# CARACTERIZACÓN TECNOIÓGICA DE MADERAS DEL GÉNERO CEBIL, CON VISTA AL APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DEL RECURSO NATIVO

## TECHNOLOGICAL CHARACTERIZATION OF TIMBER OF CEBIL GENUS, WITH A VIEW TO SUSTAINABLE EXPLOITATION OF THE NATIVE RESOURCE

María Mercedes Refort<sup>1</sup> Eleana María Spavento <sup>2,4</sup> Gabriel Darío Keil<sup>3,4</sup>

> Fecha de recepción: 24/07/2012 Fecha de aceptación: 25/10/2012

- 1. Profesional Independiente. mmrefort@gmail.com
- 2. Jefe de Trabajos Prácticos Ordinario. eleanaspavento@yahoo.com.ar
- 3. Profesor Adjunto Ordinario. gabrieldkeil@yahoo.com.ar
- 4. Cátedras de Xilotecnología e Industrias de Transformación Mecánica. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad Nacional de La Plata.

#### **SUMMARY**

The forest-industrial activity in Salta, is supported by the exploitation of native forest, whose timbers of high national and international demand: *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan var. cebil (Griseb.) Altschul, *Parapiptadenia excelsa* (Griseb.) Burkart y *Piptadenia aff. macrocarpa* Burkart, are marketed as Cebil, because they don't have any technological characterization that enable their differentiation. The aim of this study was to characterize the sapwood and heartwood of these three species through the study of moisture content, densities, Janka hardness, static bending, cut parallel to grains, and compression perpendicular and parallel to grains. The sapwood of Piptadenia aff. macrocarpa was characterized by the highest value of hardness and its heartwood was differentiated as being very heavy (according to the density value). Knowledge of the technological properties of wood before cutting, could ensure the rational use of the native forest resource.

**Key words:** Anadenanthera colubrina, Parapiptadenia excelsa, Piptadenia aff. macrocarpa, physical and mechanical properties.

#### **RESUMEN**

La actividad foresto industrial en Salta, está sustentada en el aprovechamiento del bosque nativo, cuyas maderas, de alta demanda nacional e internacional: Anadenanthera colubrina (Vell.) Brenan var. cebil (Griseb.) Altschul, Parapiptadenia excelsa (Griseb.) Burkart y Piptadenia aff. macrocarpa Burkart; se comercializan genéricamente como Cebil, debido a la falta de una caracterización tecnológica que permita su diferenciación. El objetivo de este estudio fue caracterizar albura y duramen de las tres especies mediante el estudio de las propiedades: contenido de humedad, densidades, dureza Janka, flexión estática, corte paralelo a las fibras, compresión perpendicular y paralela a las fibras. La albura de Cebil moro se caracterizó por presentar el valor más alto de dureza y su duramen se diferenció por ser muy pesado (de acuerdo con el valor de densidad). El conocimiento de las propiedades tecnológicas de las maderas antes de la corta, podría asegurar el aprovechamiento racional del recurso forestal nativo.

Palabras clave: Anadenanthera colubrina.

Parapiptadenia excelsa, Piptadenia aff. macrocarpa, propiedades físicas y mecánicas.

#### INTRODUCCIÓN

En el norte de la República Argentina, en particular en la provincia de Salta, la actividad foresto industrial presenta una vasta tradición en el aprovechamiento de los bosques nativos, los cuales están conformados por bosques y selvas húmedas (Yungas o selvas de montaña) y por bosques secos (Parque chaqueño), siendo en la actualidad una crítica y compleja problemática ambiental, económica y social (MINETTI, 2005), dado que gran parte de esta área se encuentra transformada para usos agrícolas, con cultivos de caña de azúcar, cítricos, hortalizas y soja (DEL CASTILLO *et al.* 2000).

En las Yungas, la mayor oferta de existencias maderables la constituye el Cebil, bajo cuya denominación se encuentran las siguientes especies: 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).

Los aserraderos de la región, en su mayoría, están procesando estas maderas y la continuidad de los mismos depende de los productos que puedan obtenerse de ellas (MINETTI, 2005). Asimismo, estos productos presentan actualmente alta demanda tanto en el mercado nacional para uso en la construcción (tirantes, vigas y columnas), como así también en el mercado internacional para pisos y tarimas (ORTIZ, 2007).

A partir de la promulgación de la Ley de Bosques Nativos, estas maderas comienzan a tener un aprovechamiento más racional con conceptos de sustentabilidad, si bien actualmente, continúan comercializándose bajo el nombre genérico de cebil debido a falta de una caracterización tecnológica que permita su diferenciación (LEY 26.331, 2007).

De este modo, conociendo los valores característicos de las propiedades físicas y mecánicas mediante ensayos estandarizados de laboratorio se podría obtener dicha diferenciación tecnológica, logrando una mejora en el aprovechamiento de estas especies y determinando los usos más convenientes desde el punto de vista estructural (ARÓSTEGUI & SATO, 1970).

De acuerdo con lo expuesto, el conocimiento de las propiedades físicas y mecánicas de estas tres especies de cebil, permitirá promover la diferenciación de sus maderas con vista al aprovechamiento sostenible y uso racional de este recurso nativo.

Como hipótesis de trabajo se consideró que la albura y el duramen de la madera denominada en el mercado bajo el nombre genérico de Cebil, posee propiedades físico mecánicas diferenciables entre las tres especies.

El objetivo de este trabajo fue caracterizar la albura y duramen de las tres especies del género Cebil, mediante el estudio de las propiedades físicas y mecánicas de mayor incidencia tecnológica.

#### **MATERIALES Y MÉTODOS**

Se trabajó con material 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) ubicada en la región de las Yungas, provincia de Salta

El personal técnico de la Empresa GMF Latinoamericana SA fue quien identificó las especies a campo antes de su tala, basándose en características dendrológicas del fuste. Del mismo modo se realizó la diferenciación entre albura y duramen en aserradero. El material aserrado fue identificado y rotulado en el lugar de origen y enviado a la ciudad de La Plata para su estudio. En el laboratorio de Xilotecnología de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad Nacional de La Plata fue recibido un lote de 150 listones de madera (25 listones de duramen y 25 de albura por especie, proveniente de 10 individuos 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, number of repetitions and dimensions of the specimens

		Número de probetas						
Ensayo	Norma (Año)	Horco cebil		Cebil moro		Cebil colorado		Dimensión (mm)
		Albura	Duramen	Albura	Duramen	Albura	Duramen	
Contenido de humedad	IRAM 9532(1963)	30	30	30	30	30	30	20 x 20 x 20
Densidades	IRAM 9544(1985)	30	30	30	30	30	30	20 x 20 x 20
Corte paralelo a las fibras	IRAM 9596(1977)	20	20	20	20	20	20	50 x 50 x 65
Compresión perpendicular	IRAM 9547(1977)	20	20	20	20	20	20	50 x 50 x 150
Compresión paralela	IRAM 9541(1977)	20	20	20	20	20	20	50 x 50 x 200
Dureza Janka	IRAM 9570(1971)	20	20	20	20	20	20	50 x 50 x 150
Flexión estática	IRAM 9542(1977)	20	20	20	20	20	20	20 x 20 x 340

#### Contenido de Humedad (CH) y Densidades

Estos parámetros fueron determinados según las normas mencionadas. La densidad normal fue corregida al 12% del CH, según normas UNE 56-531-77 y UNE 56-533-77. Los mismos fueron extraídos de REFORT *et al.* (2011).

#### Dureza Janka

Para la realización de este ensayo se utilizó la prensa universal de 5000 Kg ALFRED J. AMSLER & Co, Schaffouse - Suisse 7928, a la cual se le conectó un dispositivo con una esfera de acero de 11,3 mm de diámetro. Ésta se hizo penetrar sobre la probeta hasta la mitad de su diámetro momento en el que se obtuvo una impronta de 10 mm² y se registró la carga de penetración soportada. Se promediaron los valores de dureza de las caras transversales, longitudinal tangencial y longitudinal radial.

#### Flexión estática

Para la realización de este ensayo se utilizó la misma máquina que el ensayo de dureza, cambiando el dispositivo. Los parámetros determinados fueron módulo de rotura (MOR) y módulo de elasticidad (MOE), según las siguientes fórmulas.

$$MOR(N/mm^2) = 1.5 \times \frac{QL}{bh^2}$$
 (1)

Siendo:

Q = carga de rotura, en Kg.

L= distancia entre apoyos o luz de la probeta, en mm.

b = ancho de la probeta, en mm.

h = altura de la probeta, en mm.

$$MOE (N/mm^2) = \frac{L^3}{4 b h^3} \times \frac{P}{\Delta}$$
 (2)

Siendo:

 $P/\Delta$  = pendiente de la curva carga vs deformación, en el rango elástico, en  $N/mm^2$ 

L, b y h = formula (1)

#### Corte paralelo a la dirección de las fibras

Para este ensayo se utilizó la prensa universal de 25 toneladas ALFRED J. AMSLER & Co, Schaffhouse – Suisse 5380. El parámetro determinado fue la tensión de rotura (TR), con la siguiente ecuación.

$$TR(N/mm^2) = \frac{Q}{A}$$
 (3)

Siendo:

Q = carga de rotura, en Kg.

A =área total del plano de falla, en mm<sup>2</sup>.

#### Compresión perpendicular a las fibras

Para este ensayo se utilizó la misma máquina que para el ensayo de corte, con diferente dispositivo. Se determinó el valor de MOR, según la ecuación siguiente.

$$MOR(N/mm^2) = \frac{Q}{A_C}$$
 (4)

Siendo:

Q = carga de rotura, en Kg.

Ac = área de contacto placa metálica - probeta, en mm<sup>2</sup>.

#### Compresión paralela a las fibras

Se utilizó la misma máquina que para corte y compresión perpendicular con distinto dispositivo. Los parámetros determinados fueron MOR y MOE. Se calcularon con las siguientes fórmulas:

$$MOR (N/mm^2) = \frac{Q}{A}$$
 (5)

Siendo:

Q = carga de rotura, en Kg.

A = sección transversal de la probeta, en mm<sup>2</sup>.

$$MOE: (N/mm^2) = \underline{LP} \quad (6)$$
 $A \quad \triangle$ 

Siendo:

 $\Delta$  = acortamiento total de la probeta, en mm.

L = longitud total de la probeta, en mm.

P= carga máxima aplicada en el límite elástico, en  $K\sigma$ 

A = definido en la fórmula (5).

#### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 2 se muestran los valores de contenido de humedad y densidades aparentes, comparando los valores de duramen y de albura para las tres especies, hallados por REFORT *et al.* (2011).

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

**Alburas**: no se hallaron diferencias significativas en los valores de densidad, las alburas de las tres especies se clasifican como pesadas (RIVERO MORENO, 2004).

#### Dureza Janka.

En la Tabla 3 se muestran los resultados de dureza para los durámenes y las alburas de las tres especies.

Tabla 2: Media y coeficiente de variación (entre paréntesis) del contenido de humedad (CH) y densidad anhidra (Do) y normal (Dn)

Table 2: Average and variation (in parentheses) of moisture content and anhydrous (Do) and normal (Dn)

apparent density

ESPECIE	СН (%)	Do (kg/m³)	Dn (kg/m³) 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)

<sup>\*</sup> Letras diferentes denotan diferencias estadísticamente significativas con el test de Tukey (p < 0.05). El coeficiente de variación (%) se indica entre paréntesis.

Tabla 3: Media y coeficiente de variación (%) del parámetro de dureza Janka

Table 3: Average and variation coefficient (%) of hardness parameter

DUREZA JANKA *					
ESPECIE	DUREZA Rd (N/mm²)	DUREZA Tg (N/mm²)	DUREZA Tr (N/mm²)		
Horco cebil duramen	106,80 a (13)	105,40 a (15)	118,87 a (10)		
Cebil moro duramen	116,33 a (23)	109,11 a (25)	129,31 a (21)		
Cebil colorado duramen	263,50 b (14)	258,99 b (16)	298,56 b (12)		
Horco cebil albura	85,24 a (15)	86,58 a (15)	109,41 a (8)		
Cebil moro albura	126,93 b (18)	130,46 b (22)	140,04 b (16)		
Cebil colorado albura	71,21 c (33)	63,10 c (33)	87,81 c (21)		

<sup>\*</sup>Letras diferentes denotan diferencias significativas con el test de Tukey (p<0.05), analizados albura y duramen por separado. El coeficiente de variación (%) se indica entre paréntesis

**Durámenes:** el duramen de Cebil colorado fue significativamente superior en las tres direcciones de estudio, con respecto a los otros dos durámenes. Según la clasificación de CORONEL (1995), los tres durámenes presentaron valores de dureza muy altos

Alburas: la albura del Cebil colorado fue significativamente inferior con respecto a las otras dos alburas en las tres secciones de estudio, clasificándose como semidura - dura; la albura del horco cebil fue dura - muy dura mientras que la albura de cebil moro resultó muy dura (CORONEL, 1995).

#### Flexión estática

En la Tabla 4 se detallan los resultados de flexión estática para las alburas y durámenes de las

especies

**Durámenes**: los durámenes de las tres especies presentaron valores muy altos de resistencia a la rotura y baja elasticidad, según la categorización de (RIVERO MORENO, 2004).

**Alburas:** las alburas de las tres especies presentaron altos valores de resistencia a la rotura y baja elasticidad según la categorización de (RIVERO MORENO, 2004).

### Corte paralelo a las fibras

En la tabla 5 se muestran los resultados obtenidos en el corte paralelo a las fibras de los durámenes y alburas

Tabla 4: Media y coeficiente de variación (%) de los parámetros de flexión estática Table 4: Average and variation coefficient (%) of static flexion parameter

ESPECIE	MOR(N/mm²)	MOE(N/mm²)
Horco cebil duramen Cebil moro duramen	348,06 a (15) 332,59 a (20)	28238,55 a (13) 31656,79 b (9)
Cebil colorado duramen	440,43 b (10)	30512,53 b (13)
Horco cebil albura	306,16 a (15)	25212,36 a (19)
Cebil moro albura	361,12 b (20)	28580,35 b (15)
Cebil colorado albura	417,96 c (21)	30418,32 b (17)

<sup>\*</sup>Letras diferentes denotan diferencias significativas con el test de Tukey (p<0.05), analizados albura y duramen por separado. El coeficiente de variación (%) se indica entre paréntesis.

Tabla 5: Media y coeficiente de variación (%) del parámetro de corte paralelo a las fibras Table 5: Average and variation coefficient (%) of parallel cut to the fibers parameter

CORTE PARALELO A LAS FIBRAS*				
ESPECIE	TENSIÓN DE ROTURA (N/mm²)			
Horco cebil duramen	17,10 a (3)			
Cebil moro duramen	22,02 b (23)			
Cebil colorado duramen	20,31 b (16)			
Horco cebil albura	17,39 a (20)			
Cebil moro albura	19,53 a (13)			
Cebil colorado albura	18,87 a (9)			

<sup>\*</sup>Letras diferentes denotan diferencias significativas con el test de Tukey (p<0.05), analizados albura y duramen por separado. El coeficiente de variación (%) se indica entre paréntesis

**Durámenes:** la tensión de rotura (TR) en los durámenes de cebil moro y cebil colorado fue significativamente superior a la de horco cebil, asimismo, los tres durámenes se clasifican como altamente resistentes a este esfuerzo (RIVERO MORENO 2004.).

**Alburas:** las alburas no presentaron diferencias significativas entre sí, siendo altamente resistentes a este esfuerzo según clasificación de (RIVERO MORENO 2004.).

#### Compresión perpendicular las fibras.

En la tabla 6 se muestran los resultados de compresión perpendicular a las fibras de los durámenes y las alburas.

**Durámenes:** el MOR de Cebil moro fue significativamente superior con respecto al Horco cebil y Cebil colorado, mientras que estos dos no se diferenciaron entre sí, todos se encuentran dentro del rango de altamente resistentes (RIVERO MORENO 2004.).

**Alburas:** el MOR de Cebil moro fue significativamente superior con respecto a las otras dos especies, siendo altamente resistentes en todos los casos según (RIVERO MORENO 2004.).

#### Compresión paralela a las fibras

En la Tabla 7 se muestran los valores de compresión paralela de los durámenes y las alburas.

**Durámenes**: los valores de MOR no presentaron diferencias significativas entre especies, siendo altamente resistentes a este esfuerzo, según (RIVERO MORENO 2004.).

**Alburas:** la albura de Cebil moro presentó un valor significativamente superior de MOR con respecto a las otras dos especies, clasificándose a las tres alburas altamente resistente a esta solicitación (RIVERO MORENO 2004.).

Tabla 6: Media y coeficiente de variación (%) del parámetro de compresión perpendicular a las fibras Table 6: Average and variation coefficient (%) of perpendicular compression to the fibers parameter

COMPRESIÓN PERPENDICULAR*			
ESPECIE	IE MOR(N/mm²)		
Horco cebil Duramen	34,47 a (11)		
Cebil moro Duramen	52,14 b (19)		
Cebil colorado Duramen	35,94 a (11)		
Horco cebil Albura	33,08 a (10)		
Cebil moro Albura	50,76 b (7)		
Cebil colorado Albura	32,55 a (7)		

<sup>\*</sup>Letras diferentes denotan diferencias significativas con el test de Tukey (p<0.05), analizados albura y duramen por separado. El coeficiente de variación (%) se indica entre paréntesis

Tabla 7: Media y coeficiente de variación (%) de los parámetros de compresión paralela a las fibras Table 7: Average and variation coefficient (%) of the parameters of compression parallel to grains

ESPECIE	MOR(N/mm²)	MOE(N/mm²)
Horco cebil duramen	56,45 a(14)	16908,79 ab(30)
Cebil moro duramen	55,86 a(14)	11958,24 a(20)
Cebil colorado duramen	54,42 a(8)	20391,06 b(39)
Horco cebil albura	55,56 a(8)	7284,46 a(23)
Cebil moro albura	66,50 b(8)	11912,10 b(20)
Cebil colorado albura	51,19 a(8)	15693,01 b(28)

<sup>\*</sup>Letras diferentes denotan diferencias significativas con el test de Tukey (p<0.05), analizados albura y duramen por separado. El coeficiente de variación (%) se indica entre paréntesis

#### **CONCLUSIÓN**

La albura de cebil moro se caracterizó por presentar el valor de dureza más alto, aunque los valores de dureza de las otras especies no presentaron valores despreciables, resultando maderas aptas para mueblería, puertas, pisos y escalones, pudiendo presentar algunas dificultades en el clavado debido a estos altos valores. Asimismo, el duramen de esta especie resultó el más pesado de acuerdo a los valores de densidad obtenidos.

En cuanto a las demás características tecnológicas, se hallaron algunas diferencias en los valores de las propiedades estudiadas, no resultando diferencias sustanciales de clasificación siendo valores tecnológicos de importancia. Estos resultados indican la importancia del uso de estas especies

(tanto duramen como albura) en aplicaciones estructurales constructivas como andamios, travesaños, vigas, columnas, entre otros.

De acuerdo con lo mencionado, y si bien la caracterización tecnológica realizada sobre estas maderas denota mínimas diferencias resistentes entre especies, de esta investigación se desprende la importancia en la continuidad de estos estudios de las mismas en mayor número de individuos para poder corroborar esta tendencia y considerando además diferentes factores que puedan influir en esta caracterización (edad, sitio, entre otros).

## BIBLIOGRAFÍA

ARÓSTEGUI, A. & Sato A. 1970. Estudio de las Propiedades Físico- Mecánicas de la Madera de

16 Especies Forestales de Perú. Revista Forestal del Perú. 13 pp.

CORONEL, E. O. 1995. Fundamentos de las propiedades físicas y mecánicas de las maderas. Aspectos teóricos y prácticos para la determinación de las propiedades y sus aplicaciones. 2 Parte: Fundamentos de las propiedades mecánicas de las maderas. Publicación ITM – UNSE. 335 pp.

DEL CASTILLO, E. M.; M. A. ZAPATER; M. N. GIL CHRISTIAN. & G. TARNOWSKI. Ca 2000. Selva de yungas del noroeste argentino (Jujuy, Salta, Tucumán). Recuperación ambiental y productiva. Lineamientos Silvícolas y Económicos para un Desarrollo Forestal Sustentable. INTA Yuto, Jujuy. Argentina. 48 pp.

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

IRAM 9541. 1977. Método de ensayo de compresión paralela a las fibras. Instituto Argentino de Racionalización de Materiales. 6 pp.

IRAM 9542. 1977. Método de ensayo de flexión estática de maderas con densidad aparente mayor de 0.5 g/cm3. Instituto Argentino de Racionalización de materiales. 10 pp.

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

IRAM 9547. 1977. Método de determinación de la compresión perpendicular al grano. Instituto Argentino de Racionalización de Materiales. 5 pp.

IRAM 9570. 1971. Método de ensayo de la dureza Janka. Instituto Argentino de Racionalización de Materiales. 6 pp.

IRAM 9596. 1977. Método de ensayo de corte paralelo a la dirección de las fibras. Instituto Argentino de Racionalización de Materiales. 10 pp.

LEY 26.331. 2007. Presupuestos mínimos de protección ambiental de los bosques nativos. El Senado y Cámara de Diputados de la Nación Argentina. 24 pp.

MINETTI, J.M. 2005. Características de la comercialización de maderas nativas en Orán y Tartagal (Salta). 3er Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano. Corrientes. Argentina. Informe. 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.

REFORT, M; Refort, M.; E. Spavento & G. Keil. (2011). "Estudio de la propiedades físicas de tres especies reconocidas comercialmente bajo el nombre de Cebil". Revista Forestal YVYRARETA. Facultad de Ciencias Forestales, UNAM. Eldorado, Argentina. ISSN 0328-8854. Vol 18. pp 16-22.

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

TORTORELLI, L. A. 2009. II Parte: Maderas y Bosques Argentinos. Orientación gráfica Editora SRL. 595 pp.

 $\overline{\text{UNE}}$  56 -531. (1977). Características físicomecánicas de la madera. Determinación del peso específico. Madrid. 2 pp.

UNE 56 - 533. (1977). Características físicomecánicas de la madera. Determinación contracciones lineal y volumétrica. Madrid. 2 pp.