Recursos Naturales y Ambiente

Anatomía y propiedades físicas de dos especies forestales comerciales Cedro (*Cedrela odorata* L.) y Laurel (*Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken) en Nicaragua

Anatomy and physical properties of two commercial forest species Cedro (*Cedrela odorata* L.) and Laurel (*Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken) in Nicaragua

González-Luna, Heyddy Marbelly; Cruz-Castillo, Jael Bildad

Heyddy Marbelly González-Luna 1
hluna@ci.una.edu.ni
Universidad Nacional Agraria, Nicaragua

Jael Bildad Cruz-Castillo 2
jael.cruz@ci.una.edu.ni
Universidad Nacional Agraria, Nicaragua

La Calera
Universidad Nacional Agraria, Nicaragua
ISSN: 1998-7846
ISSN-e: 1998-8850
Periodicidad: Semestral
vol. 21, núm. 37, 2021
Edgardo.jimenez@ci.una.edu.ni

Recepción: 04 Agosto 2020
Aprobación: 07 Julio 2021

URL: http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/306/3062313002/index.html

DOI: https://doi.org/10.5377/calera.v21i37.12535

© copyright 2021. Universidad Nacional Agraria (UNA)

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.

Resumen: En Nicaragua no existen estudios recientes sobre descripciones anatómicas de las características y propiedades que poseen las maderas. El objetivo de este estudio fue determinar las características macroscópicas, organolépticas y dos propiedades físicas de las especies comerciales del país: Cedro (*Cedrela odorata* L.) y Laurel [*Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken]. Se seleccionaron dos individuos de cada especie; las muestras de *Cedrela odorata* se recolectaron en León y las de *Cordia alliodora* en Masaya. Para la corta de los árboles se utilizó la norma técnica 458 de la Comisión Panamericana de Normas Técnicas. Las descripciones de las características macroscópicas y organolépticas se realizaron en seis muestras de cada árbol, con una sierra manual se obtuvieron probetas de 3*3 cm, se utilizaron limas MIRCA P80, P600, P1000; con el Xilotrón se obtuvieron imágenes de las caras transversales y se apreció las estructuras. Para determinar las propiedades físicas se utilizaron probetas de 5*5 cm, el peso de la madera húmeda y anhidra se determinó con una balanza analítica, luego se aplicaron ecuaciones para estimar el contenido de humedad y la densidad básica. *Cordia alliodora* presentó porosidad difusa; vasos solitarios en su mayoría, parénquima paratraqueal rómbico. Albura color beige, duramen café claro, olor agradable a madera dulce, sabor no distintivo, con poco brillo o lustre, grano normalmente recto, textura fina y homogénea y veteado superpuesto. El contenido de humedad fue de 43 % y la densidad básica de 0.65 g cm^3. *Cedrela odorata* presentó porosidad débilmente circular a semicircular; vasos solitarios y múltiples, con gomas oscuras y parénquima marginal. Albura rosada a marrón rojizo, duramen color rojizo a pardo, olor fuerte característico aromático, sabor astringente, con poco brillo, grano en ocasiones ligeramente entrecruzado, textura mediana y suave al tacto y veteado con arcos superpuestos poco visibles. El contenido de humedad fue de 90 % y una densidad básica de 0.5 g cm^3.

Palabras clave: estructuras, características organolépticas, densidad básica, contenido de humedad.

Abstract: In Nicaragua there are no recent studies on anatomical descriptions of the characteristics and properties

of wood. The objective of this study was to determine the macroscopic, organoleptic and two physical properties of the commercial species of the country: Cedro (*Cedrela odorata* L.) and Laurel [*Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken]. Two individuals of each species were selected; *Cedrela odorata* samples were collected in León and *Cordia alliodora* in Masaya. For the felling of the trees, the technical standard 458 of the Pan American Commission of Technical Standards was used. The descriptions of the macroscopic and organoleptic characteristics were made in six samples of each tree, with a manual saw 3 * 3 cm test tubes were obtained, MIRCA files P80, P600, P1000 were used; with the Xilotron, images of the transverse faces were obtained, and the structures were appreciated. To determine the physical properties, 5 * 5 cm test tubes were used, the weight of the wet and anhydrous wood was determined with an analytical balance, then equations were applied to estimate the moisture content and the basic density. *Cordia alliodora* presented diffuse porosity; vessels mostly solitary, rhombic paratracheal parenchyma. Beige sapwood, light brown heartwood, pleasant, sweet wood odor, non-distinctive flavor, with little sheen or luster, normally straight grain, fine and homogeneous texture and overlapping grain. The moisture content was 43% and the basic density 0.65 g cm^3. *Cedrela odorata* presented weakly circular to semicircular porosity, single and multiple vessels, with dark gums and marginal parenchyma. Pink to reddish brown sapwood, reddish to brown heartwood, characteristic strong aromatic odor, astringent taste, with little shine, grain sometimes slightly crisscrossed, medium texture and soft to the touch, and streaked with slightly visible overlapping arches. The moisture content was 90% and a basic density of 0.5 g cm^3.

Keywords: structures, organoleptic characteristics, basic density, moisture content.

El deterioro que presentan actualmente las áreas boscosas en Nicaragua como consecuencia de acciones antrópicas, avance de la frontera agrícola y la explotación excesiva de madera de diferentes especies, ha traído como resultado la desaparición de especies valiosas, afirma el Ministerio de Recurso Naturales y del Ambiente (MARENA, 2017), generando así presión sobre otras especies que antes no se consideraban importantes. El tráfico ilegal de las especies con presión en el comercio ha abonado a la situación actual de los bosques del país.

Estudio realizado por Castro (1990) afirma que "es frecuente el desconocimiento de las características anatómicas de la mayoría de las especies forestales comerciales existentes, siendo este el principal problema de que muchas especies no sean utilizadas y que otras estén siendo usadas para fines no adecuados" (p. 1). Una limitación es la falta de información sobre estudios anatómicos que permitan describir las propiedades y características que poseen las maderas.

Notas de autor

1 MSc. Manejo y conservación de los recursos naturales, Universidad Nacional Agraria, Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente

2 MSc. Agroecología y desarrollo sostenible, Universidad Nacional Agraria, Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente

PDF generado a partir de XML-JATS4R

En el país no se han realizado estudios de anatomía de la madera de especies de interés comercial, una de las razones es la falta de laboratorios tecnológicos equipados con las herramientas necesarias para realizar este proceso. Hasta el momento solo hemos encontrado evidencias de dos investigaciones relacionadas al tema: uno realizado por Guatemala y Sepúlveda (1987) sobre las propiedades químicas, anatómicas y físico-mecánicas de la madera de tres especies forestales de importancia económica, y el otro realizado por Castro (1990), un estudio anatómico preliminar de tres especies tropicales.

La Universidad Nacional Agraria (UNA) a través del laboratorio de tecnología de la madera cuenta con un sistema de identificación de madera llamado *Xilotrón*, equipo donado por el Servicio Forestal de los Estados Unidos en el año 2017 como parte del programa para Centro América orientado al combate de la tala ilegal, éste sistema posee una base de datos de las especies comerciales a nivel de Centro América, que, aunque esté en proceso de ser completada, puede utilizarse como una herramienta de captura de imágenes en la cara transversal de las muestras, que permite realizar el trabajo de anatomía de la madera, las descripciones de sus estructuras y de esta forma, realizar la caracterización de las especies que estén siendo utilizadas en el comercio.

El objetivo de esta investigación fue describir las características macroscópicas, organolépticas y propiedades físicas de las especies Cedro (*Cedrela odorata* L.) y Laurel [*Cordia alliodora* (Ruiz y Pav.) Oken] en Nicaragua y de esta manera crear una línea base relacionada a especies de interés comercial.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación de sitios de muestreo

Los sitios seleccionados (Figura 1) fueron el departamento de Masaya (a 30 km de Managua, Capital de Nicaragua) para el muestreo de la especie de *Cordia alliodora* en la comunidad La Calera, ubicada donde fue la estación del ferrocarril Las Flores 1 km al norte, esta comunidad también es conocido como Comarca El Comején Número Cuatro con coordenadas 604160, 1327090; el segundo sitio fue en el departamento de León (a 95 km de Managua) para el muestreo de la especie de *Cedrela odorata* en una plantación forestal establecida en la Comarca El Tololar con coordenadas 515359, 1379295.

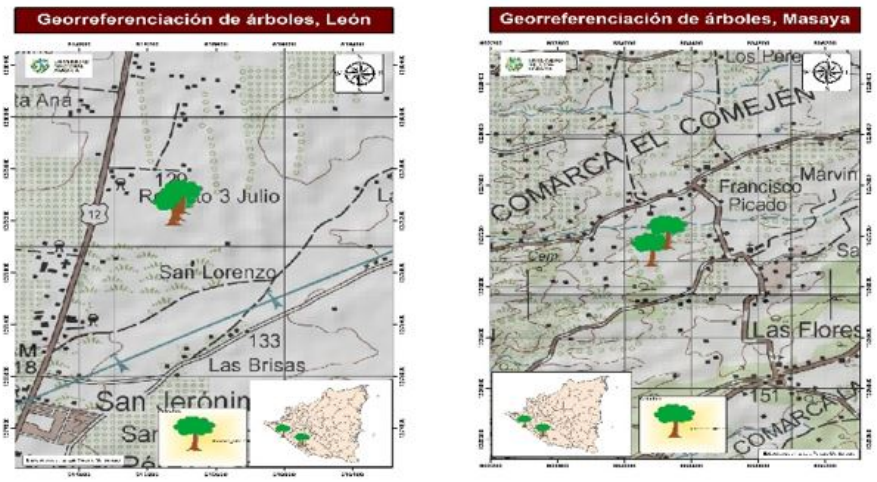

FIGURA 1.
Ubicación geográfica de los sitios de muestreo de madera, departamentos de León y Masaya

Esta investigación se desarrollado en tres etapas: planificación, colección de muestras y análisis de laboratorio.

Etapa de planificación

Se estableció alianzas con el Instituto Nacional Forestal (INAFOR) a fin de realizar las gestiones correspondientes al proceso de solicitud de permisos de corta de los árboles con fines científicos, a través de un permiso no comercial.

Una vez seleccionados y georreferenciados los árboles a extraer (dos individuos de *Cedrela odorata* y dos individuos de *Cordia alliodora*), se registró información en una ficha que contenía datos relacionados a la identificación, ubicación y descripción de los árboles y se registraron datos de diámetro a la altura del pecho (cm) y altura (m) para obtener volumen (m^3), requisitos para el trámite del permiso de corta ante Instituto Nacional Forestal (INAFOR).

Etapa de colección de muestras

Se procedió a realizar la corta de los árboles. La metodología empleada para la corta fue tomada de la norma 458 de la Comisión Panamericana de Normas Técnicas (COPANT, 1972), basada en el esquema de trozado que implica la corta total del árbol para obtener muestras o rodajas de aproximadamente 10 cm de grosor, el esquema de trozado del fuste permitió la obtención de muestras por niveles longitudinales del fuste. De la parte baja, media y alta del fuste, se obtuvieron un total de 12 rodajas, seis de *Cedrela odorata* y seis de *Cordia alliodora*, asimismo las muestras fueron colocadas en bolsas plásticas para evitar pérdida de humedad.

Etapa de análisis de laboratorio

Preparación de las muestras. En el proceso de preparación de las muestras se utilizaron herramientas como cortadora eléctrica de mesa, lijadora eléctrica MIRKA140 W 10.000rpm con lijas de calibres P80, P600, P1000, para análisis anatómico, propiedades físicas e inventario Xiloteca. De acuerdo con Vásquez, (2017) "la palabra Xiloteca proviene de las raíces griegas xilo, que significa madera, y teca que significa caja o armario" (p.193)] es decir es un espacio donde se colectan maderas utilizadas como material de estudios, además sirve para conocer el valor científico y económico de las maderas existentes.

Las muestras obtenidas corresponden a:

1. Dos muestras de cada parte del árbol: baja, media y alta para un total de seis muestras de cada especie las que fueron cortadas con una sierra manual para obtener probetas de 3 cm X 3 cm, posteriormente fueron lijadas hasta obtener una superficie que permitiera observar las estructuras anatómicas bien definidas y realizar descripciones de las características propias de las especies.

2. Una muestra de cada sección de la troza (parte alta, media y baja) de cada árbol para obtener probetas de 5 cm X 5 cm para determinar propiedades físicas (contenido de humedad y densidad básica de la madera).

3. 48 muestras para el inventario de la Xiloteca

Una vez obtenidas las muestras se determinó por especie lo siguiente:

1- **Las características macroscópicas de sus caras transversales** (anillos de crecimiento, tipo de porosidad, parénquima, radios medulares) para esto se utilizaron lupas de 10x, cuchillas y claves dicotómicas para hacer las comparaciones con las imágenes obtenidas por medio del Xilotrón.

2- **Las características organolépticas** (sabor, olor, color, textura, brillo, hilo) se determinaron haciendo uso de las probetas de madera de 3 cm X 3 cm. De igual forma se utilizaron lupas de 10x y cuchillas.

Las observaciones de las estructuras de la madera se hicieron en las secciones transversales de cada muestra, las cuales se definen como sección o plano que se obtiene al realizar un corte perpendicular al eje longitudinal del tronco, tallo o madera.

3- **Propiedades físicas**

PDF generado a partir de XML-JATS4R

Contenido de humedad (%). Se determinó utilizando la norma 460 de COPANT (1972), aplicando la siguiente ecuación:

Contenido de humedad = (peso húmedo-peso seco) / (peso seco) X 100

Densidad básica (g cm^3). Se determinó con la norma 461 de COPANT (1972), se consideraron las categorías de densidad básica de madera descritas por Morales y Herrera (1994) y se aplicó la siguiente ecuación:

Densidad básica = (peso seco) / (volumen en estado verde)

Peso de la madera húmeda y anhidra. El peso de la madera húmeda y de la madera anhidra (es decir, secada en estufa) se determinó con una balanza analítica 3S/New Su-15.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Generalidades de la especie

Cordia alliodora es conocida con muchos nombres comunes y sinónimos por su nombre científico. El Ministerio del Ambiente del Ecuador y Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (MAE y FAO, 2014), la describen con nombres comunes como: Laurel, laurel tropical, laurel blanco, laurel corazón negro, laurel castaño y laurel de puná, así como con diversos sinónimos por ejemplo: *Cerdana alliodora* Ruiz y Pav., *Cordia alliodora* (Ruiz y Pav.) Cham. ex A. DC., *Cordia alliodora* (Ruiz y Pav.) Cham. ex A. DC., *Cordia andina* Chodat, *Cordia gerascanthus* Jacq., *Lithocardium alliodorum* Kuntze.

Es una especie con diversos usos; MAE y FAO (2014) indican que "la madera se usa en la construcción de viviendas, tablas, vigas, largueros, pilares, paredes, pisos; en la fabricación de muebles, balsas, canoas y barcos; chapas, madera terciada, madera torneada para la construcción de muebles finos. De la corteza se extraen fibras suaves, además el árbol es usado en sistemas agroforestales" (p. 32).

Características macroscópicas y organolépticas de la madera de Cordia alliodora

Las características macroscópicas de la madera son todas aquellas que se pueden percibir a simple vista o con ayuda de una lupa, y las características microscópicas están relacionadas a todas aquellas estructuras que no se pueden percibir a simple vista; estas características son observables en las secciones transversal, tangencial y radial de la madera, sin embargo, para este estudió se considera únicamente la sección transversal.

Según Ramallo (1999), el reconocimiento del uso de una especie maderable es importante para "realizar un uso sostenible del bosque natural a través de una planificación adecuada que garantice la sostenibilidad del recurso forestal" (p. 9).

Características macroscópicas de Cordia alliodora

Sección transversal. La madera de *Cordia alliodora* presentó porosidad difusa; vasos solitarios en su mayoría, múltiples en grupos de 2-3, agrupados o en líneas tangenciales y débilmente radial- oblicuo, pequeños a medianos, algunas veces con tildes y/o gomas oscuras; radios de anchura mediana a ancha, de abundancia promedio o más numerosas; parénquima frecuentemente marginal, algunas veces débilmente alado y aliforme rómbico o confluente conectando pocos vasos, frecuentemente apotraqueal difuso.

Inchiglema (2019) registró un tipo de poro similar a los encontrados en este estudio, señalando que "predominan los poros solitarios en forma lineal, es decir en dirección de los radios" (p. 41); sin embargo, difiere un poco en la descripción del tipo de parénquima. Por otro lado, las descripciones de las estructuras son

similares a las realizadas por Wiedenhoeft (2011). En la Figura 2 se observan las características particulares de la especie en relación con el tipo de parénquima paratraqueal rómbico, los poros radiales y las gomas oscuras.

FIGURA 2.
Características macroscópicas de *Cordia alliodora* (Ruiz y Pav.) Oken.

Características organolépticas de Cordia alliodora

Se registró una albura de color beige, duramen de color café claro, olor agradable a madera dulce, sabor no distintivo, con poco brillo o lustre, grano normalmente recto, textura fina y homogénea y veteado superpuesto.

Estas características, aunque no son un carácter para la identificación de las especies por su variabilidad ante el uso de los órganos sensoriales; en algunos casos tienden a ser un carácter particular de cada especie. Esto se confirma al compararlo con los resultados de Inchiglema (2019) quien describe a la especie de "color marrón pálido, el duramen, albura marrón amarillento, con olor ligeramente fragante, sabor no distintivo, brillo mediano a alto, de grano recto a inclinado, con textura de mediana y el veteado en bandas paralelas" (p. 40).

Contenido de humedad

Este parámetro es definido como "la cantidad de agua contenida en una pieza de madera, expresada como un porcentaje del peso anhidro de la misma pieza" (Morales y Herrera, 1994, p. 1).

El contenido de humedad de *Cordia alliodora* fue de 43 % lo cual sugiere que la madera de esta especie es resistente a hongos de pudrición, fácil de trabajar con máquinas de carpintería, obtención de acabados excelentes, seca fácilmente y no se producen defectos importantes.

El contenido de humedad influye en la resistencia mecánica, aptitud de la madera para el trabajo con máquinas y herramientas, para recibir acabados y adhesivos, en el poder calorífico, en la resistencia al ataque de hongos manchadores y de pudrición, en el peso y en los cambios dimensionales que sufre la madera a consecuencia de la variación de este (Fuentes, 2021, p. 2)

Densidad básica

Conceptualmente "es la relación entre el peso de la madera seca al horno y su volumen en estado verde" (Morales y Herrera, 1994, p. 2). De acuerdo con Ordóñez *et al.* (2015), "la dureza, el peso, la resistencia de la madera al impacto y a la abrasión, están directamente relacionadas con la densidad" (p. 78).

La densidad básica de la madera de *Cordia alliodora* fue de 0.65 g cm^3; lo que indica que esta especie tiene una densidad básica mediana y una resistencia media según las categorías descritas por Morales y Herrera

PDF generado a partir de XML-JATS4R

(1994). Es de gran importancia conocer la densidad de la madera para la determinación de los usos apropiados de esta especie maderable, así como para su utilización como material de construcción.

Los resultados en el contenido de humedad y la densidad básica obtenidos en este estudio son similares a los resultados registrados por Morales y Herrera (1992) en Managua, Nicaragua; MAE y FAO (2014) en Quito, Ecuador; Cervantes (2017) en Cartago, Costa Rica y Fernández (2018) en Jaén, Perú.

Generalidades de la especie

Según MAE y FAO (2014)*Cedrela odorata* es conocida con diversos nombres comunes como: Cedro real, cedro blanco, citro, cedrillo, mashuwa, sitor, pamba cedro, cedro colorado, suegro y cedro muyu. Ellos reportan los siguientes sinónimos: *Cedrela adenophylla* mart., *Cedrela brachystachya* (C. DC.) C. DC., *Cedrela brownii* Loefl. ex Kuntze, *Cedrela caldasana* C. DC., *Cedrela ciliolata* S.F. Blake. En cuanto a los usos MAE y FAO (2014) indican que "la madera fina es usada para fabricar muebles tallados, instrumentos musicales, enchapados, contrachapados, canoas, construcción de viviendas, chapas, madera terciada, madera torneada para la construcción de muebles finos Varias partes de la planta tienen uso medicinal y el fruto sirve de alimento para algunos animales silvestres" (p. 82).

Características macroscópicas de Cedrela odorata

Sección transversal. Esta sección presentó porosidad débilmente circular a semicircular; vasos solitarios y múltiples en grupos de 2-4 de tamaño medianos a grandes, frecuentemente con gomas oscuras; radios de tamaño mediano y de abundancia promedio; parénquima marginal, algunas veces débilmente vasicéntrico, algunas veces apotraqueal difuso, pocos vasos, frecuentemente apotraqueal difuso. Rojas (2017) realizó descripciones similares en cuanto a la distribución de los poros (semicircular) y presencia de parénquima marginal, lo que sugiere que esta es una característica particular de la especie. En la Figura 3 se detallan características sobresalientes de esta especie como: parénquima marginal, vasos múltiples y gomas oscuras.

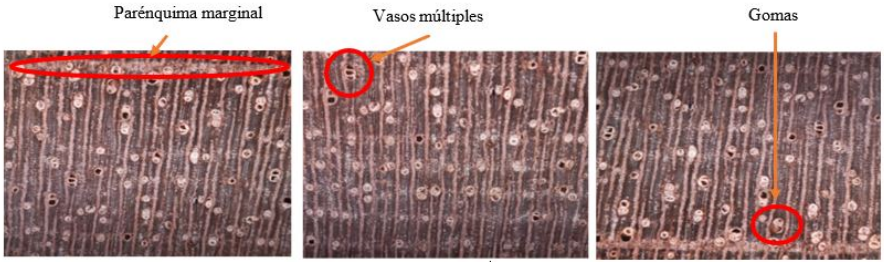

FIGURA 3.
Características macroscópicas de *Cedrela odorata* L.

Características organolépticas de Cedrela odorata

Se registró una albura rosada a marrón rojizo, duramen de color rojizo a pardo, olor fuerte característico aromático, sabor astringente, con poco brillo, grano en ocasiones ligeramente entrecruzado, textura mediana y suave al tacto, veteado con arcos superpuestos poco visibles.

Cedrela odorata es una especie bien característica sobre todo por su olor, para unos agradable y para otros no, sin embargo, es una de las características organolépticas que definen la presencia de esta.

Contenido de humedad

Este parámetro es el factor que más influye en la transformación de la madera, sino se maneja correctamente pueden producirse efectos indeseables y hasta desastrosos durante la manufactura, acabado y servicio (Córdoba, 2005).

El contenido de humedad determinado para *Cedrela odorata* fue de 90 %, lo que expresa que la madera de esta especie es moderadamente resistente a hongos de pudrición, resistente a termites, seca al aire con velocidad moderada lo que indica que desarrolla defectos moderados como arqueaduras y torceduras.

Densidad básica

León (2010) plantea que la densidad básica "es considerado como uno de los mejores indicadores de la resistencia y de los valores de las propiedades mecánicas en la madera" (p. 67).

La densidad básica de la madera de Cedrela odorata fue de 0.5 g cm^3; lo cual indica que esta especie tiene una densidad básica mediana según las categorías planteadas y es de menor resistencia.

Conocer este valor resulta fundamental para garantizar el uso óptimo de la madera en diversos procesos de transformación, puesto que éste da una idea aproximada de su comportamiento físico mecánico.

Al comparar los resultados de este estudio con los de Morales y Herrera (1992), (MAE y FAO, 2014) y Segura (2019) no se presentan diferencias en ninguna de las propiedades físicas analizadas lo que se traduce en un aporte valioso para ingenieros, constructores, arquitectos y demás usuarios de la madera como material de construcción.

CONCLUSIONES

Las especies *Cordia alliodora* y *Cedrela odorata* presentaron porosidad pequeña y difusa y radios finos, lo que las hace excelentes para obtener madera aserrada, chapas, madera terciad y madera torneada para la construcción de muebles finos. Por sus características organolépticas, se clasifican como maderas fáciles de trabajar y que pueden ser utilizadas para esculturas y artesanías.

Por la densidad básica y el contenido de humedad ambas especies se ubican como maderas de mediana densidad, de fácil secado al aire, aptas para trabajar y de alta durabilidad.

El conocimiento de las características macroscópicas, organolépticas y propiedades físicas de estas especies se constituye en la base para un aprovechamiento integral, ya que en el país se consideran como especies comerciales.

Referencias

Castro Marín, G. (1990). *Estudio anatómico preliminar de tres especies forestales tropicales* [Tesis de pregrado]. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias.

Cervantes Calderón, M. J. (2017). *Efecto del proceso de secado al aire en la resistencia mecánica de las uniones junta de dedos no estructural, para madera de Cordia alliodora Ruiz. y Pav. Oken* [Tesis de pregrado]. Tecnológico de Costa Rica.

Comisión Panamericana de Normas Técnicas. (1972). *Norma 458: selección y colección de muestras de maderas*. COPANT

Comisión Panamericana de Normas Técnicas. (1972). *Norma 460: método de determinación de la humedad*. COPANT

PDF generado a partir de XML-JATS4R

Comisión Panamericana de Normas Técnicas. (1972). *Norma 461: método de determinación del peso específico*. COPANT

Córdoba-Foglia, R. (2005). Conceptos básicos sobre el secado de la madera. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, *2*(5), 88–92.

Fernández Zarate, F. H. (2018). *Propiedades organolépticas, físicas y mecánicas de la madera de Cordia alliodora Ruiz. y Pav. Oken de parcelas agroforestales en Jaén, Cajamarca* [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional de Jaén.

Fuentes Salinas, M. (2021). *Importancia de conocer el contenido de humedad en la madera*. USACH.

Guatemala García, M. A., y Sepúlveda Ruíz, N. E. (1987). *Estudio de las propiedades químicas, anatómicas y físico mecánicas de la madera de tres especies forestales de importancia económica* [Tesis de pregrado]. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias.

Inchiglema Aucancela, J. M. (2019). *Identificación y descripción de características anatómicas y organolépticas de la madera de cinco especies comerciales procedentes del cantón Tena, provincia de Napo* [Tesis de pregrado]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

León, W. J. (enero-junio 2010). Anatomía y densidad o peso específico de la madera. *Revista Forestal Venezolana*, *54*(1), 67-76.

Ministerio del Ambiente del Ecuador y Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura. (2014). *Propiedades anatómicas, físicas y mecánicas de 93 especies forestales*. Tallpa.

Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales. (2017). *Estudio de las causas de la deforestación y degradación en Nicaragua: "La problemática de las existencias de carbono forestal y el enfoque estratégico del Programa ENDE-REDD+*. MARENA.

Morales Vargas, A., y Herrera Alegría, Z. (1992). *Cedrela odorata L.* IRENA.

Morales Vargas, A., y Herrera Alegría, Z. (1992). *Cordia alliodora Ruiz. y Pav. Oken*. IRENA.

Morales Vargas, A., y Herrera Alegría, Z. (1994). *Propiedades físicas y mecánicas de la madera*. MARENA.

Ordóñez Díaz, J.A.B., Galicia Naranjo, A., Venegas Mancera, N. J., Hernández Tejeda, T., Ordóñez Díaz, M. J., y Dávalos-Sotelo, R. (2015). Densidad de las maderas mexicanas por tipo de vegetación con base en la clasificación de J. Rzedowski: compilación. *Madera y Bosques*, (21), 77-126.

Ramallo, J. (Ed.). (1999). *Educación ambiental para el trópico de Cochabamba*. FAO.

Rojas Gonzáles, R. P. (Ed.). (2017). *Fichas de identificación de especies forestales maderables y silvicultura tropical*. OSINFOR.

Segura Elizondo, B. (2019). *Propiedades de la madera de Cedrela odorata de nueve y diez años en un SAF con Theobroma cacao, comparado con una plantación pura de diez años, Turrialba, Costa Rica* [Tesis de pregrado]. Tecnológico de Costa Rica.

Vásquez-Correa, A. M. (2017). Xilotecas, importantes colecciones de referencia. *Colombia Forestal*, *20*(2), 192-201.

Wiedenhoeft, A. C. (2011). *Identificación de las especies maderables de Centroamérica*. USDA.

PDF generado a partir de XML-JATS4R