

## Original

### Propiedades físicas de la madera de *Pinus Maestrensis* Bisse

Physical properties of *Pinus's* wood *maestrensis* Bisse

M. Sc. Alexey Rosabal Quintana, Universidad de Granma, Cuba

[arosabalq@udg.co.cu](mailto:arosabalq@udg.co.cu)

Recibido: 23/02/2018- Recibido: 28/03/2018

## RESUMEN

El estudio se realizó en tres unidades de manejo de la Empresa Forestal Integral Granma, correspondientes a los municipios Buey Arriba, Guisa y Bartolomé Masó, con el objetivo de determinar las propiedades físicas de la madera de *Pinus maestrensis* Bisse. Fueron determinados el contenido de humedad, la contracción volumétrica y la densidad de la madera, teniendo en cuenta la procedencia de las muestras de madera y su posición en el fuste del árbol. Se valoraron las diferencias significativas mediante un ANOVA y una prueba de Tukey. Como resultado se obtiene que no existieron diferencias entre las propiedades físicas analizadas y las procedencias de las muestras.

**Palabras clave:** propiedades físicas, contenido de humedad, contracción volumétrica, densidad

## ABSTRACT

The study carried to end in the southern part of the mountainous mountain mass of The Master saw taking from signs the Forestal Company's three areas of handling itself Granma, The Guásimas ", at the UEBS's municipality of Buey Arriba, Numbers Guise located at this municipality and the area of handling the Podrió perteneciente to the municipality Bartholomew Masó for the sake of determining the wood's physical properties ad hoc calculated himself of the humidity content, volumetric contraction was determined and density besides accomplished a statistical analysis itself with the help of statistical parcel SPSS 21 Determinado likeProven to be that density's stocking, contraction and contents of humidity came from 524.88 m<sup>3</sup>/ha, 7.39 %, you tell 23.87 % no existing apart significant enter the procedences of the signs

**Key words:** Physical properties; contents of humidity; volumetric contraction; density

## INTRODUCCIÓN

En Cuba y en la provincia de Granma, los pinares son las formaciones boscosas más

importantes desde el punto de vista económico y productivo. La distribución de las áreas forestales de esta provincia muestra claramente que son los bosques semicaducifolios y los manglares los que ocupan mayor superficie dentro del patrimonio cubierto, representan un 50% y un 14% respectivamente; los primeros presentan un alto grado de deterioro y, los segundos, son utilizados con fines de protección y conservación. De aquí la importancia estratégica de las coníferas en la producción maderera (Servicio Estatal Forestal provincia de Granma, 2015).

Los estudios reportados sobre *Pinus maestrensis* Bisse, se limitan a su silvicultura y silvicultura y recientemente al análisis de los escenarios para la comercialización de su madera (Cruz, 2010) La investigación, la transferencia de tecnologías, los nuevos materiales de ingeniería y la utilización de los residuos industriales generados tienen un papel importante para el desarrollo, al generar innovación y mejora, que fortalecen la producción de productos y la prestación de servicios amigables con el medio ambiente (Fuentes, 2015), son escasos los estudios sobre los diferentes usos de muchas de las maderas del bosque, en este sentido se conoce que la madera de pino adecuadamente protegida, se emplea como un material resistente eficaz en todos los ámbitos, desde la propia estructura de un inmueble hasta la decoración de casas y jardines (Fuentes, 2015).

La calidad de la madera aserrada de *pinus maestrensis* en La Empresa Agroforestal Granma no reúne los requisitos para ser usada en la industria de transformación secundaria de la madera, por lo que el trabajo parte del objetivo: determinar las propiedades físicas de la madera de *Pinus maestrensis* Bisse.

### **Población y Muestra**

La toma de muestras se lleva a cabo en plantaciones de *Pinus maestrensis* ubicadas en las Unidades de Manejo Las Guásimas (Unidad de Base silvícola -UEBS- Buey Arriba), Los Números (UEBS Guisa) y El Podrió (UEBS Bartolomé Masó) como se aprecia en la figura 1.

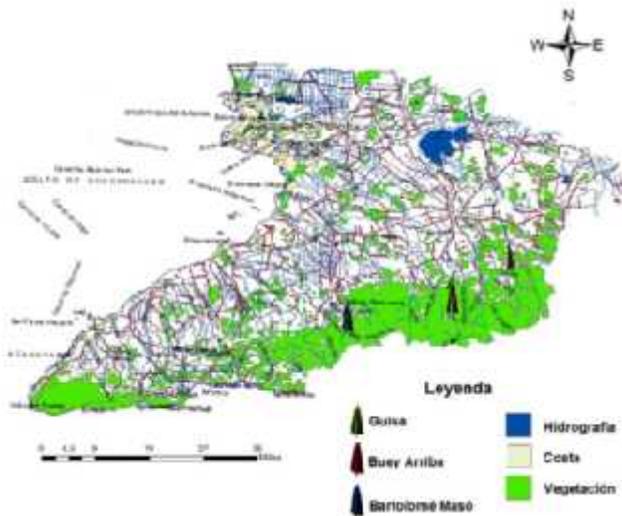


Figura 1. Mapa de la provincia de Granma, donde se tomaron las muestras para la investigación

### Características de las áreas

El relieve predominante de las tres áreas de manejo es montañoso, joven, con topografía compleja y pendientes, que pueden oscilar entre 3 y 40%. Los suelos más abundantes son Pardos con carbonatos y Pardos sin carbonatos, y en menor cuantía los Ferralíticos rojos, amarillentos y los rojos lixiviados.

### Materiales y Métodos

#### Toma de muestras

La muestra para desarrollar la investigación se toma de árboles de *Pinus maestrensis*, y se tiene presente siempre que estos estén sanos y sin daños mecánicos. Se toman muestras de madera en la rabiza, el fuste y el tocón de quince árboles en cada sitio de muestreo. Como método de ensayo se utiliza el establecido por Barroso (2005), que establece las dimensiones de las probetas de ensayo, que tiene forma de prisma rectangular, con una base de 20 X 20 mm y una longitud en dirección a la fibra de 10 a 30 mm.

#### Método empleado

Los estudios físicos para la determinación del contenido de humedad, la contracción y la densidad se desarrollaron en los laboratorios de la Universidad de Granma, se emplea la Norma Colombiana NTC 5525, la cual se basa en la Norma ISO/DIS - 22157.

## Determinación del contenido de humedad

Cada probeta es pesada en una balanza digital con una exactitud de 0,01 g, subsiguientemente, se procede a secar en la estufa a una temperatura de  $100\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$  por un tiempo estimado de cuatro horas, posteriormente se registran los valores de la masa (no existiendo intervalos de mediciones hasta alcanzar un peso constante) se toma cierto cuidado para evitar todo cambio en el contenido de humedad durante el período entre el retiro de la estufa y las determinaciones posteriores de la masa seca.

El contenido de humedad (CH) de cada probeta se calcula usando la siguiente fórmula:

$$CH = \frac{P_H - P_A}{P_A} * 100 \quad (5)$$

Donde:

PH: peso inicial, en g

PA: peso anhidro, en g

CH: contenido de humedad, en %

## Diseño experimental

La investigación se realiza bajo los criterios siguientes:

- ❖ **Variables independientes** (factores):
  - procedencia de las muestras de madera de *Pinus maestrensis* Bisse
  - Posición de las probetas en las muestras (inferior, medio y superior)
- ❖ **Variable dependiente:**
  1. Propiedades físicas
- ❖ **Cantidad de probetas:** 15 por ensayo
- ❖ **Tipo de diseño.** Diseño aleatorizado

Para la valoración estadística se utiliza el paquete estadístico SPSS versión 21.0 para Windows, donde se emplea la estadística descriptiva para determinar la media, la desviación típica o desviación estándar y el coeficiente de variación de cada uno de los análisis.

Se aplica la prueba de kolmogorov-Smirnov para medir el grado de concordancia existente entre los datos y si estos siguen una distribución normal y a partir de ello se realiza un análisis

de varianza y posteriormente una prueba de rango múltiple de Tukey para determinar diferencias significativas entre los **tratamientos**.

### **Determinación de la contracción volumétrica**

Con el fin de determinar el valor de la contracción en los parámetros como el diámetro externo (D), el espesor de la pared (t) y la longitud (L) se realizan mediciones en cada probeta tales como: la medición de los diámetros (húmedo y seco) en cuatro espesores de la pared (dos en cada extremo) y dos longitudes.

Posteriormente se identifican los puntos donde se realizan las mismas marcas adecuadas para facilitar que todas las mediciones se realicen cada vez en el mismo lugar. Las probetas se colocan en la estufa a una temperatura de  $100\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$  por 3 horas de forma tal que se sequen completamente. Por último, se toman todas las mediciones con el mismo carácter para obtener los valores finales de contracción.

### **Cálculos y expresión de los resultados**

La contracción desde la condición inicial húmeda hasta la condición final seca, expresada en porcentaje ajustado a una cifra decimal, es calculada con la siguiente fórmula:

$$B\% = \frac{V_h - V_0}{V_0} * 100 \quad (6)$$

Donde:

Vs: volumen de la probeta saturada de agua

Vo: volumen de la probeta en estado anhidro

Vh: volumen de la probeta en estado verde

### **Determinación de densidad**

La densidad (p), de cada probeta en ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ) se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$p = (m/V) * 10^6 \quad (7)$$

Donde:

p: densidad, en  $\text{g}/\text{cm}^3$

m: masa de la probeta, en g

V: volumen húmedo (verde) de la probeta, en mm<sup>3</sup>

## Análisis de los resultados

### Contenido de humedad

Las propiedades físicas de la madera 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 (Spavento *et al.*, 2008). En este caso se muestran los resultados del contenido de humedad, la densidad y contracción.

El test de Kolmogorov-Smirnov muestra que los datos tomados sobre las variables evaluadas tienen una distribución normal con un nivel de significación de 0.90 tabla 1. La prueba de anova muestra que no existen diferencias significativas entre el contenido de humedad de las muestras tabla 2.

Tabla 1, Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

		Contracción	humedad	Densidad relación entre el peso y el volumen de la madera
N		45	45	45
Parámetros normales <sup>a,b</sup>	Media	7,3953	23,8667	524,8889
	Desviación típica	,21801	5,18564	18,57567
	Absoluta	,135	,098	,186
Diferencias más extremas	Positiva	,121	,073	,186
	Negativa	-,135	-,098	-,152
Z de Kolmogorov-Smirnov		,903	,655	1,246
Sig. asintót. (bilateral)		,389	,785	,090

a. La distribución de contraste es la Normal.

b. Se han calculado a partir de los datos.

### ANOVA de un factor

humedad

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	20,800	2	10,400	,376	,689
Intra-grupos	1162,400	42	27,676		
Total	1183,200	44			

Estas se pueden clasificar como Madera semi-seca u oreada, después de un oreo previo por encontrarse en el rango de 23 – 30 según UNE 56544. El mayor contenido de humedad corresponde a las muestras de Guisa con un 24,8 %

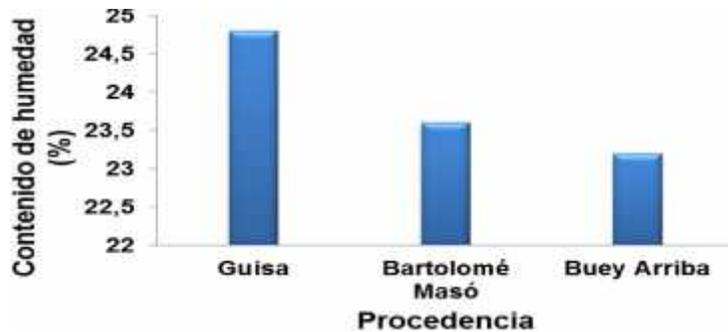


Fig. 1. Contenido de humedad

Tabla 2. Análisis descriptivo del contenido de humedad de las tres procedencias

Descriptivos

Humedad

	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Guisa	15	24,80	1,613	,4188	22,30	27,30	18	36
Bartolomé Masó	15	23,60	1,358	,3533	21,17	26,03	15	30
Buey Arriba	15	23,20	0,551	,1439	19,56	26,84	7	31
Total	45	23,87	0,156	,0773	22,31	25,42	7	36

Como se muestra en la tabla 1 se trabaja con un total de 15 muestras procedentes de Guisa, Buey Arriba y Bartolomé Masó donde las medias oscilan entre 23.20 y 24.80, los valores más bajos de desviación típica corresponden a los datos de Bartolomé Masó y Guisa.

### Contracción

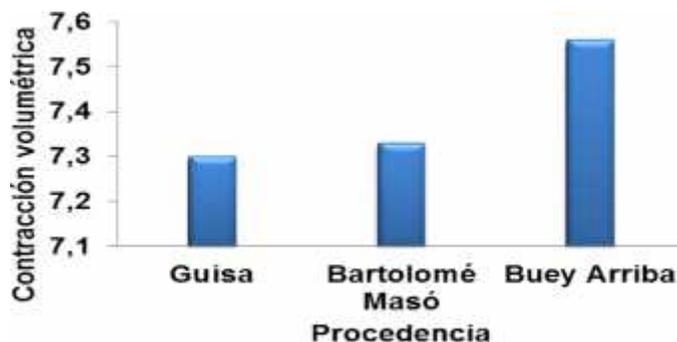


Fig. 3. Contracción Volumétrica

En la figura. 3 se muestra el comportamiento de las procedencias estudiadas, según UNE 56540 se clasifica como contracción media encontrándose en el rango de 5 – 10 valores donde la madera se caracteriza por presentar fendas pequeñas y puede secarse antes del aserrado.

### Densidad

La densidad es considerada una de las características físicas más importantes, la cual puede ser utilizada para predecir resistencia, rigidez, dureza y calidad de los productos fabricados a partir de esta materia prima (Acuna *et al.*, 2007).

En la figura .2 se observan los valores de la densidad de las muestras, los valores más altos con un 528,4 kg/m<sup>3</sup> corresponden a las muestras de Buey Arriba procedente del área de manejo “Las Guásimas” y un menor valor a las muestra de los “Los Números”, Guisa con un 522,67 kg/m<sup>3</sup> .

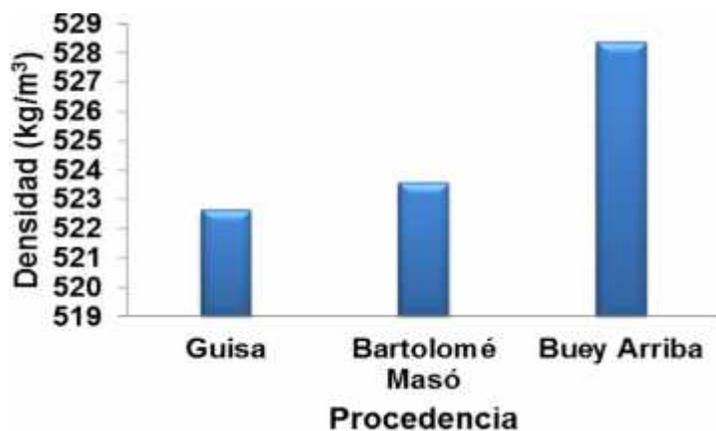


Figura 2 Densidad de la madera de *Pinus maestrensis* en tres unidades de manejo en la empresa agroforestal Granma

A pesar de que las áreas donde se tomaron las muestras pertenecen a la misma formación boscosa y cuentan con características similares, existe una variación de los valores de densidad debido a que existen dos fuentes de variación respecto a las propiedades y características de la madera del árbol, las variaciones entre los árboles y dentro del árbol (Igartúa *et al.*, 2003).

Las primeras vienen explicadas por causas genéticas, factores ecológicos y gestión de la masa, mientras que las segundas están condicionadas por su situación dentro de árbol, específicamente relacionadas con la variabilidad dentro del incremento del crecimiento,

variabilidad producida de médula a corteza (variabilidad radial) y variabilidad ocasionada por diferentes niveles de altura (variabilidad longitudinal) (Sawa *et al.*, 2002; Espinoza, 2004).

Como el nivel de significación (0,090) es mayor que 0,05 la distribución de los datos es la normal entonces se puede aplicar la estadística paramétrica.

En este caso se realiza una comparación de medias mediante la prueba ANOVA para ello se aplica la prueba de Levene tabla 1 que tiene un valor de probabilidad 0,673 mayor que 0,05 por lo que las varianzas son homogéneas, no se encuentran diferencias significativas entre las medias de los tratamientos.

#### ANOVA de un factor

Densidad relación entre el peso y el volumen de la madera

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	283,911	2	141,956	,400	,673
Intra-grupos	14898,533	42	354,727		
Total	15182,444	44			

## CONCLUSIONES

1. La media de la densidad, contracción y contenido de humedad obtenida es de, 524,88 m<sup>3</sup> /ha, 7,39 %, 23,87 % y no hay diferencias significativas entre las procedencias de las muestras.

## RECOMENDACIONES

1. Que se haga un estudio de las propiedades químicas de la madera de *Pinus maestrensis* Bisse.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Acuna, M. y Murphy, G. (2007). Uso de espectroscopía infrarroja y análisis multivariado para predecir la densidad de la madera de pino oregón. *Bosque*. 187-197.
2. Barroso, J., et al. (2005). *Madera el material del siglo XXI. La mejor respuesta al problema del hábitat arquitectura con madera. Adaptabilidad y diversidad madera y*

- medioambiente resistencia y durabilidad productividad y economía simplicidad y rapidez innovación y creatividad.* ARQ Clarín. Norma Colombiana NTC 5525.Colombia.
3. Cruz, Y. (2010). *Metodología para la elaboración de estrategias de marketing forestal sostenible en Cuba.* Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales. Pinar del Rio: Universidad Hermanos Saíz Montes de Oca. 106 p.
  4. Espinoza, J. (2004). *Gradiente de variación de la densidad de la madera en árboles de Gmelina aborea en Venezuela.* IV Congreso Forestal Venezolano. Barinas, Venezuela. 56 p.
  5. Fuentes, N., Fragozo, O. y Vizcaino, L. (2015). Residuos agroindustriales como adiciones en la elaboración de bloques de concreto no estructural. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, vol. 25, no. 2. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa>.
  6. Igartúa, D.V. et al. (2003). Calidad del leño en Eucalyptus sp. Variación de la densidad básica y la longitud de fibras en Lobería, provincia de Buenos Aires, Argentina. *Rev. Fac. Agr.* vol. 105, no. 1. pp. 35-45.
  7. Norma ISO/DIS – 221570 (2007)
  8. Sawa, Y., Schweingruber, F. y Milyuntin, L. (2002). *Genetic and environmental signal in tree ring from different provenance of Pinus sylvestris L. planted in the southern taiga. Central Siberia.* pp. 124-131.
  9. Servicio Estatal Forestal (2015). Dinámica Forestal de la Provincia Granma. Bayamo: MINAG.
  10. Spavento, E., Keil, G. y Monteoliva, S.( 2008). *Curso de Xilotecnología.* Universidad Nacional de la Plata: Departamento de Ingeniería Agrícola y Forestal. p. 9.
  11. UNE 56544. (2005) tableros derivados de la madera. Guía para la utilización de los tableros