

## LAS PRINCIPALES MADERAS COMERCIALES DEL MUNDO

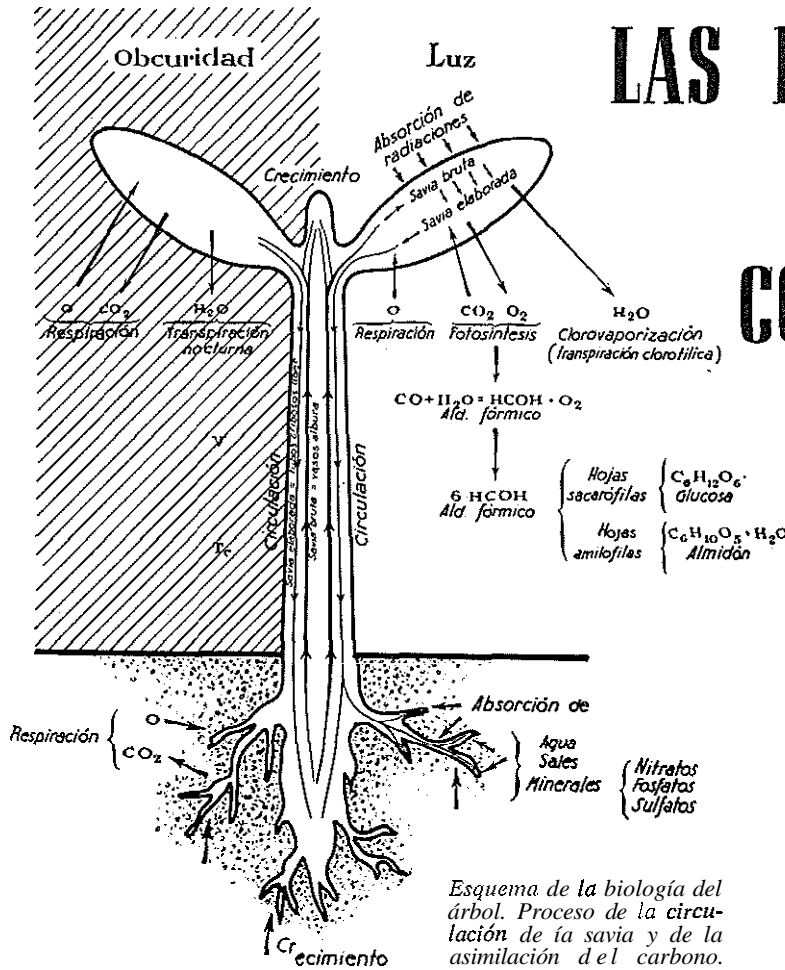


Fig. 1

Esquema de la biología del árbol. Proceso de la circulación de la savia y de la asimilación del carbono.

El arte de trabajar la madera es de los más nobles y bellos que existen, y los problemas que su técnica nos plantea son del más alto interés científico. Tratar de sacar del árbol la mayor utilidad posible dando nueva vida a la madera que él creó cuando, por ley natural, deba rendir su tributo a la naturaleza, es oficio que lleva en su esencia la nobleza de su origen y a través de su desarrollo la historia de la Humanidad.

por **Fernando NAJERA**

Ahora bien, el arte de las construcciones de madera, tanto por la antigüedad de su origen como por la inmutabilidad y carácter, casi mítico, con que, de generación en generación, venían transmitiéndose los artifices de esta materia prima las reglas de su oficio, se encontró completamente desplazado y aislado cuando aparecieron las primeras estructuras metálicas, acompañadas de normas científicas que garantizaban el empleo racional y económico de sus secciones resistentes.

Posteriormente, el propio avance de la téc-

nica de la construcción y de la industria en general vino a plantear problemas de indudable importancia y de urgente solución tanto por lo que se refiere al costo como a las características de trabajo y condiciones de ejecución, que obligaron a volver los ojos hacia aquel material que había quedado relegado, pero que, sin embargo, poseía muchas de las cualidades que exigía la solución de estos problemas.

En estas circunstancias, al volver la madera a tomar carta de naturaleza en el mundo de la construcción con lugar, en muchos casos, de

Fig. 2

*Esquema de la estructura del tronco de una frondosa y formación de los anillos de crecimiento anual de la madera: a) anillos de crecimiento anual, vistos a simple vista; b) médula; c) radio leñoso primario; c,) radio leñoso secundario; d) radio leñoso en sección tangencial; e) fibras leñosas; f) liber (floema); g) cutícula, epidermis y corteza; h) cambium y formación de la madera (xilema) y liber (floema).*

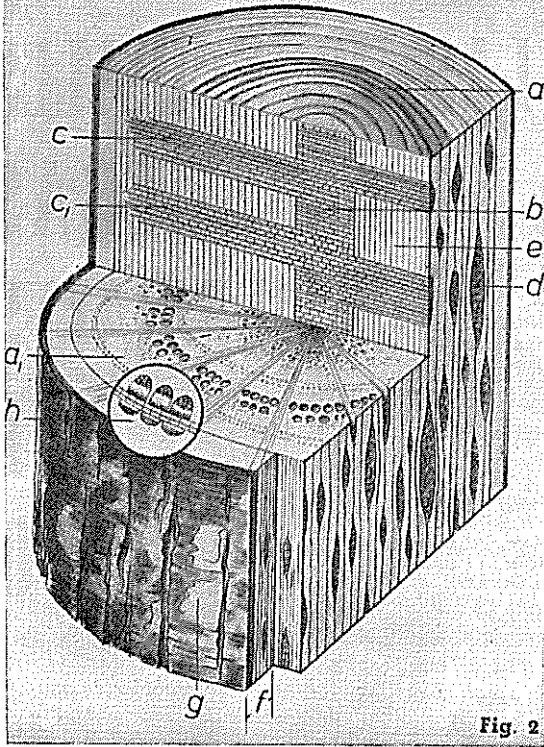


Fig. 2

tecnológicas que sucesivamente se irán publicando dar a conocer los principios fundamentales, en forma principalmente gráfica, de la formación de la madera y la clase y función que desde el punto de vista práctica desempeñan los diversos tejidos que integran su estructura leñosa.

1. Concepto general de la biología del árbol y formación y crecimiento anual de la madera. En el esquema que sobre la biología del árbol presentamos (fig. 1) se ve el proceso completo de la circulación de la savia y de la toma de carbono, conjunto de fenómenos que pueden considerarse divididos en cuatro fases: durante la primera tiene lugar la toma del agua y de las sales nutritivas del suelo que en solución muy diluida penetran por osmosis en los pelos radicales y llegan hasta la parte inferior del sistema **vascular**; en la segunda fase se verifica la ascensión hasta las hojas de esta **solución acuosa**, que se llama también savia ascendente, mineral o bruta y que tiene lugar a través de los vasos y **traqueidas** de los últimos anillos de crecimiento de la albura; la tercera fase es la que corresponde a la elaboración de la materia orgánica vegetal, mediante la toma de carbono y de nitrógeno, en ese maravilloso laboratorio formado por las hojas del árbol; y, por **último**, en la cuarta fase tiene lugar el descenso, por los tubos cribosos del liber, de la savia elaborada, que, constituida principalmente por glucosa, sacarosa y materias proteicas, va a alimentar el cambium con la formación de la madera y los depósitos de reserva constituidos por los radios medulares y el **parénquima**.

A continuación vemos (fig. 2) un tronco de árbol, de una frondosa cualquiera, al que hemos dado varias secciones, representadas convencionalmente con diferentes aumentos, con objeto de tener una visión de conjunto de la constitución anatómica de la materia leñosa, según las citadas secciones, y un esquema sobre el proceso de desdoblamiento de las células del cambium y formación de los anillos de crecimiento anual de la madera. El cambium, que constituye el tejido fundamental en que se **apo-**

verdadera preponderancia, se la exigió fuese acompañada **como** los materiales metálicos y pétreos, de la técnica necesaria para sacar de ella el máximo rendimiento de sus excepcionales propiedades; esto planteó, entre otros problemas, el fundamental de la investigación técnica y la necesidad, como **consecuencia**, de que se constituyese nuestra Asociación, con un programa de trabajo en el que se ha creído conveniente recoger, como ya se anunció en el último número de AITIM, los factores más fundamentales del conocimiento y características de las principales maderas **comerciales** del mundo en forma de fichas tecnológicas.

## I. ESTRUCTURA LEÑOSA Y PRINCIPALES ELEMENTOS MISTOLOGICOS

### a) Generalidades

Es indispensable para **hacer** comprensible a todos cuanto se vaya exponiendo en las fichas

ya el crecimiento en espesor del tronco, no es más que una capa generatriz constituida por diversas células de paredes muy delgadas y de gran contenido celular, que conservan sus propiedades meristemáticas, es decir, que son capaces de transformarse, por sucesivas divisiones, en nuevas células embrionales. Por consiguiente, las células del cambium tienen la propiedad de tabicarse primeramente en el sentido de los radios medulares, dando dos nuevas clases de células, según correspondan a la parte líber o floema; posteriormente también crece de dentro, madera o xilema, o a la de fuera, el cambium en sentido periférico mediante la multiplicación y desarrollo de las paredes laterales de sus células.

2. Madera de coníferas o resinosas y madera de frondosas.—Una vez examinado el proceso biológico de la formación de la madera, pasamos al estudio de la estructura anatómica de esta materia prima ya formada, es decir, tal como se la utiliza en la industria. encontrándonos con una división fundamental, desde el punto de vista de la citada estructura, en dos grandes grupos: coníferas o resinosas, de la clase botánica de las gimnospermas, y frondosas, que constituyen la clase botánica de las angiospermas dicotiledóneas.

Entre las coníferas, las más antiguas, por proceder del fin de la era primaria, propias de las zonas fría y templada, que por esta razón escasean en el hemisferio austral, ya que en éste la mayor parte de dichas zonas están cubiertas por los mares, tenemos las mejores calidades de madera de construcción en cuanto se refiere a las características de trabajo y mecánicas de resistencia.

De las coníferas sale la mayor parte de la madera de construcción, en su más amplio sentido, que se consume en el mundo, y a este grupo pertenecen también especies que, como las del género Sequoia, constituyen los gigantes del actual mundo vegetal, con edades anteriores en algunos miles de años al comienzo de la Era Cristiana.

Entre las frondosas aparecidas al final de la era secundaria y que por ser propias de las zonas templada y tropical se extienden más uniformemente que las coníferas por los dos hemisferios, tenemos la gama más variada, tanto en el aspecto como en la calidad de las maderas, y, por consiguiente, de ellas han salido y salen los más bellos ejemplares de ebanistería.

Esta división de las maderas en los dos grandes grupos que se acaban de exponer es tan importante, desde el punto de vista práctico, que no obstante referirse las fichas en proyecto a las maderas frondosas, consideramos del ma-

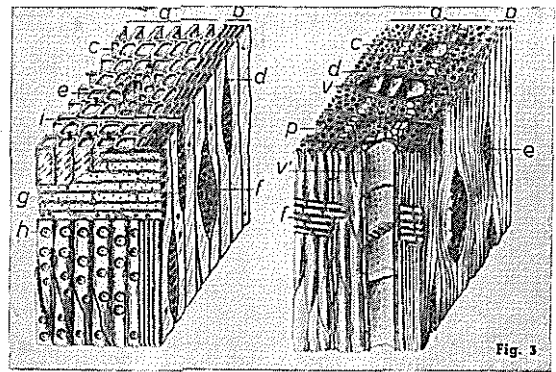


Fig. 3

*Estructura de la madera de una conífera del género Pinus: a) madera de primavera; b) madera de otoño; c) filo radial de traqueidas; r) radio leñoso en sección tangencial; e) canal resinífero vertical; f) canal resinífero horizontal; g) radio leñoso en sección radial; h) poros areolares; i) radio leñoso en sección transversal.*

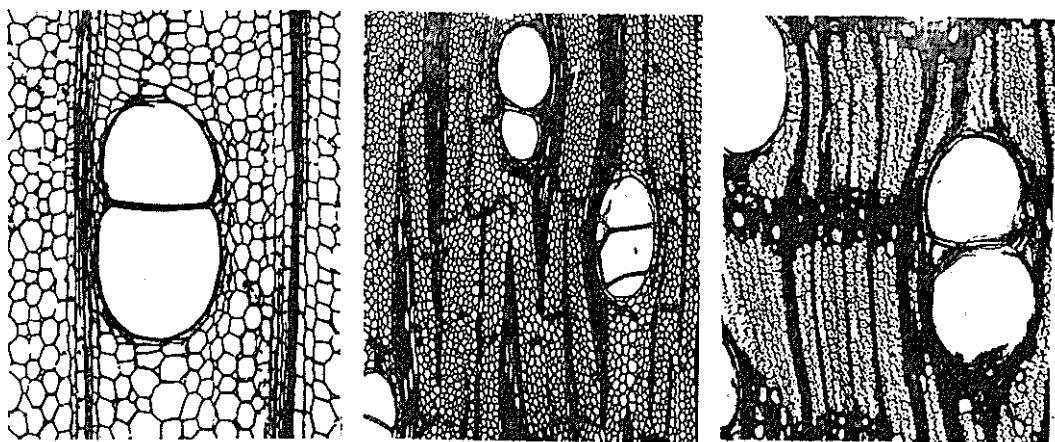
*A la derecha, estructura de la madera de una frondosa; a) madera de primavera; b) madera de otoño; c) fibras leñosas; d) radio leñoso en sección transversal; e) radio leñoso en sección tangencial; f) radio leñoso en sección radial; v) vasos o tráqueas; p) parénquima leñoso; v) vaso con los tabiques transversales en las diferentes fases de su transformación.*

yor interés dar los primeros pasos al tratar de los elementos histológicos de la estructura leñosa de la madera considerando simultáneamente los correspondientes a uno y otro grupo.

3. Elementos que integran la estructura leñosa de la madera.—Existen diferencias fundamentales en la constitución de la madera de coníferas y frondosas (fig. 3); mientras que en estas últimas el tejido conductor, vasos o tráqueas, es completamente independiente del tejido de sostén, constituido por las fibras, en las resinosas ambos tejidos constituyen un solo elemento, a la vez conductor y de sostén, que son las traqueidas o fibras areoladas.

La luz de las fibras de las frondosas es extraordinariamente variable; damos como ejemplo (fig. 4), las fibras de la balsa con una luz tan grande que más del 95 por 100 del volumen corresponde a espacios huecos en esta madera; las de nogal pueden considerarse de luz media; por último, las fibras de la akoga tienen una luz tan estrecha que, inversamente a la balsa, sus espacios huecos no llegan al 15 por 100 del volumen aparente de dicha madera.

Además de estos elementos, aparecen los radios leñosos y el parénquima en las frondosas, y los radios leñosos y los canales resiníferos en



Balsa = *Ochroma Lagopus Sw* X 75

Nogal = *Juglans Regia L.* X 75

Akoga = *Lophira Procera Chev.* X 75

Fig. 4 *Tres de las clases de fibras leñosas más características: Los de la Balsa tienen gran luz y paredes extraordinariamente delgadas; las del Nogal son de tipo medio; por último, las de la Akoga tiene paredes muy gruesas y su luz es tan pequeña que en la fotografía queda reducida a un punto.*

las resinosas; exceptuando estos últimos, que sólo tiene importancia cuando se trata de la explotación resinosa, hemos de hacer observar que aunque las fibras de las frondosas y las traqueidas de las resinosas constituyen los elementos específicamente resistentes de la madera, tanto los radios leñosos como el **parénquima** juegan, a su vez, un importante papel en la constitución y manera de trabajar de la

madera bajo la acción de los diferentes esfuerzos.

Los radios leñosos, que es el único tejido que tiene sus células con el eje de crecimiento horizontal, y cuyo volumen no varía bajo la acción de los cambios de humedad, hacen el papel de las llaves o piedras a tizón en las fábricas de **sillería** o mampostería, trabando horizontalmente el cuerpo del árbol formado **exclusivamente** por células verticales (fig. 5); los radios leñosos contribuyen poderosamente a que el movimiento de la madera, cuando se **despieza** radialmente, sea mucho menor en este sentido que el tangencial; cuando son altos y estrechos dan fibras o traqueidas rectas y facilitan la hienda de la madera; anchos y altos, dan en el roble aserrado radialmente el conocido y apreciado espejuelo o **mallado** de esta madera; en el haya ofrecen la particularidad de que al descortezarla aparecen los radios formando dibujos en moaré, que se han venido utilizando para la **estampación** de sedas; por último, **constituyen** las zonas de fractura a la compresión, en el sentido de las fibras, de la madera (figura 6).

El parénquima, en las coníferas, queda reducido al tejido celular que reviste las paredes de los canales resiníferos verticales y no tiene importancia alguna desde el **punto** de vista de resistencia de la madera. Por el contrario, en las frondosas se presenta en la forma más diversa: células aisladas, en cordones, **bandas**, manchas, etc. (fig. 7), y es, desde el punto de vista mecánico, el elemento más débil de la madera; sin embargo, tiene una gran **importancia**, por su carácter elástico, en la primera **desecación** que sufren los troncos recién apeados

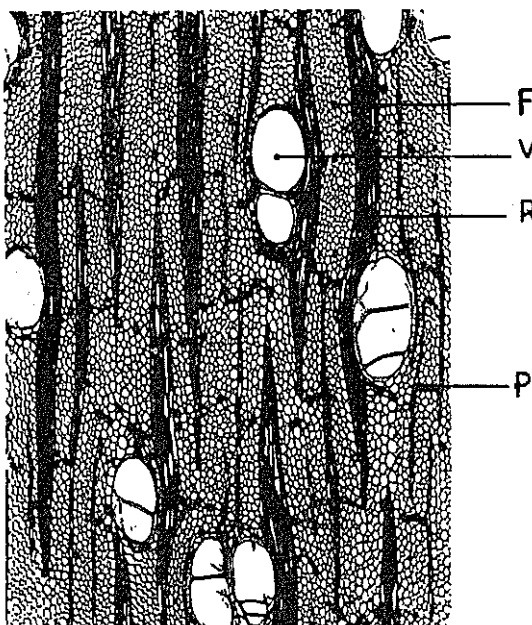


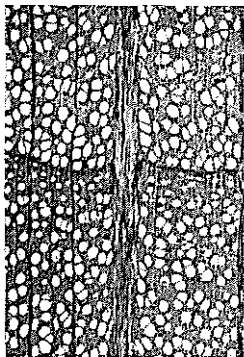
Fig. 5

*Microfotografía, a 60 de la sección transversal de la madera de nogal (*Juglans regia L.*); radios medulares aparecen trabando horizontalmente a la masa del tejido fibroso. V) Vasos; R) radios medulares; F) fibras leñosas.*

Fig. 6

Las dos microfotografías de cada clase de madera corresponden, la de la izquierda a rota sección transversal en la que aparecen los radios en sección longitudinal; la de la derecha es una sección tangencial de la madera en la que los radios aparecen cortados transversalmente, apreciando claramente su altura y espesor y el número de células que los integran.

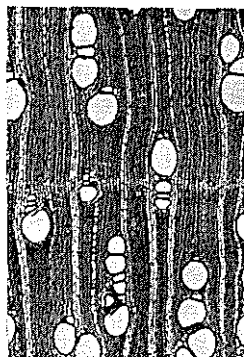
Estas seis clases de maderas permiten observar la gran diversidad de formas que presentan los radios leñosos.



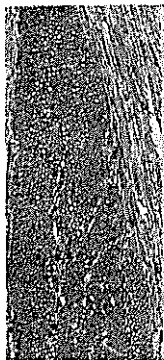
Haya = *Fagus sylvatica* L. X 40



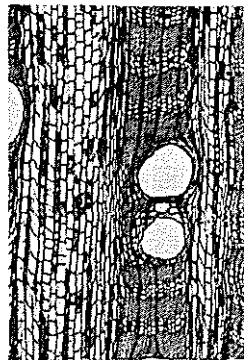
Caoba de Cuba = *Swietenia mahagoni* Jacq. X 40



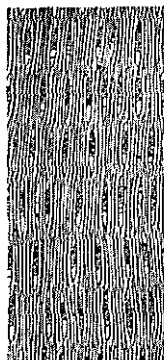
Encina = *Quercus ilex* L. X 40



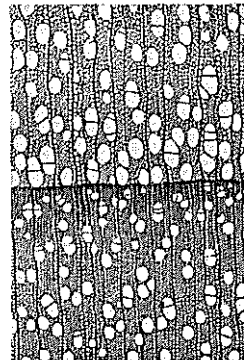
Envi = *Anisophillea Laurina* R. Br. X 40



H'su = *Daniella thurifera* Chev. X 40



Chopo = *Populus euramericana* X 40



y pelados, ya que permite el movimiento de las fibras y da la necesaria plasticidad a la madera para que no se hienda por la contracción radial o periférica, como sucede principalmente con el nogal y el haya; también contribuye, cuando está bien repartido entre las fibras, a aumentar la elasticidad de la madera, como sucede con el Fresno.

4. Anillos de crecimiento anual de la madera.—Volviendo ahora a examinar la sección transversal de la estructura de la madera (figura 3), observaremos que los anillos anuales de crecimiento, que son debidos a la mayor

actividad de la vida vegetal durante la primavera y parte del verano, tienen en esta época traqueidas de pared delgada y grandes luces en las resinosas y vasos, también de grandes luces, en las frondosas; durante el otoño y a medida que va cesando la actividad vegetativa se produce el fenómeno inverso, y, como consecuencia, aparecen los crecimientos anuales, constituidos por un doble anillo de color claro y tejido blando la parte correspondiente a la primavera, y de color oscuro y tejido compacto, la parte de otoño. Que el grano de la madera sea basto o fino depende de que el tamaño de

las traqueidas y vasos de los anillos anuales sea mayor o menor. En la **zona tropical**, como la actividad vegetativa es prácticamente continua, no existen, en general, los anillos anuales de crecimiento: pueden presentarse con carácter excepcional y apenódico anillos debidos a suspensiones **circunstanciales** de la vegetación como consecuencia de largos períodos de sequía, grandes plagas, etc. La carencia de

anillos de crecimiento es uno de los caracteres diferenciales de las maderas tropicales.

Por Último, tanto los anillos anuales como los radios leñosos tienen una gran importancia en el aspecto y belleza de la madera, según el sentido en que ésta se despiece.

El aserrado **tangencial** o corriente es el que da el movido o bello aspecto veteado en forma de aguas tan característico de las maderas **resinosas**; especies típicas para este despiezo son el **pino** Oregon y el **gino tea**, entre las **americanas**, y los pinos **laricio** y pinaster, entre las españolas.

Por el contrario, el aserrado radial, que técnicamente es el más conveniente, por ser mínimo en este sentido el movimiento de contracción de la madera, ofrece un **veteado** uniforme y extraordinariamente monótono.

En cuanto a las frondosas, como los anillos anuales de crecimiento son poco visibles, apenas tienen influencia en el aspecto del despiezo.

Respecto a los radios leñosos, cuando son de grandes dimensiones dan en el aserrado radial unas manchas generalmente más claras, **nacaradas** o brillantes, que ya hemos visto se conocen vulgarmente con el nombre de **mallas** o **espejuelos** y que son la causa del gran valor de la madera de roble, plátano, fresno, etc.

## b) Principales características anatómicas para la diferenciación de las frondosas

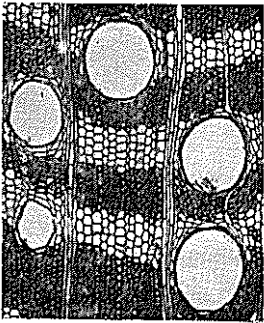
Como resumen de cuanto se lleva expuesto en relación con la estructura leñosa de las maderas del grupo frondosas, aparecen los cuatro elementos siguientes:

- Vasos, según forma y tamaño, por un lado, y su distribución, **aislados** o agrupados, por otro.
- Fibras con arreglo a su luz y espesor de sus paredes.
- Radios leñosos, de acuerdo con su forma **y tamaño**.
- Parénquima según sea más o menos visible y la forma en que se presente.

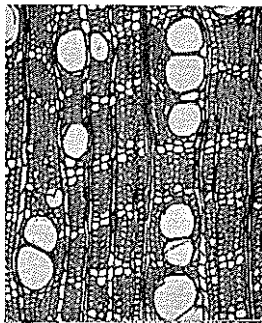
Estos caracteres apreciados en un pequeño corte limpio dado en la sección transversal de una madera, con el auxilio de una lupa de 15-20 aumentos, constituirán uno de los medios más valiosos para con un sencillo examen diferenciar entre sí dos clases de maderas o para la clasificación botánica de una madera determinada si se conoce previamente la estructura o se cuenta con la correspondiente muestra-patrón.

Fig. 7

Las maderas de frondosas, especialmente las tropicales, presentan el parénquima en las más diversas formas: ni bandas anchas o estrechas, como en el Eyen y en lo Ukola; en células aisladas, en el nogal; formando rosarios, como en el Eielón; circunvascular con forma más o menos redondeada, en la Míama; circunvascular en forma de ala de pájaro, en la Ebiara.



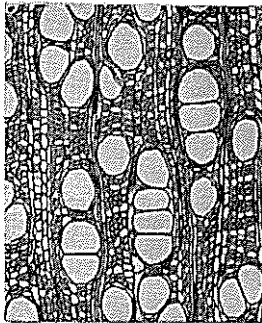
Eyen = *Distemonanthus bentamianus* Benth. X 75



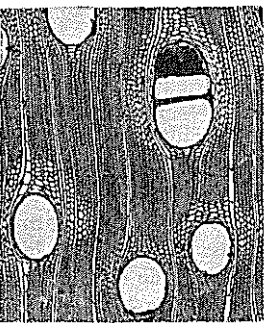
Ukola = *Dumoria Africana* Chv 75



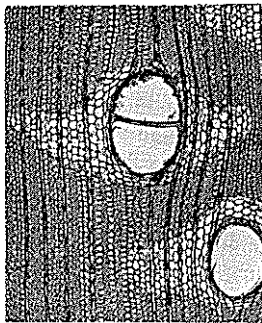
Hogal = *Juglans Regia* L. X 75



Eielón = *Mitragyna macrophylla* Hiern. X 75



Míama = *Calpocalyx Klainei* Pier. X 75



Ebiara = *Derlinea bracteosa* Benth. X 75