

Calidad del cepillado de maderas en las provincias de Pinar del Río y Artemisa

Planning quelite of different wood in the provinces of Pinar del Río and Artemisia

Reinaldo Hanói Valdés-Reinoso; Brenda de la Caridad Delgado-Gil; Ibian Leyva-Miguel

Ministerio del Turismo. Pinar del Río, Cuba

Universidad de Pinar del Río, Cuba

Centro de Investigaciones y Servicios Ambientales de Pinar del Río, Cuba

Correo(s) electrónico(s)

daniel@upr.edu.cu

cubamayca@gmail.com

brendac93@nauta.cu

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3582-0239>

<https://orcid.org/0000-0002-5986-9881>

<http://orcid.org/0000-0002-5850-1831>

Recibido: 20 de febrero de 2021

Aceptado: 16 de marzo de 2021

Resumen

El trabajo se desarrolló en las provincias Pinar del Río y Artemisa en el año 2019, con el objetivo de determinar la calidad de los ensayos de cepillado en cinco especies maderables, pues se desconoce y se considera una de las operaciones más importantes utilizadas en los procesos industriales. El material de estudio se obtuvo en plantaciones y los ensayos se realizaron según las Normas ASTM D-1666-2004 e ISO 1302:2002. Las especies analizadas cuentan con un excelente cepillado y tienen potencialidades para ser utilizadas en la industria del mueble.

Palabras clave: Calidad; Cepillado; Rugosidad; Mueble

Abstract

The work is carried out in the provinces of Pinar del Río and Artemisa, Cuba in 2019, with the objective of determining the quality test planning in 5since timber species, since it is unknown and is considered one of the most important operations used in industrial processes. The study material was obtained in plantations and the assays were carried out according to ASTM D-1666-2004 and ISO 1302: 2002. The species analyzed have the potential to be used in the furniture industry due to the planning properties of their woods.

Key words: Quality; Planning; Roughness; Furniture.

Introducción

Los bosques a nivel mundial abarcan 3 999 mil millones de hectáreas y cubren alrededor del 30,6 %, según datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 2018). De ellos, se obtiene madera y sus derivados que aportan un 1 % al Producto Interno Bruto (PIB) y genera 54,2 millones de empleos en el mundo, de acuerdo con datos del Banco Mundial (2016).

Cuba posee 4 093 miles de hectáreas, de ellas, están cubiertas de bosques 3 241 miles de hectáreas, donde el 46 % son protectores, el 24 % de conservación y el 31 % de producción según manifiestan Labrador, Mercadet y Álvarez (2017).

La deforestación acelerada con fines de aprovechamiento de estos bosques para utilizar la madera, asociada con la utilización intensiva de un grupo reducido de maderas provoca una enorme presión sobre las mismas, obligando así, al estudio de aquellas especies en abundancia en los ecosistemas forestales que reúnan las propiedades adecuadas y puedan satisfacer el mercado, en parámetros de calidad de la madera y su facilidad de uso para aliviar y liberar el impacto sufrido sobre los bosques.

En países como México y Costa Rica se han desarrollado estudios sobre el acabado superficial de la madera. Trabajos realizados por Machuca, Rosa y Villalba (2012), partiendo de los criterios expuestos por Aguilera, Roller y Burgos (2016), Hazir, Huseyin y Hizirroglu (2017) y Laina, *et al.* (2017), exponen que la calidad superficial es un factor que incide directamente sobre diferentes procesos de maquinado de la madera. Sin embargo, en Cuba, la información existente sobre las características de maquinado de la madera es escasa o nula para muchas especies según afirman Álvarez, Bracho, Benigno y Momoli (2013).

Actualmente, se desconoce la calidad superficial de la madera al ser cepillada, propiedad de importancia que determina el uso industrial para la fabricación de muebles de algunas especies forestales que han quedado en los bosques secundarios, producto al uso intensivo de especies preciosas y de alto valor económico en toda Cuba y de manera particular en las provincias Pinar del Río y Artemisa, que ha provocado su disminución en cuanto a la frecuencia, abundancia y dominancia.

Por lo que el objetivo de este trabajo es determinar la calidad de los ensayos de cepillado de la madera de *Pinus caribaea* Morelet var. *Caribaea* Barret y Galfaro, *Acacia mangium* Willd., *Gmelina arborea* Roxb., *Samanea saman* (Jacq.) Merrill y *Eucaliptus saligna* Sm en las provincias de Pinar del Río y Artemisa.

Desarrollo

En la Empresa Agroforestal “Macurije”, ubicada en la región más occidental de la provincia Pinar del Río y la “Costa Sur” al Oeste de la provincia de Artemisa, se determinaron propiedades de trabajo en las instalaciones de la Universidad de Pinar del Río y los talleres del Fondo de Bienes Culturales (BFC) de la misma provincia.

Para la materialización de la determinación de las propiedades de cepillado de la madera de las especies *P. caribaea*, *A. mangium*, *G. arborea*, *S. saman* y *E. saligna*, se utilizaron 10 árboles, de los cuales se obtienen trozas que son cortadas a partir de una altura de 1,30 m contando cada una con 1 m de longitud; tomando cuatro probetas, dos a cada lado de la sección lateral de cada troza teniendo en cuenta su homogeneidad, para un total de 40 probetas por especie según la Norma ASTM D-1666-2004.

Se utilizaron tres cuchillas con ángulos de corte de 30°. Para obtener el ángulo de 20° fue necesario hacer un bisel en las cuchillas, todo ello en combinación con velocidad de alimentación de 7,32; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, velocidad de cabezal porta cuchillas de 6 200 revoluciones por minuto (rpm).

El número de marcas por cuchilla (NMC) fue calculado mediante la fórmula descrita por la Norma ASTM-1963, utilizada por Zavala y Vázquez (2001):

$$NMC = \frac{A * B}{V_a * 12}$$

Donde NMC = Número de marcas de cuchillas por cm, A = Velocidad del cabezal porta cuchillas o revoluciones por minuto en el cabezal (rpm), B = Número de cuchillas en el cabezal, V_a = Velocidad de alimentación o velocidad de avance ($mm \cdot min^{-1}$).

Se realizó una evaluación del 100 % de las probetas mediante la inspección visual para analizar su comportamiento en cuanto a los defectos más frecuentes para este tipo de ensayo, con los datos obtenidos se calculó el número de marcas de cuchillas por centímetro, se valoró el comportamiento de la probeta de cada una de las especies con los dos ángulos estudiados y se definió cuál de las combinaciones estudiadas es la más adecuada para el cepillado de cada una de las especies.

Para la evaluación de los defectos del cepillado y de los otros procesos de trabajabilidad de la madera se tomó como referencia la Norma ASTM D-1666-2004, que establece el procedimiento de trabajo

para la realización de ensayos de cepillado. La calidad del cepillado se determinó mediante la suma del porcentaje de piezas excelentes (E) y buenas (B) para cada uno de los ensayos.

Para la materialización de la determinación de las propiedades de rugosidad a partir del comportamiento del parámetro Ra en la madera de las especies *P. caribaea*, *A. mangium*, *G. arborea*, *S. saman* y *E. saligna*, se utilizan 40 probetas por especie según la Norma ASTM D-1666-2004; coincidiendo con Raabe, Menezzi y González (2016). Así, las dimensiones de las probetas utilizadas en los ensayos de rugosidad son las siguientes: (2 cm x 10 cm x 90 cm). Se utilizó el mismo régimen de corte que el empleado en la determinación de la calidad superficial del proceso de cepillado.

Para obtener las medidas de rugosidad superficial fue utilizado un Rugosímetro portátil modelo TM-TR200, comúnmente utilizado para medir la rugosidad superficial de piezas que hayan pasado por proceso de maquinado, calcular los parámetros de acuerdo con las condiciones de medición seleccionadas y desplegar los parámetros de medición y gráficas de perfiles en su pantalla LCD.

El procesamiento de los datos se realizó con la ayuda del software estadístico IBM SPSS Statistics para Windows, versión 22.0 y el procesador de cálculo para Windows Microsoft Excel 2016, en su versión 16.0.7167.2060, permitiendo la comparación de los valores de los cuatro parámetros: Rugosidad media aritmética (Ra), profundidad total de la rugosidad (Rt), altura de los diez puntos irregulares (Rz), y la rugosidad media cuadrática (Rq), arrojados por el equipo para cada especie y llevados a una gráfica de barras.

Se realizó una prueba de normalidad con el propósito de determinar si los datos obtenidos de la variable Ra siguen una distribución normal, mediante el estadístico de Kolmogorov Smirnov. Para comprobar la existencia o no de diferencia significativa, entre las medias de los valores de las variables del ensayo de cepillado y el parámetro Ra, se utilizó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis.

En la tabla 1, se muestran los resultados del cepillado de las especies poco utilizadas en la industria del mueble según los distintos parámetros de clasificación. Para las cinco especies, se clasifica el cepillado de excelente, coincidiendo como defecto más frecuente el grano apelmusado. Estos resultados se corresponden con los reportados por Machuca, Rosa y Villalba (2012), para *Pinus oaxacana* Mirov., proveniente de una plantación en el Estado de México.

Especie	Contenido de humedad (%)	No. probetas	Clasificación de las probetas (E+B) %
---------	--------------------------	--------------	---------------------------------------

<i>Samanea saman</i>	12	40	98 + 2
<i>Eucaliptus saligna</i>	12	40	98 + 2
<i>Acacia mangium</i>	12	40	97 + 3
<i>Pinus caribaea</i>	12	40	97 + 3
<i>Gmelina arborea</i>	12	40	96 + 4

Tabla 1. Análisis de los resultados del cepillado

Fuente: Elaboración propia

De forma general, se puede expresar que las maderas de las especies que se analizaron respondieron positivamente a la trabajabilidad del cepillado. Todo lo cual, es corroborado al determinar que presentan un número de marcas de cuchillas de 25,40/cm, lo cual influye de forma positiva en la calidad del acabado superficial.

El estudio de rugosidad para cada especie se realizó a partir del uso del Rugosímetro estableciendo un punto de medición en cada uno de los segmentos cepillados a partir de las cuatro combinaciones establecidas para el experimento que se muestran en la figura 1. Los resultados para cada indicador de rugosidad (Ra, Rz, Rq y Rt) de todas las muestras analizadas se exponen a continuación:

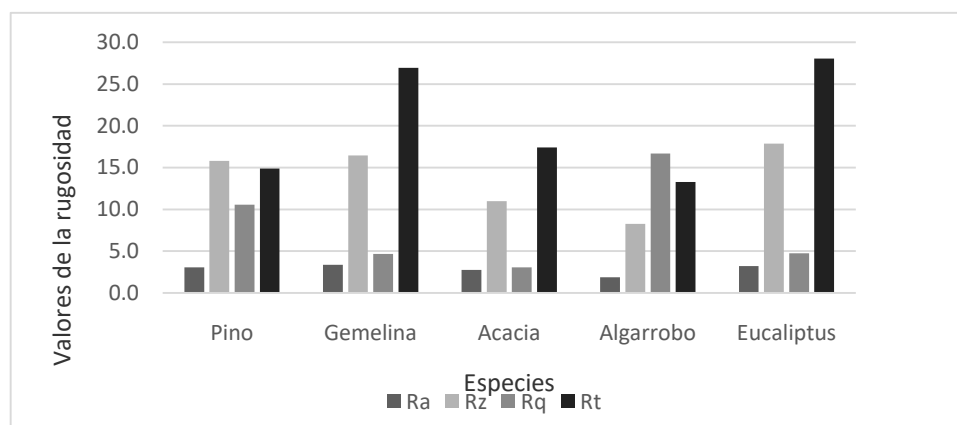


Figura 1. Parámetros de rugosidad para cada una de las especies

Fuente: Elaboración propia

Las cinco especies presentaron, según la Norma Calidad superficial ISO 1302- 2002, valores de Ra dentro de los rangos establecidos para el cepillado, *S. saman* 1,86, *A. mangium* 2,74 y *P. caribaea* 3,05 ocupando una zona no frecuente, pero favorable por su buen comportamiento ante el proceso de

maquinado, *E. saligna* 3,20 y *G. arbórea* 3,36 están dentro de los mejores resultados de la zona de los valores más frecuentes de especificaciones en la norma antes mencionada.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos y los parámetros normalizados de R_a según la norma ISO 1302-2002, se puede inferir que especies maderables en el país con valores de R_a menores a 3,50, pueden ser valoradas por la industria del mueble como alternativas de producción a partir del buen acabado superficial que las mismas pueden alcanzar. El valor resultante de R_a muestra el comportamiento de la superficie, pero lo que define su calidad es el uso final del producto, en este caso la elaboración de muebles.

De los resultados obtenidos del promedio de los parámetros de rugosidad de las diferentes probetas para cada especie, se observa que *S. saman* posee el mejor comportamiento en tres (R_a , R_z y R_t) de los cuatro parámetros estudiados, indicando esto, que de las cinco especies analizadas, *S. saman* presenta las mejores características para ser utilizado en la industria del mueble con muy buenos resultados a partir de la calidad de su acabado superficial. Aunque las cinco especies pueden ser utilizadas por la industria del mueble cubana, específicamente en Pinar del Río y Artemisa, lo que es de importancia para el país ya que pueden disminuir la presión sobre las especies preciosas y más demandadas.

Correlación entre las variables del cepillado y el R_a del acabado superficial

Al no cumplirse el supuesto de normalidad de las variables R_a , Velocidad de avance (VA), Ángulo de corte (AC), número de cuchillas (NC), Velocidad (VGC) se utilizó la prueba de Kolmogorov Smirnov para una $P \geq 0.05$ y se obtiene la matriz de correlación no paramétrica de Spearman (Tabla 2).

Parámetros de rugosidad, R_a	Especies									
	Pn		Ga		Am		Ss		Eu	
	R	p	R	p	R	p	R	p	R	p
Ra-Va	,387	,000	,000	,375	,000	,463	,430	,459	,000	,458
Ra-AC	-,500	,000	,000	-,522	,005	-,553	,001	,539	,000	,513
Ra-NC	-,387	,000	,000	-,375	,000	-,563	,430	-,459	,000	-,458
Ra-VGC	-,387	,000	,000	-,375	,000	-,563	,430	-,459	,000	-,458

Tabla 2. Análisis de la correlación entre las variables de cepillado y el acabado superficial

Fuente: Elaboración propia

Como se observa, la correlación no paramétrica de Spearman está demostrando que todas las variables del cepillado se relacionan con el parámetro Ra, siendo el ángulo de corte el de mayor influencia. Este comportamiento está respaldado por un 50 % de probabilidad.

El conocimiento de las características de labrado de las maderas permite conocer la calidad superficial que se obtiene en las operaciones de maquinado, específicamente en el cepillado de la madera. Por tal motivo, las especies estudiadas son una alternativa para la elaboración de muebles no solo en las empresas donde se realizó la investigación, sino también en otras empresas del país, por campesinos, carpinteros, entre otros productores de artículos de maderas. Permitirá además disminuir la presión sobre las especies preciosas que han sido sobreexplotadas durante años.

Conclusiones

Las especies *Pinus caribaea*, *Eucaliptus saligna*, *Samanea saman*, *Gmelina arborea* y *Acacia mangium* cuentan un excelente cepillado, lo que indica que posee las potencialidades para ser utilizadas en la industria del mueble en Pinar del Río y Artemisa.

Los análisis de la rugosidad al cepillar la madera tienen valores inferiores a 3,50, por tanto, las especies analizadas poseen un buen acabado superficial para la elaboración de artículos de madera.

Referencias bibliográficas

- Aguilera, A., Roller, A. & Burgos, F. (2016). Cutting distance as factor to evaluate the quality of wood machined surfaces: a preliminary study. *Maderas. Ciencia y Tecnología*, 10 (1), pp. 3- 8.
- Álvarez, D., Bracho, E., Benigno, J. & Momoli, R. (2013). *Tecnologia da Madeira*. España: Editorial EAE.
- American Society for Testing and Materials. ASTM. (1966). *Standard Methods of Conducting Machining Test of Wood-Based Panel*. ASTM Designación D-1666-64.
- _____. (2004). Standard Test Methods for Conducting Machining Test of Wood and Wood-Base Material. In *Annual Book of ASTM Standards-American Society for Testing and Material*. Philadelphia.
- Banco Mundial, (2016). *Los bosques generan empleos e ingresos*. Disponible en: <http://www.bancomundial.org/es/topic/forests/brief/forests-generate-jobs-and-income>.
- FAO, (2018). *Estado de los bosques del mundo – Las vías forestales hacia el desarrollo forestal sostenible*. Roma. Recuperado de www.fao.org.
- Hazir, E., Huseyin, K. & Hizirrolu, S. (2017). Optimización of sanding parameters Using response surfaces methodology. *Maderas: Ciencia y Tecnología* 19 (4), pp. 407 – 416.
- International Standards Organization. (2002). *Medición de la Rugosidad Superficial. Calidad Superficial ISO 1302: 2002*. España: Editada por AENOR.
- Labrador, O., Mercadet, P. A, & Álvarez, B. A. (2017). *Situación de los Bosques de Cuba 2016*. Dirección Forestal Flora y Fauna Silvestre del Ministerio de la Agricultura. La Habana. Boletín No. 1.
- Laina, R., Sanz, A., Villasante, A., López, P., Martínez, J. A., Alpuente, J., et al., (2017). Effect of the anatomical structure, wood properties and machining conditions on surface roughness of wood. *Maderas. Ciencia y tecnología* 19 (2), pp. 203 – 212.
- Machuca, R., Rosa, A. B., Villalba, E. M., & Velázquez, R. F. (2012). Trabajabilidad de la madera de *Pinus oaxacana* Mirov. Proveniente de una plantación en el Estado de México. *Revista Chapingo: Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 18(2), pp. 193-205.
- Raabe, J., Del Menezzi, C., & González, J. (2016). Avaliação da Superfície de Lâminas Decorativas de Curupixá (*Necrópolis venulosa* Mart. Eichler) *Floresta e Ambiente*. 24: e20150054.

Zavala, D. & Vázquez, M. (2001). Determinación de las características de maquinado de la madera de 34 especies tropicales. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 7(2), pp 169-183.