



DENSIDAD, COMPOSICIÓN QUÍMICA Y CONTENIDO FIBROSO DE LA MADERA DE *PETERIBÍ*, *CORDIA* *TRICHOTOMA* (VELL) JOHNS

Núñez, Carlos E.

Programa de Investigación de Celulosa y Papel

Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales - U.Na.M.

Félix de Azara N° 1552 - Posadas - Misiones. - (3300) Telefax: 03752- 423745.

Correo Electrónico: nunez@fceqyn.unam.edu.ar

WOOD DENSITY, CHEMICAL COMPOSITION AND FIBER CONTENT OF *Cordia trichotoma* (Vell) Johns. WOOD

ABSTRACT

Cordia trichotoma, is a high value South American hardwood resource. Supposing its industrial culture is possible, thinnings could be used as papermaking raw materials. With this objective, *C. trichotoma* wood density, chemical composition and wood structure were studied. While old wood is in general very dense, sapwood could be adequate for these uses. *C. trichotoma* cellulose and extractives content are superior and hemicelluloses quantity is lower than in regional *Eucalyptus* species. Wood structure shows higher fibers, similar vessel elements, and lower parenchyma cells content. These results confirm a possible paper-making use of thinnings before heartwood formation.

KEY WORDS: *Cordia*, wood structure, wood density, chemical composition, plant tissues, South America.

RESUMEN

Cordia trichotoma es una especie de alto valor maderero indicada como de posible forestación comercial en el norte del Cono Sur sudamericano. Suponiendo su cultivo en plantaciones de alta cantidad de individuos por hectárea, se estudió su densidad de madera, composición química y celular, para un eventual uso de los raleos como materia prima papelera. Se encontró que el duramen es demasiado denso para ello y su albura aunque densa podría utilizarse como tal. Posee más celulosa y extractivos que la madera de los *Eucalyptus* papeleros de la región, en detrimento del contenido de hemicelulosas. En cuanto a la proporción de tejidos celulares tiene más fibras, similar contenido de elementos vasculares y mucho menos parénquima. Estos resultados confirman la posible utilización de los raleos que no hayan formado duramen.

PALABRAS CLAVES: *Cordia trichotoma*, aptitud papelera, densidad de madera, estructura leñosa, composición química, composición celular.

Cordia trichotoma, (Vell) Johns., llamado comúnmente *Peteribí*, es una especie de la familia de las borragináceas, que crece en toda la zona septentrional del Cono Sur sudamericano.

Como otras especies del género *Cordia*, posee madera de alto valor comercial, utilizada para muebles y ebanistería, aunque su utilización se halla restringida actualmente debido a la escasez de rollizos comerciales dentro de los montes naturales.

Por su características silvícolas es una de las especies de latifoliadas autóctonas factibles de implantar en futuros bosques de maderas de ley [1] [2].

En su elección se tuvo en cuenta el criterio de optimización del uso del suelo como biomasa, es decir, realizar plantaciones densas de las que se harían raleos periódicos hasta dejar los mejores individuos para madera. De esta forma los rollizos extraídos podrían ser materia prima fibrosa, de la misma manera como se manejan actualmente las plantaciones de coníferas.

El presente trabajo es una recopilación de estudios parciales realizados entre 1987 y 1995, a los que se le da ahora una presentación conjunta. Ello explica la utilización de algunos estándares de análisis TAPPI que han sido posteriormente recodificados y colocados entre los de pulpa y papel, hecho que no invalida de manera alguna los resultados obtenidos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Madera

Se trabajó con cinco troncos provenientes de árboles de la provincia de Misiones: cuatro de ellos de la selva natural (localidades de Puerto Piray, Alba Posse y Cerro Azul), y el restante del arboreto del Jardín Botánico de Posadas. Sus diámetros estaban comprendidos entre 15 y 34 cm de diámetro.

En todos los casos se despuntaron y cortaron en rodajas de aproximadamente 20 cm de espesor. Una rodaja del centro se guardó para la caracterización botánica y el estudio de los anillos de crecimiento.

Del resto de las rodajas se extrajeron dos sectores circulares en ángulo recto, que se descortezaron y trozaron manualmente en forma de *chips*, de aproximadamente 20 x 15 x 3 mm.

El peso de estos *chips* fue de alrededor de 2 Kg que luego del cuarteo se redujeron a 400 g.

Una alícuota del cuarteo fue convertida en aserrín en un molino tipo Willey hasta que todo pasó por tamiz de 40 *mesh*, y con este material se efectuaron los análisis químicos.

Para la realización de los disgregados necesarios para la medición de los tres tipos de tejidos, fibras, parénquima y elementos vasculares, se trató otra alícuota de los *chips* seleccionados con licor *Kraft* de 20% de álcali activo y 30% de sulfidez durante ocho días a reflujo.

Posteriormente se trataron con solución de clorito de sodio y ácido acético a 60°C, hasta desfibración parcial. El material disgregado fue paulatinamente extraído para evitar un exceso de deslignificación.

Este método especial, más laborioso que los utilizados corrientemente, fue necesario para mediciones biométricas sobre las fibras cuyos resultados se publicarán en otro trabajo.

Para la determinación de las densidades se confeccionaron paralelepípedos a partir de las rodajas secas, primero al aire y luego a estufa, midiéndoles el volumen de dos formas: por geometría y por desplazamiento. Ambos métodos dieron resultados coincidentes dentro de un rango de $\pm 0,007 \text{ g/cm}^3$.

De esta manera se midieron las densidades referidas a peso seco sobre volumen seco, que se denominarán D_s .

Las densidades D_s se pueden convertir a densidades básicas (D_b , peso seco a estufa sobre volumen verde), por medio de la expresión

$$\log D_b = 0,2513 + 0,8592 \log D_s$$

que proviene de datos experimentales sobre varias especies de coníferas y latifoliadas, según se publicara en un trabajo anterior [3].

Análisis químico

Se utilizaron los siguientes métodos:

Preparación muestra: TAPPI T12-os75.

Soluble alcohol benceno: TAPPI T5-os73.

Soluble alcohol: TAPPI T5-os73. Esta determinación no rutinaria se efectuó por el eventual contenido de taninos no solubles en alcohol - benceno.

Soluble agua caliente: TAPPI T1-os59.

Soluble NaOH 1%: TAPPI T4-os59.

Lignina insoluble en ácido: TAPPI T13-m58.

Lignina soluble en ácido: método espectrofotométrico UV TAPPI UM 250.

Holocelulosa: método de Jaime modificado. La holocelulosa luego de tres tratamientos con clorito se corrigió por lignina residual por medio de su N° de Kappa de acuerdo con la expresión $\text{lignina \%} = 0,135 \times \text{N}^\circ \text{ de Kappa}$.

Celulosa: método de Saifert [4].

Composición celular

Se efectuó clasificando en el equipo Bauer-MacNett una fracción de 10 gramos representativa de la muestra completa. Cada una de las fracciones fue pesada y luego analizada al microscopio contando los porcentuales de los tres tipos de tejidos: fibras, elementos vasculares y parénquima, a los que se les aplicaron los factores de peso calculados según el método de Hillton [5].

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Densidad de madera

Las densidades medidas en las muestras de la madera en estudio se describen en la Tabla 1.

Los valores de densidad del duramen no corresponden a todos los troncos, puesto que en tres de ellos no se había iniciado su formación.

Sin embargo en los dos que lo poseían, se puede observar una considerable diferencia en los valores de densidades con respecto a la albura.

Si se toman los trabajos realizados para latifoliadas de bajas latitudes, las densidades más adecuadas para el pulpado químico están comprendidas entre los valores de Ds de 0,50 - 0,60 g/cm³ [6] [7] [8] [9] [10]. Ello indicaría que la albura de *C. trichotoma* estaría algo por encima del óptimo, mientras que el duramen sería ostensiblemente denso.

Observaciones microscópicas realizadas demostraron que, como era de esperar, este aumento en la densidad del duramen se debe a la oclusión de sustancias tílicas y tanoides, que se sabe dificultan grandemente el pulpado, por lo que se concluye que desde este punto de vista el duramen del *Cordia trichotoma* prácticamente no tendría valor papelerero.

Aceptando la premisa previamente expuesta de la utilización como fibra de eventuales raleos de *Peteribí*, quedaría definido el uso del duramen para madera, y la albura, incluidos los costaneros, para pulpa.

Está bien demostrada la buena relación existente entre densidad y algunas propiedades de la hoja. Se pueden citar los trabajos de Petroff [11] y Navarro [7], quienes estudiaron especies tropicales semejantes a la examinada, y la síntesis de Higgins *et al.* [2] para *Eucalyptus*.

De la comparación de estos trabajos surge como intento predictivo que, de una madera con la densidad de la albura del *Peteribí*, se podrían esperar pulpas químicas con menores valores de resistencia a la tracción y explosión, y mayores de opacidad y densidad que las elaboradas con las maderas más livianas utilizadas comúnmente.

Por el contrario, posiblemente la resistencia al rasgado sería igual o mayor, puesto que este parámetro está correlacionado principalmente al espesor de pared, que es a su vez proporcional a la densidad de la madera.

Composición química

En la Tabla 2 se muestran los valores hallados, y su comparación con la de los *Eucalyptus* utilizados para pulpa en el norte de la Mesopotamia Argentina.

De la Tabla 2 se desprende que en líneas generales la madera en estudio tiene variaciones

Tabla 1: Densidades de madera de *Cordia trichotoma*

	Ds máx.	Ds mín.	Ds prom.	Db máx.	Db mín.	Db prom.
Albura	0,64	0,69	0,65	0,57	0,53	0,54
Duramen	0,77	0,79	0,78	0,63	0,62	0,62
Madera total	0,66	0,71	0,68	0,58	0,54	0,54

Tabla 2: Composición química de las muestras de *Cordia trichotoma* comparada con *Eucalyptus grandis*, (% sobre madera seca total)

Fila	DETERMINACIÓN	<i>C. trich.</i>	<i>E. grandis</i> (14)
1	Soluble en alcohol-benceno	4,0	1,2-2,9
2	Soluble en alcohol	0,3	
3	Soluble en agua caliente		1,1 - 1,8
4	Soluble en NaOH 1%	15,5	18,0 - 22,8
5	Lignina insoluble en ácido	28,1	24,1 - 26,7
6	Lignina soluble en ácido	1,1	3,0 - 3,9
7	Lignina total 5 + 6	29,2	27,5 - 29,8
8	Holocelulosa determinada	68,2	68,9 - 71,2
9	Holocel. calc. $100 - (1+2+3+7)$	64,7	
10	Celulosa Saifert	47,1	42,7 - 45,8
11	SUMATIVO de 1, 2, 3, 7 y 8	103,5	100,1 - 101,1
12	Hemicel. calc. $100 - (1+2+3+7+10)$	17,6	22,9 - 24,4

destacadas en su composición química con respecto al *Eucalyptus* utilizado para pulpa en la región.

Las mismas se pueden sintetizar en un mayor tenor de celulosa, lignina y extractivos, en detrimento, aparentemente, de las hemicelulosas.

Como se sabe, no hay métodos confiables para determinar hemicelulosas y holocelulosa.

Habitualmente, las primeras se estiman por diferencia del resto de las sustancias determinadas, como se ve en la fila 12 de la Tabla 2. En este caso efectivamente se cumple que el tenor de hemicelulosas es marcadamente menor que el de los *Eucalyptus*.

Una corroboración sobre el bajo tenor de hemicelulosas se consigue comparando la fracción soluble en NaOH al 1%, que es función del contenido de estas sustancias en la madera.

Con respecto a la holocelulosa, el valor de 68,2 de la fila 8 es seguramente muy elevado, puesto que como se comprueba cuando se hace la corrección por lignina que se hiciera en los valores de *Eucalyptus* [13], la holocelulosa baja varios puntos, que coincide con el 3,5% de exceso que da el sumativo de la columna 11.

Ello se confirma porque al hacer la resta entre el 100% de la madera y los extractivos y lignina, se obtiene 64,7 de hemicelulosas.

Por lo tanto, una estimación bastante confiable de la composición química del *C. trichotoma*, según los criterios descritos sería la que se da en la Tabla 3.

Por consiguiente, y comparando los valores de las dos maderas, se puede resumir que el *Peteribí* posee mayor contenido de celulosa y

Tabla 3: Composición química corregida de *Cordia trichotoma*. (Los valores calculados por correcciones se escriben en bastardilla)

Fila	DETERMINACIÓN	<i>C. trich.</i>	<i>E. grandis</i> (14)
1	Total extractivos	6,1	1,2 - 2,9
2	Total lignina	29,2	27,5 - 29,8
3	Celulosa Saifert	47,1	42,7 - 45,8
4	<i>Hemicelul. calc. 100 - (1+2+3)</i>	17,6	22,9 - 24,4
5	<i>Holocel. calc. 100 - (1+2-)</i>	64,7	
6	SUMATIVO de 1, 2 y 3	99,0	100,1 - 101,1

extractivos en detrimento de las hemicelulosas, manteniéndose igual la cantidad de lignina.

Dado que los rendimientos de pulpas químicas son función del contenido de celulosa, es de esperar que esta madera los dé significativamente mayores que el *Eucalyptus grandis*.

El bajo contenido de hemicelulosas influiría negativamente en un fácil refinado de las pulpas, además de modificar otras propiedades ópticas.

Con respecto al valor de lignina cercano al 29,2%, es normal para las maderas de bajas latitudes. Así Navarro [10] halló 27,1% para el promedio de 79 especies de Surinam y Petroff [9], 28 - 32% para la clase modal de 1.000 especies tropicales. Las maderas de la selva misionera, de donde proviene el *Peteribí*, dan valores algo más bajos; el promedio de 16 de ellas según Zilli [13], sumados a análisis del PROCYP [3] dio 26,0.

Proporción de elementos celulares

En los resultados que se detallan en la Tabla N° 3, se puede observar la proporción en peso de los diversos tejidos que componen la madera, comparados con la de *Eucalyptus grandis*.

Se aprecia que el *C. Trichotoma* posee una cantidad significativamente mayor de fibra, en detrimento principalmente del tejido parenquimático.

La diferencia es considerable, 14 contra 24%. Ello significaría que las hojas realizadas con pulpa de *Peteribí* tendrían menor cantidad de elemen-

tos isodiamétricos, y por ende una lisura más pobre, mayor porosidad y menor drenabilidad que las de *Eucalyptus grandis*.

Con respecto a las resistencias es difícil predecir pero posiblemente se vean favorecidas las que dependen de la resistencia individual de fibras como el rasgado.

CONCLUSIONES

De la madera de los cinco individuos analizados de *Cordia trichotoma* se desprende:

1. la densidad de la albura está en el límite superior del rango utilizado para pulpas. El duramen es marcadamente más denso y por ende debiera descartarse como eventual recurso fibroso. Estos resultados hacen mantener la premisa de la utilización de albura para pulpa y el duramen como madera de ley;
2. *C. trichotoma* tiene más celulosa y extractivos, igual tenor de lignina y menos hemicelulosas que los *Eucalyptus* papeleros;
3. con respecto a los tejidos celulares posee más fibra y ostensiblemente menos células parenquimáticas que dichas maderas.

AGRADECIMIENTOS

Por la colaboración en la recolección de las muestras a Roberto Pascutti, R. Meaurio y Victoriano Benítez, de "Celulosa Argentina" Fca.

Tabla 4: Proporción en peso de elementos celulares de la clasificación realizada en clasificador Bauer- Mc Nett

RET. EN MESH N°	PESO TOTAL FRACC. (g)	PESO FIBRAS (g)	PESO ELEM. VASCUL. (g)	PESO ELEM. PARENO. (g)
30	2,92	2,92	0,00	0,00
50	4,08	4,03	0,04	0,01
100	1,38	0,67	0,67	0,04
150	0,21	0,00	0,08	0,13
325	1,25	0,00	0,20	0,15
TOTAL	9,94	7,62	0,99	1,33
RACIONAL.	100%	76%	10%	14%
<i>EUCALYP.</i>	100%	62%	14%	24%

Puerto Piray; al Aserradero “Alba Posse” de Posadas; al productor R. Ruthge de Cerro Azul y a la “Asociación Jardín Botánico” de Posadas, todos de la provincia de Misiones.

PERSONAL TÉCNICO INTERVINIENTE

Laboratorio químico: Olga Barboza; Mónica Reinoso; Carlos Núñez (PROCYP).

Laboratorio microscopía: Raquel Fretes; Carlos Núñez (PROCYP).

REFERENCIAS

- MARADEI, D., *Proceedings*. Primeras Jornadas Técnicas Sobre Bosques Implantados en el Noreste Argentino. Facultad de Ciencias Forestales - UNaM. Eldorado - Misiones. 1982. Pág. 105.
- MARADEI, D., *Ídem anterior*. Pág. 111.
- NÚÑEZ, C.; ELY, R., *ATIPCA* 27(3). 1988. Pág. 28.
- JAIME J., *Métodos de Análisis Químicos de Madera*. Merck Ag-Darmstad. 1957.

5. HILLTON, N. R., *Microscopía de la Madera*. Celulosa Argentina S.A. Capitán Bermúdez. 1970.

6. PETROFF, F., *Boletín N° 53*. Instituto Forestal Latino-Americano de Investigación y Capacitación. Mérida. 1978.

7. NAVARRO, J., *Evaluación de Mezclas de Maderas Frondosas Tropicales Para la Fabricación de Pulpa y Papel*. FAO. Roma. 1976.

8. HIGGINS, H. G.; DE JOUNG, J.; BALODIS, B.; PHILLIPS, G. H.; COLLEY, J., *TAPPI* 56 (8). Pág. 127. 1973.

9. HILLIS, W. E., *APITTA* 33 (5). Pág. 339. 1980.

10. ZILLI, N., *Latifoliadas Naturales de Misiones. Investigación de sus Aptitudes*. Informe Interno Celulosa Argentina S.A. Fecha desconocida.

11. PETROFF, F., *Boletín N° 53*. Instituto Forestal Latino-Americano de Investigación y Capacitación. Mérida. 1978.

12. HIGGINS, H. G.; DE JOUNG, J.; BALODIS, B.; PHILLIPS, G. H.; COLLEY, J., *TAPPI* 56 (8). Pág. 127. 1973.

13. NÚÑEZ, C. E.; FELISSIA, F. E., *Proceedings*. 24° Congreso Técnico sobre Celulosa y Papel. ATIPCA, Buenos Aires. Tomo 1. Páginas 213 a 223. Noviembre de 1988.