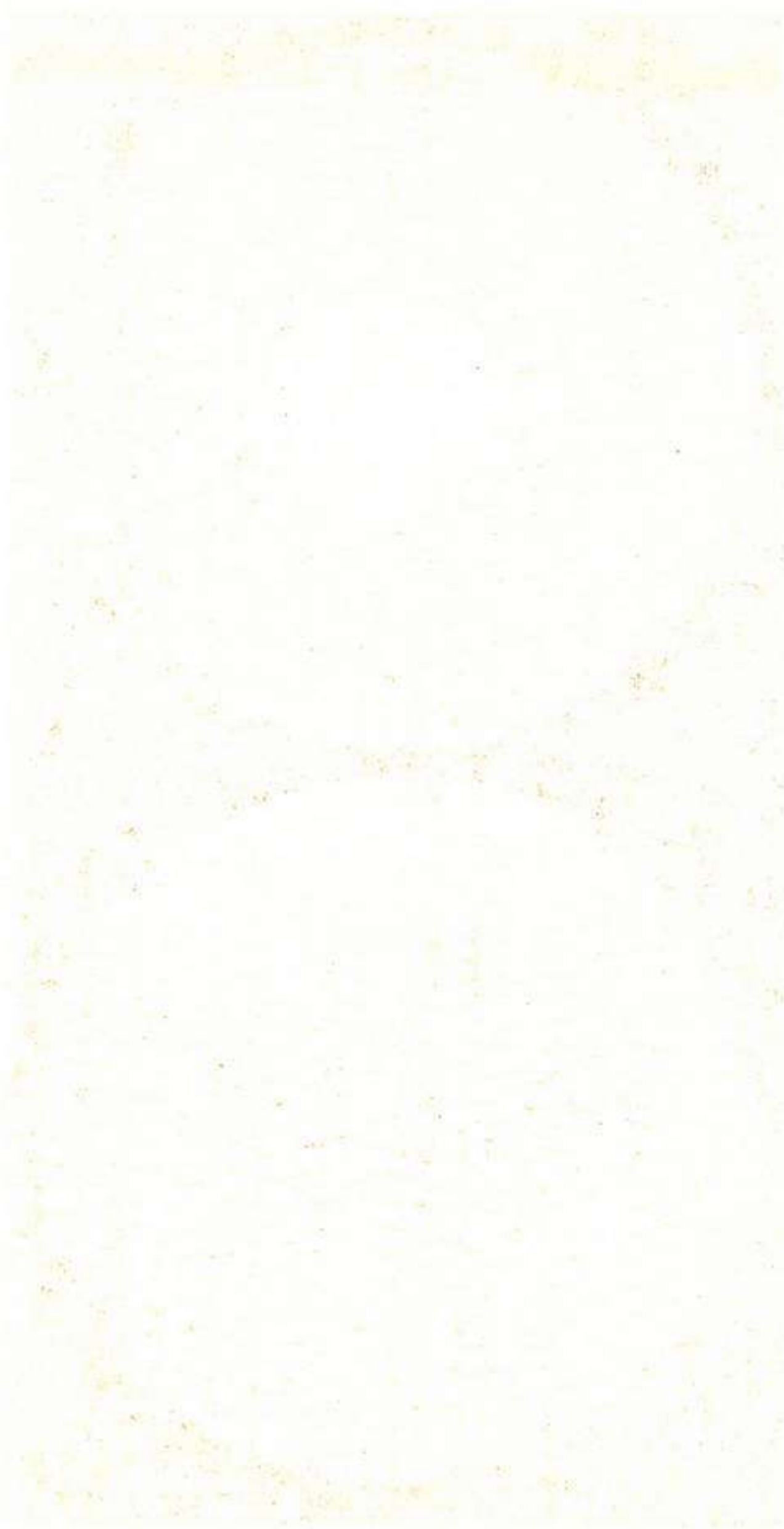
X400

Fototipo de J. M.ª Castellarnau.

Sucesor de Laurent. Madrid.

PINUS SYLVESTRIS, LINN.

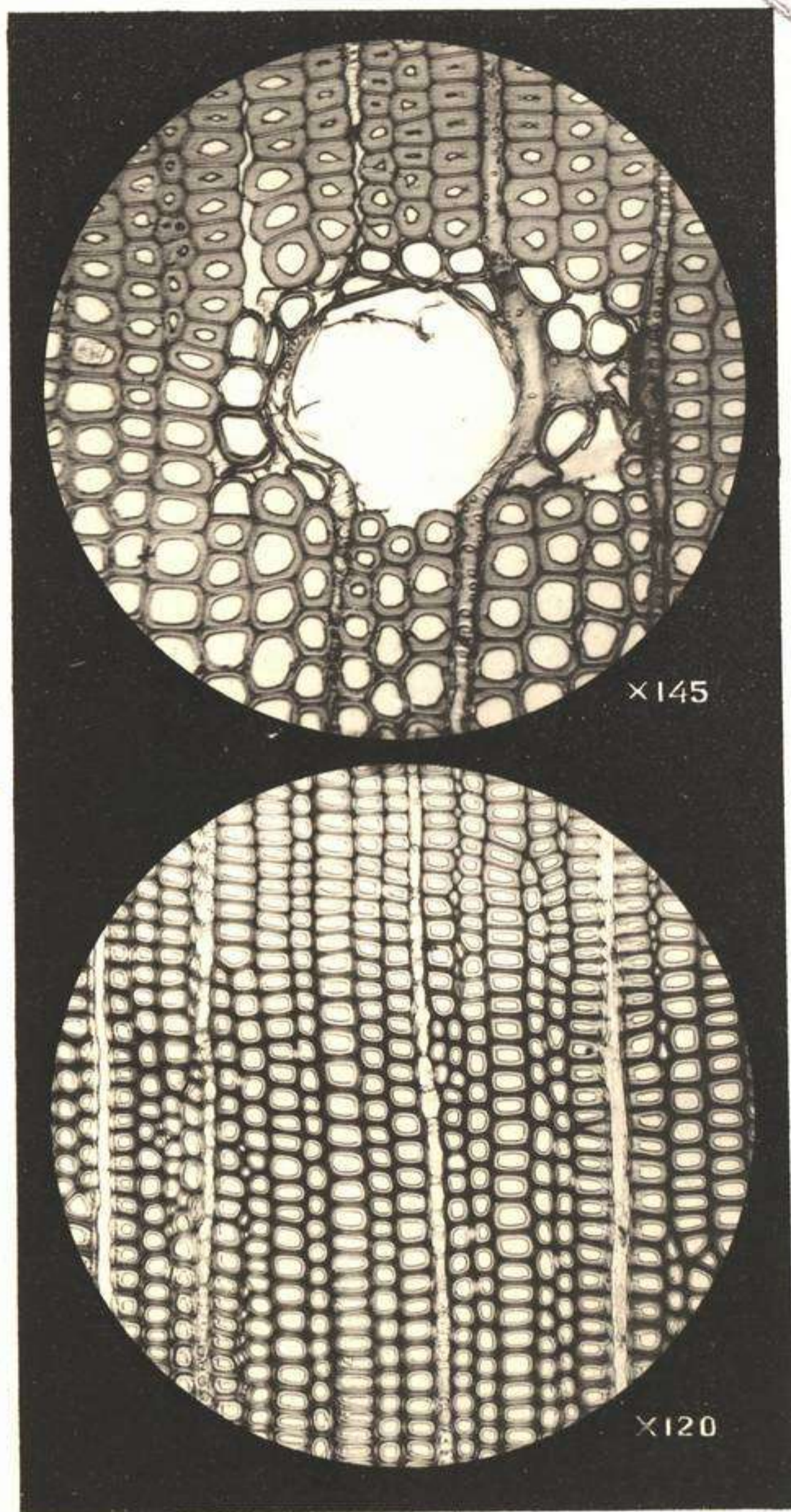








Lám. II.



Fototipo de J. M. Castellarnau.

Sucesor de Laurent. Madrid.

PINUS PINASTER, SOL.

PINUS SYLVESTRIS, LINN.

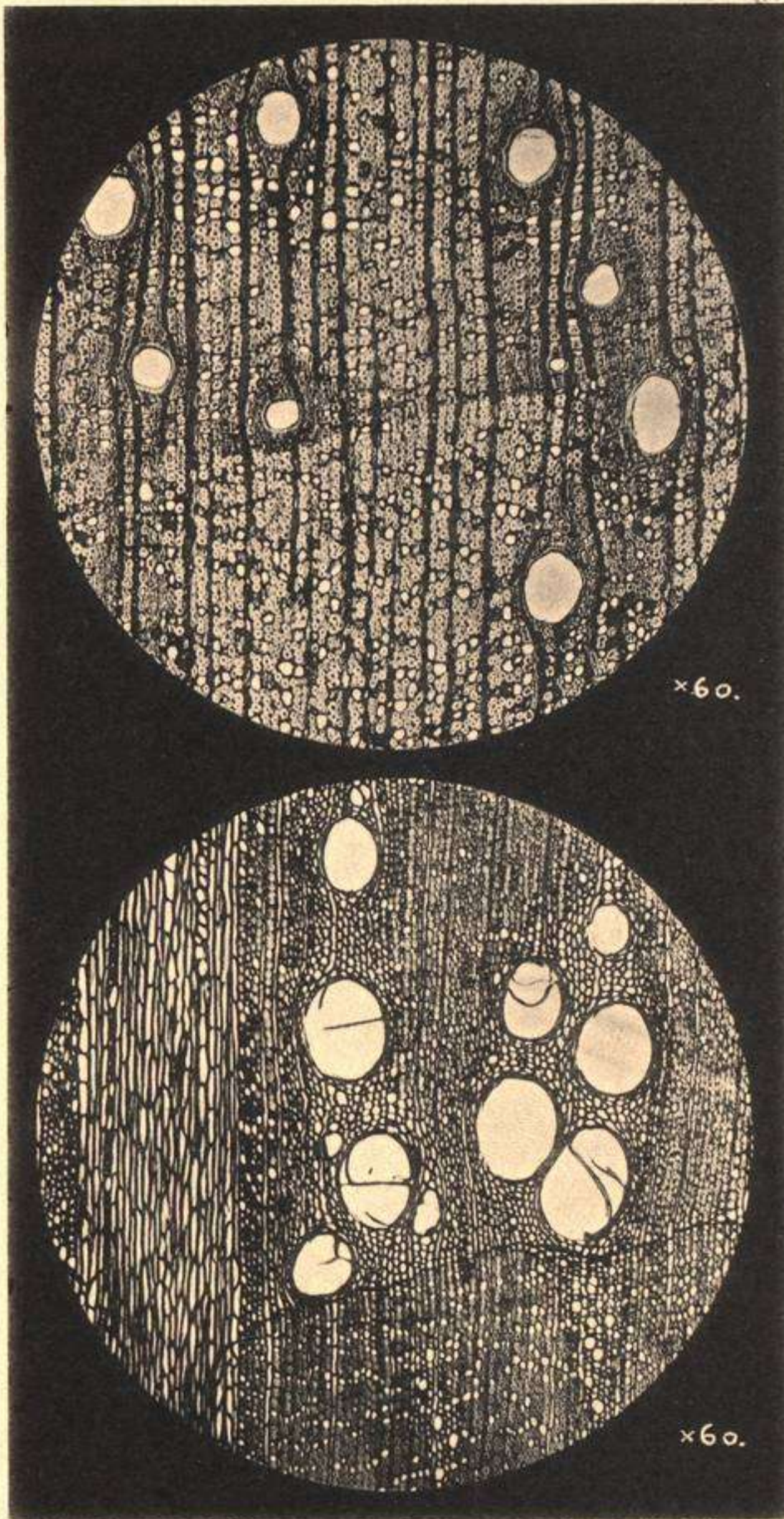








Lám. III



Fototipo de J. M.<sup>a</sup> Castellarnau

Sucessor de Laurent. Madrid.

QUERCUS ILEX, LINN.

QUERCUS TOZA, BOSC.

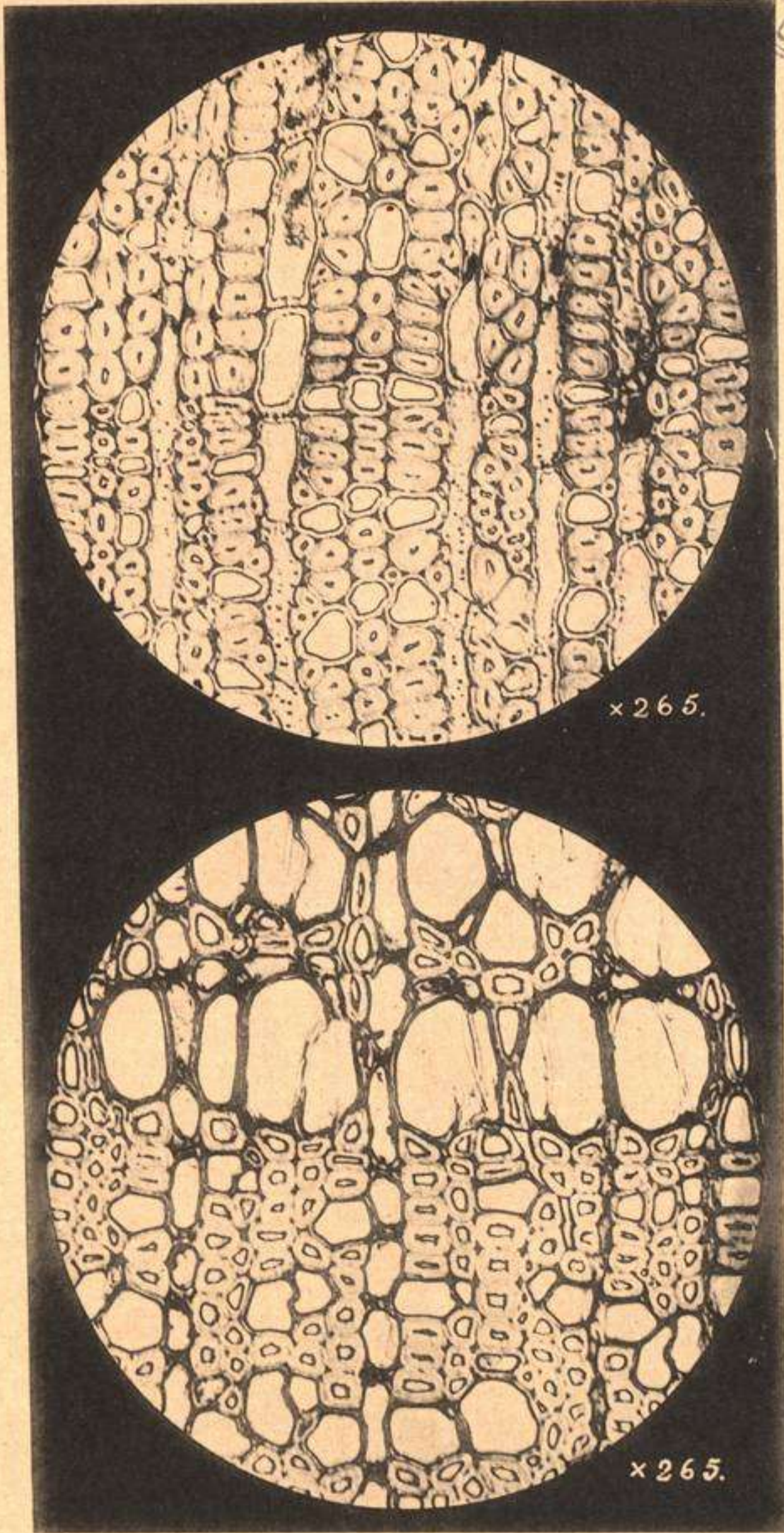








Lám. IV



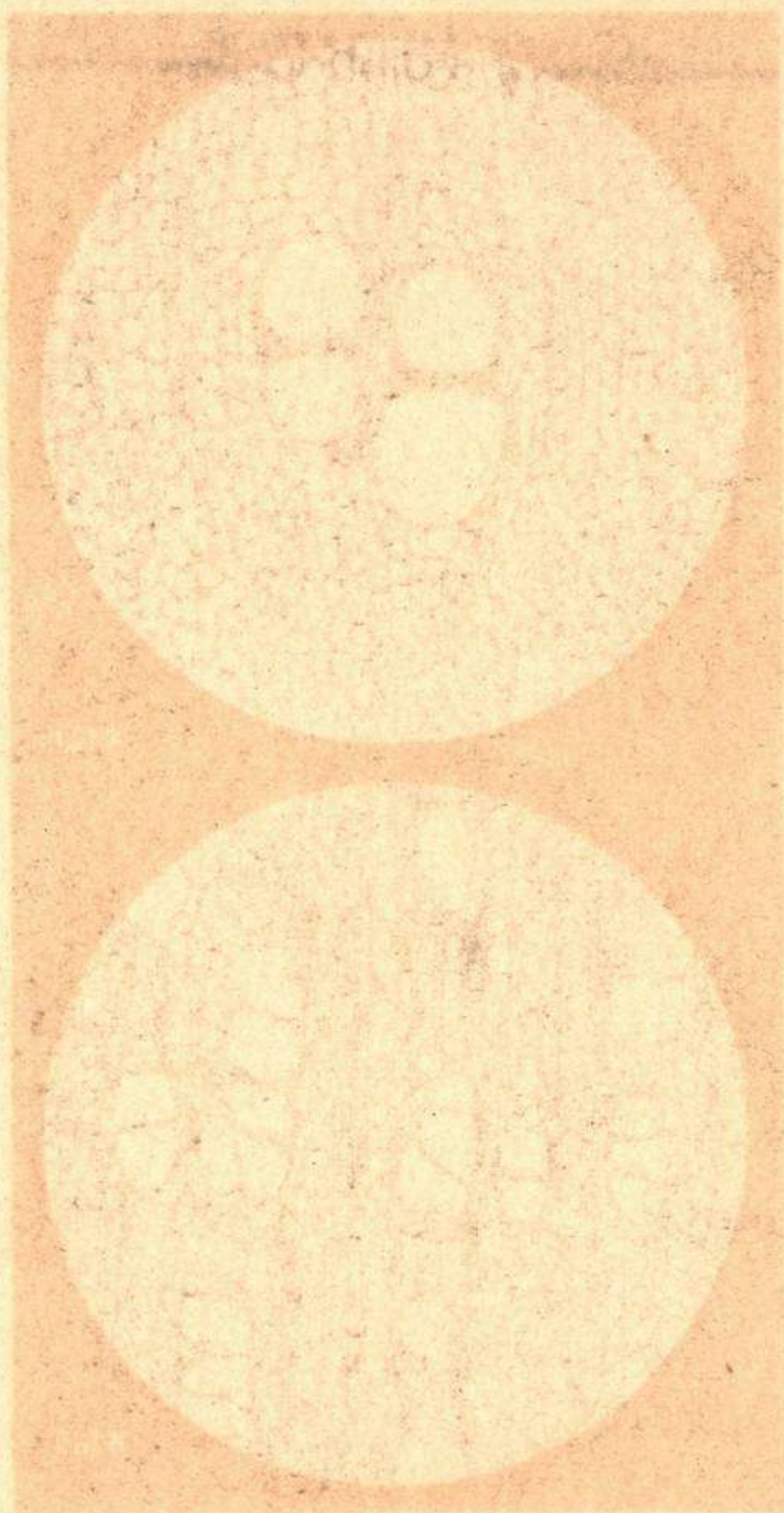
Fototipo de J. M.<sup>a</sup> Castellarnau.

Sucesor de Laurent. Madrid

QUERCUS ILEX, LINN.

RHODODENDRON BÆTICUM, BOISS. et REUT

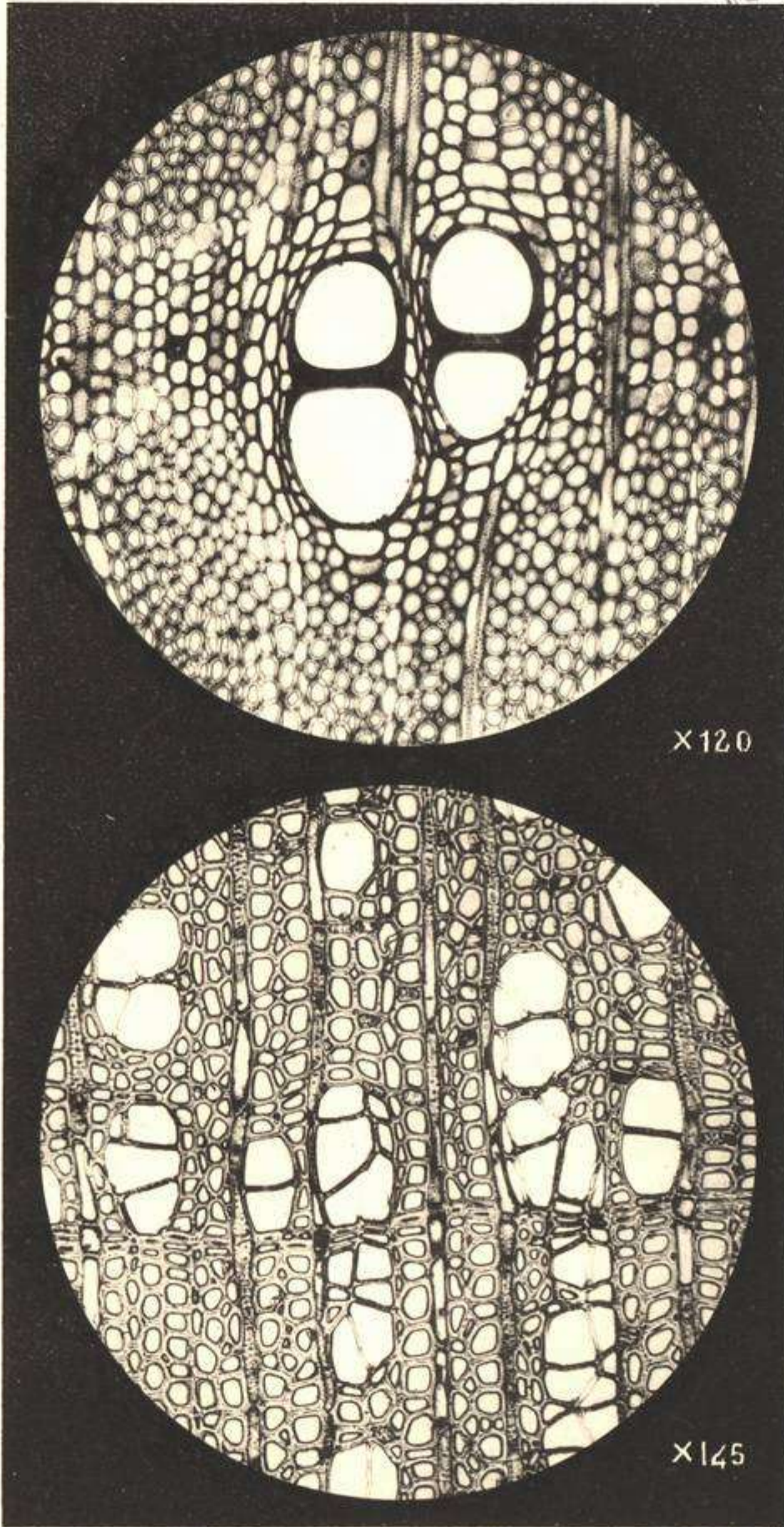








Lám. V.



Fototipo de J. M.<sup>a</sup> Castellarnau.

Sucesor de Luarent. Madrid.

FICUS CARICA, LINN.

ALNUS GLUTINOSA, GÆRTN.

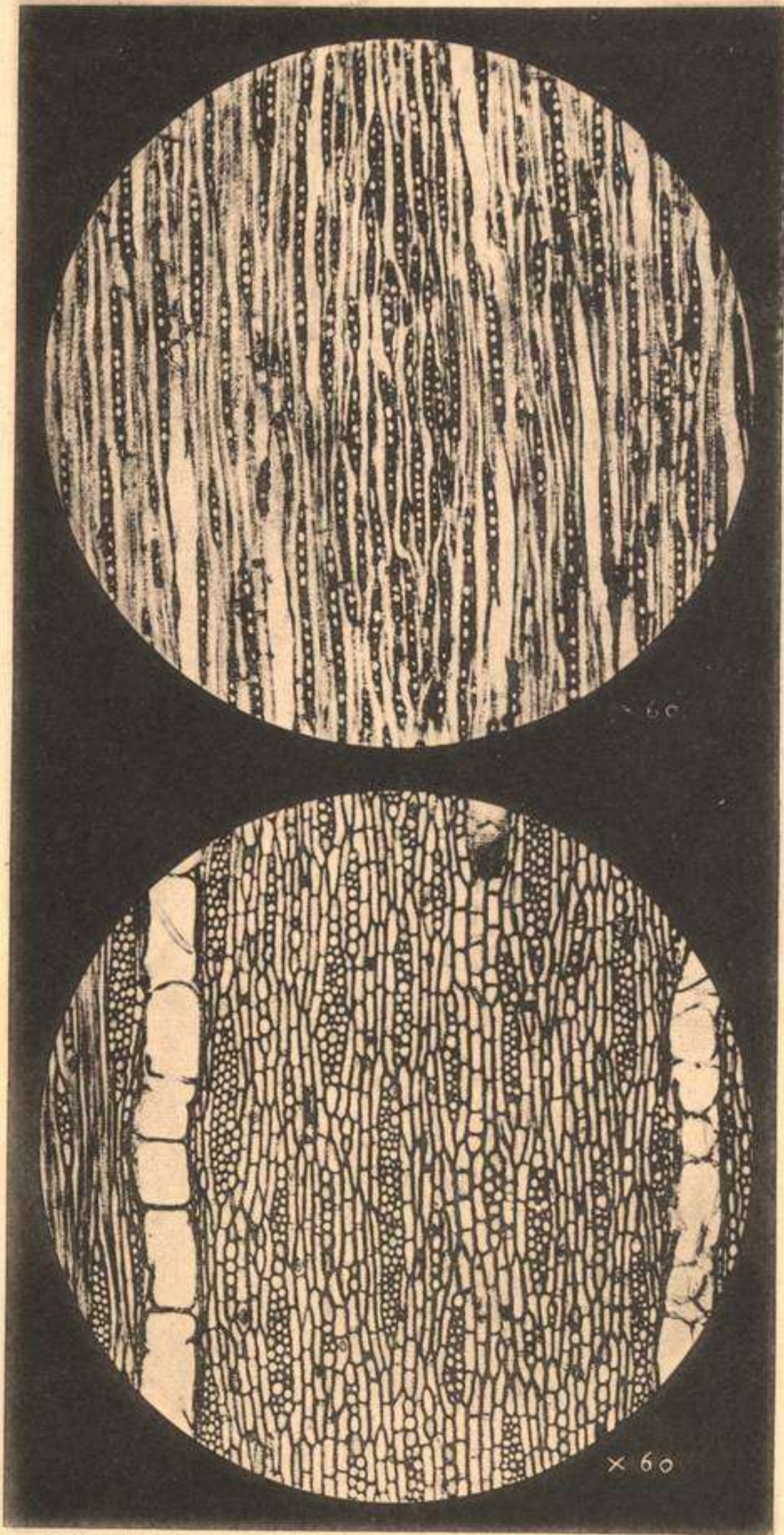








Lám. VI



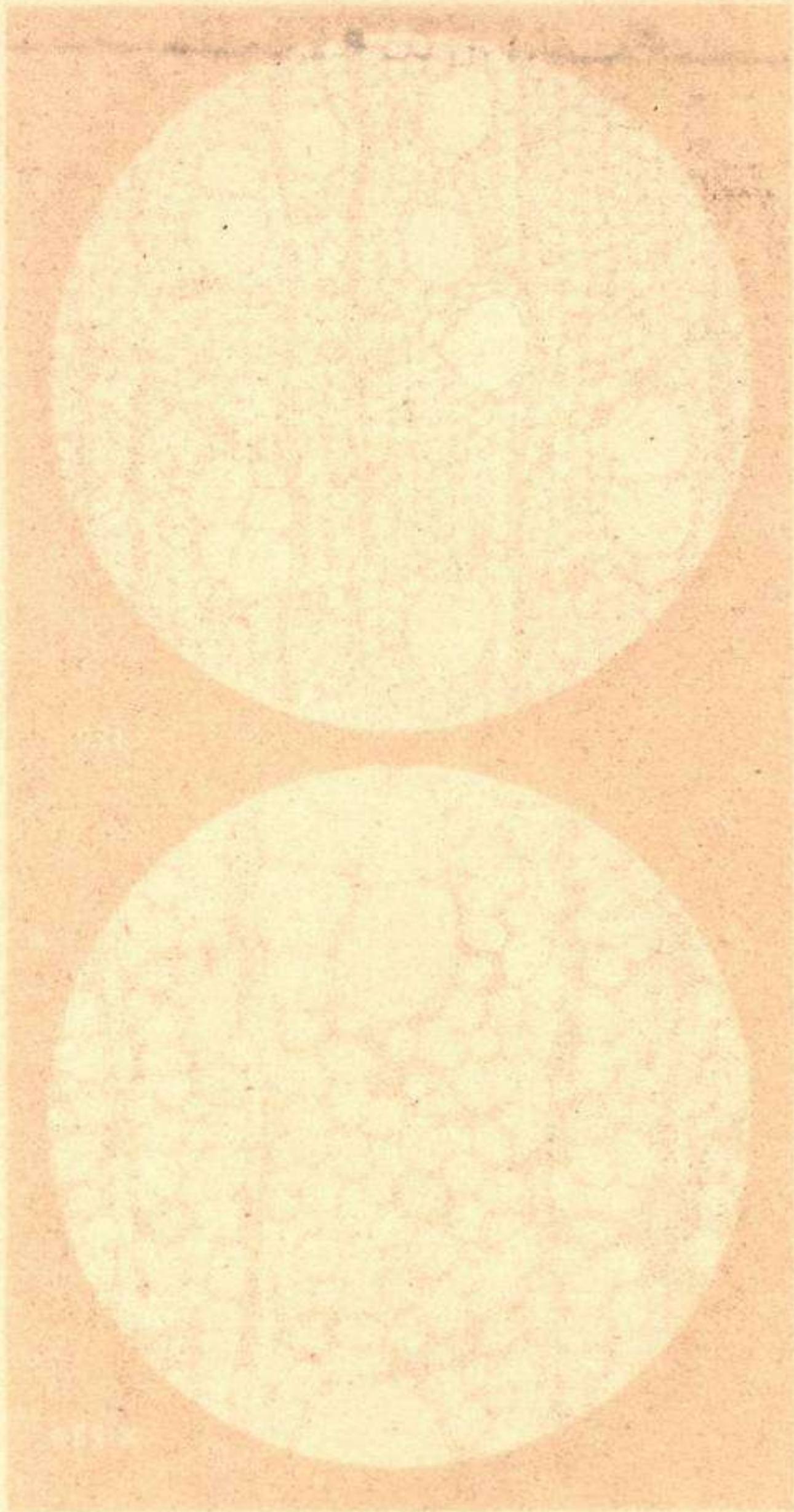
Fototipo de J. M.<sup>a</sup> Castellarnau.

Sucesor de Laurent. Madrid.

ALNUS GLUTINOSA, GÆRTN.

FICUS CARICA, LINN.

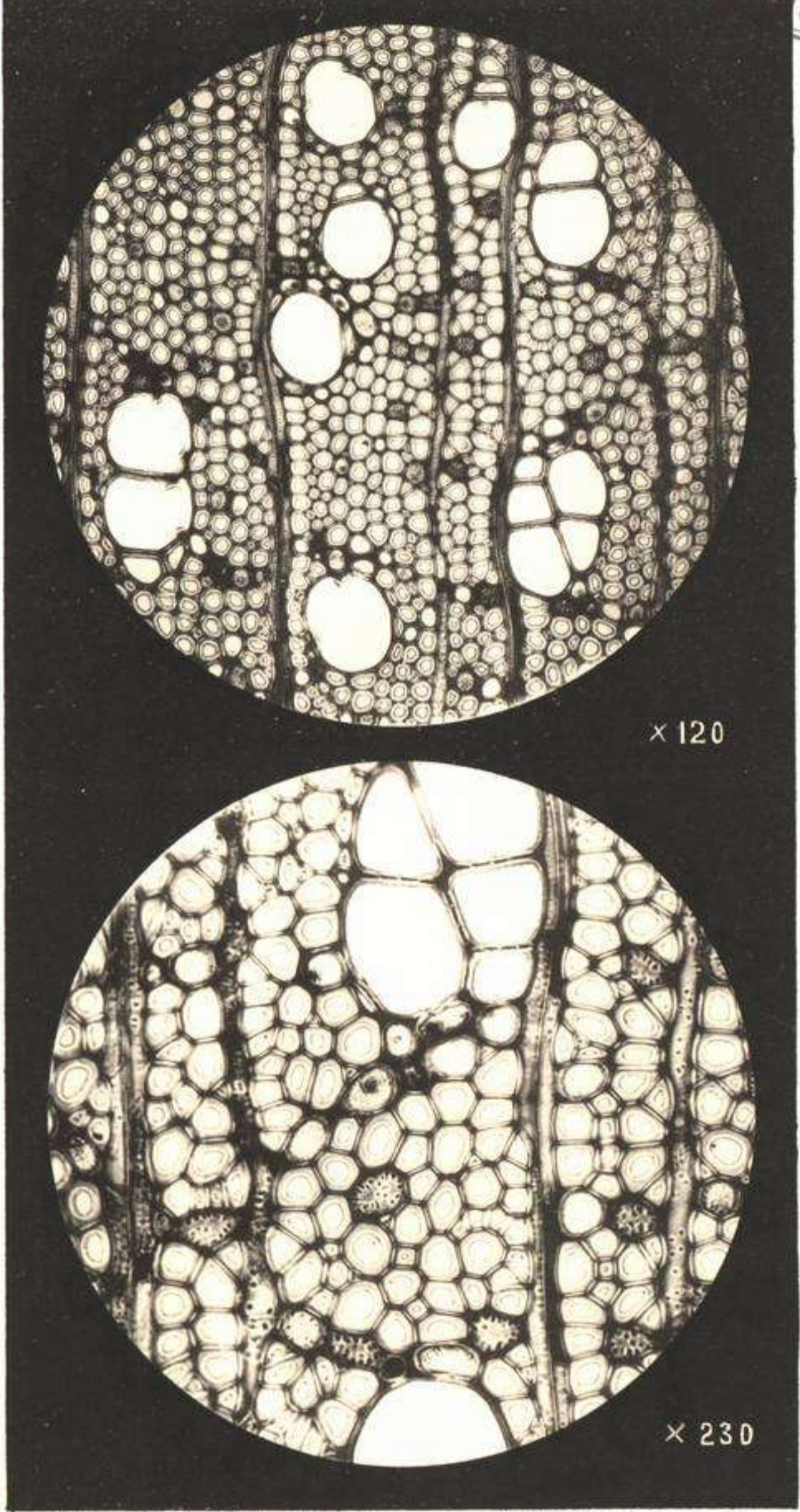








Lám. VII.



x 120

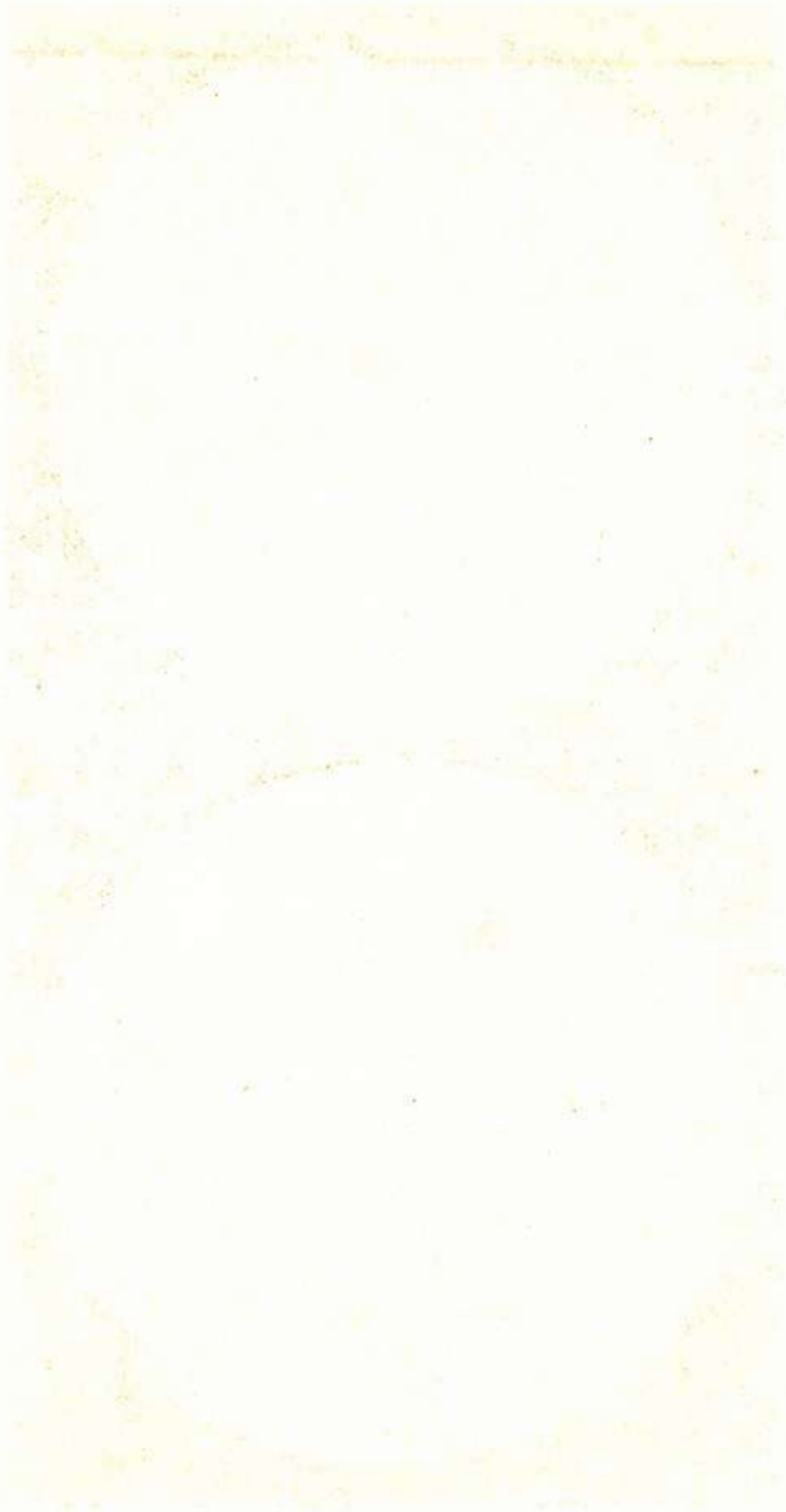
x 230

Fototipo de J. M. Castellarnau.

Sucesor de Luarent. Madrid.

CORYLUS AVELLANA, LINN.

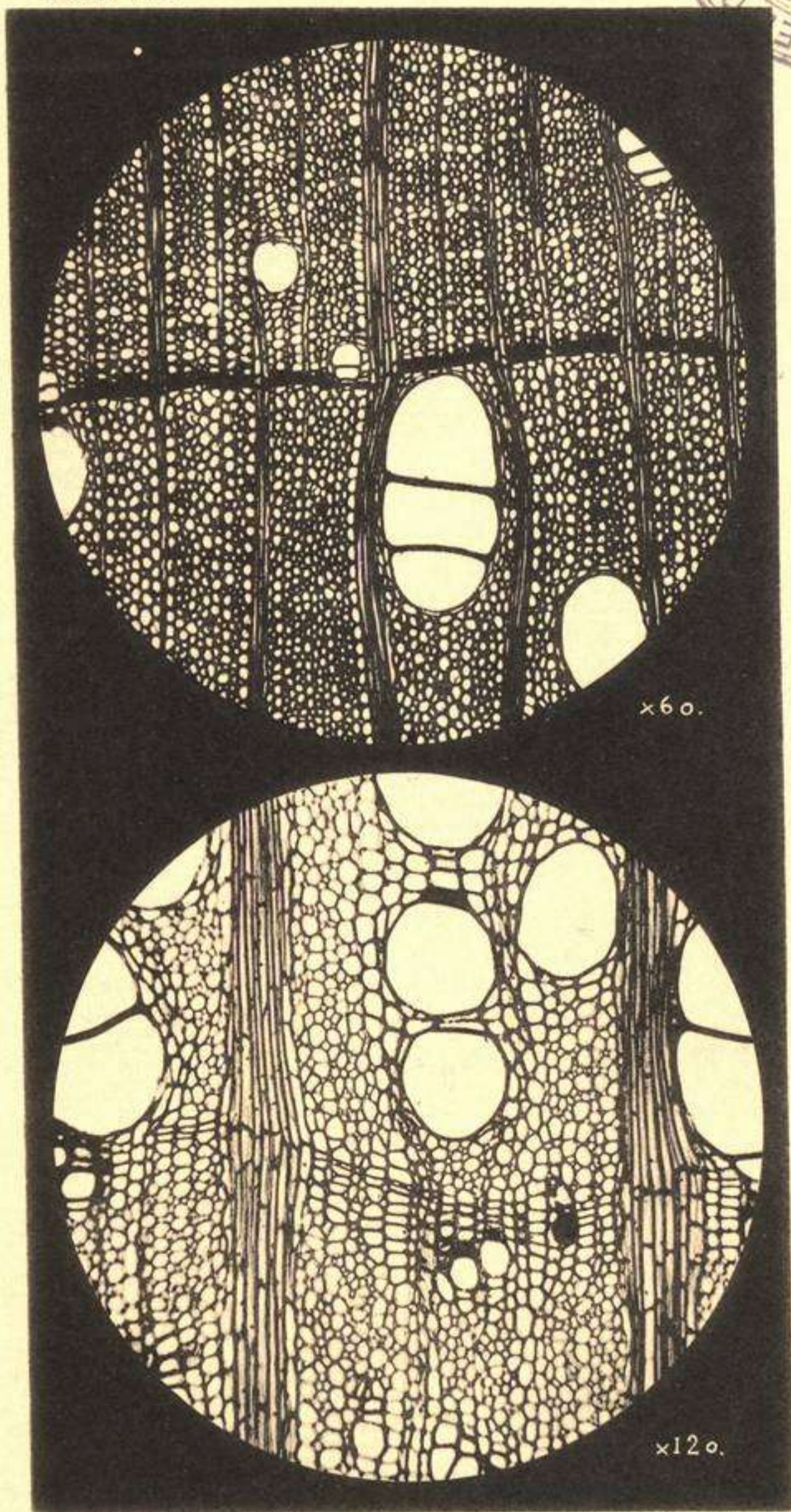








Lám. VIII



Fototipo de J. M.<sup>a</sup> Castellarnau.

Sucesor de Laurent. Madrid.

JUGLANS REGIA, LINN.

CELTIS AUSTRALIS. LINN.









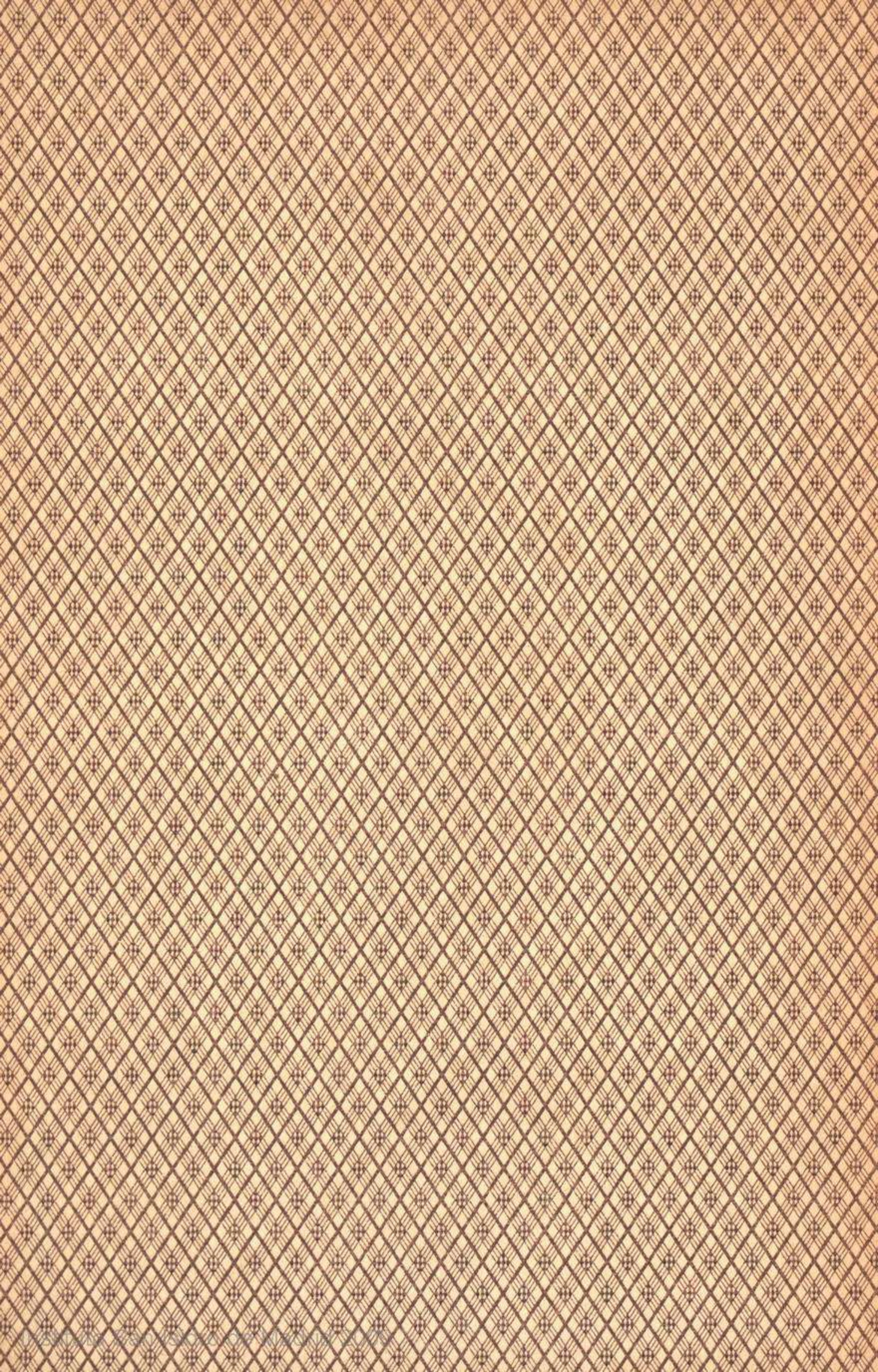




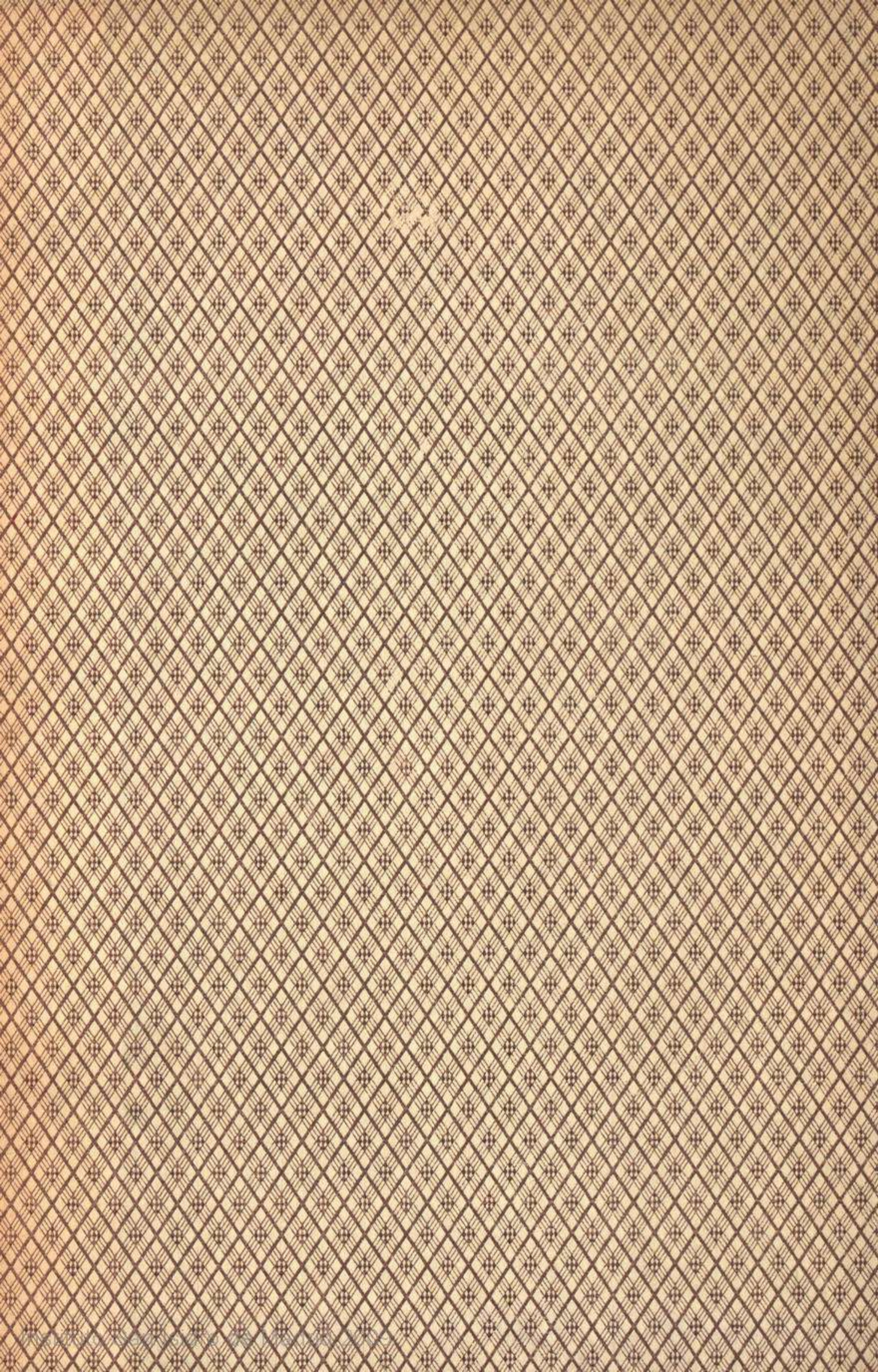


















ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

1901

SIN IMPORTE

DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

