

Revista Cubana de Ciencias Forestales

CFORES

Volumen 10, número 2; 2022

Artículo original

Análisis de las preferencias de madera para la producción de muebles en Pinar del Río y Artemisa, Cuba

Analysis of wood preferences for furniture production in Pinar del Río and Artemisa, Cuba

Análise das preferências de madeira para a produção de móveis em Pinar del Río e Artemisa, Cuba

Reinaldo Hanoi Valdes Reinoso^{1*}  <https://orcid.org/0000-0003-3582-0239>

Daniel Alberto Alvarez Lazo²  <https://orcid.org/0000-0001-7627-0152>

Raúl Ricardo Fernández Concepción²  <https://orcid.org/0000-0003-0811-7839>

Arnaldo Díaz Acosta²  <https://orcid.org/0000-0003-4179-1307>

Norelys Sandra García Contino²  <https://orcid.org/0000-0001-8735-2233>

¹Ministerio del Turismo, Pinar del Río, Cuba.

²Universidad de Pinar del Río "Hermanos Saíz Montes de Oca". Pinar del Río, Cuba.

*Autor para la correspondencia: cubamayca@gmail.com

Recibido: 20/04/2022.

Aprobado: 01/08/2022.



RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue determinar las principales maderas preferidas para la elaboración de muebles en las provincias de Pinar del Río y Artemisa. El método utilizado para medir las preferencias de los especialistas fue el denominado Proceso de Análisis Jerárquico mediante la aplicación de una encuesta a 350 individuos relacionados con el consumo de artículos de madera. Los resultados obtenidos permitieron definir que las maderas de mayor preferencia para la producción de muebles son *Swietenia mahagoni* (L.) Jacq., *Cedrela odorata* L., *Cordia gerascanthus* (L.) Moldenke, *Hibiscus elatus* L. y *Tectona grandis* Sw. A partir de la aplicación del análisis jerárquico del proceso de selección de las especies se expone que la especie de mayor aceptación es *Swietenia mahagoni* (L.) Jacq., al presentar un rango de aceptación del 100 %. Los encuestados también exponen que los atributos asociados a los aspectos de calidad tienen un gran impacto en la preferencia del producto sobre los diseños, cuando el mueble está hecho de madera sólida. A partir del proyecto de ordenación forestal de las Empresas agroforestales Costa Sur (Artemisa), Pinar del Río y Macurije (Pinar del Río), se definió que *Pinus caribaea* var. *caribaea*, *Eucalyptus saligna*, *Samanea saman*, *Gmelina arborea* y *Acacia mangium*, cuentan con potencialidades para ser utilizadas en la industria del mueble a partir de sus volúmenes y permanencia en el patrimonio forestal de las empresas estudiadas.

Palabras clave: Madera; Especies; Procesamiento; Calidad; Existencia.

ABSTRACT

The objective of this study was to determine the main preferred woods for the furniture manufacture in the provinces of Pinar del Río and Artemisa. The method used to measure the preferences of the specialists was the so-called Hierarchical Analysis Process through the application of a survey to 350 individuals related to the consumption of wooden articles. The results obtained allowed us to define that the most preferred woods for the production of furniture are *Swietenia mahagoni* (L.) Jacq., *Cedrela odorata* L., *Cordia gerascanthus* (L.) Moldenke, *Hibiscus elatus* L. y *Tectona grandis* Sw. From the application of the hierarchical analysis of the species selection process, it is stated that the most accepted species is *Swietenia mahagoni*, presenting an acceptance range of 100 %. Respondents also state that the attributes associated with quality aspects have a great impact on the preference of the product over the designs, when the furniture is made of solid wood. Based on the forest management project of the Costa Sur (Artemisa), Pinar del Río and Macurije (Pinar del Río) agroforestry companies, it was defined that *Pinus caribaea* var. *caribaea*, *Eucalyptus saligna*, *Samanea saman*, *Gmelina arborea* y *Acacia mangium* have the potential to be used in the furniture industry based on their volumes and permanence in the forest heritage of the companies studied.

Keywords: Wood; Species; Processing; Quality; Existence.



SÍNTESIS

O objetivo deste estudo foi determinar as principais madeiras preferidas para a produção de móveis nas províncias de Pinar del Río e Artemisa. O método utilizado para medir as preferências dos especialistas foi o chamado Processo de Análise Hierárquica por meio de uma pesquisa com 350 indivíduos relacionados ao consumo de artigos de madeira. Os resultados obtidos permitiram definir que as madeiras mais preferidas para a produção de móveis são *Swietenia mahagoni* (L.) Jacq., *Cedrela odorata* L., *Cordia gerascanthus* (L.) Moldenke, *Hibiscus elatus* L. e *Tectona grandis* Sw. A aplicação da análise hierárquica do processo de seleção das espécies mostra que a espécie mais aceita é *Swietenia mahagoni* (L.) Jacq. com uma taxa de aceitação de 100%. Os respondentes também afirmam que os atributos associados aos aspectos de qualidade têm um grande impacto na preferência do produto em relação aos designs quando os móveis são feitos de madeira maciça. Com base no projeto de manejo florestal das empresas agroflorestais Costa Sur (Artemisa), Pinar del Río e Macurije (Pinar del Río), foi definido que *Pinus caribaea* var. *caribaea*, *Eucalyptus saligna*, *Samanea saman*, *Gmelina arborea* e *Acacia mangium*, têm potencial para serem utilizados na indústria moveleira devido ao seu volume e permanência no patrimônio florestal das empresas estudadas.

Palavras-chave: Madeira; Espécies; Processamento; Qualidade, Estocagem; Existência.

INTRODUCCIÓN

La tendencia mundial a utilizar productos o subproductos forestales, especialmente los de bosques naturales, está impulsando la introducción de especies con alto potencial productivo, de ahí la necesidad de adaptar la industria forestal para satisfacer esta creciente demanda (Valdés *et al.*, 2019).

Por otra parte, se debe considerar también, la gran variabilidad entre las especies forestales, así como sus diferentes propiedades tecnológicas, entre ellas, las que indican posibilidades de uso de la madera para los más diversos propósitos, contándose entre ellos, la elaboración de muebles y los niveles de satisfacción de los clientes a partir del bienestar que proporciona la madera (Lipovac y Burnard 2021).

Es significativo exponer que el color es una de las características más importantes para la identificación, clasificación y sugerencias de uso de la madera, principalmente cuando es asociada a aspectos relacionados con su textura y diseño en usos finales con un mayor valor agregado (Valverde *et al.*, 2020), fundamentalmente en la industria de la decoración, ebanistería y mueble.

En Cuba, aunque existen importantes avances tecnológicos en el sector, aún se necesita mejorar el nivel de conocimiento en el área de las propiedades de trabajabilidad de la madera (Valdés *et al.*, 2018). Por lo que, a pesar de la existencia en el patrimonio forestal de las provincias de Pinar del Río y Artemisa de altos volúmenes de madera, es mínimo el conocimiento sobre sus propiedades de trabajabilidad lo que las convierte en especies de poco uso para la industria del mueble. El objetivo del presente estudio es determinar las principales maderas preferidas para la elaboración de muebles en las provincias de Pinar del Río y Artemisa.



MATERIALES Y MÉTODOS

Caracterización del área de estudio

La Empresa Agroforestal "Costa Sur" está ubicada al Oeste de la provincia de Artemisa, limita al norte con el Océano Atlántico, al sur con el Mar Caribe, al este con la provincia de La Habana y al oeste con la provincia Pinar del Río. El área, cubierta de bosques con respecto al patrimonio total de la empresa, se localiza fundamentalmente hacia las zonas costeras, por lo que su distribución espacial es negativa, de ellos el 88% son bosques naturales con altos niveles, de degradación (SEF 2020).

La Empresa Agroforestal "Macurije" se localiza en la región más occidental de la provincia Pinar del Río, abarcando partes de los territorios de los municipios Guane y Mantua. Limita al norte con el litoral costero desde la ensenada de Baja hasta la ensenada de Garnacha; al este con el municipio San Juan y Martínez, perteneciente a la Empresa Agroforestal Pinar del Río; al sur con el municipio Sandino Empresa Agroforestal Guanacahabibes (EAF) y al sureste con el litoral del Golfo de México. La Empresa Agroforestal Pinar del Río, se encuentra ubicada en la parte centro y sur de la provincia del mismo nombre, la cual comprende los municipios San Juan y Martínez, San Luis, Pinar del Río y Consolación del Sur, limita al norte con los municipios Minas de Matahambres y Viñales, al sur con el Mar Caribe, al este con el municipio Los Palacios y al oeste con el municipio Guane (Valdes *et al.*, 2019).

Determinación del tamaño de la muestra e intensidad del muestreo

Para la determinación del tamaño de la muestra (personas a encuestar), se aplicó el método de la encuesta a través de la técnica del cuestionario a personal relacionado con el consumo de artículos de madera (Anguita *et al.*, 2003). Se contactaron individuos en tiendas especializadas, instalaciones turísticas, aserríos, carpinterías, obras de construcción y profesores de la carrera de Ingeniería Forestal en la Universidad de Pinar del Río, lo cual representa un universo de 350 individuos.

La variable utilizada fue: años de experiencia de los encuestados relacionados con el procesamiento y comercialización de la madera, lo cual dio la posibilidad de desarrollar el muestreo estratificado lo que proporcionará un aumento en la precisión de las estimaciones de la población (Cochran 1963).

Para determinar el número de personas a encuestar se estratificó la población en base a 5 años de experiencia o más, por lo que se formaron tres estratos:

- Estrato 1 — de 5 a 9 años de experiencia con un total de 112 individuos;
- Estrato 2 — de 10 a 14 años de experiencia con 186 individuos; y
- Estrato 3 — con más de 14 años de experiencia con 52 individuos.

Para determinar la intensidad de muestreo (tamaño de la muestra) de la población estratificada se utilizó la siguiente expresión de Pellico y Brena (1997), para poblaciones finitas (Ecuación 1):



$$n = \frac{t^2 (\sum_{h=1}^L W_h s_h)^2}{E^2 + t^2 \sum_{h=1}^L \frac{W_h s_h^2}{N}} \quad (1)$$

Donde: n- número total de unidades muestreadas; h-tamaño del estrato t- percentil t para una determinada confianza (1-a) 100 %: E- margen de error dispuesto a aceptar; N- número total potencial de unidades de la población; L- número de estratos; W_h - proporción del estrato en la muestra total; tamaño del estrato; s_h - varianza de los estratos

Para determinar el n- tamaño de la muestra en cada estrato se emplea la distribución proporcional, es decir (Ecuación 2):

$$n_h = W_h * n \quad (2)$$

Dónde: n_h número de unidades muestreadas por estrato; W_h proporción del estrato en la población; n número total de unidades muestreadas en la población.

Análisis de las preferencias de maderas por el consumidor mediante el Proceso de Análisis Jerárquico (AHP)

El método utilizado para medir las preferencias de los especialistas fue el denominado Proceso de Análisis Jerárquico (APJ), propuesto por **Saaty (1980)**, utilizado por **Scholz y Decker (2007)** y **Beltran et al. (2021)**, con la intención de analizar este problema de decisión mediante la estructura jerárquica, basada en la decisión individual de los elementos.

En este caso el AHP pretende evaluar las tendencias que tienen determinados segmentos de la población en relación a sus preferencias de madera para la elaboración de muebles, teniendo en consideración los diferentes atributos que caracterizan la madera y su efecto sobre el bienestar psicológico que proporciona esta importante materia prima.

Para la Jerarquización del modelo se debe desglosar el problema en sus componentes relevantes. Cuando se construye este modelo se deben incluir suficientes detalles para describir el problema de la forma más completa posible.

El tope máximo de la jerarquización representa el objetivo del problema de decisión (Preferencia de especies en la elaboración de muebles). Este objetivo se caracterizó a partir de un primer nivel de atributos (Criterios), dentro de los cuales se fijaron: Diseño y Calidad. Los mismos fueron subdivididos en varios niveles de atributos (Subcriterios), dentro de los que se cuentan: estilo, individualidad, acabado superficial, facilidad para ser trabajada, tipo de construcción, moderno rústico, clásico, acabado superficial, translúcido, opaco, la destreza en premio, normal, tipo de construcción, sólido, chapas, translúcido aceitado, lacado y veteado y finalmente las alternativas; que serán las especies que se identifiquen como las preferidas; en correspondencia con la metodología propuesta por **Roche y Vejo (2005)**.



Según Beltrán *et al.* (2021), en la etapa siguiente se evalúan las posibilidades que tienen las alternativas (las cinco especies seleccionadas como las más preferidas) por medio de comparaciones binarias (de a pares) para cada uno de los criterios y subcriterios establecidos, el decisor expresa su preferencia asignando un valor numérico a cada comparación. En cada nivel de la jerarquía, se realizaron comparaciones entre pares de elementos de ese nivel, en base a la importancia o contribución de cada uno de ellos al elemento de nivel superior al que están ligados.

Este proceso de comparación conducirá a una escala de medida relativa de prioridades o pesos de dichos elementos. En ambos casos las comparaciones por pares se realizaron por medio de ratios de preferencia que se evaluaron según una escala numérica de 1 a 9.

Teniendo en consideración los trabajos realizados por Berumen y Llamazares (2007), a partir de los resultados obtenidos quedó conformada la siguiente matriz (Ecuación 3):

$$A = \begin{pmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & 1 \end{pmatrix} \quad (3)$$

Una vez construidas estas matrices se procedió a la normalización de las mismas, dividiendo cada número de la columna por la suma total de la columna y así se obtuvo la matriz normalizada (Ecuación 4):

$$A_{\text{normalizada}} = \begin{pmatrix} 1/v_1 & a_{12}/v_2 & \dots & a_{1n}/v_n \\ a_{21}/v_1 & 1/v_2 & \dots & a_{2n}/v_n \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1}/v_1 & a_{n2}/v_2 & \dots & 1/v_n \end{pmatrix} \quad (4)$$

Posteriormente, se calculó un promedio aritmético a cada línea de la matriz normalizada y se obtuvo el Vector de prioridad para las alternativas, criterios y subcriterios (Ecuación 5):



$$p = \begin{pmatrix} \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_{1j} \\ \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_{2j} \\ \vdots \\ \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_{nj} \end{pmatrix} \quad (5)$$

En este caso el AHP pretendió evaluar las tendencias que tienen determinados segmentos de la población en relación a sus preferencias de madera para la elaboración de muebles, teniendo en consideración los diferentes atributos que la caracterizan. Por consiguiente, los datos de comparaciones de pares se recogieron a nivel individual mediante cuestionarios aplicados a un grupo de 25 especialistas los cuales fueron elegidos en función del objetivo prefijado y atendiendo a criterios expuestos por **Barba y Pomerol (1997)**. En estos casos se obtuvo un promedio geométrico de todas las opiniones emitidas por los especialistas, coincidiendo con **Roche y Vejo (2005)**.

El tope máximo de la jerarquización representa el objetivo del problema de decisión (Preferencia de especies en la elaboración de muebles). Este objetivo se caracterizó a partir de un primer nivel de atributos (Criterios), dentro de los cuales se fijaron:

Diseño y calidad. Los mismos fueron subdivididos en varios niveles de atributos (Subcriterios), dentro de los que se cuentan: estilo, individualidad, acabado superficial, facilidad para ser trabajada, tipo de construcción, moderno rústico, clásico, acabado superficial, traslúcido, opaco, la destreza en premio, normal, tipo de construcción, sólido, chapas, traslúcido aceitado, lacado y veteado y finalmente las alternativas; que serán las especies que se identifiquen como las preferidas; en correspondencia con la metodología propuesta por **Roche y Vejo (2005)**.

En la etapa siguiente, se evaluaron las posibilidades que tienen las alternativas (las cinco especies seleccionadas como las más preferidas) por medio de comparaciones binarias (de a pares) para cada uno de los criterios y subcriterios establecidos, el decisor expresa su preferencia asignando un valor numérico a cada comparación.

En cada nivel de la jerarquía, se realizaron comparaciones entre elementos de ese nivel, en base a la importancia o contribución de cada uno de ellos al elemento de nivel superior al que están ligados (**Beltrán et al., 2021**).

Este proceso de comparación conduce a una escala de medida relativa de prioridades o pesos de dichos elementos. En ambos casos las comparaciones por pares se realizan por medio de ratios de preferencia que se evalúan según una escala numérica de 1 a 9 propuesta en la Tabla 1.



Tabla 1 - Escala fundamental de comparaciones

Valor	Definición	Comentarios
1	Igual importancia	El Criterio A es igual de importante que el Criterio B
2	Importancia intermedia	Valor intermedio para cuando es importante comparar
3	Importancia media	La experiencia y el juicio favorecen ligeramente el Criterio A sobre el Criterio B
4	Importancia intermedia	Valor intermedio para cuando es importante comparar
5	Importancia alta	La experiencia y el juicio favorecen fuertemente el Criterio A sobre el Criterio B
6	Importancia intermedia	Valor intermedio para cuando es importante comparar
7	Importancia muy alta	El Criterio A es mucho más importante que el Criterio B
8	Importancia intermedia	Valor intermedio para cuando es importante comparar
9	Importancia extrema	La mayor importancia del Criterio A sobre el Criterio B está fuera de toda duda

Ejemplo: Si el criterio A es de gran importancia frente al criterio B, las notaciones serían las siguientes:

Criterio A frente a Criterio B 5/1
Criterio B frente a Criterio A 1/5 (recíproco de lo anterior)

Fuente: Saaty (1980) y Berumen y Llamazares (2007)

Con estos resultados queda conformada la siguiente matriz: (Ecuación 6), según Berumen y Llamazares (2007).

$$A = \begin{pmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & 1 \end{pmatrix} \quad (6)$$

Posteriormente, se realiza un promedio aritmético a cada línea de la matriz normalizada y se obtiene el Vector de prioridad para las alternativas, criterios y subcriterios (Ecuación 7):



$$p = \begin{pmatrix} \frac{1}{n} \sum_i a_{1j} \\ \frac{1}{n} \sum_i a_{2j} \\ \vdots \\ \frac{1}{n} \sum_i a_{nj} \end{pmatrix} \quad (7)$$

Análisis de la consistencia de las opiniones vertidas

Teniendo en cuenta que los encuestados pueden hacer malas apreciaciones al comparar algunos de los elementos, se procedió a un análisis de la consistencia de los resultados obtenidos. Para cada línea de la matriz de comparación de pares se determina una suma ponderada en base a la suma del producto de cada valor de la misma por la prioridad de la alternativa correspondiente (que surge del vector de prioridad). Haciendo un promedio de los resultados obtenidos, se obtuvo a λ_{max} (Berumen *et al.*, 2007) (Ecuación 8):

$$\lambda_{max} = n = \sum_{i=1}^n \lambda_i \quad (8)$$

Una vez que se obtiene se procede a calcular el Índice de Consistencia (Ecuación 9) (Moreira y Ortega 2021):

$$IC = \frac{\lambda_{max} - n}{(n - 1)} \quad (9)$$

Con este índice ya se obtuvo una medida de consistencia. Pero no se debe usar porque de acuerdo al AHP un determinado valor de este índice es tolerable en una matriz de determinada dimensión, pero no es tolerable en otra de diferente dimensión. Debido a esto Saaty (1980), desarrolló una medida de consistencia aleatoria, uniforme para todas las matrices (Tabla 2).

Tabla 2.- Índice de Consistencia aleatoria (ICA)

Número de elementos que se comparan	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Índice de Consistencia Aleatoria (ICA)	0	0	0,58	0,89	1,11	1,24	1,32	1,40	1,45	1,49

Fuente: Berumen y Llamazares (2007)



A estos efectos se determinó la Relación de Consistencia a partir de la siguiente ecuación (Moreira y Ortega 2021):

Donde: RC- relación de consistencia; IC índice de consistencia; ICA- índice de consistencia Aleatoria.

Desde el punto de vista del AHP, es deseable que la relación de consistencia de cualquier matriz de comparación de pares sea menor o igual a 0.10 (Moreira y Ortega 2021).

Por último, se evaluó la contribución de cada elemento a los elementos del nivel de la jerarquía inmediatamente superior y se calcula la contribución global de cada alternativa al objetivo principal o meta. Como herramienta para facilitar el procesamiento de los datos se utilizó el Excel. En el caso de la selección de la especie preferida por los consumidores de madera se define un vector prioridad para cada subcriterio y criterio, así como de todas las alternativas evaluadas.

Análisis de los volúmenes de existencia de las especies preferidas en el mercado del mueble y alternativas de sustitución

Por último, se realiza el análisis de los volúmenes de existencia en los patrimonios forestales de las especies preferidas por los encuestados y las especies maderables con mayor existencia en los propios patrimonios forestales con la finalidad de proponer las mismas como alternativas en el sector del mueble en Pinar del Río y Artemisa.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Determinación de las maderas preferidas por los consumidores

Como resultado de la encuesta aplicada se obtuvo que las cinco especies de mayor preferencia por los consumidores, para la elaboración de muebles son *Swietenia mahagoni* (100 %), *Cedrela odorata* (98 %), *Cordia gerascanthus* (66,8 %), *Hibiscus elatus* (51,2 %) y *Tectona grandis* (39,2 %).

Estos resultados coinciden con los de Valdés *et al.* (2014), donde las percepciones de los consumidores de madera identificaban a las mismas especies como las de mayor preferencia, resultando *Swietenia mahagoni* la más preciada de ellas.

Al realizar un análisis de los principales criterios expuestos por los consumidores referidos a: calidad de la madera, posibilidad para nuevos diseños, facilidad para ser trabajada y características de su acabado superficial, los encuestados plantean que la madera usada para la producción de muebles tiene que analizarse en su totalidad porque son muchos los factores que inciden en una correcta selección, coincidiendo estos planteamientos con los criterios emitidos por Laina *et al.* (2017), quienes señalan que la madera tiene un fuerte impacto en las preferencias de los clientes cuando es analizado el producto como un todo.

La magnitud de las irregularidades que se forman en el proceso de maquinado de la madera depende de varios factores relacionados entre sí, así como, de la estructura anatómica y propiedades físicas de la madera. Estos elementos deben tenerse en cuenta en el momento de seleccionar la madera a utilizar para la elaboración de muebles.



Varios son los factores que influyen en el proceso de transformación secundaria de la madera y que participan en la formación de las superficies y en su calidad final, entre ellos principalmente se encuentran la orientación del grano, el contenido de humedad, y densidad de la madera, corroborando los planteamientos de **Hazir y Koc (2018)**, en relación con la calidad de la madera y sus derivados.

Otro de los resultados obtenidos de las encuestas realizadas en la fase investigativa en cuanto a la facilidad para ser trabajadas, refiere que la calidad del acabado superficial depende en gran medida del poco conocimiento de los industriales, de las combinaciones más adecuadas para el procesamiento de la madera; coincidiendo con los planteamientos de **Singer y Ozçahin (2020)**.

Cuando aumentan el número de cuchillas y la velocidad de giro del cabezal se obtiene un mejor acabado superficial (sin cuantificar el aumento) en la pieza, lo cual coincide con **Valdés et al. (2019)**, al establecer que la rugosidad superficial es afectada por diferentes variables, por ejemplo, en el maquinado de la madera y la velocidad de rotación, donde un aumento de la velocidad de rotación produce superficies menos rugosas.

Los encuestados también exponen que los atributos asociados a los aspectos de calidad tienen un gran impacto en la preferencia del producto sobre los diseños, cuando el mueble está hecho de madera sólida, de esta forma los carpinteros prefieren a *Swietenia mahagoni*, tanto en las líneas de productos clásicos, como en las que son de estilo campestre, los cuales aún tienen mercado estable en las áreas objeto de estudio.

Utilización del Análisis jerárquico en el proceso de selección de las especies preferidas a partir de los atributos de la madera

A partir de la materialización de la metodología propuesta se obtuvieron resultados relacionados con la matriz normalizada que define la importancia de cada una de las especies en las preferencias del consumidor (Tabla 3).

Tabla 3. - Matriz normalizada a partir del análisis jerárquico del proceso

Especie	Vp					
<i>Swietenia mahagoni</i>	0,52	0,52	0,61	0,40	0,30	0,479
<i>Hibiscus elatus</i>	0,10	0,10	0,06	0,24	0,20	0,149
<i>Cedrela odorata</i>	0,15	0,31	0,20	0,24	0,20	0,228
<i>Tectona grandis</i>	0,10	0,03	0,06	0,08	0,20	0,090
<i>Cordia gerascanthus</i>	0,10	0,03	0,06	0,024	0,06	0,054

A partir de los resultados obtenidos se determinó un promedio aritmético a cada línea de la matriz normalizada y se obtuvo el vector de prioridad para las alternativas, criterios y subcriterios (Figura 1).



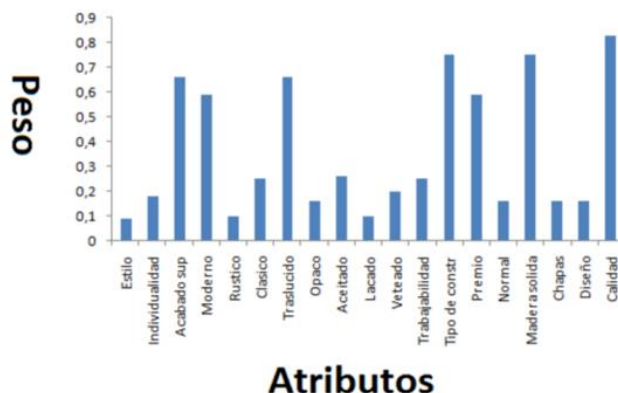


Fig. 1. - Contribución global de cada alternativa al objetivo principal o meta

En el caso de la selección de la especie preferida por los consumidores de madera se define un vector prioridad para cada subcriterio y criterio, así como de todas las alternativas evaluadas. El resultado final del análisis jerárquico del proceso de selección de las especies expone que la especie de mayor aceptación de manera global es la caoba al presentar un rango de aceptación del 54 %, tal y como se expone a continuación:

- *Swietenia mahagoni* = $0,52 * 0,83 + 0,50 * 0,16 + 0,39 * 0,14 = 0,54 * 100 = 54 \%$
- *Cedrela odorata* = $(0,23 * 0,83) + (0,16 * 0,16) + (0,25 * 0,14) = 0,245 * 100 = 24 \%$
- *Hibiscus elatus* = $(0,10 * 0,83) + (0,10 * 0,16) + (0,17 * 0,14) = 0,12 * 100 = 12 \%$
- *Tectona grandis* = $(0,06 * 0,83) + (0,056 * 0,16) + (0,11 * 0,14) = 0,06 * 100 = 6 \%$
- *Cordia gerascanthus* = $(0,03 * 0,83) + (0,056 * 0,16) + (0,07 * 0,14) = 0,04 * 100 = 4 \%$

Disponibilidad de las cinco especies preferidas por la industria del mueble

Un análisis de la existencia volumétrica y en superficie de las cuatro especies preferidas por los consumidores de madera en los proyectos de ordenación de las empresas agroforestales Macurije, Pinar del Río y Costa Sur se muestra en la Tabla 4.



Tabla 4. - Disponibilidad de las especies maderables preferidas por el sector del mueble

Especies valoradas	EAF Macurije		EAF Pinar del Río		EAF Costa Sur		Totales	
	ha	Vol.(m³)	ha	Vol.(m³)	ha	Vol.(m³)	ha	Vol.(m³)
<i>Swietenia mahagoni</i>	28,7	834,3	13,4	1003,7	85,7	3556,5	127,8	5394,5
<i>Cedrela odorata</i>	30,2	906	0,2	11	54,6	2730	85	3647
<i>Hibiscus elatus</i>	89,1	4975,2	65,1	7055	206,5	18998	360,7	31028,2
<i>Tectona grandis</i>	19,5	935	31,1	3243	38	1710	88,6	5888
	167,5	7650,5	109,8	11312,7	384,8	26994,5	662,1	9535

Fuente: Servicio Estatal Forestal (SEF)-Ministerio de la Agricultura (2020)

No se incluye en esta tabla a la especie *Cordia gerascanthus* pues en la actualidad la misma se encuentra en estado de brinzal dada la sobreexplotación que la misma ha tenido, por lo que no se reportan volúmenes de madera por parte de ninguna de las tres empresas objetos de estudio.

Como se constata de la tabla, la mayor existencia en superficie y volumen para las cuatro especies pertenecen a la EAF Costa Sur seguido de la EAF Macurije y la EAF Pinar del Río, donde las especies en orden descendente que mayor superficie ocupan y mayor volumen de existencia son *Hibiscus elatus* seguida de *Tectona grandis*, *Swietenia mahagoni* y por último *Cedrela odorata*.

Estos resultados se corresponden con las superficies de plantaciones priorizadas por las empresas debido al rápido crecimiento para los casos de *Hibiscus elatus* y *Tectona grandis* y a la vulnerabilidad de *Swietenia mahagoni* y *Cedrela odorata* ante el ataque de *Hypsipilla grandella* y por el aprovechamiento de *Cedrela odorata* en mayor cuantía para la fabricación de cajas para tabaco siendo prioridad en la provincia Pinar de Río (SEF 2020), lo cual requiere de un manejo intensivo para ambas especies.

Especies abundantes, pero poco utilizadas por la industria del mueble

Otras especies que cuentan con amplia existencia en plantaciones y en volúmenes de madera dentro del patrimonio forestal de las empresas Macurije, Pinar del Río y Costa Sur se muestran en la Tabla 5.

La especie de mayor volumen y superficie plantada en las empresas estudiadas es el *Pinus caribaea* var. *caribaea* seguido de *Eucaliptus saligna*, *Gmelina arborea*, *Acacia mangium* y *Samanea saman* en ese orden. Las dos primeras priorizadas en los planes



de reforestación por sus usos y rápido crecimiento y las dos últimas una de reciente introducción (*Acacia mangium* y *Samanea saman*) existente solo en bosques naturales.

Tabla 5. - Disponibilidad de especies abundantes, pero poco preferida por el sector del mueble

Especies valoradas	EAF Macurije		EAF Pinar del Río		EAF Costa Sur		Totales	
	ha	Vol. (m ³)	ha	Vol. (m ³)	ha	Vol. (m ³)	ha	Vol. (m ³)
<i>Pinus caribaea</i>	27275.7	3218532.1	5328.9	808657	419.13	35626	33023.7	4062815.1
<i>Eucaliptus saligna</i>	8153.2	823473.2	1162.2	128995	192.7	14452.5	9 508.1	966920.7
<i>Samanea saman</i>	-----	-----	2.2	158.1	57	3705	59.2	3863.1
<i>Acacia mangium</i>	123.5	13214.5	281.0	18873.1	136.0	9520	540.5	41607.1
<i>Gmelina arborea</i>	-----	-----	14.6	938.4	115.3	10377	129.0	11315.4

Fuente: Servicio Estatal Forestal (SEF)-Ministerio de la Agricultura (2020)

Comparando los resultados presentados en las Tablas 4 y 5, en cuanto a superficie de las especies citadas, se puede observar que las especies *Pinus caribaea*, *Eucaliptus saligna*, *Acacia magnium*, *Gmelina arborea* y *Samanea saman* (todas de relativamente baja preferencia en la industria del mueble), son las especies de mayor volumen de existencia, resultando por otro lado, que las de menor cuantía en el área objeto de estudio son *Swietenia mahagoni*, *Cedrela odorata* y *Tectona grandis*, las cuales son junto a *Hibiscus elatus* las preferidas por los consumidores.

Es de destacar que para el caso de *Hibiscus elatus* a pesar de ser una de las especies preferidas y por consiguiente algo sobreexplotada para la fabricación de muebles, su abundancia en la actualidad es relativamente alta, inclusive superior a *Samanea saman*.

En los Proyectos de Organización y Desarrollo de la Economía Forestal de las tres empresas hay coincidencias en que los volúmenes de madera de especies de alta demanda van en detrimento, lo cual coincide con lo planteado por **Valdés et al. (2014)**, quien atribuye que la existencia de la especies de maderas preciosas está afectada por la alta demanda existente, lo cual causa un desequilibrio en las clases de desarrollo de estas especies para su aprovechamiento, existiendo pocos individuos aprovechables y para el caso de *Swietenia mahagoni* y *Cedrela odorata* un bajo reclutamiento en el bosque natural lo que incide en una disminución de las superficies.



Es por ello que, del análisis de los altos volúmenes de madera de especies poco conocidas en la industria del mueble se recomienda su empleo, disminuyendo el impacto actual que se hace a las especies de madera preferidas por los consumidores.

Es significativo definir, además, que las maderas de mayor existencia en los sistemas de producción y el patrimonio forestal que los sustentan, se caracterizan en su mayoría por presentar tonalidades claras que ejercen una marcada influencia sobre la psiquis y el bienestar psicológico del consumidor. Lo cual define que el color es uno de los factores preferentes al seleccionar un producto derivado de la madera (Bello *et al.*, 2020).

CONCLUSIONES

Las especies de mayor preferencia para la producción de muebles en Pinar del Río y Artemisa son *Swietenia mahagoni*, *Cedrela odorata*, *Cordia gerascanthus*, *Hibiscus elatus* y *Tectona grandis*.

La especie de mayor aceptación de manera global es *Swietenia mahagoni* al presentar un rango de aceptación del 54 %, tal y como se expone a continuación.

Los atributos asociados a los aspectos de calidad tienen un gran impacto en la preferencia del producto sobre los diseños, cuando el mueble está hecho de madera sólida, *Pinus caribaea* var. *caribaea*, *Eucaliptus saligna*, *Samanea saman*, *Gmelina arborea* y *Acacia mangium*, cuentan con potencialidades para ser utilizadas en la industria del mueble teniendo en consideración sus respectivos volúmenes y permanencia en el patrimonio forestal de las empresas estudiadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANGUITA, C., REPULLO, J. R., DONADO, J., 2003. La encuesta como técnica de investigación. Elaboración de cuestionarios y tratamientos estadísticos de los datos. Revista Aten Primaria, v. 31, n. 8, p. 527-538. Recuperado de: <https://www.elsevier.es/es-revista-atencion-primaria-27-articulo-la-encuesta-como-tecnica-investigacion?13047738>
- BARBA, S y POMEROL, J. C., 1997. Decisiones multicriterio: Fundamentos teóricos y utilización práctica. Editora Universidad de Alcalá. Colección Economía. Madrid. España <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=372749>
- BELLO, R., VARGAS, L., VALVERDE, J. C., CAMACHO, D y SALAS, C., 2020. Evaluación de la calidad de la madera utilizada en viviendas de interés social en Costa Rica. Revista Cubana de Ciencias Forestales, v. 8, n. 1, enero-abril. Recuperado de: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2310-34692020000100016
- BERUMEN, S. A y LLAMAZARES, F., 2007. La utilidad de los métodos de decisión multicriterio (como el ahp) en un entorno de competitividad creciente Cuadernos de Administración, vol. 20, núm. 34, julio-diciembre, 2007, pp. 65-87. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=20503404>



- BELTRÁN, J. M., ACURIO, G. F y ALULEMA, P. S. 2021. Método AHP de Saaty para determinar los factores del quantum indemnizatorio por daño inmaterial en materia penal en Ecuador. *Revista Universidad y Sociedad*, v. 13, n. 2, p. 249-256. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202021000200249
- COCHRAN, W. G. 1963. *Sampling Techniques*, 2nd Ed., New York. John Wiley and Sons, Inc. 2nd Edition, John Wiley and Sons Inc., New York, 413 p. https://books.google.com.cu/books/about/Sampling_Techniques.html?id=8Y4QAQAAIAAJ&redir_esc=y
- DONOVAN, G. H y NICHOLLS. D., 2003. Consumer preferences and willingness to pay for character-marked cabinets from Alaska birch. *Forest Prod. J*, v. 53, n.11/12, p. 27-32. <https://www.fs.usda.gov/treearch/pubs/23595>
- HAZIR, E y KOC, K. H. 2018. A modelling study to evaluate the quality of Wood Science. *Madera. Ciencia y Tecnología*, v. 20, n. 4, p. 691-702. https://www.researchgate.net/publication/325987970_A_modeling_study_to_evaluate_the_quality_of_wood_surface
- LAINA, R., SANZ, A., VILLASANTE, A., LÓPEZ, P., ROJAS, J. A.M., ALPUENTE, J., MONTERO, R. S y VIGNOTE, S., 2017. Effect of the anatomical structure, wood properties and machining conditions on surface roughness of wood. *Maderas. Ciencia y tecnología*, v. 19, n. 2, p. 203-212. https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-221X2017000200008
- LIPOVAC, D y BURNARD, M. D. 2021. Effects of visual exposure to wood on human affective states, physiological arousal and cognitive performance: A systematic review of randomized trials. *Indoor and Built Environment* 2021, Vol. 30(8) 1021-1041. Recuperado: DOI: 10.1177/1420326X20927437
- MOREIRA, L. F y ORTEGA, C. F., 2021. Análisis jerárquico aplicado a la determinación de la fragilidad ambiental de la subcuenca del Río Carrizal. *Pol. Con. (Edición núm. 56)*, v. 6, n. 3, p. 15-39. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7926882>
- PELLICO, S y BRENA, D. A., 1997. *Inventario florestal*. (S. Pellico Neto & D. A. Brena, Eds.), Curitiba-PR. JOUR. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7926882>
- ROCHE, H y VEJO, C., 2005. Métodos cuantitativos aplicados a la administración. Análisis multicriterio para la toma de decisiones, 2005 [citado 16 de noviembre de 2013]. Recuperado de: <http://www.ccee.edu.uy/ensenian/catmetad/material/MdA-Scoring-AHP.pdf>
- SAATY, T. L., 1980. *The Analytic Hierarchy Process*, New York: McGraw-Hill. https://books.google.com.cu/books/about/The_Analytic_Hierarchy_Process.html?id=Xxi7AAAAIAAJ&redir_esc=y



- SCHOLZ, S. W y DECKER, R., 2007. Measuring the impact of wood species on consumer preferences for wooden furniture by means of the Analytic Hierarchy Process. *Forest Prod. J*, v. 57, n. 3, p. 23-28. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/279766807_Measuring_the_impact_of_wood_species_on_consumer_preferences_for_wooden_furniture_by_means_of_the_Analytic_Hierarchy_Process
- Servicio Estatal Forestal (SEF). 2020. Anuario. Programa de desarrollo Forestal 2020-2030. Ministerio de la Agricultura. Pinar del Río. Ministerio de la Agricultura. Pinar del Río, Cuba.
- SINGER, H y OZÇAHIN, S. A., 2020. A multiple criteria analysis of factors influencing surface roughness of wood-based materials in the planning process. *Cerne*, v. 26, n. 1, p. 58-65. <https://www.scielo.br/j/cerne/a/mxBDrPn3LQdshpY7J75wvfJ/?lang=en>
- SWEARINGEN, K.A., HANSEN, E. N y REEB, J. E., 1998. Customer preferences for Pacific Northwest hardwoods. *Forest Prod. J*. 48(2):29-33. <https://www.proquest.com/openview/d7c9a817b010860742308ab75fc75498/1?pq-origsite=gscholar&cbl=25222>
- VALDÉS, R. H., ALVAREZ, D. A., RAMÍREZ, A., GONZÁLEZ, I y PEÑALVER, A., 2014. Análisis de la utilización de diferentes especies maderables en la elaboración de artículos de alta demanda en el mercado de EFI Sierra Cristal perteneciente a la provincia Santiago de Cuba. *Revista Forestal Baracoa*, v 33, p. 14-23. https://www.academia.edu/20139356/ANALISIS_DE_LA_UTILIZACION_DE_DIFERENTES_ESPECIES_MADERABLES_EN_LA_ELABORACION
- VALDÉS, R. H., FERNÁNDEZ, R. R., PUPO, I y ALVAREZ, D., 2018. Análisis de la calidad del cepillado de la madera de diferentes especies procedentes de Pinar del Río y Artemisa, Cuba. *Revista Cubana en Ciencias Forestales*, v. 6, n. 3, p. 272-283. <https://cfores.upr.edu.cu/index.php/cfores/article/view/362>
- VALDÉS, R., FERNÁNDEZ, R. R., LEÓN, M. A., CECILIA, N y ALVAREZ, D., A., 2019. Análisis de la rugosidad superficial de diferentes maderas en las provincias de Pinar del Río y Artemisa, Cuba. *Revista Cubana en Ciencias Forestales*, enero-abril, v. 7, n. 1, p.1-16. <https://cfores.upr.edu.cu/index.php/cfores/article/view/386>
- VALVERDE, J. C., ARIAS, D., ARIAS, K., CASTILLO, M., MILLER, C., AGUILAR, H y FLORES, D., 2020. Identificación de patrones de reflectancia espectral y colorimétricos en madera seca de *Peltogyne purpurea* Pittier. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*. 2020; mayo-agosto, v. 8, n. 2, p. 262-281. Recuperado de: <https://cfores.upr.edu.cu/index.php/cfores/article/view/589>
- VALDÉS, R. H., ALVAREZ, D y FERNÁNDEZ, R. R., 2021. Análisis de la calidad superficial de diferentes maderas. *Avances*, n. 23, n. 2, p. 163-174. <https://www.redalyc.org/journal/6378/637869392004/html/>



Conflicto de intereses:

Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

Contribución de los autores:

Los autores han participado en la redacción del trabajo y análisis de los documentos.



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional.
Copyright (c) 2022 Reinaldo Hanoi Valdes Reinoso, Daniel Alberto Alvarez Lazo, Raúl Ricardo Fernández
Concepción, Arnaldo Díaz Acosta, Norelys Sandra Garcia Contino

