

CARACTERISTICAS ANATOMICAS DE LA MADERA DE CINCO ESPECIES DEL ESTADO DE JALISCO, MEXICO¹

CARMEN DE LA PAZ PEREZ OLVERA

Y

ALEJANDRA QUINTANAR ISAIAS

Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa
División de Ciencias Biológicas y de la Salud
Departamento de Biología
Apartado Postal 55-535
C.P. 09340, México, D.F.

RESUMEN

Se presenta la descripción macroscópica y microscópica de la madera de *Alnus jorullensis* Kunth, *Clethra mexicana* DC., *Quercus candicans* Née, *Quercus castanea* Née y *Tilia mexicana* Schlecht. recolectadas en el estado de Jalisco.

Se resaltan los caracteres anatómicos distintivos de cada una, y los resultados se comparan con los obtenidos para otros ejemplares de las mismas especies recolectados en distintas localidades del país.

Se observaron diferencias en las propiedades estéticas, el tamaño de los elementos constitutivos, el tipo de porosidad y en la abundancia de contenidos ergásticos.

ABSTRACT

Macroscopic and microscopic features of the wood anatomy of *Alnus jorullensis* Kunth, *Clethra mexicana* DC., *Quercus candicans* Née, *Quercus castanea* Née and *Tilia mexicana* Schlecht. collected in the state of Jalisco are given.

Distinctive anatomical features of each are rebounded, and results are compared with those from other individuals studied in different sites.

Differences in esthetic features, cell elements sizes, in porosity and abundance of ergastic contents were observed.

INTRODUCCION

Las zonas de clima templado de México cuentan con una gran variedad de especies maderables, que por su distribución y abundancia podrían ser destinadas a satisfacer las necesidades de muchas industrias y servicios que actualmente importan este recurso, en perjuicio de nuestra economía.

¹ Estudio financiado en parte por la Dirección General de Investigación Científica y Superación Académica de la Secretaría de Educación Pública. Convenio No. C90-01-0282, No. de registro 900828.

El desconocimiento de las características anatómicas de la madera de gran número de estas especies origina que la mayoría de las veces se recurra al uso improvisado de las mismas, lo que repercute en un bajo rendimiento durante su vida útil ya que no reúnen las especificaciones requeridas para las aplicaciones a las que se destina.

Los taxa estudiados en el presente trabajo han sido descritos con anterioridad, desde el punto de vista anatómico, por Barajas (1980), De la Paz Pérez (1976, 1982), De la Paz Pérez et al. (1982) y Ortega et al. (sin fecha), con base en muestras obtenidas en otras regiones del país.

El estudio de distintos individuos de la misma especie recolectados en diferentes localidades, proporciona información valiosa acerca de su variación anatómica, la cual está influenciada por las características del medio donde éstos habitan y sirve para establecer criterios de selección. Asimismo, la anatomía descriptiva es útil para proponer la introducción de nuevos taxa al mercado o diversificar el uso de los que ya se emplean.

METODOLOGIA

Los taxa estudiados fueron recolectados en el estado de Jalisco y se seleccionaron con base en su gran abundancia y amplia distribución en las zonas templadas de la entidad; se muestreó un árbol por especie y los ejemplares de respaldo se depositaron en el Herbario Metropolitano (UAMIZ) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Datos de recolección.

NOMBRE CIENTIFICO	FAMILIA	LUGAR DE RECOLECCION	REGISTROS Xiloteca Herbario
<i>Alnus jorullensis</i> Kunth	Betulaceae	Atenquique, Jalisco La Media Luna	M-57 26989
<i>Quercus candicans</i> Née	Fagaceae	Atenquique, Jalisco La Media Luna	M-49 27838
<i>Quercus castanea</i> Née	Fagaceae	Atenquique, Jalisco Palos Verdes	M-50 27839
<i>Tilia mexicana</i> Schlecht.	Tiliaceae	Atenquique, Jalisco La Media Luna	M-56 26990
<i>Clethra mexicana</i> DC.	Clethraceae	Atenquique, Jalisco La Media Luna	M-59 26991

El material para los estudios macroscópicos y microscópicos, así como para las muestras de xiloteca, se obtuvo de una troza de 1.30 m de largo medida de base a copa. Las características estéticas se describieron de acuerdo con Tortorelli (1956) y el color se determinó usando las cartas de Munsell (1990).

A la altura de 1.30 m se cortaron dos rodajas de 2 cm de grosor de las cuales se obtuvieron al azar cubos de 2 x 2 cm con el fin de elaborar preparaciones fijas de cortes transversales, tangenciales y radiales y de material disociado, para el estudio microscópico.

El ablandamiento de los cubos se efectuó según la técnica de Kukachka (1977) y el tejido fue disociado por el método de Jeffrey (Johansen, 1940). La tinción de los cortes se hizo con verde yodo y la del material disociado con pardo de Bismarck.

Los caracteres mensurables fueron sometidos a un análisis estadístico y se clasificaron con base en la media, de acuerdo con Chattaway (1932) y IAWA Committee (1937, 1939). Las características microscópicas se describieron siguiendo a IAWA (1989). Los resultados se ilustran con fotografías.

RESULTADOS

1. *Alnus jorullensis* Kunth Betulaceae

Características estéticas

La madera presenta color castaño muy pálido (10YR 7/3), los rayos multiseriados contrastan con el resto de los elementos constitutivos; el brillo es mediano, el veteado suave, la textura mediana y el hilo recto; no tiene olor ni sabor característicos (Lám. 1. Fig. A).

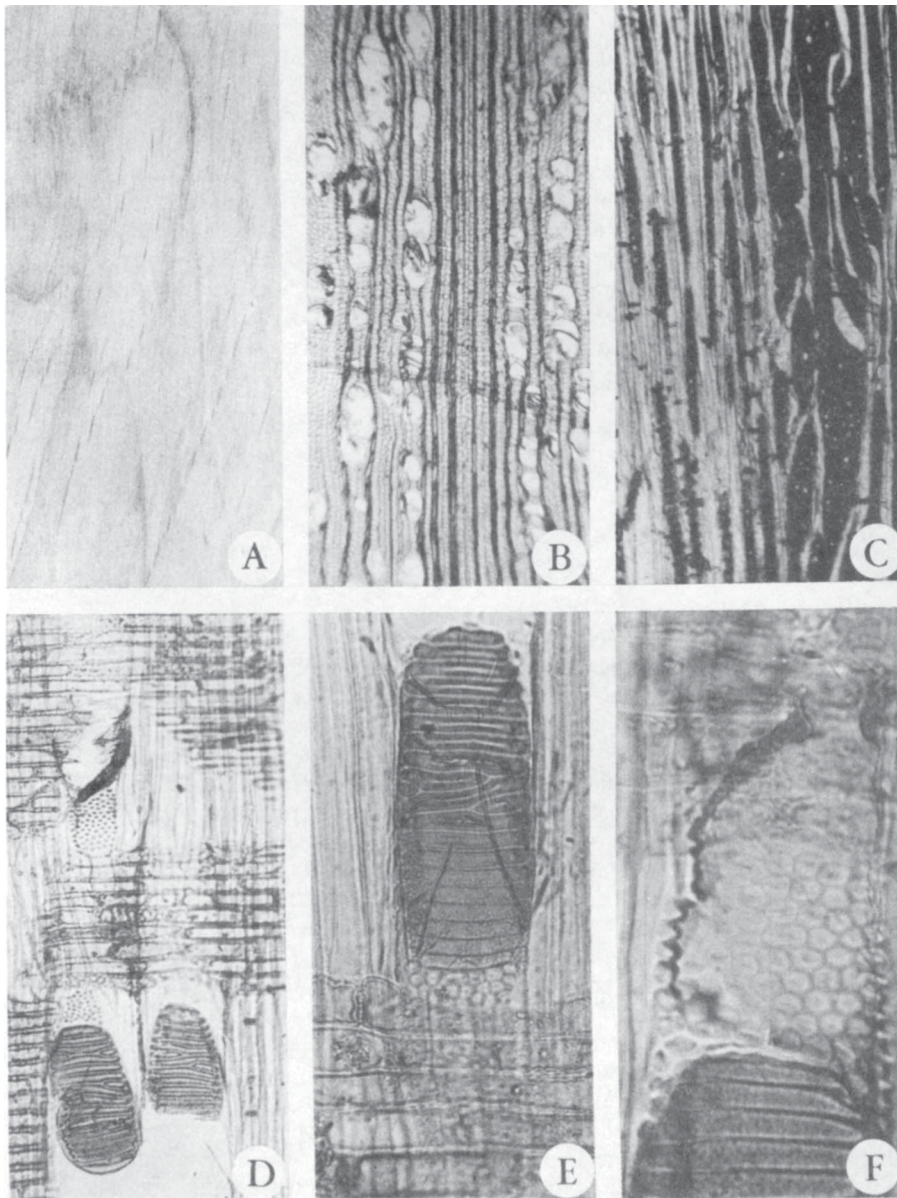
Características estructurales

Los anillos de crecimiento son distinguibles a simple vista, la madera presenta porosidad difusa, los poros están arreglados en hileras radiales, son moderadamente numerosos, 13 (8-14)/mm², en su mayoría múltiples radiales de 2 a 4 y pocos solitarios, de contorno oval, su diámetro tangencial es moderadamente pequeño, de 84 (56-100) µm. Los elementos de vaso son de longitud mediana, de 702 (576-840) µm, con placas perforadas escalariformes, de 14 (12-17) barras, paredes terminales oblicuas y puntuaciones areoladas opuestas y alternas de forma oval. Las puntuaciones de vaso-rayo son similares a las de los vasos (Lám. 1. Figs. B, E y F).

Las fibras son de tipo libriforme, de longitud mediana, de 1134 (984-1968) µm, diámetro fino, de 20 (16-21) µm, paredes delgadas, de 8 (4-9) µm y con puntuaciones simples en las caras radiales (Lám. 1. Figs. B, C y D).

El parénquima axial es difuso y presenta gomas de color ámbar (Lám. 1. Fig. B).

Los rayos son uniseriados y multiseriados, homocelulares, formados por células procumbentes; los primeros son muy numerosos, de 13 (12-16)/mm, extremadamente bajos, de 384 (288-504) µm y muy finos, de 16 (8-18) µm; los multiseriados son algo bajos, de 4176 (1880-5544) µm y muy anchos, de 321 (288-360) µm, son agregados y presentan gomas de color ámbar (Lám. 1. Figs. C y D).



Lám. 1. Figs. A-F. *Alnus jorullensis*. A. Tablilla tangencial; B. Corte transversal (11x); C. Corte tangencial (14x); D. Corte radial (34x); E. Placa perforada escalariforme (88x); F. Puntuaciones intervasculares (138x).

2. *Quercus candicans* Née (Subgénero *Erythrobalanus*)
Fagaceae

Características estéticas

La madera presenta diferencia de color entre albura y duramen, la albura es de color castaño muy pálido (10YR 7/3) y el duramen gris rosáceo (7.5YR 6/2), los rayos multiseriados contrastan con el resto de los elementos constitutivos; el brillo es alto, el veteado pronunciado, la textura gruesa y el hilo recto; no tiene olor ni sabor característicos (Lám. 2. Fig. A).

Características estructurales

Los anillos de crecimiento no son distinguibles a simple vista, la madera presenta porosidad anular no muy marcada, los poros están arreglados en hileras radiales, son poco numerosos, 5 (1-10)/mm², solitarios, la mayoría de contorno oval y algunos circulares, su diámetro tangencial es mediano, de 140 (60-240) µm. Los elementos de vaso son de longitud mediana, de 440 (250-720) µm, con placas perforadas simples, paredes terminales oblicuas y puntuaciones areoladas alternas de forma oval. Las puntuaciones de vaso-rayo son simples, con bordes reducidos y arreglo vertical. La mayoría de los vasos presentan tálides y alrededor de algunos de ellos se encuentran traqueidas vasicéntricas (Lám. 2. Figs. B, E y F).

Las fibras son de tipo libriforme, algunas con septos, de longitud mediana, de 1300 (905-2100) µm, diámetro fino, de 12 (7-20) µm, paredes gruesas, de 17 (10-32) µm y con puntuaciones simples en las caras radiales (Lám. 2. Figs. B, C y D).

El parénquima axial es difuso en agregados y presenta escasos cristales de forma romboidal (Lám. 2. Figs. B y D).

Los rayos son uniseriados y multiseriados, homocelulares, formados por células procumbentes; los primeros son numerosos, de 7 (4-10)/mm, de 8 (2-25) células de altura; los multiseriados son muy altos, de 0.3 a 3 cm, extremadamente anchos, de 700 (200-900) µm y de 32 (13-56) series (Lám. 2. Figs. C y D).

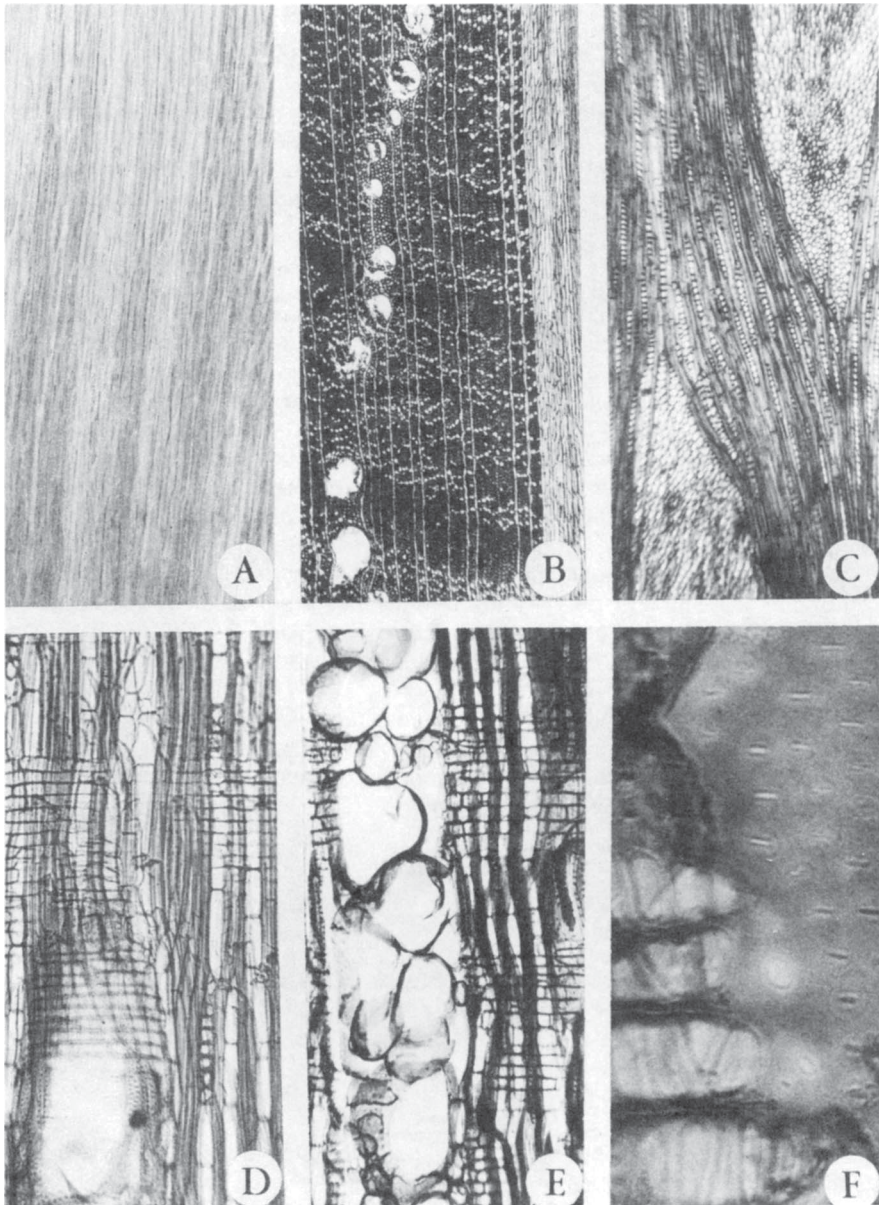
3. *Quercus castanea* Née (Subgénero *Erythrobalanus*)
Fagaceae

Características estéticas

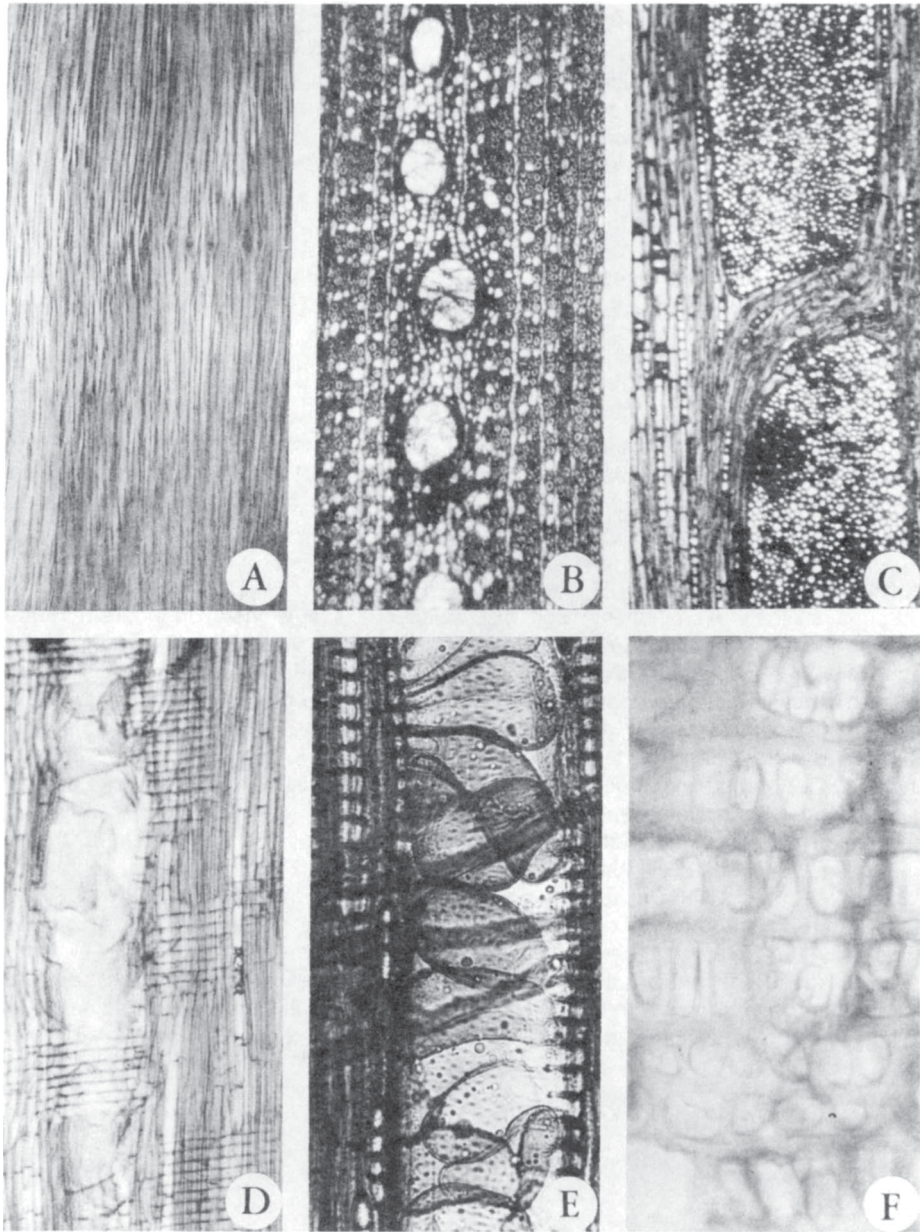
La madera presenta color castaño rojizo claro (5YR 6/3), los rayos multiseriados contrastan con el resto de los elementos constitutivos; el brillo es alto, el veteado pronunciado, la textura gruesa y el hilo recto; no tiene olor ni sabor característicos (Lám. 3. Fig. A).

Características estructurales

Los anillos de crecimiento no son distinguibles a simple vista, la madera presenta porosidad anular no muy marcada, los poros están arreglados en hileras radiales, son poco numerosos, 4 (1-8)/mm², solitarios, la mayoría de contorno oval y algunos circulares, su diámetro tangencial es mediano, de 200 (80-340) µm. Los elementos de vaso son de longitud mediana, de 500 (230-650) µm, con placas perforadas simples, paredes terminales oblicuas y puntuaciones areoladas alternas de forma oval. Las puntuaciones de vaso-rayo



Lám. 2. Figs. A-F. *Quercus candicans*. A. Tablilla tangencial; B. Corte transversal (9x); C. Corte tangencial (11x); D. Corte radial (17x); E. Tíldes (17x); F. Puntuaciones intervasculares y puntuaciones vaso-rayo (138x).



Lám. 3. Figs. A-F. *Quercus castanea*. A. Tablilla tangencial; B. Corte transversal (17x); C. Corte tangencial (17x); D. Corte radial (14x); E. Tíldes (55x); F. Puntuaciones vaso-rayo (138x).

son simples, con bordes reducidos y arreglo vertical. La mayoría de los vasos presentan tílides y alrededor de algunos de ellos se encuentran traqueidas vasicéntricas (Lám. 3. Figs. B, E y F).

Las fibras son de tipo libriforme, algunas con septos, de longitud mediana, de 1215 (690-1900) μm , diámetro fino, de 13 (9-16) μm , paredes gruesas, de 18 (12-22) μm y con puntuaciones simples en las caras radiales (Lám. 3. Figs. B, C y D).

El parénquima axial es difuso en agregados y presenta escasos cristales de forma romboidal (Lám. 3. Figs. B y D).

Los rayos son uniseriados y multiseriados, homocelulares, formados por células procumbentes; los primeros son numerosos, de 10 (8-12)/mm, de 12 (3-30) células de altura; los multiseriados son muy altos, de 0.2 a 4 cm, extremadamente anchos, de 575 (120-609) μm y de 30 (9-47) series (Lám. 3. Figs. C y D).

4. *Tilia mexicana* Schlecht.

Tiliaceae

Características estéticas

La madera presenta color castaño muy pálido (10YR 8/4), el brillo es mediano, el vetado suave, la textura fina y el hilo recto; no tiene olor ni sabor característicos (Lám. 4. Fig. A).

Características estructurales

Los anillos de crecimiento son distinguibles a simple vista, la madera presenta porosidad difusa, los poros están arreglados en hileras radiales, son moderadamente numerosos, 15 (12-17)/mm², en su mayoría múltiples radiales de 2 a 8 y pocos solitarios, de contorno oval, su diámetro tangencial es moderadamente grande, de 266 (120-336) μm . Los elementos de vaso son de longitud mediana, de 487 (432-600) μm , con placas perforadas simples, paredes terminales oblicuas y puntuaciones areoladas alternas de forma oval. Las puntuaciones de vaso-rayo son similares a las de los vasos y se presentan engrosamientos helicoidales en todo el elemento de vaso (Lám. 4. Figs. B, E y F).

Las fibras son de tipo libriforme, de longitud mediana, de 1438 (1080-1800) μm , de diámetro fino, de 20 (15-21) μm , paredes delgadas, de 4 (3-5) μm y con puntuaciones areoladas muy pequeñas en las caras radiales (Lám. 4. Figs. B, C y D).

El parénquima axial es difuso y unilateral y presenta gomas de color ámbar (Lám. 4. Figs. B y D).

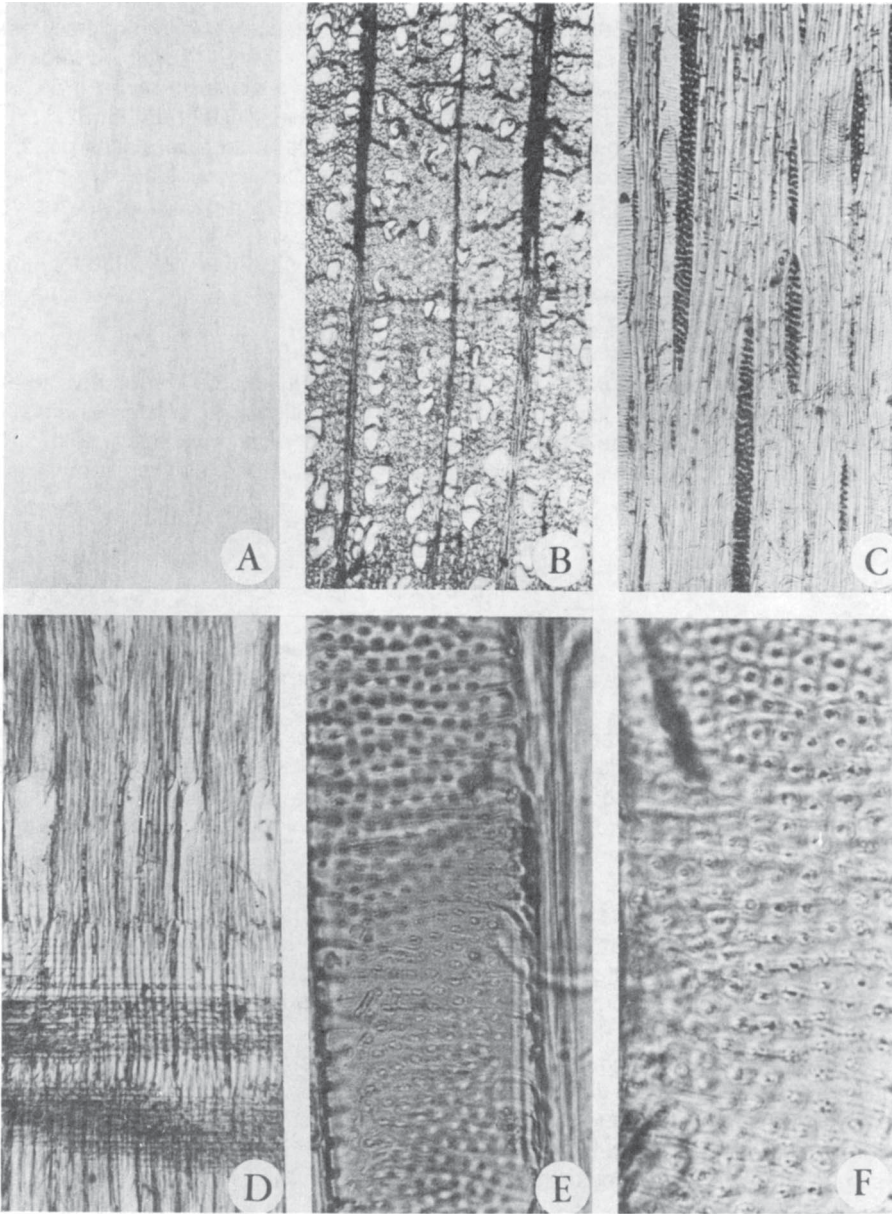
Los rayos son uniseriados y multiseriados, homocelulares, formados por células procumbentes, son poco numerosos, de 3 (2-4)/mm; los multiseriados son bajos de 1480 (1151-1944) μm , de anchura mediana, de 84 (72-96) μm , de 4 (3-5) series y presentan gomas de color ámbar (Lám. 4. Figs. C y D).

5. *Clethra mexicana* DC.

Clethraceae

Características estéticas

La madera presenta color castaño (7.5YR 5/4) con tonalidades castaño oscuros (7.5YR 4/4), el brillo es bajo, el vetado suave, la textura fina y el hilo recto; no tiene olor ni sabor característicos (Lám. 5. Fig. A).



Lám. 4. Figs. A-F. *Tilia mexicana*. A. Tablilla tangencial; B. Corte transversal (9x); C. Corte tangencial (11x); D. Corte radial (11x); E. Engrosamientos helicoidales (108x); F. Puntuaciones intervasculares (173x).

Características estructurales

Los anillos de crecimiento no son distinguibles a simple vista, la madera presenta porosidad difusa, los poros están arreglados en hileras radiales, son moderadamente numerosos, 13 (8-16)/mm², en su mayoría solitarios y pocos múltiples radiales de 2 a 3, de contorno oval, su diámetro tangencial es moderadamente pequeño, de 95 (62-117) µm. Los elementos de vaso son muy largos, de 1464 (1184-2040) µm, con placas perforadas escalariformes, de 31 (24-37) barras, paredes terminales oblicuas y puntuaciones areoladas opuestas de forma oval. Las puntuaciones de vaso-rayo son similares a las de los vasos (Lám. 5. Figs. B, E y F).

Las fibras son de tipo fibrotraqueida, muy largas, de 2654 (2109-3081) µm, de diámetro fino, de 21 (14-24) µm, paredes delgadas, de 8 (4-12) µm y con puntuaciones areoladas en las caras radiales (Lám. 5. Figs. B, C y D).

El parénquima axial es difuso y vasicéntrico (Lám. 5. Fig. B).

Los rayos son uniseriados y multiseriados, heterocelulares, el cuerpo está formado por células procumbentes y los márgenes por 1 a 4 hileras de células erectas, son moderadamente numerosos, de 5 (4-7)/mm; los multiseriados son muy bajos, de 671 (374-936) µm, de anchura mediana, de 80 (55-109) µm, de 5 (3-7) series y presentan gomas de color ámbar (Lám. 5. Figs. C y D).

DISCUSION

La madera de las especies estudiadas presentó divergencias en las características estéticas como consecuencia del tamaño, abundancia, arreglo y tipo de los elementos constitutivos, así como de la cantidad de los contenidos ergásticos presentes en los lúmenes. El color fue de castaño muy pálido a castaño rojizo claro; el brillo se presentó bajo, mediano o alto; el veteadado, suave o pronunciado; y la textura, fina, mediana o gruesa. En cuanto al hilo, siempre fue recto y en ningún caso se presentó olor característico.

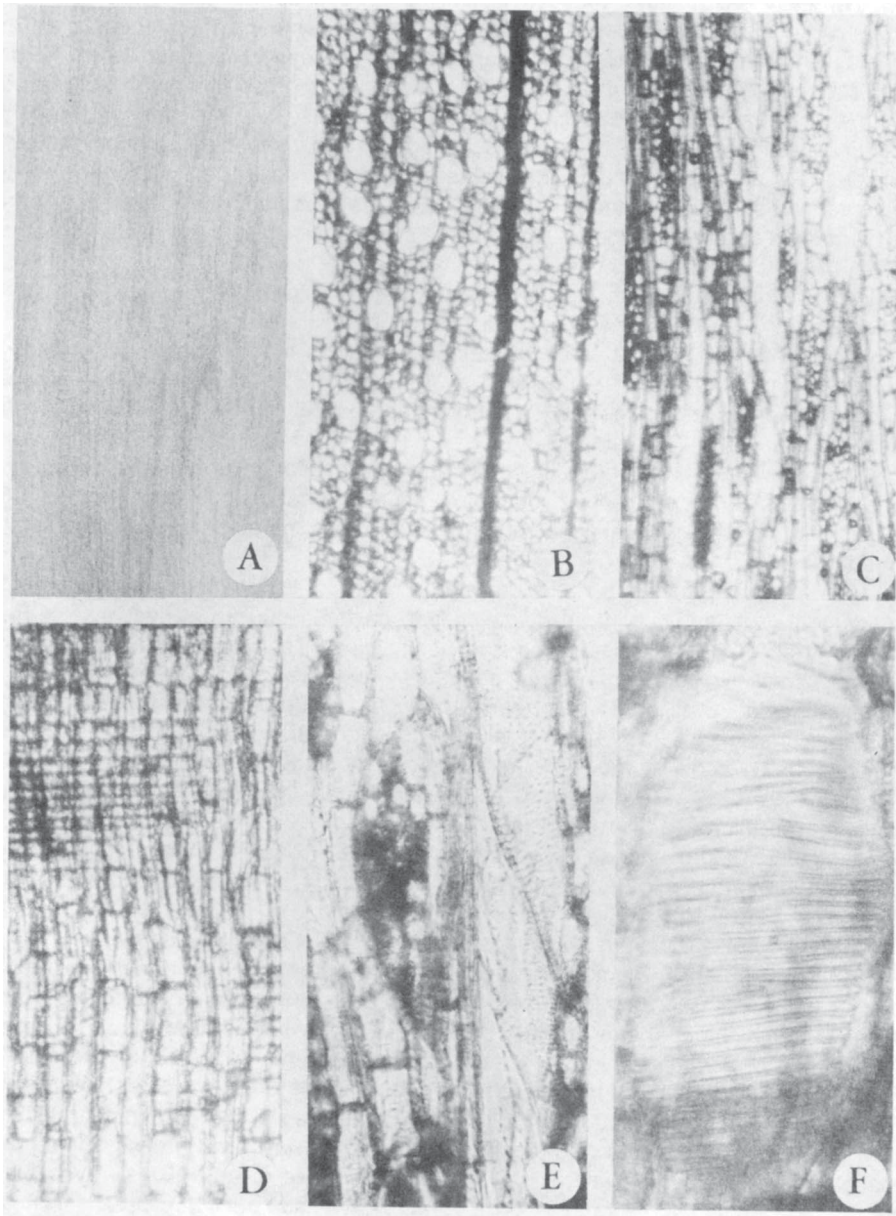
Asimismo, se encontraron diferencias en el tipo de porosidad, en el número y arreglo de los poros, en el tipo y tamaño de los rayos y en el grosor de la pared de las fibras.

La porosidad anular, aunque poco marcada, sólo se presentó en *Quercus candicans* y *Q. castanea* ya que en el resto de las especies es difusa.

Cabe señalar que la madera que muestra poros arreglados en anillos es muy apreciada en el extranjero, ya que adquiere cualidades estéticas y de resistencia especiales, relacionadas con la proporción de madera temprana y tardía, lo cual es el caso de las especies arriba mencionadas.

Otras diferencias detectadas entre las dos especies de encino y las tres restantes, consisten en que las primeras tienen poros poco numerosos y solitarios, rayos uniseriados numerosos, rayos multiseriados muy altos y extremadamente anchos así como fibras de paredes gruesas, en tanto que las segundas presentan poros moderadamente numerosos y en su mayoría múltiples, rayos de 1 a 6 series (*Alnus jorullensis* los presenta agregados) y fibras de paredes delgadas.

Desde el punto de vista anatómico, es posible distinguir entonces dos grupos de maderas cuyos procesos de transformación deben hacerse de distinta forma, así como destinarse a usos diferentes.



Lám. 5. Figs. A-F. *Clethra mexicana*. A. Tablilla tangencial; B. Corte transversal (14x); C. Corte tangencial (14x); D. Corte radial (22x); E. Elementos de vaso (138x); F. Placa perforada escalariforme (275x).

Además, existen características distintivas para cada especie entre las cuales podemos destacar las siguientes: *Alnus jorullensis* tiene puntuaciones areoladas alternas y opuestas en el mismo elemento de vaso, placas perforadas escalariiformes de 12 a 17 barras y rayos agregados; *Quercus candicans* y *Q. castanea* presentan rayos multiseriados muy altos y extremadamente anchos, parénquima difuso en agregados, traqueidas vasicéntricas y tílides en los lúmenes de los vasos; *Tilia mexicana* muestra engrosamientos helicoidales en todo el elemento de vaso; *Clethra mexicana* se distingue por las puntuaciones areoladas opuestas y las placas perforadas escalariiformes de 24 a 37 barras en los elementos de vaso y rayos heterocelulares con márgenes de 1 a 4 hileras de células erectas.

En *Quercus candicans* es mayor la cantidad de parénquima, las fibras son menos gruesas y la porosidad está más marcada que en *Q. castanea*.

Al comparar los resultados de este estudio con los obtenidos por Barajas (1980) y De la Paz Pérez et al. (1982) para *Alnus jorullensis*, *Tilia mexicana* y *Clethra mexicana*, se observa que en general coinciden los patrones anatómicos, sin embargo, se encuentran algunas variaciones.

Alnus jorullensis presenta un color castaño muy pálido, brillo mediano, poros en su mayoría múltiples de 2 a 4 y vasos medianos, a diferencia del descrito por Barajas (1980), proveniente de Veracruz, el cual tiene color rojizo, brillo alto, poros en su mayoría solitarios y vasos largos.

Tilia mexicana presenta un color castaño muy pálido, textura fina, poros de diámetro moderadamente grande y fibras de diámetro fino, en tanto que en el descrito por De la Paz Pérez et al. (1982), procedente de Zapotitlán, Jalisco, el color es amarillo pálido, la textura mediana, los poros de diámetro pequeño y las fibras de diámetro mediano.

Las características observadas para *Clethra mexicana* son muy semejantes a las mencionadas por De la Paz Pérez et al. (1982) y por Barajas (1980), de ejemplares provenientes de Jalisco y Veracruz respectivamente, aunque se presentan diferencias en el color y el veteado. El parénquima axial en los árboles de Jalisco es difuso y vasicéntrico en tanto que es difuso escaso en el de Veracruz.

Igualmente, los resultados obtenidos para las dos especies de encino, comparados con los de la literatura (De la Paz Pérez, 1976, 1982; Ortega, sin fecha), mostraron algunas diferencias.

Entre el árbol de *Quercus candicans* aquí estudiado y el de Michoacán, descrito por De la Paz Pérez (1976), únicamente se encontró variación en los rayos multiseriados. En el primer caso, éstos son extremadamente anchos con mayor número de series y en el segundo, son anchos con menor número de series. En el espécimen de Veracruz descrito por Ortega et al. (sin fecha), los rayos multiseriados son más angostos, la porosidad es difusa y el color es castaño fuerte, mientras que en el de Jalisco el color es gris rosáceo.

Por otro lado, el individuo de *Quercus castanea* de Jalisco presenta abundantes tílides y rayos multiseriados extremadamente anchos, con gran número de series; el de Michoacán, estudiado por De la Paz Pérez (1982), muestra menos tílides, rayos menos anchos, con menor número de series; y el de Veracruz, revisado por Ortega et al. (sin fecha), tiene rayos aún menos anchos y con menos series.

Las diferencias entre los ejemplares de *Quercus* para los rayos multiseriados, el color y la porosidad anular más o menos marcada, influyen tanto en el veteado como en la textura;

por lo que las características estéticas no son iguales en los individuos de Jalisco, Michoacán y Veracruz.

Por lo anteriormente expuesto es recomendable tomar en cuenta la variación que existe entre individuos de la misma especie provenientes de distintas localidades, en el momento de transformar la madera para su aprovechamiento, ya que esto repercute en todas sus propiedades.

AGRADECIMIENTOS

Las autoras agradecen a las autoridades de la Unidad Industrial de Explotación Forestal de Atenquique en el Estado de Jalisco, las facilidades brindadas para la recolección del material de estudio; al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias, el apoyo en la elaboración de las tablillas. Asimismo, al Dr. Ramón Riba y a los MM. en CC. Adolfo Espejo y Ana Rosa López del Departamento de Biología de la Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, la revisión y sugerencias al manuscrito y al Sr. Guillermo Castrejón el procesado de una parte del material fotográfico.

LITERATURA CITADA

- Barajas, J. 1980. Anatomía de maderas de México No. 3. Diez especies del bosque caducifolio de las cercanías de Xalapa, Ver. México. *Biótica* 5(1): 23-40.
- Chattaway, M. 1932. Proposed standards for numerical values used in describing woods. *Trop. Woods* 29: 20-28.
- De la Paz Pérez, C. 1976. Características anatómicas de cinco encinos de México. *Bol. Téc. Inst. Nac. Invest. For.* No. 46. México. D. F. 43 pp.
- De la Paz Pérez, C. 1982. Estructura anatómica de cinco especies del género *Quercus*. *Bol. Téc. Inst. Nac. Invest. For.* No. 88. México. D. F. 63 pp.
- De la Paz Pérez, C., Olvera L. & G. Corral. 1982. Estudio anatómico de la madera de 26 especies de angiospermas de clima templado. *Bol. Téc. Inst. Nac. Invest. For.* No. 91. México. D. F. 126 pp.
- IAWA Committee. 1937. Standard terms of length of vessel members and wood fibers. *Trop. Woods* 51: 21-22.
- IAWA Committee. 1939. Standard terms of size for vessel diameter and ray width. *Trop. Woods* 59: 51-52.
- IAWA Committee. 1989. IAWA list of microscopic features for hardwood identification. *IAWA* 10(3): 219-332.
- Johansen, D. A. 1940. *Plant microtechnique*. McGraw-Hill. Nueva York. 523 pp.
- Kukachka, B. 1977. Sectioning refractory woods for anatomical studies. *Forest Service Research Note FPL-0236*: 1-19.
- Munsell Color Company. 1990. *Munsell soil color charts*. Baltimore, Maryland. 17 pp.
- Ortega, F., Guerrero, L., Carmona T. & C. Córdoba. Sin fecha. Angiospermas arbóreas de México Núm. 1. Anatomía de la madera de veintiocho especies de Cosautlán de Carvajal, Veracruz. *La Madera y Su Uso*. *Bol. Téc.* No. 19. Instituto Nacional de Investigación Sobre Recursos Bióticos-Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco. Xalapa, Veracruz. 179 pp.
- Tortorelli, L. 1956. *Maderas y bosques argentinos*. Acme. Buenos Aires. 910 pp.