

## Características de la madera de *Cedrela odorata* L. (cedro amargo, Meliaceae) en Costa Rica\*

Elizabeth Arnáez,

Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica

Dirección actual: Instituto Tecnológico de Costa Rica, Departamento de Química, Área de Biología, Cartago, Costa Rica.

Eugenia Flores,

Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica

(Recibido el 16 de octubre de 1986)

**Abstract:** *Cedrela odorata* L. is a deciduous tree 30-35 m height and 1.5 m in diameter, native to Costa Rica, which grows in areas ranging from 1500-3000 m.s.n.m.

The wood has coarse and heterogeneous texture, linear grain and superposed arcs in tangential section with 2-4 growth rings 12.5 cm. Porosity is diffuse, circular or semicircular. There is variation in pore size, vessel element length, fiber length, cell wall thickness of fibers and ray composition between specimens collected at different localities. Runkel factor corresponds to Group IV, regular for pulp production; however, the physical and mechanical characteristics show the wood to be excellent for building and cabinetwork.

*Cedrela odorata* Linnaeus (Meliaceae) es una especie originaria de América Tropical; se distribuye en América y Asia, Australasia y las Islas del Pacífico (Lamb 1969; Record y Hess 1949; Ronald 1974; Smith 1960; Styles 1981). En Costa Rica, se encuentra presente en bosques secos y húmedos, de 0 a 2000 m.s.n.m.

Este taxón se conoce comercialmente con el nombre vernáculo de cedro, en las Islas del Caribe y América Latina. Además, recibe otros nombres vernaculares, entre ellos: cedro paraíso (Argentina), cedro cebolla (Panamá), nogal cimarrón (Guanajuato, México), cedro cóbano (Centroamérica), cedro amargo, cedro colorado (Chiapas, México, Centroamérica, Venezuela), cedar, cigarbox, red cedar (ciudades de habla inglesa) y otros más (Lamb 1969; Mendieta y del Amo 1981). *C. guianensis* A.D.R.; *C. para-*

*guarensis* M., *C. mexicana* M.J. Roemer y otros, son sinónimos de *C. odorata* L. (Smith 1959; Styles 1981).

El cedro es un árbol de gran importancia económica y desde hace muchos años se utiliza su madera para la fabricación, por ejemplo, de cajas de tabaco y por su resistencia y durabilidad, en la construcción de lanchas. En América Latina se emplea en construcciones, muebles, tableros, baúles y armarios (Lamb 1969; Record y Hess 1949; Roig 1935). La madera de cedro es más valiosa que la de caoba (*Swietenia macrophylla*), no sólo desde el punto de vista comercial, sino de explotación (Acosta 1949; Hans, *s.f.*; Llach, *s.f.*; Roig 1935).

La explotación de cedro fue y es excesiva, tanto en América Latina como en la zona del Caribe. Son escasos los especímenes utilizables, por lo que actualmente se le sustituye en la industria por otras especies y materiales; no obstante, la madera de cedro es más liviana y durable que la del pino y la caoba, es más fácil de trabajar, seca fácilmente sin alabeo o cuarteo,

\* Financiado por el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT) y la Vicerrectoría de Investigación, Universidad de Costa Rica.

CUADRO 1

*Características meteorológicas y edáficas de las zonas donde se colectó material de Cedrela odorata L. (Meliaceae).*

VARIABLES	Abangaritas (Guanacaste)	El Cairo (Limón)	Florencia (Turrialba-CATIE)
Latitud*	10 10'	10 60' N	09 38'
Longitud*	84 55'	83 31' O	83 38'
Altitud (m)*	110	70	602
Precipitación (mm)*			
Máxima	864 (Oct.)	884.7 (Nov.)	620.6 (Dic.)
Mínima	0 (Ene.-Feb.)	29 (Marzo)	93.6 (Marzo)
Media	191.88	275.68	254.1
Brillo solar (en horas y décimos)*			
Máxima	9.1 (Feb.)	47 (Marzo)	5.1 (Feb.-Marzo)
Mínima	5.2 (Junio)	3.3 (Jun.)	3.8 (Julio)
Media	7.4	4.1	4.6
Temperatura (°C)*			
Máxima	32.5	29.2	26.8
Mínima	22.5	19.9	17.9
Media	27.5	24.4	22.0
Zona de vida**	Bosque Seco Tropical	Bosque muy húmedo Premontano, transición a basal	Bosque muy húmedo. Premontano
Tipo de suelo***	Lithic Ustropept. Suelo poco profundo, seco por más de 90 días al año, asociado con sue- los de características similares con arcillas 2:1 y suelos arcillosos oscuros (Litosol)	Oxic Palehumult. Suelo rojizo, profundo, arcil- loso, pH ácido, baja sa- turación de bases, se asocia con suelos mal drenados.	Typic humitropept. Suelo pardo rojizo, profun- do, bajo en bases y otros, con influencia de cenizas volcánicas (Latosol).

\* Instituto Meteorológico de Costa Rica (1960-1984).

\*\* Tosi, J. (1979).

\*\*\* Pérez, S.: A. Alvarado y E. Ramírez (1978).

mantiene su lugar cuando se manufactura y conserva color, grano y olor atractivos (Lamb 1969; Record y Hess 1949). En Costa Rica, esta especie es muy usada como sombra en cultivos de café y cacao.

El objetivo de este trabajo es determinar las características anatómicas de la madera de cedro en tres localidades de diferentes características geográficas, climáticas y edáficas, así como su posible empleo en pulpa para papel, de acuerdo con el factor Runkel y el Coeficiente de Flexibilidad de Peteri.

## MATERIAL Y METODOS

El trabajo se llevó a cabo en el Laboratorio de Anatomía Vegetal de la Escuela de Biología y en el Laboratorio de Maderas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Costa Rica.

Las muestras provienen de plantaciones forestales de El Cairo (Limón), Florencia Sur (Turrialba-CATIE) y Abangaritas (Guanacaste) (Cuadro 1). Los árboles tenían aproximadamente 15 años de edad y una altura promedio de 18.5 m.

CUADRO 2

*Características de los elementos de los vasos y rayos de Cedrela odorata L. (cedro amargo), procedente de tres zonas de Costa Rica, 1985*

	Elementos de los vasos					Rayos multiseriados				
	Diámetro del poro (transversal) $\mu\text{m}$		Diámetro de la pared lateral ( $\mu\text{m}$ )			Long. (media)	Altura (media)		Ancho (media)	
	Ancho	largo	Prom.	Máximo	Mínimo		$\mu\text{m}$	# células	$\mu\text{m}$	# células
Abangaritas (Guanacaste)	255	352	238	245	220	379	376	15	164	4
Florencia Sur (Turrialba-CATIE)	245	326	244	248	220	390	294	12	5	3
El Cairo (Limón)	450	576	263	265	225	439	413	16	51	3

\* Las medias y ámbitos se basan en 50 mediciones individuales.

El color de la albura y el duramen se describieron según la Carta Estándar de Colores (Fujihira Industry 1965). La descripción macroscópica de la madera se realizó siguiendo las normas de "Identification of Hardwoods" (Lens Key 1960). Se utilizaron discos de madera de 20 cm de longitud y se observó la estructura con ayuda de una lupa de 10 aumentos y una escala milimétrica.

Para la descripción microscópica, se utilizaron muestras de una pulgada cúbica y se orientaron de acuerdo con el sistema de rayos. Además, se separaron los elementos estructurales siguiendo el método de Jeffrey (Johansen 1940). También se hicieron cortes de 20  $\mu\text{m}$  de grosor, en sentido transversal, radial y tangencial. Estos cortes se deshidrataron mediante una serie ascendente de alcoholes y se tiñeron con safranina al 2 %. La estructura microscópica se determinó con la Clave de Identificación para Maderas Duras y se siguió la metodología dada por Moseley y Beeks (1985). Se usó el método de separación que consiste en colocar pequeñas astillas ya limpias en peróxido de hidrógeno al 35 % por 10 minutos para su aclaramiento; luego se continúa lavando con agua destilada y por último, se tiñe con safranina al 2 % en alcohol de 50 %.

Se midió 50 fibras y 50 elementos de los vasos en cada espécimen. Esta medición se llevó a cabo en una pantalla de 14 cm de diámetro, adaptada al microscopio. La clasificación de pulpa de papel se hizo de acuerdo con el Factor

Runkel (Runkel 1952); a la vez, se determinó el Coeficiente de "Flexibilidad de Peteri".

Para el examen con el microscopio electrónico de barrido, las muestras se deshidrataron mediante una serie ascendente de alcohol etílico y se llevaron hasta el punto de secado crítico con  $\text{CO}_2$  líquido. Los especímenes se montaron en soportes de aluminio con pintura conductora de plata. Se cubrió con película de oro y se observó con una tensión de aceleración de 10-15 KV.

## RESULTADOS

La corteza es de color pardo-grisáceo, fisurada, con numerosas lenticelas redondeadas, distribuidas en forma irregular y dispuestas longitudinalmente.

La madera muestra un cambio gradual entre albura y duramen; la albura tiene vetas amarillo claro y pardo grisáceo (7/2 hue-10 YR, Light yellow brownish gray) y el duramen una coloración grisácea pardo rojiza (5/4 hue-5 YR, Gray reddish brown). En condición verde, la madera tiene sabor y olor desagradables (olor a ajo), característicos de la familia Meliaceae; en condición seca, el aroma es agradable y el sabor desagradable.

Los anillos de crecimiento son evidentes a simple vista y los límites están definidos por bandas oscuras y regulares que pertenecen al leño tardío. Son continuos y conspicuos en la madera procedente de Guanacaste e inconspicuos

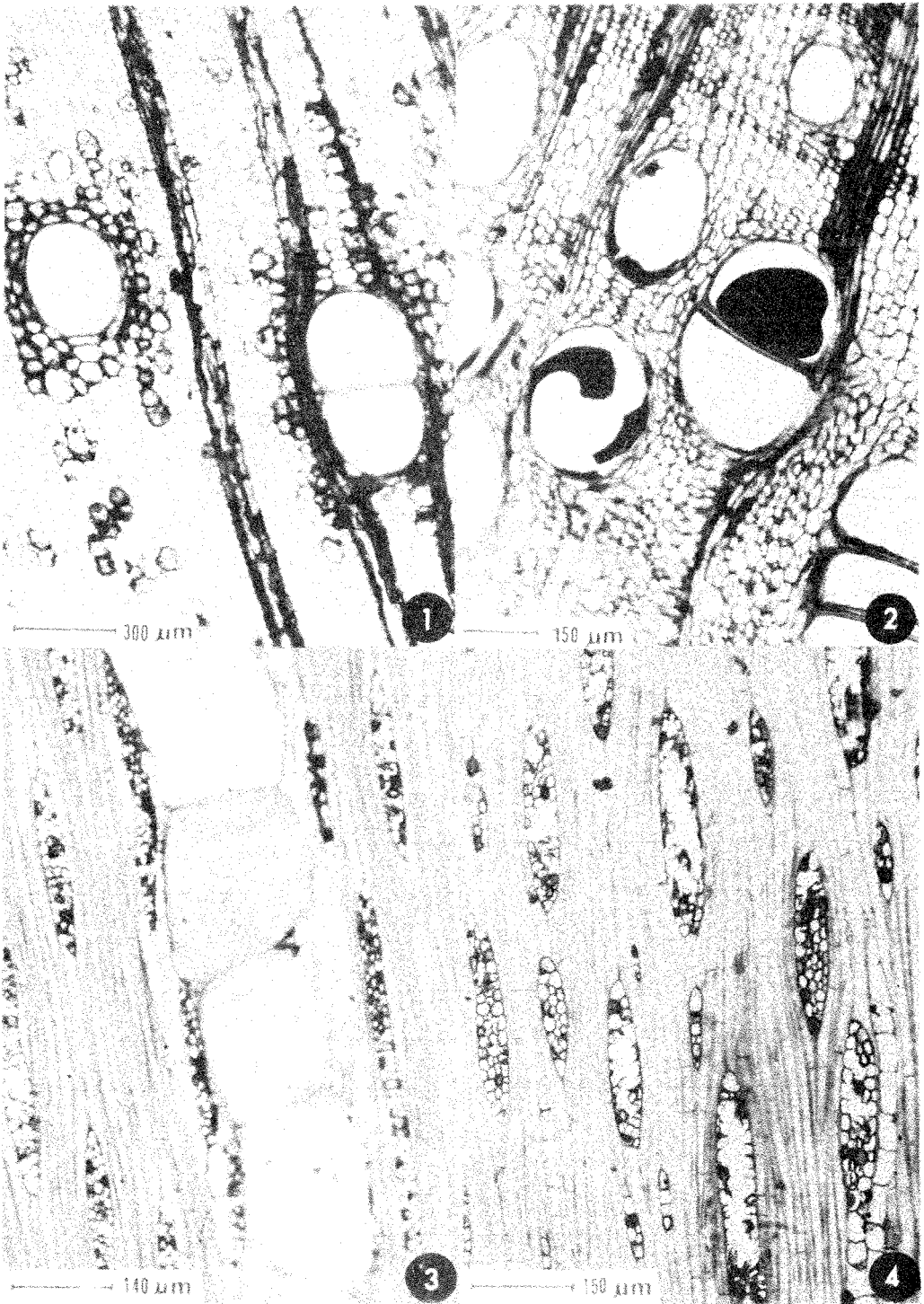
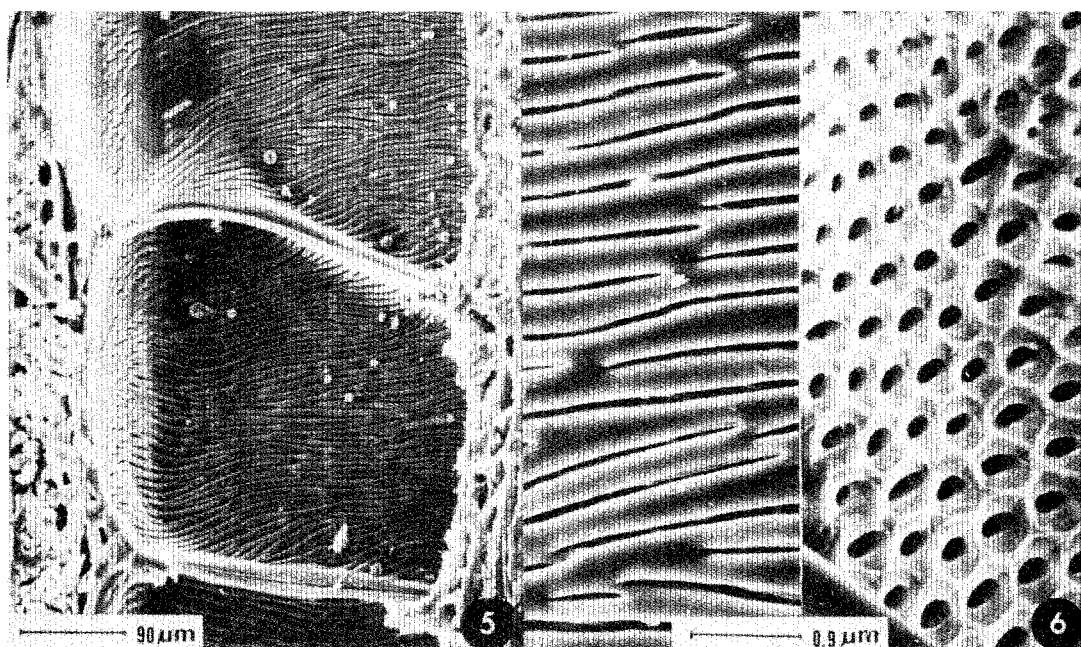


Fig. 1 Madera de *Cedrela odorata* L. (10X).

Fig. 2 Tílides en la madera de *Cedrela odorata* (20X).

Fig. 3 Pared lateral de un elemento del vaso en un corte tangencial de la madera de *Cedrela odorata* (20X).

Fig. 4 Panorámica de la forma de los rayos de la madera de *Cedrela odorata* (20X).

Fig. 5 Panorámica de los elementos de los vasos de la madera de *Cedrela odorata* L. (300X).Fig. 6 Detalle de las puntuaciones presentes en los elementos de los vasos de *Cedrela odorata* L. (300X).

## CUADRO 3

*Tamaño de las fibras de la madera de Cedrela odorata L. (cedro amargo) de tres zonas de Costa Rica, 1985*

Zona	Longitud ( $\mu\text{m}$ )			Diámetro tangencial ( $\mu\text{m}$ )	Diámetro del lumen ( $\mu\text{m}$ )	Grosor de la pared ( $\mu\text{m}$ )
	Media	Máximo	Mínimo			
Abangaritas (Guanacaste)	1 201.6	92	50	25.10	15.30	9.70
Florencia Sur (Turrialba-CATIE)	1 282.0	97	61	25.45	16.20	9.25
El Cairo (Limón)	1 367.4	109	70	24.10	15.45	8.80

\* Las medias y ámbitos se basan en 50 mediciones individuales.

cuos en especímenes procedentes de El Cairo y Turrialba; en general, se observa un promedio de dos a cuatro anillos de crecimiento por cada 2.5 cm. La textura de la madera es gruesa (poros de 245-576) y heterogénea (variación muy marcada entre leño temprano y tardío); de gra-

no lineal o recto, con arcos superpuestos en la cara tangencial debido a la disposición del parénquima, lo que produce un lustre regular en esta cara.

En sección transversal, la porosidad es difusa, circular o semicircular. Los poros son abun-

CUADRO 4

*Factor Runkel y Coeficiente de Flexibilidad de Peteri en Cedrela odorata L. (cedro amargo), según la clasificación de las fibras de madera proveniente de tres zonas de Costa Rica, 1985*

Zonas de estudio	Factor Runkel	Clasificación para pulpa de papel	Coeficiente de Flexibilidad de P.
Abangaritas (Guanacaste)	1.27	Regular Grupo IV	47.93
Florencia Sur (Turrialba-CATIE)	1.14	Regular Grupo IV	50.36
El Cairo (Limón)	1.14	Regular Grupo IV	56.74

dantes (125-250 por mm<sup>2</sup>) en la madera de Abangaritas y la de El Cairo; la madera de Turrialba tiene una densidad de vasos menor (110-150 por 100 mm<sup>2</sup>). Predominan las hileras oblicuas (diagonales) o radiales de poros múltiples. También se encuentran poros solitarios. Los poros son visibles a simple vista y ovalados (Fig. 1). Los elementos de los vasos son moderadamente grandes en diámetro tangencial y medianos de acuerdo con su longitud (Cuadro 2). Con frecuencia se observan tóridos obstruyendo los vasos en la madera procedentes de Abangaritas (Fig. 2). El parénquima axial es apotraqueal difuso y paratraqueal vasicéntrico, aliforme o bandeado (Figs 1,2). Los bandas son continuas, frecuentes y tienen 2-4 células de ancho; con bastante regularidad, éstas contienen cristales romboédricos.

Las placas perforadas son simples, transversas o ligeramente oblicuas, con un ángulo de inclinación inferior a 15° (Figs 3,5). El diámetro de la placa perforada es mayor en la madera de El Cairo (Cuadro 4). Las puntuaciones intervasculares son reticuladas o alternas, de apertura extendida, larga, angosta (Figs 3,5,6). El número de barras se clasifica como muchas (mayor de 15). El ancho de la apertura en el tipo reticulado varía de 1,0-0,5 mm. En el tipo alterno, la apertura es ovalada y la mayoría son incluidas.

Las fibras son fusiformes, a veces septadas (2-7 septos) y con puntuaciones simples (Fig. 4). Su tamaño es mediano (Cuadro 3), siendo más largas las de los especímenes de El Cairo. El diámetro tangencial es cercano a las 25 µm y el del lumen variable (Cuadro 3). El valor del Factor Runkel y el Coeficiente de Flexibilidad de Peteri de las maderas provenientes de diferentes zonas se indica en el Cuadro 4.

Los rayos no presentan un patrón constante; existen varios tipos heterogéneos y usualmente son multiseriados. El ancho y la altura es variable; no obstante, la madera procedente de Guanacaste tiene rayos más anchos. La mayoría de los rayos multiseriados presenta un rango variaciones de 149-626 µm de alto y 216-224 µm de ancho en su parte media. Los rayos uniseriados miden de 12-15 µm de ancho y 88-294 µm de longitud (Fig. 4).

## DISCUSION

Los poros tienen mayor diámetro transversal y los vasos son más largos en la madera proveniente de El Cairo, Limón (Cuadro 2). También se observa variación en la longitud y ancho de los rayos, la longitud de las fibras y el grosor de la pared de las mismas (Cuadro 3). El Cuadro 1 permite observar que los parámetros que varían en esta zona respecto a las otras dos, son la precipitación media y el tipo de suelo. En estudios similares se encontró que la variabilidad y la calidad de la madera- entre ellos: longitud de la fibra, gravedad específica, propiedades mecánicas, forma del árbol y otros- estaban relacionados en gran parte con los factores ambientales tales como: luz, suelo, humedad y temperatura (Jane 1970). De acuerdo con el Factor Runkel, la pulpa de *Cedrela odorata* L. se clasifica como Grupo IV, regular para papel; no obstante, la madera proveniente de Guanacaste tiene un valor más alto.

El Coeficiente de Flexibilidad de Peteri es diferente en cada caso y por lo tanto, la flexibilidad de las fibras varía con la procedencia.

Las propiedades físicas y mecánicas de la madera de esta especie permiten clasificarla como moderadamente pesada, de fácil secado al aire, apta para trabajar y muy durable (González y González 1973); sin embargo, sería conveniente estudiar la variación de las propiedades físicas en maderas procedentes de diferentes zonas.

### RESUMEN

*Cedrela odorata* L. es un árbol caducifolio de 30-35 m de altura y 1,5 m de diámetro, nativo de Costa Rica, que crece entre los 1500-2000 m.s.n.m.

La madera varía estructuralmente de acuerdo con la zona de procedencia y es de calidad regular para la obtención de pulpa para papel; no obstante, es excelente para ebanistería y construcción.

### REFERENCIAS

- Acosta, M. 1954. El cedro centroamericano en el Ecuador, *Cedrela mexicana* Roemer. Instituto Ecuatoriano de Ciencias Naturales No. 5, Ecuador. 16 p.
- Fujichira Industry. 1965. The standard Soil Color Chart. Nippon Shikisaisha, Japón. 149p.
- González, M. & G. González. 1973. Propiedades físicas, mecánicas, usos y otras características de algunas maderas comercialmente importantes en Costa Rica. Parte II, Costa Rica. 51 p.
- Haris, G. (*sin fecha*). Características generales macroscópicas y microscópicas de 113 especies panameñas. Parte II, Panamá. 453 p.
- Jane, F. 1970. The structure of wood. Adam & Charles Black, Londres. 444 p.
- Johansen, D. 1940. Plant microtechnique. Mac Graw Hill Book, Nueva York. 523 p.
- Lamb, A. 1969. Especies maderables de crecimiento rápido en la tierra baja tropical. *Cedrela odorata* L. Instituto Forestal Latinoamericano de Investigación-Capación, Venezuela, Boletín No. 31-31, p. 15-59.
- Lens Key. 1960. Identification of Hodwoods (sin. paginación).
- Llach, L. (*sin fecha*) Propiedades físicas y mecánicas de 113 especies panameñas. Parte III, Panamá, p. 499-501.
- Mendieta, R. & Silvia del Amo. 1981. Plantas medicinales del Estado de Yucatán. Instituto Nacional de Investigación sobre Recursos Bióticos. Compañía Editorial Continental, México, p. 90.
- Moseley, M. & R. Beeks. 1955. Studies of the Garryaceae. I. The comparative morphology and phylogeny. Phytomorph. 5: 314-346.
- Pérez, S.; A. Alvarado & E. Ramírez. 1978. Asociaciones de subgrupos de suelos de Costa Rica. Escala 1:200,000.
- Record, S. & R. Hess. 1949. Timbers of the New World. Yale University Press, Londres, p. 359-374.
- Roig, J. 1935. El cedro. Estudio botánico agrícola. Estación agronómica, Cuba. 31 p.
- Ronald, M. 1974. The geograph of the flowering plants. Longmans, Nueva York, p. 201.
- Runkel, R. 1952. Pulp from Tropical Wood. Tappi 35: 174-178.
- Smith, C. 1959. The species of *Cedrela* (Meliaceae), p. 368. In International Botanical Congress. -9 th Montreal, 1959 (Proceedings, Ottawa, Vol. II).
- Smith, C. 1960. A revision of *Cedrela* (Meliaceae). Field. Bot. 29: 295-317.
- Styles, B. 1981. Swietenioideae, p. 359-394. In Pennington. T.; B. Styles y D. Taylor (Eds.). Flora Neotropica. Monograph No. 28.
- Tosi, J. 1979. Mapa ecológico, basado en zonas de vida. Costa Rica. Escala 1:750000.