ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE TRES ESPECIES RECONOCIDAS COMERCIALMENTE BAJO EL NOMBRE DE CEBIL

STUDY OF PHYSICAL PROPERTIES IN THREE SPECIES COMMERCIALLY KNOWN AS CEBIL

María Mercedes Refort¹ Eleana María Spavento^{2,4} Gabriel Darío Keil ^{3,4}

> Fecha de recepción: 30/05/2011 Fecha de aceptación: 19/09/2011

- 1. Ingeniera Forestal, profesional independiente. mmrefort@gmail.com
- 2.Ingeniera Forestal, Jefe de Trabajos Prácticos Ordinaria Auxiliar diplomada Ordinaria. eleanaspavento@yahoo.com.ar
- 3. Ingeniero Forestal M. Sc. Profesor Adjunto Ordinario. gabrieldkeil@yahoo.com.ar
- 4. Cursos de Xilotecnología e Industrias de Transformación Mecánica. Departamento de Ingeniería Agrícola y Forestal; Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP.

SUMMARY

Woods commercially known under the generic name of Cebil, although they do not have a technological characteristic that allows to differentiate them, they have a high demand in the national and international markets. The objective of this study was to characterize Horco cebil, Cebil moro and Cebil Colorado's sapwood and heartwood, by means of their physical properties. Moisture content, apparent, anhydrous and normal densities (12%MC) and dimensional changes were determined. Sapwood and heartwood were heavy in all the cases, except in the Cebil moro's heartwood, that was very heavy. The Cebil colorado's heartwood was very unstable, Cebil moro's was unstable, and Horco cebil's was very stable. Sapwood was unstable in Cebil Colorado, moderately stable in Cebil moro and stable in Horco cebil. The differences found in the physical parameters should be considered in processing and using the wood of these species.

Key words: Horco cebil, Cebil moro, Cebil colorado, Sapwood, heartwood

RESUMEN

Las maderas conocidas bajo el nombre genérico de Cebil, si bien no cuentan con una caracterización tecnológica que permita diferenciarlas, presentan alta demanda en el mercado nacional e internacional. El objetivo fue caracterizar la albura y el duramen de Horco cebil, Cebil moro y Cebil colorado, mediante sus propiedades físicas. Se determinaron contenido de humedad, densidad aparente anhidra y normal (al 12% CH) y cambios dimensionales. La albura y el duramen resultaron pesados en todos los casos, excepto en el duramen de Cebil moro, el cual fue muy pesado. El duramen de Cebil colorado fue muy inestable, el de Cebil moro inestable y el de Horco cebil muy estable. Con respecto a la albura esta fue inestable en Cebil colorado, moderadamente estable en Cebil moro y estable Horco cebil. Las diferencias halladas en los parámetros físicos, deberían ser consideradas en el procesamiento y uso de la madera de estas especies.

Palabras claves: Horco cebil, Cebil moro, Cebil colorado, albura, duramen.

INTRODUCCIÓN

Actualmente Argentina cuenta con aproximadamente 31 millones de hectáreas de bosques nativos de las cuales 4 millones se encuentran en la región forestal Selva Tucumano Boliviana o "Yungas", la cual se extiende desde el límite con Bolivia hasta la provincia de Catamarca, constituyendo una franja estrecha y discontinua sobre la ladera este de la Cordillera Oriental y las Sierras Subandinas, las cuales abarcan las provincias de Salta, Jujuy, Tucumán y Catamarca (SAyDS, 2007).

En dicha región, se reconocen tres subregiones: la Selva Pedemontana, entre los 350 y 800 m.s.n.m., actualmente transformada, en su mayor parte, en áreas de agricultura intensiva; la Selva Montana, entre los 800 y 1300 m.s.n.m., donde la principal actividad es la explotación forestal y la ganadería invernal; y el Bosque Montano, entre los 1300 y 1800 m.s.n.m., el cual se encuentra en un proceso de transformación a pastizales debido a la actividad ganadera (BROWN, 2009; SAYDS, 2007).

En la Selva Pedemontana las principales especies arbóreas que se encuentran son: Petiribí "Cordia trichotoma", Nogal "Juglans australis",

Palo blanco "Calycophyllum multiflorum", Guayaibí "Patagonula americana", (SAyDS, 2007), como así también las especies de cebil: Cebil colorado (Anadenanthera colubrina (Vell.) Brenan var. cebil (Griseb.) Altschul, Horco cebil (Parapiptadenia excelsa (Griseb.) Burkart) y Cebil moro (Piptadenia aff. macrocarpa Burkart) (TORTORELLI, 2009). Dichas especies son utilizadas para la producción de madera aserrada, extracción de tanino, elaboración de compensados, pisos de madera, chapas, leña y carbón vegetal (SALUSSO, 2008).

La madera comercialmente conocida como cebil, presenta alta demanda tanto en el mercado nacional para su uso en la construcción, como así también en el mercado internacional. En este sentido, ha ingresado al mercado maderero de China reemplazando a maderas nativas provenientes de Brasil y de Estados Unidos para su uso en parquet y decking (ORTIZ, 2007). La razón principal por la cual estas maderas se comercializan bajo el nombre genérico de cebil, se debe a la falta de una caracterización tecnológica que permita su diferenciación.

De acuerdo con esto es necesario brindar información de estas especies forestales nativas tanto sobre crecimiento, fenología, germinación, como así también sobre sus propiedades físico-mecánicas, con el propósito de diferenciarlas en el mercado de acuerdo a las aptitudes que presentan cada una de ellas (TERÁN Y ROSA, ca 2000).

Las propiedades físicas son aquellas que determinan su comportamiento ante los factores que intervienen en el medio ambiente natural sin que éste actúe química ni mecánicamente en su estructura interna. Dentro de ellas, la densidad aparente es muy importante ya que de ella dependen la mayoría de sus características físicas y mecánicas. Asimismo, las variaciones de volumen, son consideradas

propiedades físicas importantes debido a que pueden limitar el uso de algunas maderas (RIVERO MORENO, 2004; CORONEL, 1994).

Como hipótesis de trabajo se consideró que la madera denominada en el mercado bajo el nombre genérico de cebil, posee diferencias en sus propiedades físicas, entre especies y entre albura y duramen dentro de la misma especie.

El objetivo de este trabajo fue caracterizar la albura y el duramen de Horco cebil, Cebil moro y Cebil colorado, mediante el estudio de sus propiedades físicas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se trabajó con madera de Cebil colorado, Horco cebil y Cebil moro, proveniente de la Finca Pintascayo (rodal norte 22°43′44″LS; 64°33′25″LO y rodal sur 22°51′17″LS; 64°35′43″LO; Fuente: Google Earth) ubicada en la región de las Yungas, noroeste de la ciudad de Orán, provincia de Salta.

El material apeado fue identificado y rotulado en el lugar de origen por el personal del campo antes de ser aserrado y enviado a la ciudad de La Plata, provincia de Buenos Aires para su estudio. El mismo fue recepcionado en la cátedra de Xilotecnología, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata, en forma de listones de madera (25 de duramen y 25 de albura por especie).

Dicho material fue testeado periódicamente en su contenido de humedad, hasta la humedad de equilibrio higroscópico (HEH), empleando higrómetro electrónico (GANN, Hydromette HT 85). Una vez alcanzada dicha HEH, el material fue procesado en carpintería para la obtención de probetas dimensionadas según normas IRAM (Tabla 1), acondicionadas, clasificadas e identificadas.

Tabla 1. Normas, número de repeticiones y dimensiones de las probetas Table 1. Standards, repetitions and dimensions of the specimen

	Norma	Número de probetas						
Ensayo		Horco cebil		Cebil moro		Cebil colorado		Dimensión (mm)
		Albura	Duramen	Albura	Duramen	Albura	Duramen	•
Contenido de humedad	IRAM 9532	30	30	30	30	30	30	20 x 20 x 20
Densidades aparentes	IRAM 9544	30	30	30	30	30	30	20 x 20 x 20
Cambios dimensionales	IRAM 9543	30	30	30	30	30	30	20 x 20 x 50

Contenido de humedad

El contenido de humedad (CH) se define como la cantidad de agua que tiene la madera con respecto a su masa anhidra (CORONEL, 1994).

Densidades aparentes

La densidad aparente anhidra (Do) se expresa como la relación entre el peso de la muestra anhidra y el volumen de dicha muestra en iguales condiciones de humedad (CORONEL, 1994).

La densidad aparente normal (Dn) se define como la relación entre el peso de la muestra seca al aire y el volumen de la misma en iguales condiciones de humedad. Esta humedad debe corresponder a la humedad de equilibrio higroscópico del 12% (CORONEL, 1994).

La Dn se corrigió para llevar todas las determinaciones al 12% del CH, mediante la siguiente ecuación (UNE 56-531, 77):

$$Dn_{12\%} (Kg/m^3) = Dn (1 - \frac{(1 - v) \times (CH - 12)}{100})$$

Donde:

 $Dn_{12\%}$: densidad aparente normal al 12% de CH, en Kg/m^3 .

v: coeficiente de contracción volumétrica de la madera, determinado de acuerdo con la norma UNE 56-533-77.

Para la determinación de v, se empleó la siguiente ecuación:

$$v = \frac{Vh - Vo}{Vo \times CH} \times 100$$

Donde:

Vh = volumen de la probeta a la humedad h, en cm³

Vo = volumen de la probeta anhidra, en cm³

CH = contenido de humedad, en %

Cambios dimensionales

Los cambios dimensionales, hacen referencia a las variaciones en las dimensiones de una pieza de madera cuando se manifiesta una variación en el contenido de humedad, por procesos de adsorción y desorción de agua entre el estado anhidro y el punto de saturación de las fibras (PSF) (CORONEL, 1994).

El PSF es un estado de saturación en el que no hay presencia de agua libre, encontrándose solo agua saturando las paredes celulares (CORONEL, 1994).

La contracción normal (Cn) se define como la reducción de las dimensiones de una pieza de madera causada por la disminución del contenido de humedad a partir del PSF. Del mismo modo, la contracción normal máxima (Cnmáx) es la producida entre el PSF y el 0% del contenido de humedad.

El coeficiente de contracción (v) expresa cuanto contrae una madera cuando pierde 1% en su contenido de humedad, se determina en los sentidos radial y tangencial.

El coeficiente de anisotropía (T/R) es un indicador de la estabilidad de la madera. Su determinación se realiza mediante el cociente entre la contracción normal tangencial máxima y la contracción normal radial máxima (CORONEL, 1994).

Los rangos clasificatorios utilizados fueron los citados por CORONEL (1994) y RIVERO MORENO (2004). Los mismos son indicados en la Tabla 2.

Tabla 2. Rangos clasificatorios de los parámetros físicos determinados Table 2. Qualifier ranges of physical parameters determined

Parámetros	Valores del rango	Clasificación		
Dn (Kg/m³)	760-1000	Maderas pesadas		
Do (Kg/m³)	710-860			
Dn (Kg/m³)	> 1000	Modernos muy posedos		
Do (Kg/m³)	> 860	Maderas muy pesadas		
	<1,50	Madera muy estable		
	1,50-2,00	Madera estable		
T/R	2,01-2,50	Madera moderadamente estable		
	2,51-3,00	Madera inestable		
	>3,00	Madera muy inestable		
CnmáxRd	1,50-7,00%	Valores normales		
CnmáxTg	3,60-15,00%	Valores normales		
PSF	< 25%	Valores bajos		
	25-35%	Valores normales		
	>35%	Valores altos		

Al conjunto de datos obtenidos para cada variable se le calculo la media y el coeficiente de variación (CV). Los datos fueron estudiados a partir del análisis de la varianza y ante diferencias significativas se aplicó el test de comparación de medias de Tukey ($p \le 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 3 se muestran los valores de contenido de humedad y densidades aparentes, diferenciando a las especies en albura y duramen.

Horco cebil albura y duramen: según los resultados observados en la Tabla 3 se hallaron diferencias significativas para la densidad normal, siendo significativamente superior el valor hallado en madera de duramen. La Do no presentó diferencias significativas. Asimismo, la albura de esta especie resultó pesada (RIVERO MORENO, 2004).

Cebil moro albura y duramen: se hallaron diferencias significativas para ambas densidades,

siendo estadísticamente superior el valor hallado en el duramen, el cual resultó muy pesado; su albura resultó pesada (RIVERO MORENO, 2004).

Cebil colorado albura y duramen: se hallaron diferencias significativas para el valor de densidad, siendo estadísticamente superior el valor hallado en el duramen, indicando que es una madera pesada (RIVERO MORENO, 2004).

En la Tabla 4 se muestran los valores de contenido de humedad y densidades aparentes, comparando los valores de duramen y de albura para las tres especies.

Durámenes: se hallaron diferencias significativas para los valores de Dn y de Do. De acuerdo con los valores obtenidos, el duramen de Horco cebil y el de Cebil colorado resultó pesado, mientras que el duramen del Cebil moro resultó muy pesado (RIVERO MORENO, 2004).

Tabla 3. Media y coeficiente de variación (entre paréntesis) del contenido de humedad (CH) y de la densidad aparente anhidra (Do) y normal (Dn). Diferencia entre albura y duramen de cada especie Table 3. Average and variation coefficient (in parentheses) of moisture content and anhydrous (Do) and normal (Dn) apparent density. Difference between sapwood and heartwood of each species

Especie	СН (%)	Do (Kg/m³)	Dn (Kg/m³) al 12% CH
Horco cebil duramen	15,12 a (5)	818 a (4)	867 a (4)
Horco cebil albura	17,46 b (4)	779 a (6)	823 b (5)
Cebil moro duramen	16,72 a (4)	941 a (4)	996 a (4)
Cebil moro albura	15,31 b (5)	784 b (6)	829 b (6)
Cebil colorado duramen	14,67 a (3)	845 a (1)	891 a (1)
Cebil colorado albura	15,35 b (4)	753 b (20)	792 b (18)

^{*} Letras diferentes denotan diferencias estadísticamente significativas con el test de Tukey (p < 0,05).

Tabla 4.Media y coeficiente de variación (entre paréntesis) del contenido de humedad (CH) y de la densidad aparente anhidra (Do) y normal (Dn). Diferencia de alburas y durámenes entre especies Table 4. Average and variation coefficient (in parentheses) of moisture content and anhydrous (Do) and normal (Dn) apparent density. Sapwood and hardwoods difference between species

Especie	СН (%)	Do (Kg/m³)	Dn (Kg/m ³) al 12% CH	
Horco cebil duramen	15,12 a (5)	818 a (4)	867 a (4)	
Cebil moro duramen	16,72 b (4)	941 b (4)	996 b (4)	
Cebil colorado duramen	14,67 c (3)	845 c (1)	891 c (1)	
Horco cebil albura	17,46 a (4)	779 a (6)	823 a (5)	
Cebil moro albura	15,31 b (5)	784 a (6)	829 a (6)	
Cebil colorado albura	15,35 b (4)	753 a (20)	792 a (18)	

^{*} Letras diferentes denotan diferencias estadísticamente significativas con el test de Tukey (p < 0,05).

Alburas: no se hallaron diferencias significativas entre los valores de densidad hallados indicando que las alburas de las tres especies resultaron pesadas (RIVERO MORENO, 2004).

En la Tabla 5 se muestran los parámetros de los cambios dimensionales diferenciando albura y duramen dentro de cada especie.

Horco cebil albura y duramen: si bien se encontraron diferencias significativas entre albura y duramen para los valores de Cnmáxtg y de Cnmáxrd, ambos se correspondieron con valores medios y con valores bajos, respectivamente. Los v obtenidos en sentido radial y tangencial, a excepción del vtg del Horco cebil, fueron significativamente diferentes para las alburas y durámenes de las tres especies. El PSF de ambas especies no se diferenció estadísticamente, siendo en ambos casos bajo. De acuerdo con el T/R obtenido, el duramen fue significativamente superior y muy estable con respecto a la albura, la cual resultó estable (RIVERO MORENO, 2004).

Cebil moro albura y duramen: los valores de Cnmáxtg no presentaron diferencias significativas, encontrándose en valores intermedios del rango clasificatorio, mientras que los valores de Cnmáxrd fueron significativamente diferentes aunque, en ambos casos, se correspondieron con los valores cercanos al límite inferior del rango clasificatorio. El

v rd y tg en la albura fue significativamente superior que el v determinado en el duramen. Los valores de PSF determinados fueron estadísticamente diferentes, siendo un valor normal el que presentó el duramen y un valor bajo el obtenido en la albura. De acuerdo con los valores de T/R hallados el duramen fue inestable y la albura moderadamente estable (RIVERO MORENO, 2004).

Cebil colorado albura y duramen: los valores de Cnmáxtg y de Cnmáxrd se diferenciaron significativamente, siendo inferior, en ambos casos, en la albura. En este sentido, la Cnmáxtg en el duramen se halló cercana al límite superior del rango y la Cnmáxtg en la albura se ubicó en valores medios del rango. La Cnmáxrd, en ambos casos, se halló cercana al límite inferior del rango de clasificación. Los valores de PSF hallados fueron diferentes estadísticamente, correspondiendose con un valor normal en el duramen y un valor bajo en la albura. De acuerdo al valor de T/R la albura fue inestable y el duramen muy inestable (RIVERO MORENO, 2004).

En la Tabla 6 se muestran los resultados de cambios dimensionales para los durámenes y alburas diferenciados entre especies.

Tabla 5. Media y coeficiente de variación (entre paréntesis) de los cambios dimensionales de las alburas y durámenes de cada especie

Table 5. Average and variation coefficient (in parentheses) of the dimensional changes of sapwood and heartwood of each species

Especie	Cnmáxrd(%)	Cnmáxtg (%)	v rd	v tg	PSF (%)	Rel. T/R
Horco cebil duramen	4,06 a (9)	5,32 a (10)	0,17a (15)	0,21 a (14)	24,97 a (9)	1,32 a (16)
Horco cebil albura	3,06 b (6)	5,13 a (9)	0,13 b (9)	0,20 a (8)	24,96 a (5)	1,68 b (10)
Cebil moro duramen	2,66 a (11)	7,68 a (8)	0,11 a (12)	0,26 a (10)	26,93 a (6)	2,92 a (13)
Cebil moro albura	3,44 b (13)	7,28 a (5)	0,16b (14)	0,32 b (32)	22,91 b (8)	2,15 b (15)
Cebil colorado duramen	3,29 a (10)	11,73 a (5)	0,13 a (11)	0,40 a (9)	27,10 a (5)	3,60 a (12)
Cebil colorado albura	2,42 b (6)	6,06 b (13)	0,12 b (8)	0,27 b (12)	21,74 b (4)	2,51 b (13)

^{*} Letras diferentes denotan diferencias estadísticamente significativas con el test de Tukey (p < 0,05).

Tabla 6. Media y coeficiente de variación (entre paréntesis) de los cambios dimensionales de las alburas y durámenes; diferencia entre especies.

Table 6. Average and variation coefficient (in parentheses) of the dimensional changes of sapwood and

heartwood; difference between species.

Especie	Cnmáxrd (%)	Cnmáxtg (%)	v rd	v tg	PSF (%)	Rel. T/R
Horco cebil duramen	4,06 a (9)	5,32 a (10)	0,17 a (15)	0,21 a(14)	24,97 a(9)	1,32 a(16)
Cebil moro duramen	2,66 b (11)	7,68 b (8)	0,11 b (12)	0,26 b(10)	26,93 b(6)	2,92 b(13)
Cebil colorado duramen	3,29 c (10)	11,73 c (5)	0,13 c (11)	0,40 c (9)	27,10 b(5)	3,60 c(12)
Horco cebil albura	3,06 a (6)	5,13 a(9)	0,13 a (9)	0,20 a (8)	24,96 a(5)	1,68 a(10)
Cebil moro albura	3,44 b (13)	7,28 b (5)	0,16 b (14)	0,32 b(32)	22,91 b(8)	2,15 b(15)
Cebil colorado albura	2,42 c (6)	6,06 c (13)	0,12 c (8)	0,27 c(12)	21,74 c(4)	2,51 c(13)

^{*} Letras diferentes denotan diferencias estadísticamente significativas con el test de Tukey (p < 0,05).

Durámenes: la Cnmáxrd, Cnmáxtg, vrd, vtg y el T/R fueron estadísticamente diferentes en las tres maderas, siendo superior y muy inestable en el Cebil colorado, intermedio e inestable en el Cebil moro e inferior y muy estable en el Horco cebil, (RIVERO MORENO, 2004). El PSF de horco cebil se diferenció del cebil moro y del cebil colorado, mientras que estos no presentaron diferencias significativas entre sí. Asimismo, en todo los casos, los valores fueron normales (RIVERO MORENO, 2004).

Alburas: todos los parámetros fueron significativamente diferentes entre las tres especies, siendo superior e inestable en la albura de Cebil colorado, intermedio y moderadamente estable en la albura de Cebil moro e inferior y estable en la albura de Horco cebil (RIVERO MORENO, 2004).

CONCLUSIÓN

Las alburas y los durámenes resultaron pesados para todos los casos, excepto para el duramen de Cebil moro el cual resultó muy pesado.

En cuanto a la estabilidad dimensional, los valores hallados fueron estadísticamente diferentes en el duramen de las tres especies, siendo muy inestable en el Cebil colorado, inestable en el Cebil moro y muy estable en el Horco cebil.

En cuanto a la estabilidad dimensional en la albura, el Cebil colorado fue inestable, el Cebil moro moderadamente estable y el Horco cebil estable.

De acuerdo con lo expuesto, se concluye que las propiedades físicas de las tres especies de cebil estudiadas se diferenciaron estadísticamente entre la albura y el duramen, aspecto de importancia a tomar en consideración en el uso final al que serán destinadas estas especies como así también en la aplicación de tecnologías como las del secado, para la optimización del uso del recurso.

BIBLIOGRAFÍA

BROWN, A. 2009. Bosques Nativos de Argentina ¿Seguimos lamentando lo perdido o vemos que hacemos con lo que tenemos?. Congreso Forestal Mundial 2009. Argentina. 4 pp.

CORONEL, E. O. 1994. Fundamentos de las propiedades físicas y mecánicas de la madera. Aspectos teóricos y prácticos para la determinación de las propiedades y sus aplicaciones. 1 Parte: "Fundamentos de las propiedades físicas de la madera". Publicación ITM - UNSE. 187 pp.

IRAM 9532. 1963. Método de determinación de humedad. Instituto de Racionalización de Materiales. 14 pp.

IRAM 9543. 1985. Método para la determinación de los valores de contracción de la madera. Instituto Argentino de racionalización de Materiales. 10 pp.

IRÁM 9544. 1985. Método para la determinación de la densidad aparente. Instituto Argentino de Racionalización de Materiales. 10 pp.

ORTIZ, G. 2007. Perspectivas del Comercio Nacional e Internacional de Maderas Nativas. III Jornadas Forestales de Santiago del Estero: El Bosque Nativo Propuestas Productivas Sustentables. Presentación de power point. 22 pp.

RIVERO MORENO, J. 2004. Propiedades Físico-Mecánicas de *Gmelina arbórea* Roxb. y *Tectona grandis* Linn. F. Pasantía Cochabamba, Bolivia.73 pp.

- SALUSSO, M.E. 2008. Regulación Ambiental: Los Bosques Nativos. Universidad de Belgrano. Buenos Aires, Argentina. Informe. 92 pp.
- SAYDS. 2007. Primer Inventario Nacional de Bosques Nativos. Informe Regional Selva Tucumano Boliviana. Secretaria de Ambiente y Desarrollo Sustentable. Argentina. 70 pp.
- SAyDS. 2007. Primer Inventario Nacional de Bosques Nativos. Informe Nacional. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable. 73pp.
- TERÁN, M. & V. Rosa. Ca 2000. Determinación de propiedades físicas de maderas de algunas especies de valor comercial en la Provincia de Salta. Salta, Argentina. Publicación. 8 pp.
- TORTORELLI, L. A. 2009. II Parte: "Maderas y Bosques Argentinos". Orientación gráfica Editora SRL. Buenos Aires, Argentina. 595 pp.
- UNE 56 -531. (1977). "Características físicomecánicas de la madera. Determinación del peso específico". Madrid. 2 pp. UNE 56 - 533. (1977). "Características físico-
- UNE 56 533. (1977). "Características físicomecánicas de la madera. Determinación contracciones lineal y volumétrica". Madrid. 2 pp.