

PROPUESTA METODOLOGICA PARA LA IDENTIFICACION DE USOS POTENCIALES DE LA MADERA A PARTIR DE PARAMETROS FISICOMECANICOS CUANTITATIVOS

Palabras Clave: Metodología, identificación, usos de la madera, propiedades físicas y mecánicas.

*William Klinger Brahan*¹
*Yamile Talero Ramírez*²

INTRODUCCION

La información sobre propiedades y usos de la madera se encuentra diseminada en una gran cantidad de libros y folletos que no posibilitan agilidad y precisión en la consulta; a su vez los estudios que han determinado tanto las propiedades como los usos potenciales de la madera, en algunos casos carecen de confiabilidad, ya sea por el incumplimiento de normas en la realización de los ensayos, por la consideración de supuestos teóricos muy discutibles hoy, o por la utilización de metodologías poco rigurosas, especialmente en lo que tiene que ver con la identificación de usos probables.

Con el propósito de dar solución a estos inconvenientes, la Universidad Distrital Francisco José de Caldas a través de su Proyecto Curricular de Ingeniería Forestal y con el auspicio del Centro de Investigaciones y Desarrollo Científico de la institución, diseñó y puso en funcionamiento un programa computacional que determina en pocos segundos los usos potenciales que deberían dársele a una madera, utilizando para ello el análisis de las propiedades físicas y mecánicas del material. El programa contiene además una base de datos de fácil acceso y manejo, que posee registros de propiedades y usos empíricos de más de 650 maderas.

El diseño del programa requirió de la formulación de una propuesta metodológica para identificar usos potenciales a partir del análisis cuantitativo de 14 parámetros fisicomecánicos de la madera, para lo cual se siguió un proceso, que inició con la recopilación de información primaria y secundaria sobre las maderas colombianas y continuó con la búsqueda de relaciones entre las propiedades de 698 maderas y 296 usos recomendados para ellas.

El trabajo concluyó con el diseño y puesta en marcha de un software que contiene información sobre densidades, contracciones, elasticidad, resistencias y usos empíricos de 698 maderas de Colombia, Venezuela, Bolivia, Ecuador y Perú. Sin embargo, la mayor utilidad del software consiste en que a partir de las propiedades físicas y mecánicas, identifica los usos potenciales que se le pueden dar a la madera. En este sentido se trata de una solución rápida para la sustitución de maderas y se consolida como una potente herramienta en la solución de problemas, tanto de sobreutilización como de subutilización de maderas, al identificar para todas las especies, más usos potenciales que empíricos o establecer muchas maderas alternativas para un mismo uso potencial.

¹ Ingeniero Forestal, Profesor Titular del Proyecto Curricular de Ingeniería Forestal en la Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas

² Ingeniera Forestal de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Justificación

La gran diversidad de especies forestales maderables que existen en Colombia, ha permitido que este valioso material tenga una amplia gama de posibilidades de uso, desde estructuras y revestimiento de embarcaciones, hasta artesanías talladas, convirtiendo a la madera en uno de los productos de mayor utilización a nivel nacional.

Una gran cantidad de investigaciones se ha orientado a la recomendación de usos potenciales de las maderas, a partir principalmente del análisis de sus propiedades físicas y mecánicas y a la comparación cualitativa con maderas de usos ampliamente reconocidos.

Este importante volumen de información sobre los usos de las maderas Colombianas se encuentra diseminado en un buen número de documentos escritos, situación que dificulta su consecución y hace del conocimiento de las posibilidades de utilización de este material un proceso engorroso, demorado y poco confiable.

Con el propósito de aportar a la solución del problema de confiabilidad, se hace necesario avanzar en el diseño de una propuesta metodológica, que en lugar de basarse en comparaciones cualitativas, se ampare en valores máximos y mínimos de las propiedades específicamente relacionadas con un uso determinado.

Para resolver el problema de la agilidad en el manejo de la información, es urgente diseñar y montar una base de datos que sirva como apoyo a un programa computacional que, determine las propiedades de interés para un uso específico, revise los valores de la madera para dicha propiedad, compare estos valores con máximos y mínimos y proporcione el uso potencial de cual-

quier madera en función de los resultados obtenidos mediante el proceso anterior, el cual tiene una base netamente cuantitativa.

Por todas estas razones se requería con urgencia el diseño y montaje de un programa de computación que permitiera obtener de manera rápida, económica y confiable información referente a los usos de las maderas colombianas, que al mismo tiempo supere la metodología cualitativa utilizada en la determinación de usos, y avance hacia el manejo de parámetros cuantitativos para lograr este fin. El programa deberá permitir la identificación del uso adecuado de cualquier madera, a partir de sus valores de propiedades físicas y mecánicas.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Formular y aplicar una metodología orientada a la determinación de los usos potenciales de las maderas a partir de parámetros fisicomecánicos cuantitativos.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Establecer los usos que empíricamente se le dan a las maderas colombianas en las diferentes regiones del país.
- Compilar las propiedades fisicomecánicas de cada una de las maderas, así como el lugar de procedencia del material utilizado en la determinación de estas propiedades.
- Determinar las propiedades tanto físicas como mecánicas asociadas a cada uso y los valores mínimos que se requieren de cada propiedad para la recomendación de un uso específico.
- Diseñar y montar una base de datos con información sobre propiedades fisicomecánicas, usos, procedencias y reportes bibliográficos de maderas colombianas.

- Diseñar e instalar un programa computacional con capacidad para identificar los usos potenciales de las maderas a partir de sus propiedades fisicomecánicas.

2. MARCO TEORICO

2.1 Antecedentes

No se conoce ninguna investigación colombiana que haya propuesto con claridad una metodología, que con fundamento en parámetros físicos y mecánicos de tipo cuantitativo, determine o recomiende los usos potenciales de una madera cualquiera. Comúnmente, cuando se buscan los usos de una nueva madera, su densidad se compara con la de otras que tengan usos reconocidos y a partir de dicha comparación se sugieren sus usos potenciales.

Un trabajo con cierta cercanía temática al presente; es el desarrollado por Hoheisel (1968), el cual lleva por título "Determinación de los usos probables de algunas maderas de Colombia, en base a los ensayos de propiedades físicas y mecánicas, publicado por el Instituto Forestal Latinoamericano con sede en Mérida - Venezuela. Sin embargo, el informe de este trabajo no evidencia con claridad una propuesta metodológica para tal fin, se enfatiza en los resultados. Se presentan los usos potenciales de 26 maderas colombianas; carreto (*Aspidosperma dugandii*), aceituno (*Beilschmiedia sp*), aceite maría (*Calophyllum mariae*), orejero (*Enterolobium cyclocarpum*), coco cristal (*Eschweilera sp*), jagua (*Genipa americana*), chingalé (*Jacaranda copaia*), hediondo (*Piptadenia rigida*), anime (*Protium neglectum*), vara de indio (*Sterculia caribea*), zapato (*Sterculia sp*), sangretoro (*Virola sebifera*), clavellino *Warszewiczia coccineae*), escobillo (*Xylopia emarginata*), corcho (*Apeiba membranaceae*), corcho (*Apeiba tibourbou*), cagüi (*Carcoyacar barbinerve*), ají (*Clarisia racemosa*),

sapán (*Clathrotropis brunnea*), coco cabuyo (*Couratari pulchra*), sirpe macho (*Pourouma aff. melinoii*), Sirpe hembra (*Pourouma aff. guianensis*), sirpe (*Pourouma aff. apiculata*), caimo (*Pouteria sp*), leche perra (*Pseudolmedia laevigata*) y fresno (*Tapirira guianensis*).

El trabajo más propositivo en lo referente a un proceso metodológico para identificar usos potenciales a partir de las propiedades fisicomecánicas de la madera es el desarrollado en el Laboratorio Nacional de Productos Forestales por Arroyo (1971). La investigación titula clasificación de usos y esfuerzos de trabajo para maderas venezolanas, en él se analizan 14 usos estableciendo para cada uno las propiedades de interés. Los usos analizados fueron: construcción, uso exterior, pisos, construcción de barcos, pilotaje marino, carpintería, chapas, ebanistería, durmientes, postes de cerca, postes eléctricos y de líneas telefónicas, embalajes, palillos, depresores linguales y similares, mangos de herramientas y artículos atléticos y deportivos.

También constituye un buen antecedente la publicación de Pérez (1978), titulada Manual de Construcción en Madera. Este trabajo fue publicado por el Departamento de Construcción en Madera del Instituto Forestal de Chile; en él se establecen las propiedades primarias y secundarias que deben analizarse para la determinación de la potencialidad de usos en la madera, entre otros: andamios, acabados de interiores y exteriores, traviesas y ebanistería.

A pesar de la falta de investigación directa en Colombia, la experiencia investigativa que se ha acumulado a lo largo de los años, sirve como base para el diseño de una nueva propuesta metodológica, que con fundamento en los resultados obtenidos, construya nuevos procedimientos ajustados a la realidad conceptual del día de hoy. En este sentido, la Universidad Distrital ha acumulado un volumen de información sobre el

comportamiento físico y mecánico de maderas que se constituye en una buena base de información para el presente trabajo.

Durante la última década, el Proyecto Curricular de Ingeniería Forestal, bajo la dirección del primer autor de este artículo, ha adelantado varios trabajos de investigación orientados a la recomendación de usos potenciales de la madera a partir de su comportamiento físico y mecánico. El bajo número de usos probables obtenidos con las metodologías empleadas en estos casos, contrasta de manera notable con el alto número de usos potenciales que se recomiendan para las mismas maderas con la nueva metodología.

En 1990, los Ingenieros Forestales Antonio Martínez y Doris Mejía, optaron a su título de pregrado con la realización de un trabajo titulado "Estudio tecnológico de cinco maderas procedentes del Alto Sinú – Córdoba". Esta investigación contó con el auspicio económico de la Corporación para el Desarrollo del Valle del Sinú – CVS, en ella se determinaron las propiedades físicas, mecánicas y de trabajabilidad de las maderas de almendro (*Dipteryx panamense*), zapato (*Basyloxylum zapato*), vara china (*Sterculia caribea*), barbasco *Xanthoxylum sp*) y cucharo (*Calocarpum sp*) y se recomendaron los usos potenciales de cada una de ellas.

En 1992, con el auspicio de Inmunizadora Serrano Gómez S.A., los Ingenieros Forestales Miguel Fajardo y Jorge Duque, determinaron las características anatómicas, fisicomecánicas, de durabilidad natural y tratabilidad de las maderas de algarrobo (*Hymenaea courbaril*), monoacero (*Calycorectes sp*) y nazareno (*Peltogyne pubescens*), procedentes del Magdalena Medio. Se identificaron también los usos potenciales de dichas maderas.

En este mismo año, con el patrocinio de Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior, se establecieron las propiedades anatómicas,

fisicomecánicas y de trabajabilidad de la madera de mangle santandereano (*Escallonia pendula*), Trabajo con el cual optaron a su título de Ingenieros Forestales, José Luís Bociga y Rubén Moncayo.

En 1992, con el propósito de optar al título de Ingenieros Forestales, bajo el auspicio de la Comisión Nacional de Investigación Forestal y la Corporación Colombiana para la Amazonía - Araracuara, Alvaro Castro y Gabriel Cortés determinaron las propiedades fisicomecánicas y de trabajabilidad de la madera de entresaca de tres especies forestales procedentes de San José del Guaviare; abarco (*Cariniana pyriformis*), cedro achapo (*Cedrelinga catenaeformis*) y chingalé (*Jacaranda copaia*).

Bajo la dirección de Ingeniero Forestal Ricardo Morris y con el patrocinio de la Inmunizadora Serrano Gómez S.A., en 1993, los ingenieros Forestales Elena Ramos, Xiomara Sanclemente y Max Triana, realizaron el estudio tecnológico y secado artificial de las maderas de cedro, flormorado y perillo.

En 1995, la Ingeniera Forestal Liz F. Villarraga determinó los usos potenciales de las maderas de árbol del pan y jaca. Este trabajo contó con la dirección de Ingeniero Forestal Hernando Augusto Guevara.

La **Tabla 1**, muestra los usos potenciales identificados en algunas de las investigaciones relacionadas en los antecedentes.

2.2 Marco Conceptual

El marco conceptual se basa fundamentalmente en cuatro publicaciones que de alguna manera establecen claras relaciones entre los usos de las maderas y sus propiedades. Son ellos Panshin (1959), Hoheisel (1968), Arroyo (1971) y Pérez (1978).

Panshin en su trabajo titulado productos forestales, establece que la madera es uno de los

Tabla 1. Usos potenciales de algunas maderas colombianas recientemente estudiadas

MADERAS	USOS PROBABLES
Almendro	Traviesas, carrocerías, pisos industriales, puentes, vigas y muebles industriales
Barbasco	Construcciones, muebles sencillos, puertas, guardaescobas, molduras
Cucharo	Construcciones, pisos industriales, carretería, hormas para zapatos y reglas
Vara china	Construcciones, pisos industriales, carretería, hormas para zapato, reglas y mangos de herramientas
Zapato	Formaletas, construcciones y muebles ordinarios
Algarrobo	Construcciones, pisos, pasos de escaleras y elementos torneados
Nazareno	Construcciones, pisos, pasos de escaleras y elementos torneados
Monoacero	Carpintería de obra, marcos de puertas y ventanas, rodones, zócalos y pasamanos

Fuente: varios autores

materiales más antiguos utilizados en el campo de la construcción y como materia prima de muchas industrias, pero debido a la poca información de especificaciones técnicas básicas y por prejuicios originados en conceptos erróneos, la utilización de este material no siempre se ha realizado adecuadamente.

Según él, el mal resultado de la madera se puede atribuir a la selección de especies poco apropiadas, tamaños inadecuados, utilización de material de mala calidad, métodos de construcción inadecuados, y conocimiento empírico y superficial del material.

Por esta razón, para Panshin, es de suma importancia tener en cuenta las diferencias existentes entre especies, la resistencia a determinados esfuerzos, propiedades para el trabajo y acabado para determinar así el uso más apropiado. Para esto es necesario valorar las necesidades de tal uso y buscar la especie que cumpla con las características que se necesiten y así ubicar varias especies para seleccionar la más adecuada por economía, disposición y especificaciones técnicas.

La obtención de información sobre maderas, es complicada principalmente por su gran variedad y complejidad en su estructura anatómica

y su composición química, ya que pueden variar entre especies, dentro de la misma especie y hasta en las diferentes partes del mismo árbol.

Para utilizar de una manera adecuada la madera, se requiere un conocimiento completo de tres variables:

a) Las propiedades que dentro de ciertos límites son comunes a toda la madera, cualquiera que sea su procedencia.

Algunas de éstas: son, que es liviana; de fácil manejo; absorbente a buena parte de pinturas; es fuerte para su peso, buen aislante, absorbe choques y vibraciones, no se oxida, responde mejor que otros materiales cuando es expuesta a agua salada, los defectos son de fácil detección ya que se ven en la superficie, sus vetas son de tipo ornamental, no pierde sus características de cohesión ni se vuelve quebradiza, en el caso que esto suceda presenta síntomas; puede reducirse para pulpa y formar luego papel, plásticos o películas transparentes.

Algunos limitantes son su tamaño, ya que solo se puede aumentar con uniones, su resistencia y dureza, los cambios dimensionales que varían la solidez, se pudre y es atacada por insectos, es combustible, existen variaciones dentro de la misma especie, se hiende.

- b) Las propiedades específicas características de una especie determinada y que rigen su aprovechamiento para ciertos usos.

Las propiedades de la madera varían, ya que aparecen en diferente intensidad en las especies, poseen diferencias en peso, dureza, solidez, encogimiento, penetrabilidad, facilidad de trabajar, capacidad para admitir pintura, el encolado, o los clavos; longitud y tamaño de las células y reacción con los agentes formadores de pulpa, así como en sus propiedades físicas y químicas. La elección de la especie para un fin determinado se hará con base de una combinación de propiedades deseadas para una utilización adecuada de la madera.

- c) Los grados de variación que pueden presentarse dentro de la misma especie y extensión en que puede afectar esta variedad a los usos específicos de tal especie.

Esta variación se debe en gran parte, a las circunstancias ambientales que afectan el desarrollo de los árboles y de las características hereditarias. Las diferencias más evidentes son el peso y apariencia; la solidez es correlativa con el peso específico, factores como la velocidad de crecimiento y época de formación de la madera permitiendo así una elección más precisa. También se hace necesario tener en cuenta el grado de afectación por defectos en la madera para determinar la variabilidad de las propiedades dentro de la misma especie.

Si se tienen en cuenta los anteriores parámetros y si se realiza un diseño y tratamientos correctivos, se puede extender el número de especies a utilizar en los diferentes usos.

Hoheisel (1968), Arroyo (1971) y Pérez (1978), avanzan en detalles mucho más específicos para relacionar el uso de una madera con sus propiedades físicas y mecánicas, al punto de definir propiedades de interés para diferentes usos., lo cual constituye un gran soporte para esta inves-

tigación, aunque en Colombia el uso de una madera se establezca por comparación de las densidades de la madera en estudio con las de otras de uso reconocido.

La metodología que se propone, se fundamenta en el análisis de las propiedades físicas y/o mecánicas específicas relacionadas con uso determinado, y la posterior comparación de dichas propiedades con las de otras maderas reconocidamente empleadas en el uso determinado. Por ejemplo, si el interés es determinar las posibilidades de utilización que tiene una madera para la construcción de traviesas, lo pertinente es hacer un análisis de su resistencia a la compresión perpendicular a las fibras y comparar el valor de esta propiedad mecánica con el de otras maderas que empíricamente se utilicen para tal fin, si el valor de esta propiedad es igual o superior a la resistencia que tienen las otras maderas, la nueva madera, a la cual se le busca el uso potencial de traviesas, se puede recomendar para ese uso.

Con este procedimiento se pueden evitar problemas tanto de sobreutilización como de subutilización de maderas. Por una parte se pueden encontrar sustitutos para usos en los cuales exista alta presión sobre una especie maderable, y por otra, se pueden encontrar para una madera, muchos más usos de los que empíricamente se le dan.

3. ASPECTOS METODOLOGICOS

Para lograr el cumplimiento de los objetivos propuestos en la presente investigación, se requirió el desarrollo del siguiente proceso metodológico:

3.1 Recopilación de Información Secundaria

Se compilaron los resultados de investigaciones que al respecto del comportamiento de la made-

ra se han realizado en las universidades Distrital Francisco José de Caldas de Bogotá, Nacional de Medellín, Tolima de Ibagué, UIS de Bucaramanga y María Goretti de Pasto y cuyo énfasis estuvo en la determinación de usos potenciales. De igual manera se acopió información de diferentes instituciones Colombianas y Andinas que se dedican al trabajo de la madera, como son el Servicio Nacional de Aprendizaje y el Instituto Forestal Latinoamericano, entre otras. Esta información permitió el diseño y montaje de una base de datos que asignó a cada especie maderable los usos para ella recomendados en cada una de las mencionadas investigaciones. Las propiedades que se tuvieron en cuenta fueron: densidad anhidra, densidad básica, contracciones totales y parciales volumétrica, radial y tangencial, resistencia máxima al corte, impacto, dureza, módulo de elasticidad a la flexión, resistencia máxima a la flexión, resistencia a la compresión paralela y perpendicular. Adicionalmente se registraron los usos de las maderas.

3.2. Recopilación de Información Primaria

En zonas del país con amplia cultura de utilización de madera se recogió información empírica sobre los diversos usos dados a la madera de diversas especies forestales, con el fin de alimentar la base de datos y de aportar evidencias prácticas a los resultados teóricos obtenidos en las investigaciones. Básicamente se visitaron zonas de aprovechamiento forestal en el departamento del Chocó y algunas regiones del Pacífico colombiano.

3.3 Ajuste de las Propiedades Físicas y Mecánicas

Se realizó un análisis de cada uno de los reportes de propiedades físicas y mecánicas de la ma-

dera, atendiendo dos criterios conceptuales básicos, que la madera de una misma especie tiene propiedades físicas y mecánicas diferentes, si procede de sitios distintos y que el contenido de humedad en la zona de saturación de las fibras no es igual para todas las maderas. Debido a estos preceptos teóricos fue necesario, por una parte, realizar ajustes de las propiedades de las maderas reportando absolutamente todos los valores de resistencia a un 0% de contenido de humedad, y por la otra, no considerar estudios que utilizaran distintas procedencias para reportar una única información tecnológica sobre una especie maderable. Finalmente se utilizaron diversas ecuaciones para calcular esfuerzos que no fueron registrados en los estudios originales. En la actualidad se avanza en los aspectos operativos de un gran proyecto de investigación tendiente a cubrir las deficiencias que no pudieron ser cubiertas con base en modelos matemáticos.

3.4 Análisis de Propiedades Físico – Mecánicas de Interés

Para cada uno de los usos identificados en los pasos metodológicos anteriores se determinaron las propiedades físico – mecánicas que hacen posible dicho uso con el objeto de programar una búsqueda orientada a conocer exclusivamente las propiedades que están relacionadas con un uso solicitado. Se partió de un total de 296 usos muy particulares, que luego fueron agrupados en 80 de carácter mucho más general. La **Tabla 2** muestra la propiedad o las propiedades que le fueron asignadas a cada uno de los usos, 80 que finalmente fueron contemplados en la investigación.

Tabla 2. Propiedades asignadas a los usos de la madera

Usos	Propiedades
Acabados de exteriores	Densidad básica, impacto y dureza lateral.
Acabados interiores	Densidad básica, contracción volumétrica impacto y dureza lateral.
Aerodelismo	Densidad básica e impacto.
Aisladores	Densidad básica.
Alma de tableros enlistonados	Densidad básica.
Andamios	Impacto, resistencia máxima a la flexión.
Arcos	Densidad básica, impacto y módulo de elasticidad.
Arcos para violines	Impacto, módulo de elasticidad y dureza lateral.
Armazón de barcos	Densidad básica, impacto, cizallamiento, compresión paralela, compresión perpendicular, resistencia máxima a la flexión y módulo de elasticidad.
Armazón de buques	Densidad básica, impacto, compresión paralela, compresión perpendicular, resistencia máxima a la flexión, cizallamiento y módulo de elasticidad.
Armazón para silla	Resistencia máxima a la flexión, compresión paralela, módulo de elasticidad e impacto.
Artesanías	Densidad básica, impacto, dureza, corte y contracción volumétrica.
Artículos atléticos y deportivos	Impacto, densidad básica, dureza, coeficiente de estabilidad dimensional y contracción volumétrica.
Artículos para escritorio	Coeficiente de estabilidad dimensional y densidad básica.
Ataudes	Impacto, densidad básica y contracción.
Bajalenguas	Densidad básica y módulo de elasticidad.
Barriles	Resistencia máxima a la flexión, contracción, impacto, coeficiente de estabilidad dimensional y módulo de elasticidad.
Bastones	Resistencia máxima a la flexión, impacto y módulo de elasticidad.
Bates	Impacto y densidad básica.
Baules	Densidad básica.
Boyas	Densidad básica.
Cabos para herramientas	Impacto, densidad básica y dureza lateral.
Cajas	Resistencia máxima a la flexión, dureza lateral, impacto, y densidad básica.
Cajonería y gabinetería	Resistencia máxima a la flexión, impacto, contracción y coeficiente de estabilidad dimensional.
Canaletes	Densidad básica, impacto, flexión, y módulo de elasticidad.
Cañas de pescar	Módulo de elasticidad e impacto.
Carpintería	Resistencia máxima a la flexión, impacto, dureza lateral y contracción.
Carretería	Resistencia máxima a la flexión, impacto y dureza lateral.
Carrocerías	Resistencia máxima a la flexión, impacto y dureza lateral.
Chumaceras	Impacto, dureza lateral y coeficiente de estabilidad dimensional.
Cielorrasos	Densidad básica, contracción y coeficiente de estabilidad dimensional.
Coches de ferrocarril	Resistencia máxima a la flexión, impacto y contracción.
Construcción	Resistencia máxima a la flexión, compresión perpendicular y compresión paralela.
Crucetas	Resistencia máxima a la flexión, impacto, dureza lateral, módulo de elasticidad y corte.
Cucharitas para helados	Densidad básica.
Culatas de armas	Impacto, densidad básica, contracción y coeficiente de estabilidad dimensional.
Ebanistería	Resistencia máxima a la flexión, impacto, dureza lateral y contracción.
Embalajes	Impacto, Resistencia máxima a la flexión, dureza lateral, contracción volumétrica y coeficiente de estabilidad dimensional.
Embarcaciones	Densidad básica, impacto, dureza, módulo de elasticidad y contracción volumétrica.
Empaques	Coeficiente de estabilidad dimensional, contracción e impacto.
Encofrados	Coeficiente de estabilidad dimensional y contracción.
Ensamblés	Impacto, contracción, dureza lateral y corte.
Entarimados	Resistencia máxima a la flexión, impacto y módulo de elasticidad.
Escaleras	Resistencia máxima a la flexión, compresión perpendicular, corte, módulo de elasticidad y contracción volumétrica.

Usos	Propiedades
Estacas	Impacto, resistencia máxima a la flexión y compresión paralela.
Estibas	Compresión perpendicular, resistencia máxima a la flexión, módulo de elasticidad e impacto.
Estructuras	Compresión perpendicular, compresión paralela, resistencia máxima a la flexión, corte, módulo de elasticidad y densidad básica.
Formaletas	Densidad básica, impacto, contracción y resistencia máxima a la flexión.
Fósforos	Densidad básica, impacto, flexión y módulo de elasticidad.
Hojas de puertas	Contracción, impacto y dureza lateral.
Hormas para zapatos	Contracción, coeficiente de estabilidad dimensional e impacto.
Huacales	Resistencia máxima a la flexión, impacto, dureza lateral, módulo de elasticidad, densidad básica y contracción.
Implementos agrícolas	Compresión paralela, compresión perpendicular, dureza lateral e impacto.
Instrumentos musicales	Impacto, resistencia máxima a la flexión, contracción, dureza, coeficiente de estabilidad dimensional y densidad básica.
Juguetería	Densidad básica, impacto y dureza lateral.
Lápices	Densidad básica, impacto, resistencia máxima a la flexión, módulo de elasticidad, corte y coeficiente de estabilidad dimensional.
Lomo de cepillos	Impacto.
Maquetas	Densidad básica, impacto y resistencia a la flexión.
Marco para ventanas y puertas	Resistencia máxima a la flexión, impacto, resistencia a la compresión paralela, dureza lateral y contracción.
Mástiles	Resistencia máxima a la flexión, módulo de elasticidad e impacto.
Modelos para fundición	Coeficiente de estabilidad dimensional, contracción y densidad básica.
Muebles	Resistencia máxima a la flexión, impacto, compresión paralela, contracción, dureza lateral y coeficiente de estabilidad dimensional.
Palancas para minas	Resistencia máxima a la flexión, módulo de elasticidad, impacto y compresión paralela.
Palillos	Densidad básica y módulo de elasticidad.
Partes para aviones	Densidad básica, dureza lateral e impacto.
Pilones	Densidad básica e impacto.
Pilotes	Módulo de elasticidad, compresión paralela.
Pisos	Resistencia máxima a la flexión, compresión perpendicular, contracción, coeficiente de estabilidad dimensional y dureza lateral.
Poleas	Dureza lateral, impacto.
Postes	Resistencia máxima a la flexión, compresión paralela, dureza, impacto y módulo de elasticidad.
Postes para cercas	Módulo de elasticidad e impacto.
Postes para líneas aéreas	Módulo de elasticidad, compresión paralela, dureza, flexión e impacto.
Productos moldurados	Coeficiente de estabilidad dimensional, contracción y densidad básica.
Puentes	Módulo de elasticidad, resistencia máxima a la flexión, compresión paralela y compresión perpendicular.
Quillas	Impacto, corte y flexión.
Reglas	Densidad básica, impacto y contracción.
Remos	Resistencia máxima a la flexión e impacto.
Traviesas	Compresión perpendicular, contracción, Dureza lateral e impacto.
Tacones para zapatos	Dureza lateral, impacto, compresión paralela y contracción.
Techos	Módulo de elasticidad, compresión paralela, corte, compresión paralela y máxima resistencia a la flexión.
Trompos	Impacto y dureza lateral.
Vigas	Módulo de elasticidad, impacto, resistencia máxima a la flexión y compresión perpendicular.
Balsas	Densidad básica, impacto y corte.

3.5 Asignación de Valores Mínimos para las Propiedades

Se confeccionó un listado con cada uno de los 80 usos finales reportados en la investigación, y las correspondientes maderas empleadas en esos usos, según la revisión de información primaria y secundaria. Se escogieron por medio de una rutina de computadora, de entre todas las maderas empleadas en uso determinado, los valores mínimos de todas las propiedades físicas y mecánicas relacionadas con dichos usos, con el objeto de establecer estos valores como parámetros extremos de escogencia.

3.6 Diseño y Montaje del Programa

Con la información recolectada de los pasos anteriores, se elaboró un programa que reunió en una base de datos diseñada en ambiente Access, 698 maderas con sus respectivas propiedades físicas y mecánicas y con los usos empíricamente dados a ellas. Luego se introdujeron componentes que hicieron al programa capaz de relacionar cada uso con sus propiedades de interés, buscar los valores límites exigidos para cada propiedad en un uso determinado e identificar todos los usos posibles de una madera a partir de dichos parámetros.

4. RESULTADOS

La investigación tuvo como resultado un producto físico, consistente en un disco compacto que funciona con base en la nueva metodología propuesta, la cual utiliza parámetros físicos y mecánicos de la madera para escoger sus usos potenciales. El software es de muy fácil manejo y tiene las siguientes aplicaciones:

- 1. Listado de maderas contenidas en la base de datos:** Entrando en la aplicación por la opción de listar, el software suministra el listado general de las 698 maderas que contiene la base de datos. Este listado contiene el nombre científico de la especie y las propiedades físicas y mecánicas de cada una de las maderas y puede ser ordenado por cualquiera de estos parámetros, además de poder ser impreso en su totalidad o exclusivamente las páginas que requiera el usuario. El Anexo A muestra la forma como el software establece los listados de las maderas contenidas en la base de datos.
- 2. Listado de maderas con atributos específicos:** Estando en la opción de propiedades, a la cual se llega desde la ventana de consulta, se puede solicitar el listado de especies con los atributos específicos que requiera el usuario. Este listado se obtiene a partir de cualquier valor o rango de valores de una o varias propiedades físicas y/o mecánicas. Por ejemplo, si se desean conocer las maderas que tienen densidades anhidras entre 0.55 g/cm^3 y 0.59 g/cm^3 y que al mismo tiempo tengan un módulo de elasticidad entre 110.000 Kg/cm^2 y 122.000 Kg/cm^2 , el software reporta un listado de estas maderas. En el Anexo B se puede apreciar este listado.
- 3. Listado de maderas según el uso o combinaciones de uso:** La ventana de consulta permite también acceder a la opción de usos, el software muestra 80 posibilidades de uso y permite la combinación de todos ellos. Al solicitar información sobre un uso específico o la combinación de dos o más, se suministra un listado de maderas a las que empíricamente, según la revisión de literatura y la recolección de información de campo se les da esa utilización. Adicionalmente se reporta un listado de las maderas que según el nuevo procedimiento metodológico es potencialmente apta para ser empleada en ese uso específico. Los Anexos

C y D muestran respectivamente, el listado de las maderas que se usan en la fabricación de remos y el de las maderas que potencialmente se podrían emplear para este uso. Adicionalmente se puede solicitar información sobre maderas que se empleen simultáneamente para entre dos y ochenta usos, en el Anexo E se puede apreciar un listado de maderas que se utilizan en la elaboración de pilotes, poleas, quillas y muebles.

4. Listado de maderas según la procedencia de las muestras:

También por la ventana de consultar, se halla la opción de procedencia, ingresando por ella se encuentran posibilidades de listar las especies según el país, la región, el departamento o el municipio del cual proceden las muestras utilizadas en el estudio tecnológico. Como ejemplo se puede observar en el Anexo F, un listado de las maderas procedentes del Chocó que se encuentran contenidas en la base de datos.

5. Suministro de información sobre las maderas:

La ventana de consulta que contiene la aplicación permite la búsqueda de los datos básicos de una madera cualquiera, a lo cual se puede acceder por el nombre vulgar, el nombre científico o el código asignado a la madera. De igual manera se puede acceder a esta información desde cualquiera de los listados anteriores, simplemente con hacer doble click sobre el nombre de la especie. La información básica de cada especie contiene datos de densidad básica, densidad anhidra, contracciones volumétrica, radial y tangencial, coeficiente de estabilidad dimensional, resistencia máxima a la flexión, módulo de elasticidad, resistencia a la compresión perpendicular en el límite proporcional, resistencia máxima al corte, resistencia máxima a la compresión paralela, resistencia al impacto y dureza lateral y en extremos, usos dados empíricamente, usos potenciales recomendados según la investigación,

procedencia de la madera y referencia bibliográfica de la cual se obtuvo la información. El Anexo G muestra la forma como sale impresa esta información, utilizando como ejemplo la madera de cucharo (*Calocarpum sp.*).

6. Identificación de los usos potenciales de maderas:

Los usos no empíricos sino potenciales atribuibles a las propiedades físicas y mecánicas de cualquier madera de las contenidas en la base de datos puede obtenerse entrando a la información básica de la especie por la opción de *usos según la investigación*. Estos listados muestran claramente que las posibilidades de uso de una madera se amplían cuando se tiene como fundamento este nuevo procedimiento metodológico. Los anexos H e I muestran los listados de los usos potenciales y empíricos del almendro (*Dipteryx panamense*), obsérvense las diferencias en cuanto al número de usos contemplados en cada anexo.

7. Realización de tareas especiales:

Teniendo una madera de usos desconocidos, ya sea de plantación o bosque natural y de cualquier edad, a la cual se le conocen sus propiedades físicas y mecánicas, éstas se introducen al programa y él arroja los usos potenciales que recomienda para ella. Por ejemplo: se supone que no se conocen los usos de una madera cuyas propiedades se relacionan en el la **Tabla 3**.

El software recomienda en pocos segundos los siguientes 24 usos potenciales de la madera: acabados de exteriores, acabados de interiores, armazón para sillas, artesanías, artículos atléticos y deportivos, cajas, cajonería y gabinetería, carpintería, carrocerías, cucharitas para helados y ebanistería, embalajes, embarcaciones, empaques, enconfrados, estacas, estibas, huacales, instrumentos musicales, mástiles, muebles, palillos, pilotes y postes. Estos 24 usos se escogieron entre 80 posibilidades, seguramente no se reportaron más usos potenciales para la madera del

Tabla 3. Propiedades físicas y mecánicas de una madera desconocida

Propiedad	Valor
Densidad anhidra	0.62 g/cc
Densidad básica	0.52 g/cc
Contracción volumétrica total	17.45%
Contracción tangencial total	11.53%
Contracción radial total	5.62%
Coficiente de estabilidad dimensional	2.05
Resistencia máxima a la flexión	1741.98 Kg/cm ²
Módulo de elasticidad a flexión	179.8 Kg/cm ²
Resistencia máxima a la compresión paralela	1118.4 Kg/cm ²
Resistencia a la compresión perpendicular	No determinada
Dureza en los extremos	1018 Kg/cm ²
Dureza lateral	741 Kg/cm ²
Resistencia al cizallamiento	112 Kg/cm ²
Resistencia al impacto	0.7 Kg. m / cm ²

Fuente: Devia J. y Gutierrez, E., 1971

ejemplo debido al hecho de que no se conoce su resistencia a la compresión perpendicular.

Al software se pueden seguir agregando todos los registros que se quieran sobre propiedades físicas y mecánicas de nuevas especies o procedencias que se determinen en el futuro.

5. CONCLUSIONES

- El software se constituye en una potente herramienta práctica para conocer información de las maderas del pacto andino con especial énfasis en las colombianas, cuando es utilizado como una base de datos. Permite el acceso rápido, económico y confiable a información sobre cada una de las propiedades físicas y mecánicas de un gran número de maderas de la región, así como a sus usos empíricos y potenciales y a las fuentes bibliográficas consultadas para su implementación.
- La metodología diseñada, con base en la cual funciona el software, permite resolver para

las maderas colombianas dos (2) problemas claramente identificados, la sobreutilización y la subutilización de especies forestales maderables.

Si la madera de alguna especie ha sido sometida a una alta presión antrópica debido a su preferencia para un uso determinado, el software se encuentra en capacidad de identificar muchas maderas como sustitutas de la altamente presionada en un uso específico (ver Anexo K en el cual se muestran maderas que podrían sustituir al abarco en la fabricación de carrocerías).

Si una especie maderable ha sido frecuentemente sujeta a unos muy pocos usos que han encontrado sustitutos de mayor calidad, el software se encuentra en la capacidad de atribuirle a la madera nuevos usos potenciales que solucionan el problema de subutilización y aumentan de manera significativa las perspectivas comerciales de la especie.

RECOMENDACIONES

- Se hace imperiosa la necesidad de investigar el comportamiento físico y mecánico de algunas maderas que tienen estudios incompletos y que por no tener determinadas algunas de estas propiedades resultan recomendadas para muy pocos usos potenciales.
- Es necesario revisar la información tecnológica de algunas maderas que presentan datos ajustados a contenidos de humedad y que poseen éstos en el punto de saturación de las fibras, igual o inferior a 12%.
- A las instituciones que publican temas relacionados con el comportamiento de maderas colombianas, se les sugiere no mezclar datos de propiedades mecánicas de la madera de diferentes procedencias para completar la información de una especie.

BIBLIOGRAFIA

- Arroyo, Joel. 1971.** Clasificación de usos y esfuerzos de trabajo para maderas venezolanas. Laboratorio Nacional de Productos Forestales. Mérida – Venezuela. 89p.
- Castro, Alvaro y Cortés, Gabriel. 1992.** Determinación de las propiedades fisicomecánicas y de trabajabilidad de cuatro maderas de plantación procedentes de San José del Guaviare. Universidad Distrital. Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Tesis de Grado. Santa Fe de Bogotá.
- Devia, J. y Gutierrez, E. 1971.** Estudio anatómico y determinación de las propiedades físicas y mecánicas de la madera de arracaho *Clarisia racemosa*. Tesis de grado Ingeniería Forestal. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá. 122p.
- Duque, Jorge y Fajardo, Miguel. 1992.** Determinación de las características anatómicas, fisicomecánicas, de durabilidad natural y tratabilidad de las maderas de algarrobo, nazareno y monoacero. Universidad Distrital. Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Tesis de Grado. Santa Fe de Bogotá. 1992.
- Klinger, William, Bociga, José Luis y Moncayo, Rubén. 1992.** Determinación de las propiedades anatómicas, fisicomecánicas y de trabajabilidad de la madera de mangle santandereano (*Escallonia pendula*). Universidad Distrital. Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Santa Fe de Bogotá.
- Hoheisel, Hannes. 1968.** Determinación de los usos probables de algunas maderas de Colombia en base a los ensayos de propiedades físicas y mecánicas. Instituto Forestal Latinoamericano. Mérida – Venezuela. 77p.
- Martínez, Antonio y Mejía, Doris. 1991.** Estudio tecnológico de cinco maderas procedentes del Alto Sinú. Universidad Distrital. Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Tesis de Grado. Santa Fe de Bogotá.
- Panshin, A.J. 1959.** Productos Forestales, origen, beneficios y aprovechamiento. Salvat Editores S.A. Barcelona – Madrid. 605 p.
- Pérez, Vicente. 1978.** Manual de construcciones de la madera. Instituto Forestal de Chile. Departamento de Construcciones en Madera. Santiago de Chile.
- Ramos, Elena. 1993.** Estudio tecnológico y secado artificial de las maderas de cedro, flormorado y perillo. Universidad Distrital. Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Tesis de Grado. Santa Fe de Bogotá.
- Villarraga, Liz. 1995.** Usos potenciales de las maderas de árbol del pan y jaca. Universidad Distrital. Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Tesis de Grado. Santa Fe de Bogotá.

ANEXO A
MUESTRA DEL LISTADO DE MADERAS CONTENIDAS EN LA BASE DE DATOS

NOMBRE CIENTÍFICO	Densidad		Contracción		C.e.d	Compresión		Dureza		Corte	Impacto
	Anh.	Bas.	Contr. Tang.	Contr. Rad.		Par.	Per.	Ext.	Lat.		
<i>Abarema jupumba</i>	0.5	0.43	10.58	6.27	1.69	1350.4	0	556.48	408.2	0	0.51
<i>Agonandra brasiliensis</i>	0.91	0.69	16.07	10.73	1.5	1384	0	1872.2	1588.6	203.2	0.89
<i>Alnus jorullensis</i>	0.34	0.31	6.41	3.77	1.7	521.6	0	441.04	387.4	240	0.3
<i>Anacardium rhinocarpus</i>	0.37	0.34	7	4.29	1.63	444.8	79.68	392.2	243.1	97.6	1.37
<i>Andira sp.</i>	0.82	0.66	11.7	7.29	1.61	1168	0	762.2	806	0	1.07
<i>Andira sp.</i>	0.7	0.63	5.57	2.77	2.01	1184	0	1559.92	1192.1	180.8	0.9
<i>Aniba perutilis</i>	0.55	0.49	5.18	3.12	1.66	1016	0	0	470.6	139.2	0
<i>Aniba sp.</i>	0.59	0.54	0	0	0	969.6	0	760.72	562.9	112	0.46
<i>Aniba sp.</i>	0.59	0.52	6.51	4.02	1.62	1044.8	0	677.84	596.7	244.8	0.73
<i>Apeiba aspera</i>	0.14	0.13	10.52	5.75	1.83	160	0	71.04	41.6	0	0.79
<i>Apeiba membranacea</i>	0.26	0.24	14.1	5.13	2.75	342.4	23.24	216.08	123.5	46.4	0
<i>Apuleia sp.</i>	0.86	0.68	12.48	8.85	1.41	1256	0	1423.76	968.5	171.2	1.17
<i>Apuleia sp.</i>	0.74	0.61	11.42	6.07	1.88	1152	0	1287.6	981.5	0	0.94
<i>Aspidosperma dugandii</i>	0.91	0.77	14.79	6.66	2.22	1307.2	240.7	1966.92	1528.8	302.4	3.82
<i>Aspidosperma sp.</i>	0.78	0.63	10.04	7.49	1.34	1283.2	0	0	807.3	153.6	0
<i>Aspidosperma sp.</i>	0.76	0.63	9.38	5.68	1.65	1168	0	0	885.3	185.6	0
<i>Astronium graveolens</i>	0.87	0.69	9.44	6.42	1.47	1328	0	1280.2	1072.5	204.8	1.25
<i>Astronium graveolens</i>	0.98	0.76	9.52	5.31	1.79	1664	0	2085.32	1664	169.6	0.67
<i>Beilschmiedia sp.</i>	0.69	0.61	11.02	5.07	2.18	780.8	121.18	1221	878.8	150.4	1.12
<i>Pochota quinata</i>	0.45	0.4	6.68	4.77	1.4	729.6	0	441.04	327.6	92.8	0.44

ANEXO B
MUESTRA DEL LISTADO DE MADERAS CON DENSIDADES ANHIDAS ENTRE 0,5 Y 0,55 g/cm³
Y MODULOS DE ELASTICIDAD ENTRE 110.000 Y 122,000 kg/cm²

No.	NOMBRE CIENTÍFICO	Dens. Anh.	Dens. Bas.	Contr. Vol.	Contr. Tang.	Contr. Rad.	Contr. T/R	Res. Max. Flexión
40	<i>Copaifera sp.</i>	0.53	0.48	1.27	6.68	4.85	1.38	1290.56
429	<i>Copaifera sp.</i>	0.5	0.4	7.96	4.7	3.2	1.46	1290.56
463	<i>Pithecelobium saman</i>	0.53	0.49	7.55	2.96	4.59	0.65	1160.32
623	<i>Virola surinamensis</i>	0.5	0.43	4.5	0	0	0	895.4
656	<i>Parkia sp.</i>	0.5	0.45	10	7.25	2.75	2.64	1216.56

ANEXO C
LISTADO DE MADERAS EMPÍRICAMENTE UTILIZADAS PARA LA ELABORACION DE REMOS

No.	NOMBRE CIENTÍFICO	Dens. Anh.	Dens. Bas.	Contr. Vol.	Contr. Tang.	Contr. Rad.	Contr. T/R	Res. Max. Flexión
128	<i>Platymiscium pinnatum</i>	1.03	0.78	19.66	11.67	7.64	1.53	3359.6
56	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	0.42	0.39	8.79	6.35	2.44	2.6	885.04
179	<i>Ziziphus saeri</i>	0.97	0.74	25.57	14.5	9.39	1.54	2076.44
7	<i>Aniba perutilis</i>	0.55	0.49	8.38	5.18	3.12	1.66	1669.44
4	<i>Anacardium rhinocarpus</i>	0.37	0.34	11.13	7	4.29	1.63	775.52

ANEXO D
LISTADO DE MADERAS QUE POR SUS PROPIEDADES FÍSICO MECANICAS
PODRÍAN POTENCIALMENTE UTILIZARSE EN LA ELABORACION DE REMOS

No.	NOMBRE CIENTÍFICO	Dens. Anh.	Dens. Bas.	Contr. Vol.	Contr. Tang.	Contr. Rad.	Contr. T/R	Res. Max. Flexión
128	<i>Platymiscium pinnatum</i>	1.03	0.78	19.66	11.67	7.64	1.53	3359.6
4	<i>Anacardium rhinocarpus</i>	0.37	0.34	11.13	7	4.29	1.63	775.52
18	<i>Astronium graveolens</i>	0.98	0.76	15.03	9.52	5.31	1.79	2370.96
19	<i>Beilschmiedia sp.</i>	0.69	0.61	16.09	11.02	5.07	2.18	1972.84
21	<i>Brasilettia mollis</i>	0.75	0.65	8.35	5.7	2.35	2.43	2043.88
28	<i>Carapa guianensis</i>	0.57	0.49	12.96	7.99	4.93	1.62	1482.96
43	<i>Couratari guianensis</i>	0.58	0.53	7.67	0	0	0	1746.4
56	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	0.42	0.39	8.79	6.35	2.44	2.6	885.04
63	<i>Fraxinus chinensis</i>	0.57	0.49	13.32	7.92	4.85	1.63	1354.2
90	<i>Jacaranda copaia</i>	0.39	0.35	23.25	13.87	9.38	1.48	1046.36
100	<i>Lonchocarpus sanctamartae</i>	0.8	0.65	17.26	8.15	7.51	1.09	2239.24
120	<i>Phyllostylon rhannoides</i>	0.86	0.74	9.43	5.38	3.13	1.72	2098.64
126	<i>Pithecellobium saman</i>	0.61	0.55	5.64	3.18	1.99	1.6	1256.52
139	<i>Pouteria sp.</i>	0.75	0.63	14.56	8.79	6.03	1.46	2131.2
144	<i>Prosopis juliflora</i>	0.72	0.65	4.54	1.3	1.93	0.68	1638.36
150	<i>Roseodendron chryseum</i>	0.63	0.54	13.86	6.72	6.22	1.08	1639.84
154	<i>Sterculia rugosa</i>	0.46	0.41	12.38	0	0	0	1266.88
161	<i>Tapirira guianensis</i>	0.45	0.4	21.11	14.07	7.04	2	1065.6
172	<i>Vochysia ferruginea</i>	0.44	0.37	17.36	11.61	5.7	2.04	1374.92

ANEXO E
LISTADO DE MADERAS CON POSIBILIDADES DE UTILIZACION
EN LA ELABORACION DE PILOTES, POLEAS, QUILLAS Y MUEBLES

No.	NOMBRE CIENTIFICO	Dens. Anh.	Dens. Bas.	Contr. Vol.	Contr. Tang.	Contr. Rad.	Contr. T/R	Res. Max. Flexión
128	<i>Platymiscium pinnatum</i>	1.03	0.78	19.66	11.67	7.64	1.53	3359.6
35	<i>Chlorophora tinctoria</i>	0.8	0.68	10.2	6.11	3.53	1.73	2214.08
65	<i>Goupia glabra</i>	0.8	0.69	12.27	7.43	4.86	1.53	1918.08
66	<i>Goupia glabra</i>	0.85	0.68	19.4	10.97	7.12	1.54	2625.52
81	<i>Humiria balsamifera</i>	0.87	0.69	20.62	12.46	8.39	1.49	2656.6
83	<i>Humirastrum procera</i>	0.79	0.64	17.73	10.66	6.94	1.53	2521.92
93	<i>Lagerstroemia sp.</i>	0.96	0.75	18.94	11.77	7.43	1.58	2782.4
100	<i>Lonchocarpus sanctamartae</i>	0.8	0.65	17.26	8.15	7.51	1.09	2239.24
120	<i>Phyllosthylon rhannoides</i>	0.86	0.74	9.43	5.38	3.13	1.72	2098.64
125	<i>Piptadenia speciosa</i>	0.81	0.68	12.04	7.42	4.16	1.78	2236.28
139	<i>Pouteria sp.</i>	0.75	0.63	14.56	8.79	6.03	1.46	2131.2
151	<i>Sacoglottis procera</i>	0.84	0.69	16.15	9.65	6.8	1.42	2177.08
659	<i>Piscidia carthagenensis</i>	0.82	0.68	17.07	12.56	4.51	2.78	2049.8
666	<i>Pouteria aff. P. Guianensis</i>	0.88	0.73	17.05	10.8	6.25	1.73	2049.8
688	<i>Peltogyne pubescens</i>	0.893	0.774	13.32	7.618	5.536	1.37	2896.42512
689	<i>Hymenaea courbaril</i>	0.806	0.734	14.557	8.71	4.83	1.8	2502.64152

ANEXO F
LISTADO DE MADERAS CUYAS MUESTRAS UTILIZADAS PARA LOS ESTUDIOS TECNOLOGICOS PROCEDEN DEL DEPARTAMENTO DEL CHOCHO

No.	NOMBRE CIENTIFICO	Dens. Anh.	Dens. Bas.	Contr. Vol.	Contr. Tang.	Contr. Rad.	Contr. T/R	Res. Max. Flexión
7	<i>Aniba perutilis</i>	0.55	0.49	8.38	5.18	3.12	1.66	1669.94
15	<i>Aspidosperma sp.</i>	0.78	0.63	17.55	10.04	7.49	1.34	2254.04
16	<i>Aspidosperma sp.</i>	0.76	0.63	15.06	9.38	5.68	1.65	2029.08
31	<i>Casearia aff. silvestris</i>	0.67	0.59	5.05	2.74	1.9	1.45	1406
75	<i>Hernandia sp.</i>	0.55	0.47	15.21	9.5	5.71	1.66	1696.08
77	<i>Hieronyma sp.</i>	0.84	0.68	13.89	8.03	5.45	1.47	1694.6
83	<i>Humirastrum procera</i>	0.79	0.64	17.73	10.66	6.94	1.53	2521.92
110	<i>Nectandra sp.</i>	0.46	0.41	9.26	5.35	3.9	1.37	1502.2
117	<i>Ormosia sp.</i>	0.83	0.72	12.1	7.56	4.37	1.73	2745.4
142	<i>Prioria sp.</i>	0.53	0.45	21.57	13.54	8.01	1.69	1456.32
156	<i>Swartzia sp.</i>	0.72	0.63	10.07	6.63	3.44	1.93	2200.76
162	<i>Tapirira myriantha</i>	0.42	0.39	8.66	5.44	3.21	1.7	1274.28
167	<i>Virola aff. Surinamensis</i>	0.49	0.42	13.46	8.04	5.41	1.49	1487.4
173	<i>Vochysia sp.</i>	0.7	0.63	8.45	5.08	3.37	1.5	2421.28

ANEXO 6
MUESTRA IMPRESA DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LA MADERA DE CUCHARO
(Calocarpum sp)

NOMBRE CIENTIFICO	Calocarpum sp	NOMBRES COMUNES	Cucharo																														
PROPIEDADES FISICAS		<input type="radio"/> USOS ENPIRICOS <input checked="" type="radio"/> USOS DE ACUERDO A LA INVESTIGACION																															
<table border="1"> <tr> <td>Densidad</td> <td colspan="2">Contracción</td> </tr> <tr> <td>Anhidra 0,877</td> <td>Volumétrica 16,89</td> <td>Radial 6,138</td> </tr> <tr> <td>Básica 0,728</td> <td>Tangencial 11,20</td> <td>Tang/Radial 1,824</td> </tr> </table>		Densidad	Contracción		Anhidra 0,877	Volumétrica 16,89	Radial 6,138	Básica 0,728	Tangencial 11,20	Tang/Radial 1,824																							
Densidad	Contracción																																
Anhidra 0,877	Volumétrica 16,89	Radial 6,138																															
Básica 0,728	Tangencial 11,20	Tang/Radial 1,824																															
PROPIEDADES MECANICAS		<table border="1"> <tr> <td>Flexión</td> <td colspan="2">Comprensión</td> </tr> <tr> <td>Resistencia Máxima 1732,6</td> <td>Paralela</td> <td>Perpendicular</td> </tr> <tr> <td>Módulo de</td> <td>Res. Max. 792,48</td> <td>Res. LP. 146,6</td> </tr> <tr> <td>Elasticidad 184,95</td> <td colspan="2"></td> </tr> </table>		Flexión	Comprensión		Resistencia Máxima 1732,6	Paralela	Perpendicular	Módulo de	Res. Max. 792,48	Res. LP. 146,6	Elasticidad 184,95																				
Flexión	Comprensión																																
Resistencia Máxima 1732,6	Paralela	Perpendicular																															
Módulo de	Res. Max. 792,48	Res. LP. 146,6																															
Elasticidad 184,95																																	
<table border="1"> <tr> <td>Dureza</td> <td colspan="2">Cizallamiento</td> <td>Impacto</td> </tr> <tr> <td>Extrema 1085, Lateral 869,7</td> <td>112,91:</td> <td colspan="2">1,101</td> </tr> </table>		Dureza	Cizallamiento		Impacto	Extrema 1085, Lateral 869,7	112,91:	1,101		<table border="1"> <tr> <th>No.</th> <th>USOS DE LA ESPECIE</th> </tr> <tr><td>1</td><td>Acabados exteriores</td></tr> <tr><td>2</td><td>Acabados interiores</td></tr> <tr><td>3</td><td>Armazón de barcos</td></tr> <tr><td>4</td><td>Armazón para silla</td></tr> <tr><td>5</td><td>Artesanías</td></tr> <tr><td>6</td><td>Artículos atléticos y deportivos</td></tr> <tr><td>7</td><td>Cabos para herramientas</td></tr> <tr><td>8</td><td>Cajas</td></tr> <tr><td>9</td><td>Cajonería y gabinetería</td></tr> <tr><td>10</td><td>Carpintería</td></tr> </table>		No.	USOS DE LA ESPECIE	1	Acabados exteriores	2	Acabados interiores	3	Armazón de barcos	4	Armazón para silla	5	Artesanías	6	Artículos atléticos y deportivos	7	Cabos para herramientas	8	Cajas	9	Cajonería y gabinetería	10	Carpintería
Dureza	Cizallamiento		Impacto																														
Extrema 1085, Lateral 869,7	112,91:	1,101																															
No.	USOS DE LA ESPECIE																																
1	Acabados exteriores																																
2	Acabados interiores																																
3	Armazón de barcos																																
4	Armazón para silla																																
5	Artesanías																																
6	Artículos atléticos y deportivos																																
7	Cabos para herramientas																																
8	Cajas																																
9	Cajonería y gabinetería																																
10	Carpintería																																
Unidad	NAVEGADOR	693																															
			Imprimir Usos																														

ANEXO H
LISTADO DE USOS EMPERICOS DE LA MADERA DE ALMENDRO *(Dipteryx panamense)*

No.	USOS DE LA ESPECIE
1	Carrocerías
2	Coches de ferrocarril
3	Construcción
4	Pisos
5	Traviesas
6	Vigas

ANEXO I
LISTADO DE USOS POTENCIALES DE LA ESPECIE ALMENDRO (*Dipteryx panamense*)

No.	USOS DE LA ESPECIE
1	Acabados exteriores
2	Artesanías
3	Artículos atleticos y deportivos
4	Cajas
5	Cajonería y gabinetería
6	Carpintería
7	Carretería
8	Carrocerías
9	Coches de ferrocarril
10	Construcción
11	Ebanistería
12	Empaques
13	Estacas
14	Instrumentos musicales
15	Muebles
16	Pilotes
17	Pisos
18	Postes para cerca
19	Postes para líneas aéreas
20	Quillas
21	Traviesas
22	Vigas