

PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MADERA DE CHUGUACA (*Hyeronima macrocarpa* Schltr.) PARA LA IDENTIFICACIÓN DE SU USO POTENCIAL

Autor(es): Ana María Cubillos Liévano¹ – amcubillosl@correo.udistrital.edu.co
Carlos Andrés Pinilla Castañeda² - carlospinilla803@gmail.com
Karen Vanegas Casas³ – ksvanegasc@gmail.com
María Fernanda Alfonso Martínez⁴ – mfalfonsom@correo.udistrital.edu.co
Miguel Ángel Hernández⁵ – miguel196_h@hotmail.com

Docente asesor: Esperanza N. Pulido R.

Semillero de investigación: SICMA

RESUMEN

Con el propósito de determinar los usos potenciales de la madera de la especie *Hyeronima macrocarpa* Schltr, se realizó el estudio de sus propiedades físicas y mecánicas de acuerdo con los procedimientos estandarizados en las normas del Comité Panamericano de Normas Técnicas COPANT, Norma Técnica Colombiana y la Sociedad Americana para pruebas y Materiales ASTM,. La especie *H. macrocarpa* reporto una densidad anhidra de $0,722 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$, una densidad básica de $0,613 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$; categorizándola como una madera pesada. El contenido de humedad en el Punto de saturación de las fibras fue de 24,2%; con una contracción volu-

métrica total de 14,9%; y un coeficiente de estabilidad dimensional de 1,921. En cuanto a las propiedades mecánicas se obtuvieron los siguientes resultados: Para el esfuerzo de compresión paralela la resistencia en el límite proporcional (RLP) fue de $378,410 \text{ kg}\cdot\text{cm}^{-2}$, la resistencia unitaria máxima (RUM) de $547,330 \text{ kg}\cdot\text{cm}^{-2}$ y el módulo de elasticidad (MOE) de $43.415,34 \text{ kg}\cdot\text{cm}^{-2}$, para el esfuerzo de flexión estática la RLP fue $711,357 \text{ kg}\cdot\text{cm}^{-2}$, MOE $84.859,97 \text{ kg}\cdot\text{cm}^{-2}$, RUM $858,197 \text{ kg}\cdot\text{cm}^{-2}$, compresión perpendicular RLP $48,430 \text{ kg}\cdot\text{cm}^{-2}$, y RUM $62,790 \text{ kg}\cdot\text{cm}^{-2}$, y un MOE de $15874,85 \text{ kg}\cdot\text{cm}^{-2}$, para cizallamiento EUM $8.20 \text{ kg}\cdot\text{cm}^{-2}$. De acuerdo con los resultados obte-

¹ Ingeniera Forestal

² Ingeniera Forestal

³ Ingeniera Forestal

⁴ Ingeniera Forestal

⁵ Ingeniera Forestal

nidos se determinó que los usos potenciales de la especie son estibas, muebles y pisos.

PALABRAS CLAVES

Hieronima macrocarpa, usos de la madera, propiedades físicas y mecánicas.

ABSTRACT

We assessed the physical and mechanical properties of the species *Hieronima macrocarpa*, under the rules Copant, Colombian technical standard and ASTM, obtaining some relevant results as a basic dimensional density of 0.613 gr.cm^{-3} ; Free water moisture content of 72.62% for dimensional volume; Total volumetric contraction of 14.90%; Total volumetric swelling for the 15.58% dimensional; A dimensional stability coefficient of 1.921, with respect to the mechanical properties the data is adjusted to a moisture content to 12% obtaining the following results: For parallel compression a RLP of $378.410 \text{ kg.cm}^{-2}$, RUM of $547.330 \text{ kg.cm}^{-2}$ and MOE of $547.330 \text{ kg.cm}^{-2}$, for static bending RLP $711.357 \text{ kg.cm}^{-2}$, Moe $92.535 \text{ kg.cm}^{-2}$, perpendicular compression RLP $48.430 \text{ kg.cm}^{-2}$, and RUM $62.790 \text{ kg.cm}^{-2}$, for shearing EUM

8.20 kg.cm^{-2} . It was also determined that the potential uses of the species are pallets, furniture and floors.

KEYWORDS

Hieronima macrocarpa, potential use, physical and mechanical properties.

INTRODUCCIÓN

La madera de *Hieronima macrocarpa* Schltr conocida con el nombre común de Chuguaca es de gran importancia en comunidades de la región andina debido a al uso en construcción. Pero el escaso conocimiento que se tiene respecto a las propiedades físico mecánicas de su madera ha hecho de esta un recurso subutilizado y poco valorado para su conservación. Es por ello que la clasificación de las maderas de acuerdo con sus propiedades físicas y mecánicas, dan origen a nuevos usos de las madera y posibilitan un aprovechamiento racional de este recurso (Aróstegui & Sato,2016; Bárcenas, 1995 cit en Pulido et al, 2018) . El grupo de propiedades físicas que se utilizan para la definición del uso se encuentran: contenido hume-

dad, densidades básica y anhidra, Contenido de humedad en el Punto de saturación de las fibras (CHPSF) y cambios dimensionales, mientras que para las propiedades mecánicas se evalúan principalmente los esfuerzos de compresión paralela y perpendicular, cizallamiento, dureza, flexión estática. Con la presente investigación se determinaron las propiedades físico mecánicas de la especie *Hyeronima macrocarpa* Schltr, perteneciente a la familia Phyllanthaceae, con el objetivo de reconocer sus principales funcionalidades, como así lo determinó Castañeda, (1998) en el estudio que realizó en especies este género, clasificando la madera como dura y densa, lo cual permite que sea utilizada para construcciones pesadas. Por consiguiente se desea conocer los diferentes usos que se le podría dar a la madera de esta especie para así incentivar su uso por parte de las comunidades y de las industrias transformadoras de madera.

Evaluar las propiedades físicas y mecánicas de la madera es una labor relevante y de gran importancia debido a la alta calidad que puede llegar a tener la especie. La evaluación de la su

calidad es requiere realizar una serie de pruebas estandarizadas en el Laboratorio para así poder evaluar las propiedades, las cuales permitirán definir las potencialidades de uso. Con lo cual se determinarán los elementos necesarios para poder conocer el comportamiento físico y los niveles de resistencia de la especie *Hyeronima macrocarpa* Schltr y brindar un conocimiento tecnológico de una especie forestal de interés comercial en el país.

Selección de especie:

Descripción botánica: *Hyeronima macrocarpa* Schltr es una especie arbórea de la familia Phyllantaceae, árbol de corteza agrietada y grisácea de 15 a 20 metros de altura y alcanza hasta 30 cm de diámetro, fuste cilíndrico, copa amplia con ramificación densa, corteza externa parda y grisácea y la interna es rosada y fibrosa.(Mueller, 2003) Hojas simples, alternas, de forma elíptica u oblonga, borde entero, ásperas en el haz e indumento lepidoto en el envés, peciolo desigual, las estípulas deciduas presentes en

las ramas jóvenes. Inflorescencias axilares en racimos de unos 10 cm de largo, con flores pequeñas, las flores masculinas de color crema tienen 5 estambres, y las femeninas son de color verdoso. Frutos drupáceos (Mahecha et al, 2004)

Hábitat: en Colombia se encuentra desde los 1200 hasta los 3200 msnm en su mayoría en bosques altoandinos (Bernal, 2015).

Descripción anatómica: Poros de forma redonda solitarios y múltiples radiales cortos sin un patrón de disposición definido, presenta poco contenido de gomas, Platinas de perforación simples con punteaduras Inter vasculares areoladas alternas, fibras no septadas con pared celular gruesa. Parénquima paratraqueal escaso y apotraqueal difuso, Parénquima axial en series de 7 a 9, los radios son de tipo IV y con un ancho de 4 a 6 células según guía suministrada en el Laboratorio de Maderas UDBC

MÉTODOS

Los ensayos se realizaron en el Laboratorio de Maderas UDBC “José Anatolio Lastra Rivera” de la Universidad Distrital Francisco José de

Caldas de Bogotá.

Materiales y métodos

La madera se obtuvo de un individuo cuyas características cumplieron con los requisitos de calidad como buen porte y óptimo estado sanitario. El material se colectó en el municipio de Arbeláez, Cundinamarca, la vereda Santa Barbara sector Casa Blanca referenciada en las coordenadas Latitud Norte 4° 14'35,79" y Longitud Oeste 74°23' 2812" a una altura de 2200 m.s.n.m.

Fase de laboratorio: Para los aspectos metodológicos de las pruebas físicas y mecánicas, se basaron en las normas de la Comisión Panamericana de Normas Técnicas (COPANT) y algunos criterios de la American Society for Timber Materials (ASTM)

Pruebas físicas:

Se seleccionaron 30 probetas orientadas y en buen estado fitosanitario con una dimensión de 2,5cm x 2,5cm x 10 cm, sobre las cuales se realizó el siguiente procedimiento:

Se inicia con la enumeración de 3 puntos

equidistantes en cada uno de los planos, luego se realiza la medición y pesaje en estado inicial, con ayuda del calibrador se tomaron las medidas cada una de las dimensiones, posterior a esto se tomó el valor del volumen desplazado, en seguida se dejaron en inmersión las probetas por un tiempo de 7 días y se midieron y pesaron en condición verde. Las probetas se colocaron en el cuarto climático a una temperatura de 20 °C y una humedad relativa de 65% hasta alcanzar el equilibrio higroscópico. Para la siguiente medición se pesaron las probetas en intervalos de 1 hora, se comprobó que la variación entre los pesos fue menor al 5%, por lo cual se realizaron las mediciones de las dimensiones radial, tangencial y longitudinal y el volumen desplazado.

Por último las probetas se dejan en el horno programado a 103°C de temperatura por tiempo de 4 días hasta lograr una condición anhidra. Se colocaron las probetas con sílica gel, para que no sean afectadas por la humedad del ambiente y se realiza la medición y pesaje en estado anhidro.

Con los análisis de los datos registrados en laboratorio se determinaron las siguientes propiedades físicas:

Contenidos de humedad: inicial, al punto de saturación de fibras (PSF), agua libre y el contenido máximo. Se calcularon las densidades verde, seca al aire, climatizada, anhidra y básica.

Se determinaron las contracciones total, parcial y parcial normal, cada una en la dimensión tangencial, radial y volumétrica. De igual manera se calcularon las hinchazones. Con los datos obtenidos se determinó el coeficiente de estabilidad dimensional (CED), que relaciona las contracciones tangenciales y radiales para conocer qué tan estable es una madera.

Pruebas mecánicas:

Para cada una de las pruebas se utilizaron 30 probetas al azar, que cumplieran con la condición de humedad establecida y que no presentará ningún tipo de defecto.

A cada probeta se le realizaron las medicio-

nes de las dimensiones con el calibrador siguiendo las normas COPANT.

RESULTADOS

Tabla 1:
Propiedades físicas y mecánicas

Propiedades físicas		
Propiedad	Valor	
Densidad básica	0,613 g.cm ⁻³	
Densidad anhidra	0,722g.c m ⁻³	
Densidad Seca al aire	0,718g.c m ⁻³	
Propiedades mecánicas		
Compresión paralela		
Cálculo	Resultado	Ajuste 12%
Resistencia unitaria máxima (Rum)	460,464 kgf.cm ⁻²	547,372k gf.cm ⁻²
Módulo de elasticidad	46,846kg.c m ⁻²	43,415 kg.cm ⁻²

Resistencia en el límite proporcional	327,003 kgf.cm ⁻²	378,409k gf.cm ⁻²
Flexión estática		
Cálculo	Resultado	Ajuste 12%
Esfuerzo unitario en el límite proporcional	580,447 kgf.cm ⁻²	711,357k gf.cm ⁻²
Esfuerzo unitario máximo	858,197 kgf.cm ⁻²	1011,340 kgf.cm ⁻²
Módulo de elasticidad	84,859kg.c m ⁻²	92,535 kg.cm ⁻²
Compresión perpendicular		
Cálculo	Resultado	Ajuste 12%
Carga en el límite proporcional (Pl)	1408,040k g.cm ⁻²	
Resistencia en el límite proporcional (RLP)	58,318kgf. cm ⁻²	48,430kg f.cm ⁻²

Resistencia unitaria máxima (RUM)	77,040kgf. cm ⁻²	62,790 kgf.cm ⁻²
Cizallamiento radial		
Cálculo	Resultado	Ajuste 12%
Carga máxima (P)	2196,333k gf	
Esfuerzo unitario máximo (EUM)	87,197kgf. cm ⁻²	84,280 kgf.cm ⁻²

Tabla 2
Usos posibles

Uso	Densidad	Flexión Estática	Compresión paralela	Compresión Perpendicular	Cizallamiento
Carpintería (Comparado con <i>Sacoglottis procera</i>)	Menor en especie objetivo	Menor en especie objetivo	X	X	X
Construcción (Comparado con <i>Qualea acuminata</i>)	Menor en especie objetivo	Menor en especie objetivo	Menor en especie objetivo	Menor en especie objetivo	X
Ebanistería (Comparado con <i>Hymenaea oblongifolia</i>)	Menor en especie objetivo	Menor en especie objetivo	X	X	X
Estibas (Comparado con <i>Eadicheria</i> sp.)	Mayor en la especie objetivo	Mayor en la especie objetivo	Mayor en la especie objetivo	X	X
Estructuras (Comparado con <i>Eichweilera parvifolia</i>)	Menor en especie objetivo	Menor en especie objetivo	Menor en especie objetivo	Menor en especie objetivo	X
Muebles (Comparado con <i>Spondias mombin</i>)	Mayor en la especie objetivo	Mayor en la especie objetivo	Mayor en la especie objetivo	X	X
Pisos (Comparado con <i>Hymenaea</i> sp.)	Mayor en la especie objetivo	Mayor en la especie objetivo	X	Menor en especie objetivo	X
Postes (Comparado con <i>Calycophyllum spruceanum</i>)	Menor en especie objetivo	Menor en especie objetivo	Mayor en la especie objetivo	X	X
Vigas (Comparado con <i>Ocotea brevipedunculata</i>)	Menor en especie objetivo	Menor en especie objetivo	X	Menor en especie objetivo	X

Usos posibles

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos por cada prueba se definieron un total de 11 potenciales usos de la madera los cuales se evaluaron en un matriz dando así un valor estimado para cada uso según cada prueba para al final definir si es un uso apto o no de la especie trabajada esto comparado con especies aptas según las pruebas definidas para uno de los usos.

DISCUSIÓN

La madera del género *Hyeronima* ha sido altamente valorada por la densidad y la durabilidad que presenta, la especie *Hyeronima alchorneoides* una de las más estudiadas a nivel anatómico, físico y mecánico está evaluada para el uso en construcciones pesadas, durmientes de ferrocarril, vigas y carrocerías de camión (CATIE, 2014) debido a su densidad por ser catalogada como pesada y densa (0,56-0,86 gr/cm³) y de acuerdo con el valor obtenido de la *Hyeronima macrocarpa*

corresponde a una densidad básica de 0,613 gr/cm³ y la de la densidad anhidra 0,722 gr/cm³ haciendo parte de esta categoría este valor está influenciado por el grosor de las paredes celulares que es considerada como gruesa, de acuerdo a la determinación de usos de la madera determinado en la matriz se obtuvo madera para postes estibas y estacas lo cual se corrobora con la especie a comparar ya que tienen una durabilidad de moderada a alta resistiendo así agentes patógenos y ataques de termitas.

La madera presenta algunas diferencias de acuerdo al lugar de establecimiento de la especie en el caso de la *H. macrocarpa* que fue extraída de bosque natural presentó coloración café rojiza que de acuerdo con Benitez y Monetsinos (1988) presenta una coloración muy parecida en cambio para plantaciones sus cambios son altamente significativos, en el caso de la de densidad de la especie *H. alchornoides* estudiada por (Solis & Moya, 2006) a medida que se aleja de la médula la densidad de la madera va a ser mayor pero en plantaciones su peso específico anhidro no supera al 0,56 gr.cm⁻³ y para bosques naturales su densidad es

similar a la *H. macrocarpa*.

Según las contracciones presentadas en la madera hay cierta relación con las distorsiones a consecuencia de los esfuerzos internos que presenta durante el secado, el valor obtenido con la contracción radial de la *H. macrocarpa* fue de 5,671 % con un coeficiente de variación de 0,23% y para la especie *H. alchornoides* se presenta un valor de 5.9% con un margen de error de 0,246 (Cuprofor,1999) lo cual indica que para las dos especies no disminuirán considerablemente las dimensiones al finalizar el secado inclusive la especie *H. cluisiodes* presenta una contracción radial saturada hasta estado anhidro de 5,8 y se le determina para defectos del secado ligeras torceduras, colapsos y grietas (ITTO,2015) en cambio con respecto a su contracción tangencial se puede ocurrir una disminución considerable.

Las propiedades mecánicas de la madera están relacionadas con la densidad de la madera de acuerdo con las características de la *H. macrocarpa* (Cuprofor, 1999) la clasifica-

ción de éste está dado como medio que determina cierta característica importante para la transformación es decir la madera se dejaría trabajar sin problema para usos en la fabricación de muebles que soporten algún esfuerzo y el acabado de su madera sería óptimo, en el caso de la *H. macrocarpa* su clasificación sólo difirió en la prueba de compresión perpendicular, una de las causas a esta diferencia se puede atribuir a la cantidad de humedad al cual se presentaba la probeta que con la especie a comparar no tienen el mismo contenido de humedad.

Se determinaron 4 tipos de contenido de humedad, el inicial, en punto de saturación de fibras, agua libre y máximo.

El contenido de humedad inicial fue de 31,7% el cual es la humedad en el cual se realizaron las diferentes pruebas, luego tenemos el contenido de humedad en el punto de saturación de fibras (CHPSF), en el cual la madera contiene toda el agua higroscópica y ha eliminado todo el agua libre, cuyo valor registrado fue en promedio de 24,2% determinado con el volumen

dimensional y un valor de 21,6% determinado con volumen desplazado. Continuando con el porcentaje de agua libre, el cual es bastante alto, presenta valores de 72,6% y 67,6% correspondientes a volumen dimensional y desplazado respectivamente; por último tenemos el agua máxima 1 y 2, los cuales no presentaron diferencia alguna con los dos métodos que se realizaron, el valor determinado con volumen desplazado fue de 89,2% y dimensional 96,8%.

Cada uno de los contenidos de humedad se comportaron de manera normal. De acuerdo con Nájera (2005) los valores de contenido de humedad en el Punto de saturación de las fibras varían en un rango entre 22 a 42%, rango en el cual se encuentra el cual el valor determinado para la especie objeto del presente estudio.

CONCLUSIONES

La madera del Chuguaca presenta para cada una de sus variables en los respectivos ensayos mecánicos de manera generalizada resistencias medias esto está estrechamente rela-

cionado con la densidad por lo tanto nuestra madera de estudio es apta para ebanistería, mueblería y postes, contrastando con la información dado por el CATIE (2014)

De acuerdo con el CED obtenido en los cálculos correspondientes se concluye que al tener un coeficiente de estabilidad inestable se recomienda tener conocimiento del movimiento dimensional para definir su potencial de uso, principalmente si se trata de manufacturas que puedan estar expuestas a cambios importantes de humedad relativa del aire.

Algunos de los nuevos usos potenciales hallados para la madera de *H. macrocarpa* se debe tener en cuenta con base en la densidad básica ya que con esta densidad es al que trasciende en el uso de la madera, y cómo debe llevarse a cabo los procesos de secado de esta.

Los índices MOE de flexión estática radial y tangencial reflejan una tendencia mediana-alta de tolerancia a la flexión.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Asociación Española Para la Calidad (2013).

American Society for Testing and Materials (ASTM). Recuperado el 24/05/18 de: <https://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/normas-astm>

Benitez, R. F. y Montesinos, J. L. (1988). Catálogo de cien especies forestales de Honduras: Distribución, propiedades y usos. Escuela Nacional de Ciencias Forestales (ESNACIFOR), Honduras. (pag 213).

CATIE. (2014). Árboles de Centroamérica. En *Hyeronima alchorneoides* (págs. 587-592). CATIE

Canales, J. (2014). Resistencia al cizallamiento de tarugos de madera de *Calycophyllum spruceanum* Benth. (capirona) en el ensamble de piezas de madera. Universidad Nacional de Ucayali, Facultad de Ciencias Forestales. Pucallpa, Peru.

Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA). (1984). Center for Wood Anatomy Research, technology transfer, *Hyeronima alchorneoides*.. Recuperado 01/06/19 de: http://maderassostenibles.com/docs/Suradan_USDA.pdf

- Comisión Panamericana de Normas Técnicas (1972). Las Normas COPANT. Maderas, Método de Determinación del Peso Específico Aparente.
- Universidad Centroamericana José Simón Cañas. (2015). Ensayo de tensión, compresión y corte de la madera. El salvador.
- Centro de utilización y promoción de productos forestales serie tecnológica de maderas Hondureñas(CUPROFOR). (1999) Propiedades y Usos de la Madera de Rosita, *Hieronyma alchorneoides*. Segunda edición.
- Dávalos,R; Bárcenas, G (1999). Clasificación de las propiedades mecánicas de las maderas mexicanas en condición “seca”. Madera y Bosques, vol. 5, núm. 1, 1999, pp. 61-69 Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, México
- Erusko, J. (2014). Manual Técnico de formación para la caracterización de madera de uso estructural. Recuperado el 06/06/19 de: <http://normadera.tknika.net/es/content/dureza>
- Franco, J; Cabas, D; Valencia, D. PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LA MADERA DE URACO (*Ocotea brevipetiolata* van der Werff), Sibundo, Putumayo. Universidad del Cauca, Facultad de Ciencias Agrarias.
- Igartua, D; Moreno, K; Piter, J; Monteoliva, S. (2015). Densidad y propiedades mecánicas de la madera de *Acacia melanoxylon* implantada en Argentina. Revista Maderas, Ciencia y Tecnologia 17 (4): 809-820
- Instituto Nacional de Innovacion Agraria (2010). Maderas del Pacifico, *Spondias mombim*. Instituto de Investigaciones del Pacifico John Von Newman. Recuperado el 01/05/2018 de: <http://www.iiap.org.pe/upload/publicacion/CDinvestigacion/inia/inia-p4/inia-p4-23.htm>
- Klinger, W; Talero,Y (2001) Propuesta metodológica para la identificación de usos potenciales de la madera a partir de parámetros fisiomecánicos cuantitativos. Revista Colombia Forestal. Vol 7 nro14 pág 7-24
- Mantero, C; O’Neill, H; Cardoso, A; Castagna, A. (2014). Propiedades físicas y mecánicas de la madera de una población de *Eucalyptus bosistoana* F. Muell. cultivada en

- Uruguay. Revista Agrociencia Volumen 18 1:65-74.
- Merchán, J. (2012). COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE VIGAS ENSAMBLADAS CON ELEMENTOS DE MADERA. UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, FACULTAD DE INGENIERÍA, DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL. Bogota D.C, Colombia.
- Monteoliva, S (2009). Xilotenología , La madera: propiedades y productos forestales.
- Moya, R; Leandro, L; Murilo, O. (2009) Wood characteristics of Terminalia amazonia, Vochysia guatemalensis and Hyeronima alchorneoides planted in Costa Rica. Escuela de Ingeniería Forestal, Instituto Tecnológico de Costa Rica. Revista BOSQUE 30(2): pag. 78-87
- Norma tecnica Colombiana (2012). ESTRUCTURAS DE MADERA. MADERA ASERRADA Y MADERA LAMINADA ENCOLADA PARA USO ESTRUCTURAL. DETERMINACIÓN DE ALGUNAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS. ICONTEC.
- Pulido E., Otavo. E., Solórzano J., Mogollón S., Quintero A., Amado S., Suarez S., & Ariza J. C. (2018) Propiedades físico mecánicas y uso de 17 especies forestales. Unidad de ordenación Forestal Yari Caguan , Municipio de Cartagena de Chaira, departamento de Caquetá, Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonia (Corpoamazonia) y Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá Colombia. PP 101
- Rincon, C., & Sibille, A. (2009). Capirona (*Calycophyllum spruceanum*). En WWF, *Guía de Procesamiento Industrial Fabricación de Muebles con Maderas Poco Conocidas - LKS* (págs. 1-20). Peru: USAID.
- Serna Mosquera, Yessica B., Borja de la Rosa, Amparo, Fuentes Salinas, Mario, & Corona Ambriz, Alejandro. (2011). Propiedades tecnológicas de la madera de algarrobo (*Hymenaea oblongifolia* Huber), de Bagadó-Chocó, Colombia. *Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente*, 17(3), 411-422. Recuperado en 25 de mayo de

- 2018, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-40182011000300011&lng=es&tlng=es.
- Solis, M; Mora, R (2006) Hieronyma alchorneoides en costa Rica, recuperado de <http://www.sirefor.go.cr>.
- Solozarnos,J; Suarez, S; Mogollon, S (2016). POTENCIALIDAD DE USO DE LA MADERA DE 15 ESPECIES FORESTALES PROCEDENTES DE LA UOF YARÍ-CAGUÁN, DEPARTAMENTO DE CAQUETÁ. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá.
- Sotomayor, J. (2015). Comportamiento en flexión estática de vigas de madera antigua de Picea abies. Universidad Michoacana, Facultad de ingeniería en tecnología de la madera. Revista Nova scientia vol. 7 nro. 13. Morelia, Mexico.
- Triana,M; González G, Paspur, S (2008). ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MADERA PALOSANGRE (*BROSIMUM RUBESCENS TAUB.*), PROCEDENCIA: LETICIA AMAZONAS. Revista Colombia Forestal Vol 11: 149-164
- Valero R, A.(2008) Estudio Histórico-Constructivo del atesorado Mudejar de la iglesia Parroquial de la Concepción de Caravaca de la Cruz. Intervención para su Conservación. Cartagena. Universidad politécnica de Cartagena.
- Zuluaga, M. (2012). Sacoglottis procera, chanul, Usos potenciales. Mademaz. Buenaventura, Colombia.