

Desarrollo Anatómico de los Meristemas y tallos de *Alnus jorullensis* H. B. K.

por

Mayra B. Montiel L.*

(Recibido para su publicación el 18 de noviembre de 1975)

Abstract: The shoot apex of *Alnus jorullensis* comprises two well-defined tónica layers and a corpus, which gives rise to foliar primordial and to procambial strands maturing acropetally. The primary shoot shows a eustele within abundant parenchyma consisting of isodiametric cells. Three leaf traces and three leaf gaps are seen at each node. Secondary xylem is made up of abundant, poorly lignified fiber tracheids, with apotracheal wood parenchyma, uniseriate and scantily biseriate xylem rays and apparently mucilaginous secretory cells. Vessel elements range about a mean length of 710 μm and a mean width of 70 μm with end-wall angles averaging 24° $56'$. Perforation plates are scalariform, ranging from 9 to 26 bars (Av. 16.48). In the course of the first year's growth, side-wall pitting changes from the metaxylemic reticulate-scalariform to the secondary opposite, bordered pattern.

Alnus jorullensis H.B.K. es una especie de bosque secundario y la única del género *Alnus* que se encuentra en cantidades explotables en Iberoamérica. Se tienen pocos trabajos sobre la anatomía del tallo (Metcalf y Chalk, 1950) que no informan sobre el desarrollo de los meristemas. En los últimos años, lo que más se ha estudiado es la madera desde el punto de vista económico ya que ésta se explota en grandes cantidades (Hunt, 1967). El presente trabajo se dedica al estudio anatómico de los meristemas y tallos en crecimiento primario y secundario con respecto al desarrollo del xilema.

MATERIAL Y METODOS

Se colectaron ramas jóvenes y tallos en crecimiento secundario de *Alnus jorullensis* en la Ciudad Universitaria "Rodrigo Facio", San Pedro Montes de Oca, a una altura de 1.200 m. Las muestras fueron fijadas en FAA, deshidratadas con alcohol etílico e impregnadas con una mezcla de 25% de parafina de 57° y 75% de paraplast; los tallos únicamente con parafina de 57° .

* Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica.

Los cortes, tanto transversales como longitudinales se efectuaron en forma seriada, los de meristema a $8\ \mu\text{m}$ y los de tallos a 12 y $15\ \mu\text{m}$ de grosor. Las partes que presentan crecimiento primario y secundario se cortaron a $12\ \mu\text{m}$ y las partes con crecimiento secundario a $15\ \mu\text{m}$. La tinción se hizo con safranina y fast-green, y el montaje de las láminas con permount. Las preparaciones frescas a nivel de los nudos se tiñeron con floroglucinol y otras con reactivo de Schiff. Los macerados para medir los elementos traqueales del xilema secundario se prepararon con Jeffrey y KOH, dando mejor resultado este último reactivo.

OBSERVACIONES

Meristema apical: En corte longitudinal (Fig. 1) podemos observar la túnica de hasta dos capas de células y el cuerpo constituido por una franja de 4-5 células de grueso.

El inicio del abultamiento para la formación de los primordios foliares se inicia al nivel del cuerpo por divisiones periclinales acompañadas de anticlinales y oblicuas, consecuentemente al abultamiento se verifican divisiones anticlinales a nivel de la túnica, permitiendo el crecimiento en superficie y así se forma el primordio. Lateral al ápice ya se han formado dichos primordios foliares en los que se observa la protodermis y células alargadas correspondientes al procambio, el cual se diferencia en forma acrópeta para producir xilema hacia adentro y floema hacia afuera. Inmediatamente hacia adentro encontramos varias células meristemáticas en fila (meristema en fila), en algunas de las cuales se observan estadios de la división mitótica; también más hacia el centro en algunas de ellas aparecen drusas.

Siguiendo el procambio podemos observar en cortes longitudinales el inicio de pequeños elementos del xilema que presentan espesamientos helicoidales. En esa etapa son todavía indistinguibles los rayos.

En la Fig. 2 podemos observar el inicio de la formación de los primordios foliares, cuerpo, túnica y protodermis.

En cortes transversales a nivel del ápice del brote (Fig. 3) se observa el meristema en forma de una acumulación central de células nucleadas, rodeada de cuatro primordios foliares. En la Fig. 4 se ven las células del cuerpo, parte de la protodermis y las capas de la túnica. En la Fig. 5 se observan más definidamente las células del cuerpo y el inicio del desarrollo de los primordios foliares a partir del cuerpo.

Tallo en crecimiento primario: En secciones transversales de tallos en crecimiento primario se puede observar, de afuera hacia adentro, lo siguiente (Fig. 6):

- 1) Epidermis uniseriada de células isodiamétricas.
- 2) Una ancha franja cortical de tejido parenquimatoso; la primera capa de células es de pequeño tamaño, luego encontramos 5 u 8 capas de parenquima poliédrico (isodiamétrico), de células de regular tamaño con gran cantidad de sustancias ergásticas, incluyendo drusas y cristales de oxalato de calcio; inmediatamente hacia dentro encontramos un parenquima lacunoso originado por esquizogénesis celular; seguidamente aparecen 5 capas de parénquima poliédrico con las mismas características que las capas que contienen sustancias ergásticas.

- 3) El cambio vascular está representado por dos capas de células tabulares distribuidas en forma irregular.
- 4) La estela es una eustela pues presenta áreas interfasciculares estrechas.
- 5) El floema es una capa angosta donde se observan células cribosas, compañeras y parenquimatosas con sustancias ergásticas y drusas.
- 6) El tallo muestra un xilema endarco; o sea sus elementos maduran en sentido centrifugo; se observan los elementos del protoxilema que son traqueidas y luego hacia el exterior el metaxilema de unas 6 capas de células y con verdaderos vasos.
- 7) La médula presenta células parenquimatosas de membranas delgadas, con muchas drusas y granulaciones internas.

A nivel del nudo el sistema vascular primario presenta tres trazas foliares con tres lagunas por hoja; la traza medial aparece subdividida en tres y la acompañan dos trazas laterales.

Tallo en crecimiento secundario: En secciones transversales de crecimiento secundario se pueden observar de afuera hacia dentro las siguientes partes:

- 1) La peridermis con lenticelas (Fig. 7), células de cierre [súber] y células de relleno, rasgadas), en el felógeno de dos capas con células rectangulares y dos capas de felodermis de células tabulares cuya membrana radial es más corta que la tangencial.
- 2) Formando parte de la corteza, células alargadas y otras poliédricas con gran cantidad de granulaciones en especial cristales y gránulos de almidón.
- 3) Inmediatamente hacia adentro, una capa de varias células de grueso, de tipo esclerenquimatoso, en especial braquiesclereidas y fibras del floema. El tejido parenquimatoso floemático está distribuido en todas partes, algunos tubos cribosos presentan internamente sustancias de reserva, también hay células compañeras.
- 4) La médula presenta células parenquimatosas redondeadas que tienden a ser poliédricas, con un contenido citoplasmático granular y drusas. La mayoría de las células medulares y radiomedulares, con membrana secundaria, muestran puntuaciones simples, entre las cuales hay plasmodios, siendo también la membrana de puntuaciones muy evidentes (Fig. 8).
- 5) El xilema secundario, en este caso de un solo anillo anual, derivado del cambio vascular. En corte tangencial los elementos traqueales del xilema presentan espesamientos secundarios escalariformes-reticulados al principio (metaxilema?) y luego con puntuaciones laterales, areoladas, de tipo opuesto (Fig. 9).

De 100 elementos traqueales que se midieron se obtuvieron los siguientes datos:

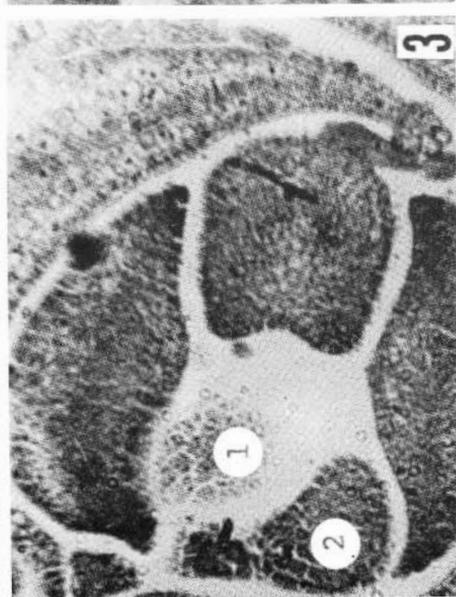
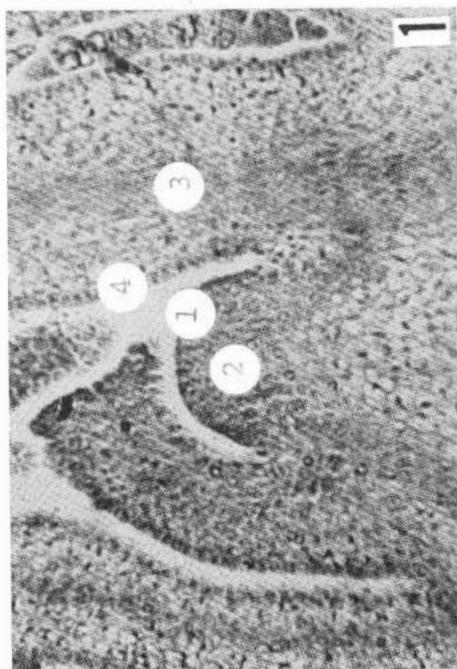
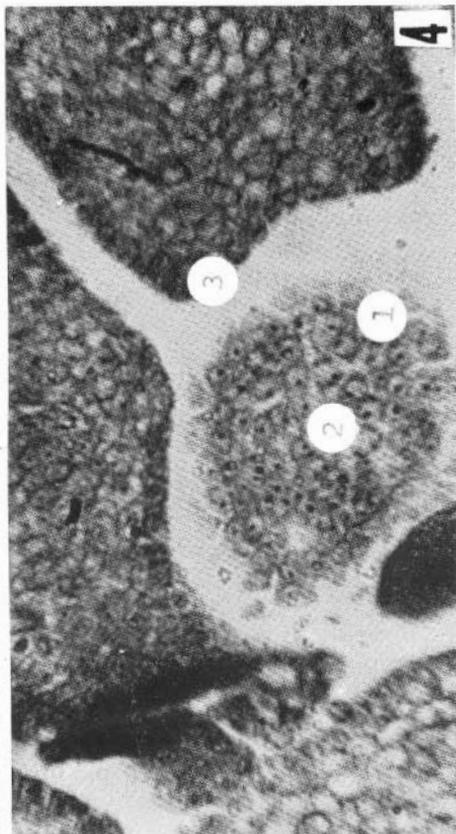
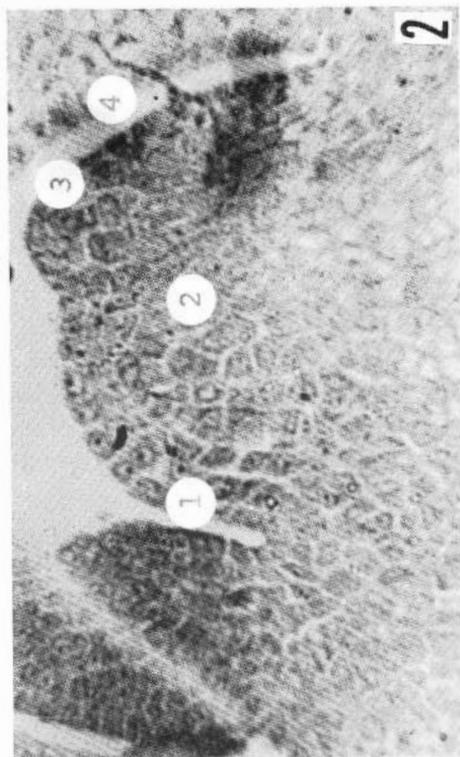
Promedio:	Largo	=	710 μm \pm	130 μm
	Ancho	=	70 μm \pm	1,76 μm

La perforación del elemento traqueal es escalariforme y presenta de 9 a 26 barras (promedio 16,48). Las platinas o caras terminales de contacto entre elementos vasculares forman ángulos de 90° a 41° , dando (en 200 platinas, mediante determinación de la cotangente, según el método propuesto por **Rodríguez**, 1957), un ángulo promedio de $240^\circ 56'$. Esto contradice lo que apuntan **Acosta** (1967) y **González** (1970), que las platinas de perforación tienen un ángulo de 45° . Predominan los radios heterogéneos uniseriados con algunos biseriados (Fig. 10).

CONCLUSIONES

Alnus jorullensis presenta un desarrollo muy claro de sus meristemas y al igual que los demás representantes de la familia Betulaceae, muestra una madera relativamente primitiva en cuanto a la presencia de elementos traqueales largos, puntuaciones escalariformes a opuestas, platinas de perforación con muchas barras, caras terminales de contacto entre elementos vasculares con un ángulo promedio de $240^\circ 56'$, muy agudos y parénquima xilemático apotraqueal difuso. Las únicas características más evolucionadas son la presencia de radios homogéneos que predominan sobre los heterogéneos y la abundancia de fibro-traqueidas.

-
- Fig. 1. Corte longitudinal del meristema. 300X
1, Túnica; 2, Cuerpo; 3, Procambio; 4, Protodermis
- Fig. 2. Corte longitudinal del meristema. 600X
1, Túnica; 2, Cuerpo; 3, Primordio foliar; 4, Protodermis
- Fig. 3. Corte transversal seriado del ápice del brote. 300X
1, Meristema: túnica; 2, Primordio foliar.
- Fig. 4. Corte transversal seriado del ápice del brote. 600X
1, Túnica; 2, Cuerpo; 3, Protodermis



RESUMEN

En los meristemas de *Alnus jorullensis* podemos observar perfectamente delimitadas las células de la túnica, las divisiones periclinales, anticlinales y oblicuas que darán origen a los primordios de la hoja y la diferenciación del procambio en forma acrópeta. En el cuerpo primario la parte más evidente es el parénquima poliédrico de células isodiamétricas, y la estela (una eustela). A nivel del nudo el sistema vascular primario presenta tres trazas y tres lagunas foliares. En crecimiento secundario los vasos presentan perforaciones escalariformes, puntuaciones opuestas areoladas, parénquima apotraqueal, rayos uniseriados o parcialmente biseriados y células secretoras con contenido aparentemente mucilaginoso. La madera se compone en gran parte de fibra-traqueidas poco lignificadas.

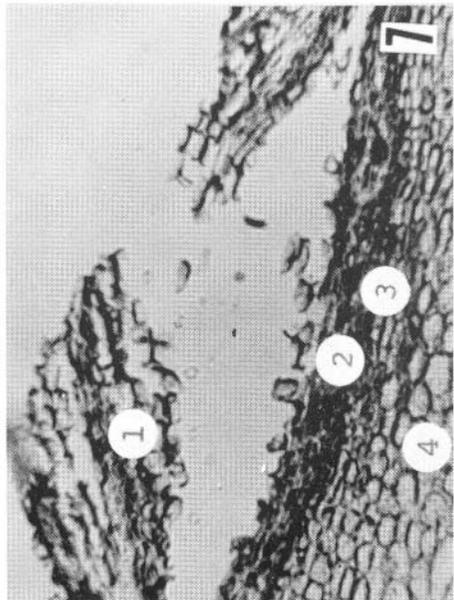
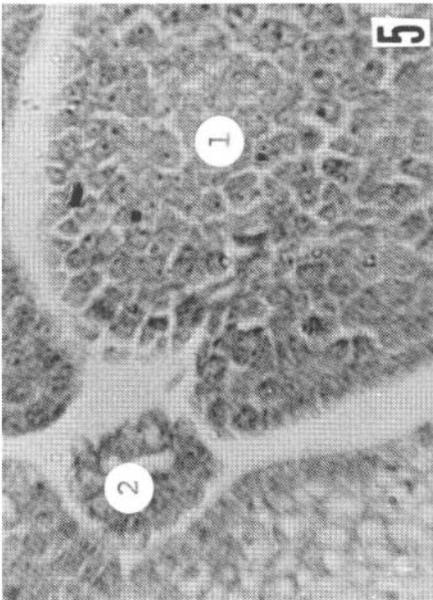
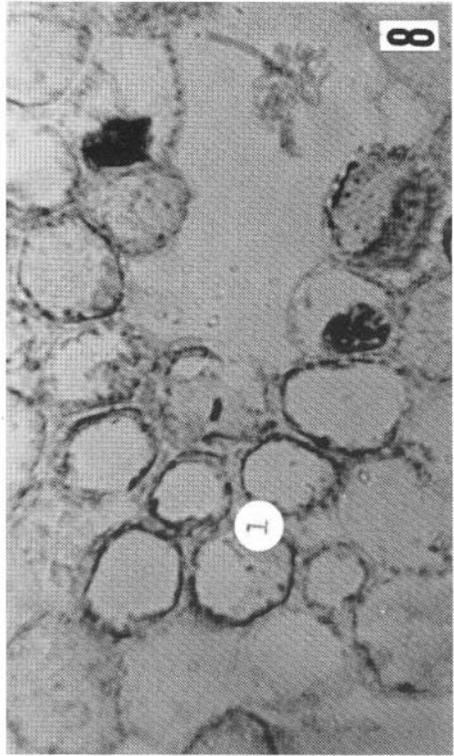
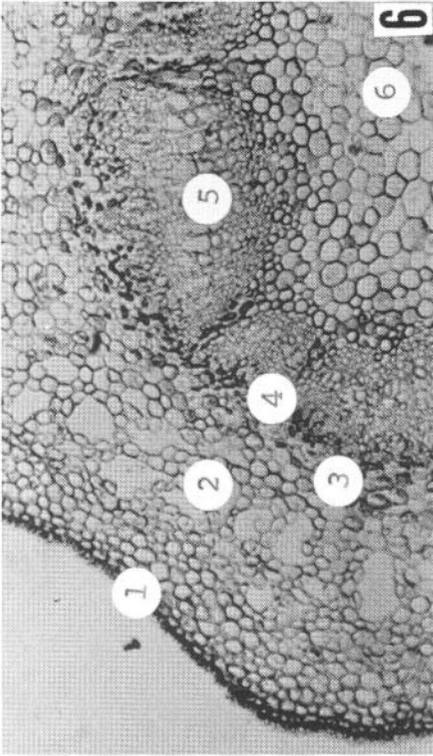
AGRADECIMIENTOS

Deseo agradecer profundamente a los señores Dr. Rafael L. Rodríguez, Dr. Pedro León A. y Rafael A. Hernández la ayuda que me brindaron y que hizo posible la realización de este trabajo.

REFERENCIAS

- Acosta, I. C.
1967. *Descripción anatómica, propiedades físicas y algunos usos de 25 maderas de Costa Rica*. Tesis, Mag. Sc. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, Turrialba, Costa Rica. (Mimeografiado).
- González, M. R.
1970. *Relación entre el peso específico y algunas propiedades mecánicas del Alnus jorullensis H.B.K.* Tesis, Mag. Sc. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, Turrialba, Costa Rica. (Mimeografiado).
- Hunt, I. S.
1967. *Las propiedades y usos de la madera de Alnus*. Bol. Inst. Forestal Latinoamericano. Mérida No. 23, 50 p.
- Metcalf, C. R., & L. Chalk
1950. *Anatomy of the Dicotyledons*. 2a ed. Clarendon Press Oxford, Vol II, 1.300 p.
- Rodríguez, R., L.
1957. Systematic anatomical studies on *Myrrhulendron* and other woody Umbellales. *Univ. Calif. Publ. Bot.*, 29: 145-318.

- Fig. 5. Corte transversal seriado del ápice del brote. 1.200X
1, Células del cuerpo; 2. Primordio foliar
- Fig. 6. Corte transversal del tallo en crecimiento primario. 240X
1, Epidermis; 2, Parénquima lacunar; 3, Protofloema; 4, Cambium; 5, Protoxilema; 6, Médula
- Fig. 7. Sección de la peridermis en corte transversal, mostrando una lenticela. 600X
1, Células de cierre; 2, Células de relleno; 3, Felógeno; 4, Felodermis
- Fig. 8. Corte transversal de la médula del tallo. 1.200X
1. Puntuaciones simples de las células parenquimatosas



- Fig. 9. Corte tangencial del xilema 600X
1, Vaso xilemático con puntuaciones opuestas areoladas; 2, Rayos homogéneos uniseriados
- Fig. 10. Corte tangencial del xilema 600X.
1, Rayo uniseriado; 2, Rayo biseriado

