

PROPIEDADES FÍSICAS DEL XILEMA DE *Cecropia sciadophylla* MART. (CETICO COLORADO), TAMBOPATA, MADRE DE DIOS-PERÚ

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.487112415104>

Data de aceite: 26/11/2024

Emer-Ronald Rosales-Solórzano

Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios-Perú. Facultad de Ingeniería. Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Medio Ambiente
<https://orcid.org/0000-0003-1035-8244>

Eber-Abel Coa-Palomino

Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios-Perú. Facultad de Ingeniería. Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Medio Ambiente
<https://orcid.org/0009-0005-0158-5535>

Margot Rodas-Mendoza

Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios-Perú. Facultad de Ingeniería. Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Medio Ambiente
<https://orcid.org/0009-0002-5464-0014>

RESUMEN: El presente trabajo tuvo como objetivo determinar las propiedades físicas del *Cecropia sciadopylla* Mart. (cetico colorado), las muestras fueron procedentes del sector La Joya- Chonta, provincia y distrito Tambopata de Madre de Dios. La metodología se llevó a cabo en cuatro pasos, la primera de campo que consistió en coleccionar la muestra para identificar la especie luego pasar a la tumba y corte en

bolillos sobre 1,3 m desde la base del árbol, la segunda prosiguió con la transformación de trozas en vigas y probetas, en la tercera se hicieron los ensayos de 128 probetas en el laboratorio de la Planta Piloto de Tecnología de la Madera de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios siguiendo los procedimientos que establece las Normas Técnicas Peruanas (NTP) 251.008; 251.009; 251.010; 251.011 y 251.012 y una cuarta para realizar los cálculos y análisis de los datos al $\alpha=0,05$ de confiabilidad. Los resultados mostraron un contenido de humedad de 89,417%; contenido de humedad equilibrio 12,083%; punto de saturación de las fibras 40,877%; contenido de humedad libre 222,112% y contenido de humedad máxima 249,549%. De igual manera se calculó una densidad saturada de 0,567 g/cm³, densidad seca al horno 0,341 g/cm³ y una densidad básica 0,302 g/cm³. Seguidamente se determinó las contracciones: longitudinal de 0,657%; radial 3,179%; tangencial 7,742 % y volumétrica 11,281%. Finalmente se obtuvo una porosidad de 67,900% y un coeficiente de estabilidad de 2,536 considerado inestable, concluyendo que la madera de *C. sciadopylla* se utilizaría para cajonería liviana, aislantes y contrachapado.

PALABRAS-CLAVE: Xilema, densidad básica, niveles de humedad, contracción volumétrica.

PHYSICAL PROPERTIES OF THE XYLEM OF *CECROPIA SCIADOPHYLLA* MART. (CETICO COLORADO), TAMBOPATA, MADRE DE DIOS-PERU

ABSTRACT: The objective of this work was to determine the physical properties of *Cecropia sciadophylla* Mart. (cetico colorado), the samples were taken from the La Joya-Chonta sector, Tambopata province and district of Madre de Dios. The methodology was carried out in four steps, the first one in the field that consisted of collecting the sample to identify the species, then to go to the grave and cut in rolls over 1.3 m from the base of the tree, the second one continued with the transformation of logs into beams and specimens, in the third one the tests of 128 specimens were made in the laboratory of the Wood Technology Pilot Plant of the National Amazonian University of Madre de Dios following the procedures established in the Peruvian Technical Norms (NTP) 251.008; 251.009; 251.010; 251.011 and 251.012 and a fourth to perform the calculations and data analysis at $\alpha=0.05$ reliability. The results showed a moisture content of 89.417%; equilibrium moisture content 12.083%; fiber saturation point 40.877%; free moisture content 222.112% and maximum moisture content 249.549%. A saturated density of 0.567 g/cm³, oven dry density 0.341 g/cm³ and basic density 0.302 g/cm³ were also calculated. Next, the contractions were determined: longitudinal 0.657%; radial 3.179%; tangential 7.742% and volumetric 11.281%. Finally, a porosity of 67.900% was obtained and a stability coefficient of 2.536 considered unstable, concluding that *C. sciadophylla* wood would be used for light boxes, insulation and plywood.

KEYWORDS: Xylem, basic density, moisture levels, volumetric contraction.

INTRODUCCIÓN

Las propiedades físicas de las probetas de madera llegan a variar dependiendo de la especie, el tipo de madera, su densidad y humedad. Algunas de las propiedades físicas más comunes que se llegan a visualizar y medir son la densidad, la humedad, la contracción, la resistencia a la flexión, su dureza y su peso (Suirezs Teresa & Berger, 2009). Los estudios de las propiedades físicas y mecánicas de la madera son necesarios para aumentar el conocimiento de su uso potencial, adaptando su uso, y también como alternativa de sustitución de otras (Leite Braz et al., 2013). Asimismo, las propiedades físicas de la madera son fundamentales para determinar su calidad y su idoneidad para diferentes usos. Igartúa et al., (2009) señala que los cambios en las dimensiones de la madera, centrados en la contracción y expansión durante variaciones de saturación en las direcciones tangencial y radial, definen el comportamiento de la madera ante fluctuaciones de humedad, destacando su respuesta durante el proceso de secado. También Fuentes Talavera et al., (2014) señala que la anisotropía, expresada como el cociente entre el movimiento tangencial y radial de la madera (T/R), es clave para evaluar su estabilidad dimensional, en general pues a mayor anisotropía, aumenta el riesgo de deformaciones o agrietamientos, especialmente durante cambios en el contenido de humedad. La contracción, resultado del proceso de secado, es la principal causa de la mayoría de los problemas y la pérdida de un porcentaje significativo de la madera (Burgos Franco, 2010).

Chipana Ruiz, (2009) determinó el contenido de humedad para *C. sciadophylla* Mart. de 97,12%, mientras en su investigación realizada por Torres Sánchez, (2009a), centró su atención en determinar la humedad, densidad básica y cambios dimensionales en la base, medio y ápice del fuste de dicha especie (en tres secciones diferentes de un mismo árbol). La humedad fue de 77,07% segundo nivel del fuste. Identificó diferencias significativas en las densidades básicas de los árboles, y los resultados promedio para el contenido de humedad y la densidad básica fueron de 138,67 % y 0,32 g/cm³, respectivamente. Las diferencias significativas entre los niveles del fuste para la densidad básica indicaron que el tercer nivel del fuste tuvo la mayor densidad básica. Las contracciones radial, tangencial, volumétrica y longitudinal presentaron promedios del 2,71%; 8,29%; 10,17 % y 0,28%, respectivamente. Sin embargo, no se observaron variaciones en el fuste para las variables de contracción volumétrica y tangencial.

En otro estudio llevado a cabo por Pereira Júnior et al., (2022a) en Brasil, se examinaron las especies *Cecropia distachya* Huber y *Cecropia sciadophylla* Mart. Utilizando probetas y ensayos conforme a la normativa NBR 7190/97, se obtuvieron densidades medias de 0,33 g/cm³ y 0,28 g/cm³, clasificando ambas especies como maderas livianas. Se observó un aumento de la densidad de la base a la punta y de la médula al cambium en ambas especies. En cuanto a la contracción lineal, se registraron valores de 7,61%, 3,13% y 0,83% para la contracción tangencial, radial y longitudinal en la especie *C. distachya*, mientras que para la especie *C. sciadophylla*, los valores fueron 6,45%; 3,05% y 0,87%, respectivamente.

Continuando con los estudios del género *Cecropia*, Scharff Galan, (2010a) contribuyó con una investigación centrada en cuatro especies del género *Cecropia* (*C. membranacea* Trecul, *C. engleriana* Snethlage, *C. polystachya* Trecul y *C. sciadophylla* Mart.), evaluando su idoneidad para la fabricación de embalajes tipo caja destinados a frutos de papayas. Las densidades básicas obtenidas fueron de 0,25g/cm³; 0,32 g/cm³; 0,34 g/cm³ y 0,31 g/cm³, respectivamente, destacando la *Cecropia membranacea* como la de menor densidad. En relación con la contracción volumétrica, se registraron porcentajes de 23,45%; 21,19%; 15,77% y 12,02%, respectivamente. El índice de relación T/R mostró valores de 4,53%; 3,37%; 3,49 % y 3,19%, destacando ser menor la estabilidad de la *Cecropia sciadophylla*.

Iwakiri et al., (2010) señaló que dentro del género *Cecropia*, específicamente la especie *Cecropia hololeuca*, destaca en la producción industrial de tableros de partículas en Brasil debido a su densidad de 0,27 g/cm³, en comparación con otras especies como *Pino taeda* y *Schizobolium amazonicum* (paricá), que presentan densidades de 0,42 g/cm³ y 0,32 g/cm³ respectivamente.

Este estudio no solo contribuye al conocimiento científico, sino que también tiene un impacto significativo a nivel local. La comprensión de *Cecropia sciadophylla* Mart. en Madre de Dios, Perú, es esencial para decisiones basadas en la ciencia y la conservación en una región donde los bosques tropicales desempeñan un papel clave en la mitigación del cambio climático y la preservación de la biodiversidad. Por tales razones el objetivo de esta investigación fue determinar las propiedades físicas más usados y contribuir con el estudio de la física de la madera.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación de la toma de muestra

La investigación tuvo lugar en la región de Madre de Dios, Perú. La región se encuentra a una altitud que varía entre 168 y 500 msnm, el mes con temperatura más alta es setiembre (32,2°C); la temperatura más baja se da en el mes de julio (22°C); y llueve con mayor intensidad en el mes de febrero de 299,3 mm/mes (SENAMHI, 2021). La recolección de la muestra se llevó a cabo en el sector La Joya - Chonta, distrito y provincia de Tambopata en la región de Madre de Dios con coordenadas UTM 19L E 0476481 N 8601487 para luego pasar al laboratorio de propiedades de la madera ubicado en el fundo “El Bosque” perteneciente a la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, ubicado a 16,5 kilómetros de la carretera Puerto Maldonado - Iñapari.

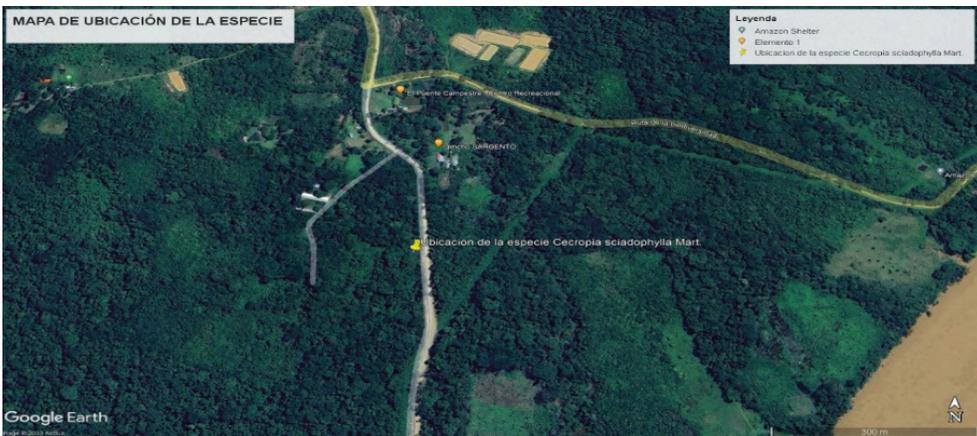


Figura 1: Mapa de ubicación de la especie recolectado.

Identificación dendrológica y recolección de muestra

Se llevó a cabo una pre identificación de la especie, se recopilaban hojas, frutos y flores, que posteriormente fueron llevados al herbario “Alwyn Gentry” de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios. En dicho lugar se identificó la especie *Cecropia sciadophylla* Mart. La recolección de la muestra (3 árboles al azar) se realizó según los procedimientos de la NTP 251.008 (INACAL, 2016).

Elaboración de las probetas

Las trozas y viguetas fueron llevadas a la carpintería donde se realizó los cortes y obtención de probetas completamente direccionadas, que según las Normas Técnicas Peruanas fueron de 3 x 3 x 10 cm (tangencial, radial y longitudinal). Se prepararon en total 128 probetas.

Ensayos de laboratorio y análisis

Los ensayos se llevaron a cabo conforme a las Normas Técnicas Peruanas (NTP). Se realizaron las medidas de las dimensiones (tangencial, radial y longitudinal), peso y volumen tanto en estado húmedo y seco de las probetas. El volumen se determinó mediante el método de desplazamiento de agua o inmersión. Posteriormente, las muestras fueron acondicionadas en la estufa, y siguiendo el protocolo, se incrementó gradualmente la temperatura de 30° a 103 °C ± 2, con aumentos de 10°C/día. Se controló diariamente el peso de cada muestra con una balanza de precisión de ± 0,01 gramos hasta alcanzar el punto final de secado (masa constante de la muestra).

El contenido de humedad se calculó según la NTP 251.010 (INACAL, 2014).

$$CH\% = \frac{Ph - Ps}{Ps} \times 100 \quad (1)$$

CH% = Contenido de Humedad. Ph = Peso humedad, Ps = Peso seco. Ph = m. Po = mo y CH% = M%

La determinación de los niveles de contenido de humedad de las muestras se realizó utilizando las fórmulas ajustadas por Rosales-Solórzano, (2019).

$$CHM = 597,96e^{-2,843DB} \quad (2)$$

$$CHL = 583,96e^{-3,263DB} \quad (3)$$

$$PSF = 14,678DB^{-0,83} \quad (4)$$

$$CHE = -4,141Ln(DB) + 9,8939 \quad (5)$$

CHM = Contenido de humedad máxima. CHL = Contenido de humedad libre. PSF = Punto de saturación de la fibra. CHE = Contenido de humedad equilibrio.

Para la determinación de la densidad (densidad saturada, densidad básica y densidad seca al horno), se siguió el procedimiento de acuerdo con la norma INACAL. NTP 251.011, (2014).

$$Ds = \frac{m}{Vh} g/cm^3 \quad (6)$$

$$DB = \frac{mo}{Vh} g/cm^3 \quad (7)$$

$$DBo = \frac{mo}{Vo} g/cm^3 \quad (8)$$

Ds = Densidad saturada de la probeta. DB = Densidad básica de la probeta. DBo = Densidad seca al horno de la probeta. m = Masa húmeda de la probeta. mo = Masa seca al horno de la probeta. Vh = Volumen húmedo de la probeta. Vo = Volumen seco de la probeta.

De manera similar, se determinó la contracción volumétrica, tangencial, radial y longitudinal de acuerdo con INACAL. NTP 251.012, (2016).

$$CV (\%) = \frac{Vh - Vs}{Vs} \times 100 \quad (9)$$

$$Ctg (\%) = \frac{dts - dto}{dts} \times 100 \quad (10)$$

$$Cr (\%) = \frac{drs - dro}{drs} \times 100 \quad (11)$$

$$Cl (\%) = \frac{ls - lo}{ls} \times 100 \quad (12)$$

CV = Contracción volumétrica. Ctg = Contracción tangencial de la madera. dts = Dimensión tangencial de la probeta saturada, dto = Dimensión tangencial de la probeta seca al horno, Cr = Contracción radial de la madera, drs = Dimensión radial de la probeta saturada, dro = Dimensión radial de la probeta seca al horno, Cl = Contracción longitudinal. ls = Dimensión longitudinal de la probeta saturada. lo = Dimensión longitudinal de la probeta seca al horno.

También se realizó otros cálculos como la porosidad (Siau, 1984) y el índice de estabilidad con INACAL. NTP 251.012, (2016).

$$P\% = [1 - DBpsf (0,667 + 0,01Mpsf)]100 \quad (13)$$

$$\frac{T}{R} = Ctg/Cr \quad (14)$$

DBpsf = Densidad básica en el punto de saturación de las fibras. Mpsf = Contenido de humedad en el punto de saturación de las fibras. T/R = Índice de estabilidad.

Finalmente, los datos obtenidos del estudio de las propiedades físicas de las probetas, fueron procesados y analizados con el software estadístico, R studio y Excel.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Los principales resultados de las propiedades físicas de la madera y datos estadísticos descriptivo se muestran en la tabla 1.

| Variables físicas del xilema | Media | Desviación estandar | Coefficiente de variación |
|---|---------|---------------------|---------------------------|
| Contenido de humedad (%) | 89,417 | 30,398 | 33,996 |
| Contenido de humedad equilibrio (%) | 12,083 | 0,365 | 3,019 |
| Punto de saturación de las fibras (%) | 40,877 | 6,772 | 16,567 |
| Contenido de humedad libre (%) | 222,112 | 43,031 | 19,374 |
| Contenido de humedad máximo (%) | 249,549 | 43,835 | 17,566 |
| Densidad saturada (g/cm ³) | 0,567 | 0,116 | 20,423 |
| Densidad básica (g/cm ³) | 0,302 | 0,062 | 20,547 |
| Densidad seca al horno (g/cm ³) | 0,341 | 0,071 | 20,866 |
| Contracción volumétrica (%) | 11,281 | 1,666 | 14,768 |
| Contracción radial (%) | 3,179 | 0,735 | 23,129 |
| Contracción tangencial (%) | 7,742 | 1,440 | 18,600 |
| Contracción longitudinal (%) | 0,657 | 0,483 | 73,553 |
| Porocidad (%) | 67,900 | 4,555 | 6,708 |
| T/R | 2,536 | 0,619 | 24,358 |

Tabla 1: Propiedades físicas del xilema de *Cecropia sciadophylla* Mart.

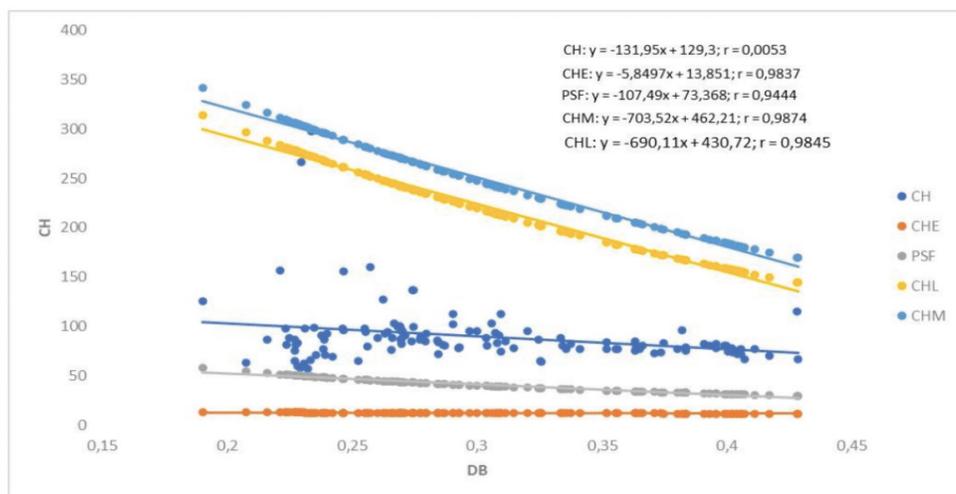


Figura 2: Correlación entre los contenidos de humedad y la densidad básica.

Humedad del xilema

En referencia a los resultados de humedad de la tabla 1, revela que el contenido de humedad (CH) se obtuvo un promedio del 89,417%, aproximándose a los hallazgos de Torres Sánchez, (2009a) y Chipana Ruiz, (2009), quienes investigaron la misma especie en Tingo María, Perú, obteniendo valores de 77,07 % y 97,12 %, respectivamente, en el segundo nivel del fuste. Así mismo Scharff Galan, (2010a) en su estudio determinó las propiedades físicas de cuatro especies del género *Cecropia* (*Cecropia membranacea* Trecul, *Cecropia engleriana* Snethiage, *Cecropia polystachya* Trecul y *Cecropia sciadophylla* Mart., encontró

contenidos de humedad de 228,96%, 170,96%, 168,53% y 153,03%, respectivamente. Estos resultados revelan niveles significativamente elevados de humedad, destacando la *Cecropia membranacea* Trecul, que supera el 200 % de contenido de humedad. Además, se observa una diferencia notable en el contenido de humedad de la *Cecropia sciadophylla* en comparación con nuestros resultados. En otro contexto, Oswaldo & Tacuri, (2006) en su estudio de la *Cecropia montana* Warb en Ecuador, obtuvieron un resultado de 19,24 %, mientras que Redón Correa et al., (2021), en su investigación sobre *Cecropia peltata* en México, registraron un 12 %. Estas disparidades en los contenidos de humedad confirman las observaciones de Avramidis, (2004), quien señala que la variación está influenciada por factores como la especie, el tipo de madera (albura versus duramen) y la época de cosecha de árboles. Para especies de zonas templadas, esta variación puede oscilar entre el 31 % y 250 %.

En la figura 4, se aprecia la relación entre la densidad básica y el contenido de humedad (CH) contenido de humedad equilibrio (CHE), punto de saturación de las fibras (PSF), contenido de humedad libre (CHL) y contenido de humedad máxima (CHM). Es evidente que estos niveles de humedad como el CHE, PSF CHL y CHM exhiben una correlación inversa más destacada en comparación al CH ratificando lo estipulado por Rosales-Solórzano, (2019). En otras palabras, a medida que aumenta la densidad básica, se observa una disminución en los niveles del contenido de humedad, especialmente por encima del punto de saturación de la fibra (PSF) de la madera. Este hallazgo respalda la afirmación de Vidrio & Zelinka, (2021), quienes indican que a medida que la densidad básica se incrementa, el volumen de luz (espacio vacío) debe reducirse debido a que la gravedad específica de las paredes celulares de la madera se mantiene constante entre especies. Por ejemplo, esta disminución en el contenido máximo de humedad se atribuye a la reducción del espacio disponible para el agua libre en la estructura celular de la madera.

Densidad del xilema

En la tabla 1, se ha obtenido resultados para la densidad saturada (D_s) 0,567 g/cm³; densidad básica (DB) de 0,302 g/cm³ y densidad seca al horno (DBo) de 0,341 g/cm³. Estos valores, según la clasificación propuesta Arostegui, (1975) y ratificada por Rosales-Solórzano, (2015), sitúa a la madera en la categoría de livianas, ya que las maderas ligeras se definen con densidades básicas menores 0,30 g/cm³, mientras que las maderas muy pesadas se encuentran en el rango de 1,2 a 1,4 g/cm³, según también la norma INACAL. NTP 251.011, (2014) incluye en el grupo de maderas ligeras o con densidad muy baja. Resultados de investigaciones previas para la DB, como la realizada por Torres Sánchez, (2009) y Pereira Júnior et al., (2022a) en la misma especie reportaron un promedio a partir de diferentes alturas del fuste 0,32 y 0,29 g/cm³ respectivamente. Asimismo, Scharff Galan, (2010a) obtuvo 0,31 g/cm³, valores que confirman y están alrededor de nuestro estudio.

Contracción, porosidad y estabilidad del xilema

Los parámetros cruciales para comprender la respuesta dimensional de la madera ante cambios ambientales y procesos de secado son los resultados obtenidos en la tabla 1. Existen similitudes con los hallazgos de Pereira Júnior et al., (2022) y Scharff Galan, (2010), quienes, al investigar la misma especie (*Cecropia sciadophylla*), determinaron una contracción volumétrica de 10,08 % y 12,02%, respectivamente. Nuestro resultado, está ubicado en un punto intermedio con un 11,281%, el mismo que se encuentra en concordancia con dichos autores. Además, estudiaron otras especies del genero *Cecropia* con resultados diferidos, como *Cecropia distachya* con 11,22%; *Cecropia polystechya* de 15,77%; *Cecropia membranacea* y *Cecropia englariana* con 23,45% y 21,19% respectivamente. Los resultados de la contracción radial, con un promedio de 3,179 %, son ligeramente superiores a los obtenidos por Torres Sánchez, (2009a), que registró un 2,17 %. En relación a la contracción tangencial presenta un promedio del 7,742%; valor por encima a lo determinado por Pereira Júnior et al., (2022a) de 6,45% y por de bajo de a lo encontrado por Torres Sánchez, (2009a) de 8,29%.

En cuanto a la porosidad, los resultados muestran un 67,900% de la composición de *Cecropia sciadophylla*, el cual corresponde a espacios vacíos o poros, esto guarda relación con la clasificación de la densidad básica como maderas livianas, pero que al no haber referencias por otros autores no hay comparación.

De igual manera el índice de estabilidad (T/R) resulto ser 2,536 %, que conforme a la norma INACAL. NTP 251.012, (2016) la *C. sciadophylla* es clasificada como una madera inestable. Los resultados de Scharff Galan (2010) y presenta un índice de estabilidad (T/R) para la misma especie 3,19 % respectivamente, mostrando una similitud de inestabilidad.

CONCLUSIONES

Considerando los resultados conseguidos, se puede intuir que la madera (xilema) de *C. sciadophylla* posee parámetros físicos únicos que la distinguen, por consiguiente, la especie se utilizaría en forma sostenible para cajonería liviana, aislantes y contrachapado.

AGRADECIMIENTOS

Nuestro agradecimiento fraterno a los estudiantes del curso de Propiedades de la Madera, semestre 2023-II de la EPIFMA-UNMAD, por su incondicional apoyo para realizar la presente investigación.

REFERENCIA

Adrian Muñoz, A. (2015). *Evaluación de la respuesta al secado de madera de caoba (Swietenia macrophylla King) en el horno solar de la Unidad de Forestales de Zamorano*.

Arostegui, A. (1975). *Estudio tecnológico de maderas del Perú. características tecnológicas y usos de la madera de 40 especies del bosque Nacional Alexander Von Humboldt: Vol. III* (Universida).

Avramidis, S. (2004). *Physical Properties of Wood*. <https://www.researchgate.net/publication/366921220>

Burgos Franco, A. (2010). *Guía de secado ETSUFOR 1 secado de madera*. 27.

Chipana Ruiz, J. (2009). Variación de la curva de secado y cambio dimensional en diferentes alturas del fuste de cético (Cecropia Sciadophylla C. Martius), en Tingo María, Perú. *Universidad Nacional Agraria de La Selva*. <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/20.500.14292/695>

Fuentes Talavera, F. J., Silva Guzmán, A., Rodríguez Anda, R., Sanjuán Dueñas, R., & Richter, H. (2014). *Perfil de estabilidad dimensional de las maderas Primavera y Rosa morada*.

Heckler, C. [UNESP], Sansígolo, C. A. [UNESP], Garcia, F. M. [UNESP], & Basso, S. (2014). *Densidade básica da madeira de Cecropia sp (embaúba) e sua influência na produção de celulose kraft*. <https://doi.org/10.17616/R31N39>

Igartúa, D. V., Monteoliva, S., & Piter, J. C. (2009). *Estudio de algunas propiedades físicas de la madera de Acacia melanoxylon en Argentina*. 11(1), 3–18. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48511355001>

INACAL. (2014). *NTP N°251.010 Madera. Método de determinación del contenido de humedad*.

INACAL. (2016). *NTP N°251.008 Madera y carpintería para construcción. selección y colección de muestras*.

INACAL. NTP 251.011. (2014). *Madera. Método de determinación de la densidad*. (pp. 1-7).

INACAL. NTP 251.012. (2016). *Maderas: Método de determinación de contracción*. 112, 1-6.

Iwakiri, S., Zeller, F., Pinto, J. A., Guadalupe, M., Ramirez, L., Souza, M. M., & Seixas, R. (2010). *Avaliação do potencial de utilização da madeira de Schizolobium amazonicum "Paricá" e Cecropia hololeuca "Embaúba" para produção de painéis aglomerados* (Vol. 40, Issue 2).

Leite Braz, R., Tarcísio da Silva Oliveira, J., Pollastrelli Rodrigues, B., & Donária Chaves Arantes, M. (2013). *Propiedades físicas e mecânicas da maderira de Toona ciliata em diferentes idades* (Vol. 4).

Oswaldo, J., & Tacuri, G. (2006). *Estudio anatómico de las especies arbóreas del bosque nublado de la estación científica San Francisco*. <https://dspace.unl.edu.ec/handle/123456789/5188>

PAULA, J. E. (2003). Caracterização anatômica da madeira de sete espécies da amazônia com vistas à produção de energia e papel. *Acta Amazonica*, 33(2), 243–262. <https://doi.org/10.1590/1809-4392200332262>

- Pereira Júnior, J. C., Leandro, R. I. M., Gama, R. V., & Santos, I. S. (2022). Propiedades físicas de la madeira de duas espécies do gênero Cecropia. In *Open Science Research III*. <https://doi.org/10.37885/220308462>
- Redón Correa, A., Dorantes Hernández, F., Mejía Valencia, S., & Alamilla Fonseca, L. N. (2021). *Características macroscópicas, propiedades y uso de la madera de especies nativas y exóticas en México*. Comisión Nacional Para El Conocimiento y Uso de La Biodiversidad (CONABIO). <https://bioteca.biodiversidad.gob.mx/janium-bin/sumario.pl?id=20241012172843>
- Rosales-Solórzano, E. R. (2015). Variabilidad del contenido de humedad-equilibrio de la madera de diez especies comerciales para tres regiones del Perú. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 13(30), 13–21. <https://doi.org/10.18845/rfmk.v13i30.2456>
- Rosales-Solórzano, E. R. (2019). Ecuaciones de niveles de humedad relacionada a la densidad básica de la madera de especies forestales tropicales en Madre de Dios, Perú. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú Mesoamericana*, 16(39), 33-42. <https://doi.org/10.18845/v17i40.4905>
- Scharff Galan, A. (2010). Aptitud de la madera de cuatro especies del género Cecropia L. (Cetico) en la fabricación de embalaje tipo caja para papaya en Pucallpa. *Universidad Nacional de Ucayali*. <http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/2120>
- SENAMHI. (2021). Atlas de temperaturas del aire y precipitación del Perú. En *Repositorio Institucional - SENAMHI*. <http://repositorio.senamhi.gob.pe/handle/20.500.12542/1339>
- Suirezs Teresa, M., & Berger, G. (2009). *Descripciones de las propiedades físicas y mecánicas de la madera*.
- Siau, J. F. (1984). *Transport processes in wood*.
- Torres Sánchez, P. (2009). Determinación de las propiedades físicas a tres niveles del fuste de cético *Cecropia sciadophylla* Mart. en el Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva. *Universidad Nacional Agraria de La Selva*. <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/20.500.14292/697>
- Vidrio, S. V., & Zelinka, S. L. (2021). *Moisture Relations and Physical Properties of Wood*. <https://www.researchgate.net/publication/350382519>