

DELIMITACIÓN DE LA MADERA JUVENIL Y MADERA MADURA EN VIRUTAS DE *Cedrela odorata* L

DELIMITATION OF THE YOUNG WOOD AND MATURE WOOD CHIP OF *Cedrela odorata* L

YESSIKA BIASNEY SERNA-MOSQUERA¹, AMPARO BORJA DE LA ROSA²

RESUMEN

Se delimitó la madera juvenil y madura de cedro en virutas colectadas en el Centro Multipropósito de la Universidad Tecnológica del Chocó. Para la delimitación de la madera, se utilizó la densidad básica (Db) de la misma, que se obtuvo seccionando las virutas a cada centímetro desde la médula hasta la corteza; cada una de éstas se pesó en estado saturado y en estado anhidro, después que se secaron en horno a $103^{\circ}\text{C} \pm 2$. La Db fue de 0.39 g/cm^3 , valor que se encuentra entre los rangos citados para diferentes lugares de Latinoamérica en donde se cultiva la especie; con estos valores se estableció que la madera cambia de juvenil a madura \pm a los 13 cm de sección radial desde la médula a la corteza, cuando los árboles alcanzan en promedio 26 cm de diámetro.

Palabras clave: *Cedrela odorata*; Madera juvenil; Madera madura; Densidad básica; Regresión segmentada; Virutas.

ABSTRACT

The juvenile and mature wood of cedar was defined, in chips collected in the Center Multipurpose of the Universidad Tecnológica del Chocó. For the delimitation of the wood, the basic density of the wood was used. This was obtained cutting the chips to each centimeter from the marrow until the bark, and each one of these was weighed in saturated state and in anhydrous state after they dried off in oven to $103^{\circ}\text{C} \pm 2$. The basic density was of 0.39 g/cm^3 , value that is among the ranges mentioned for different places of Latin America where the species is cultivated; with these value was settled down that the wood changes of juvenile to mature \pm to the 13 cm of radial section from the marrow to the bark, when the trees reach 26 diameter cm on the average.

Keywords: *Cedrela odorata*; Young wood; Mature wood; Basic density; Segmented regression; Wood chips.

INTRODUCCIÓN

La calidad de la madera destinada a proveer de material fibroso a la industria de la pulpa y el papel está determinada por la variabilidad de sus características anatómicas, físicas y químicas. Algunas de estas características son la densidad de la madera, la longitud de fibras, el espesor de la pared y la composición química (Yanchuk *et al.* 1990).

La densidad es una de las propiedades más importantes para la determinación de la calidad y uso final de la madera (Van Buijtenen 1982) y es un atributo asociado con el rendimiento del proceso industrial, la resistencia del papel y su opacidad (Villegas *et al.* 2005).

La literatura indica que la madera juvenil está asociada con una edad fisiológica temprana de las cé-

-
1. Docente e investigadora, Grupo de Investigación en Sistemas Productivos, Universidad Tecnológica del Chocó, Quibdó, Colombia. e-mail: yebisemo@hotmail.com
 2. Docente, División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo, México. e-mail: aborja@correo.chapingo.mx
- Fecha de recibido: Marzo 4, 2009 Fecha de aprobación: Septiembre 27, 2009

lulas cambiales y presenta menor densidad, elementos fibrosos más cortos y propiedades de resistencia menores en comparación con la madera madura (Yanchuk *et al.* 1990). En la industria de la pulpa y el papel, afecta en forma negativa la calidad y uniformidad de la materia prima y puede influir sobre las operaciones de proceso, el rendimiento y la calidad del producto (Tasissa y Burkhart 1997). Por tanto, es necesario conocer la edad en la que el árbol deja de producir madera juvenil y comienza a formar madera madura. Este conocimiento permitiría definir tratamientos silvícolas y modificar los turnos de corta en pro de obtener mayor porcentaje de madera madura.

El objetivo de este trabajo fue delimitar el cambio o transición de la madera juvenil a madura en virutas de cedro y aportar datos sobre el conocimiento de la tecnología de la especie del Chocó.

Descripción del área de colecta. Las virutas se colectaron en el Centro Multipropósito de la Universidad Tecnológica del Chocó (CMUTCH), en el municipio de Lloró, Chocó, ubicado sobre la margen derecha del río Atrato aguas abajo, a unos diez minutos de la cabecera municipal de Lloró; geográficamente está a 5°30'37" de latitud norte y a 76°33'15" de longitud oeste, T° de 28°C y una precipitación que alcanza hasta los 13,300 mm/año.

MATERIALES Y MÉTODOS

Colecta y obtención del material de estudio. se colectaron virutas de siete árboles de cedro, para su posterior estudio tecnológico. Para seleccionar los árboles se tuvo en cuenta el DAP, apariencia física, calidad y estado fitosanitario. De cada árbol se obtuvo una viruta al diámetro normal, con un taladro de Presslers de doce milímetros; para su traslado, las virutas se depositaron en recipientes con agua, que se cambió varias veces hasta llegar a la Universidad Autónoma Chapingo en México, en donde las autoras estudiaban o trabajaban.

Obtención de la densidad básica de la madera.

Para determinar la Db se tomó la mitad de cada viruta, se obtuvieron probetas de un centímetro de largo, desde la médula a la corteza y se sumergieron en agua para evitar la pérdida de humedad; de la mitad de cada probeta se obtuvo el peso en estado verde por el método de desplazamiento de agua en una balanza analítica y después el peso en estado anhidro. Para esto último, se colocaron las muestras en un horno a 103°C±2, durante 24 horas; cuando presentaron un peso constante se pesaron de nuevo para obtener el peso anhidro.

Con los datos, se obtuvo la Db de la especie con la siguiente fórmula dada por Smith (1954) para muestras pequeñas:

$$Db = \frac{1}{\frac{P_h}{P_o} - 0.346}$$

donde:

Db: densidad básica (g/cm³)

Po: peso anhidro (g)

Ph: Peso húmedo (cm³)

0.346: Constante (gravedad específica)

Delimitación de la madera juvenil a madera madura.

Teniendo en cuenta que la madera juvenil lleva consigo una variación de características que la diferencian del resto de la madera de un árbol, en este trabajo se utilizó la metodología de la regresión segmentada del patrón radial de las virutas; se consideró como variable de respuesta la Db y como variable explicativa la sección de crecimiento en diámetro. Esta metodología indica que la sección radial que muestre el cuadrado medio de error más bajo después de correr el modelo ajustado, será indicador de un cambio en el comportamiento de la característica estudiada.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para la delimitación del cambio de la madera juvenil

a madera madura, se empleó una regresión segmentada. Este método supone que en el patrón radial de cada característica (densidad), existe un cambio notorio en la pendiente de la línea de regresión y que la edad o sección donde ocurre este cambio de pendiente, representa la sección o zona de transición o cambio de madera juvenil a madera madura, porque permite identificar el punto de inflexión en donde cambia la pendiente, lo que equivale a determinar el punto de interés en función de la característica de estudio.

En este orden, el modelo que define una regresión segmentada se explica por:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 \chi_i + \beta_2 (\chi_i - T) \chi_2 + \varepsilon_i \quad (1)$$

donde:

Y_i : densidad básica;

β_0 : i-ésima sección de crecimiento;

β_1 : sección de transición,

β_2 : variable indicadora;

T: edad de transición de madera juvenil a madura;

ε_i : error aleatorio de la i-ésima observación (sección).

En el modelo reducido:

Si $\chi_2 = 0$ (segmento de madera juvenil), el modelo (1) se obtiene:

$$E[Y_i] = \beta_0 + \beta_1 \chi_i \quad (2)$$

Si $\chi_2 = 1$ (segmento de madera madura) del modelo (1) se obtiene:

$$E[Y_i] = (\beta_0 + \beta_2 T) + (\beta_1 + \beta_2) \chi_i \quad (3)$$

La justificación de usar la regresión segmentada (modelo 1), supone que se conoce el valor de T; sin embargo, es ese el valor que deseamos conocer,

por lo cual se ajustó el modelo a la base de datos de la característica, haciendo variar T tantas veces como secciones se tiene de las virutas de madera, y al final para la densidad se eligió el cuadrado medio de error más bajo; ese valor representa entonces la delimitación del cambio de la madera juvenil a madera madura.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Delimitación del cambio o transición de madera juvenil a madera madura. La madera presentó un aumento gradual hasta los 13 cm (sección) en la característica estudiada; en este caso se utilizó la densidad básica a lo largo de la sección radial, a la altura normal (1.30 m). Las secciones tuvieron un aumento de 1 cm desde la médula a la corteza y se pudo apreciar, teniendo en cuenta el cuadrado medio de error más bajo, que el cambio de la madera juvenil a madera madura ocurre en esta sección según este principio. Por lo que éste supone el cambio de la pendiente en donde ocurre el punto de inflexión en ambas curvas, por tanto bajo este principio se produce este cambio alrededor de los 13 cm de la sección radial del árbol (Figura 1).

Esta zona corresponde a un diámetro de los árboles de ± 26 cm, lo que indica que el cedro en este sitio, podría alcanzar la madurez \pm a los 26 cm de diámetro, muy cerca de la corteza.

Se aprecia en la Figura 2 el límite entre madera juvenil y madura. La madera juvenil, de acuerdo con este análisis, mostró una pequeña variación entre la sección correspondiente a los 4 y 9 cm; la madera madura, mostró variación constante entre las secciones correspondientes a esa pequeña porción.

La Db promedio de la madera fue de 0.39 g/cm^3 . La madera juvenil delimitada hasta 13 cm, mostró una densidad de 0.39 g/cm^3 y la madera madura presentó 0.38 g/cm^3 , siendo éstas muy similares. Se produjo una distribución cuyos máximos y mínimos fueron, para la madera juvenil 0.42 g/cm^3 y 0.36 g/

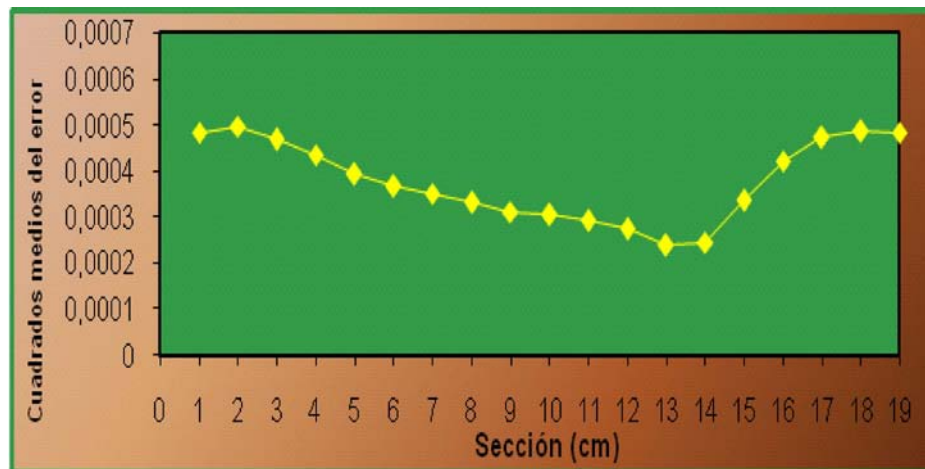


Figura 1. Cuadrados medios de error de *Cedrela odorata*, utilizando la Db como patrón para ajustar modelos de regresión segmentada

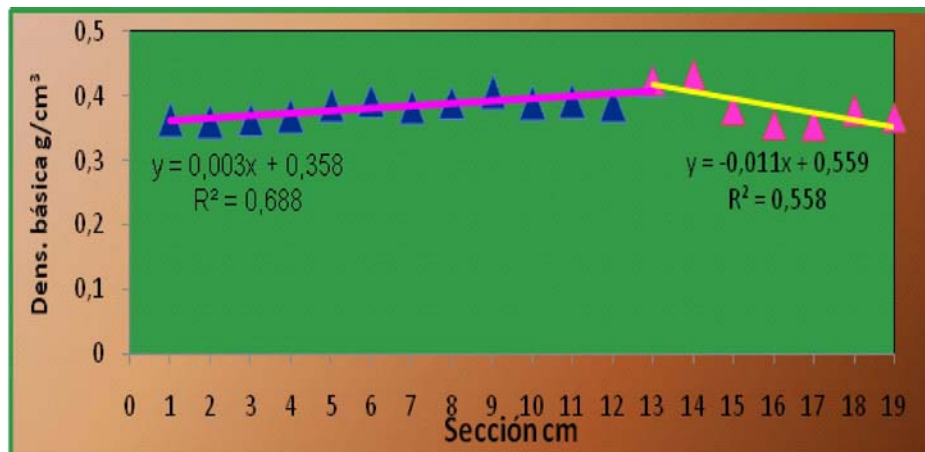


Figura 2. Delimitación de la madera juvenil y madura de *Cedrela odorata* L utilizando la Db, ajustando dos modelos de regresión segmentada

cm³ y para la madera madura 0.43 g/cm³ y 0.35 g/cm³, respectivamente, con valores muy parecidos; esto sugiere que hay gran cantidad de madera juvenil en estos individuos, que se decreta en la delimitación de la transición de juvenil a madura que ocurre muy cerca de la corteza, lo que demuestra que ésta ha sido aprovechada con un alto porcentaje de madera juvenil, lo que podría ocasionar el deterioro rápido de las piezas que de allí se elaboran.

El valor de densidad básica, un poco más alto para la madera juvenil en relación con la madura, probablemente se deba al elevado y variable crecimiento que presenta la especie en las etapas juveniles bus-

cando la estabilización de la madera. Los árboles seleccionados mostraron estar aún en desarrollo, con diámetros promedio de 30 cm; se espera su estabilización en la etapa adulta y que tiendan a acercarse a otros reportes, conociendo que la madera está clasificada como ligera (Vignote 1996).

Al comparar este estudio con la Db en otros reportes para Latinoamérica, se evidencia que están en el rango de los revelados por diferentes autores: CONFEMADERAS (2004), informó Db de 0.38 g/cm³ y FAO (1998) expresó un valor de 0.32 g/cm³ para la especie. En otro estudio de maderas comerciales Richter *et al.* (2000) informó 0.46 g/

Tabla 1
Medias, máximos, mínimos, desviación estándar y coeficientes de variación de la
madera de *Cedrela odorata* L utilizando Db como patrón

Variable	Media	Máximo	Mínimo	Desviación estandar	CV
Madera juvenil	0.39	0.42	0.36	0.018	0.046
Madera madura	0.38	0.43	0.35	0.028	0.073

cm³, que es muy superior al encontrado en este estudio y a otros informes de la especie.

El modelo para la madera juvenil fue $Y=0,003x+0,358$ con un $R^2=0.688$ y la madera madura fue $Y=-0,011x+0,559$ con un $R^2=0.558$. Como referencia en el desvío estándar, la madera madura obtuvo un 0.028 valor más alto que en la madera juvenil que fue de 0.018, con una $p=0.001$ (Tabla 1).

CONCLUSIONES

La madera cambia de estado juvenil a madura a los 13 cm de sección radial para este sitio de estudio y alcanza la madurez probablemente a los 26 cm de diámetro normal; asimismo, presenta una Db promedio de 39 g/cm³. Por tanto, sugiere ser una madera ligera que no presenta complicaciones para su transformación y acabado, pero podría presentar deterioro rápido de las piezas que se elaboren con ella, por su alta cantidad de madera juvenil.

LITERATURA CITADA

- CONFEMADERAS.** 2004. *Guía práctica de especies de madera*. N° 24, 3ª ficha 28004. Madrid: CONFEMADERA-Confederación Española de Empresarios de la Madera C/Sagasta: 32 p.
- FAO-GCP/BOL/028/NET.** 1998. *Información técnica para el procesamiento de 94 especies alternativas de Bolivia*. La Paz: Editorial; 372 p.
- Richter I. G., Dallwitz M. J.** 2000. *Commercial timbers: descriptions, illustrations entification, and information retrieval*. Version: 16th April 2006. En línea. [fecha de acceso: 9 de septiembre de 2008]. URL disponible en: <http://delta-intkey.com/>
- Smith, D. M.** 1954. *Maximum moisture content method for determining specific gravity of small wood samples*. For USDA Serv. FPL Rep. 2014. 8 p.
- Tasissa, G., Burkhart, H. E.** 1998. Juvenile-mature wood demarcation in loblolly pine trees. *Wood Fiber Sci.* **30** (2): 118-27.
- Van Buijtenen, J. P.** 1982. Fiber for the future. *TAPPI.* **65** (8): 10-2.
- Vignote P. S., Jiménez F.** 1996. *Tecnología de la madera*. Madrid: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. 606 p.
- Villegas, M. S., Marlats, R.** 2005. Altura de extracción de la muestra para la evaluación de densidad básica y blanca en madera de *Salix* sp. *Bosque.* **26** (3): 121-32.
- Yanchuk A. D., Micko, M. M.** 1990. Radial variation of wood density and fibre length in trembling aspen. *IAWA Bull.* **11** (2): 211-5.