

## **Anatomía y propiedades físicas de la madera de dos especies del departamento de Puno**

### **Anatomy and physical properties of the wood of two species from the department of Puno**

*Alison Díaz A., Jhersy Huanay C., Ronal Medina H., Antonio Aylas M. & Juana Paucar C.*

Departamento Académico de Ingeniería Forestal y Ambiental, Laboratorio de Tecnología de la Madera, Universidad Nacional del Centro del Perú. Av. Mariscal Castilla 3456, Junín, PERÚ

Autor para correspondencia: [jpaucar@uncp.edu.pe](mailto:jpaucar@uncp.edu.pe)

## Resumen

El presente estudio de investigación describió las características anatómicas y propiedades físicas de dos especies maderables procedentes de San Gabán, departamento de Puno. Los caracteres macroscópicos y microscópicos se describieron según la lista estándar de la IAWA (1989), y las propiedades físicas según Normas Técnicas Peruanas. Los resultados muestran ambas especies con porosidad difusa, *Miconia amazonica* con poros medianos, longitud de vaso 365  $\mu\text{m}$ , platina de perforación simple, parénquima en bandas, radios heterogéneos, altura 120  $\mu\text{m}$ . *Erithrina ulei* con grano recto, textura media y brillo medio, veteados arcos superpuestos, con albura susceptible al ataque de hongos, diámetro de poros 246,2  $\mu\text{m}$  y longitud de vaso 253,5  $\mu\text{m}$ , 2-4 poros/ $\text{mm}^2$ , platina de perforación simple, parénquima paratraqueal confluyente, estratificado, radios heterogéneos y homogéneos, ambas presentan fibras libriformes, longitud 1747  $\mu\text{m}$ , 770  $\mu\text{m}$ , y espesor de pared 3,3  $\mu\text{m}$ , 3  $\mu\text{m}$ , respectivamente. *Miconia amazonica*, densidad básica y contracción volumétrica media (0,57  $\text{g}/\text{cm}^3$  y 12,73 % respectivamente), mientras *Erythrina ulei*, de muy baja densidad (0,29  $\text{g}/\text{cm}^3$ ), baja contracción volumétrica (8,12 %) y ambas especies presentan madera muy estable.

**Palabras clave:** anatomía, poros, fibras, especies maderables, propiedades físicas.

## Abstract

The present research study described the anatomical characteristics and physical properties of two timber species from San Gabán, department of Puno. The macroscopic and microscopic characters were described according to the standard list of the IAWA (1989), and the physical properties according to Peruvian Technical Standards. The results show both species with diffuse porosity, *Miconia amazonica* with medium pores, vessel length 365  $\mu\text{m}$ , simple perforation plate, parenchyma in bands, heterogeneous rays, height 120  $\mu\text{m}$ . *Erithrina ulei* with straight grain, medium texture and medium gloss, veined overlapping arches, with sapwood susceptible to fungal attack, diameter of pores 246.2  $\mu\text{m}$  and vessel length 253.5  $\mu\text{m}$ , 2-4 pores/ $\text{mm}^2$ , simple perforation plate, confluent paratracheal parenchyma, stratified, heterogeneous and homogeneous rays, both have libriform fibers, length 1747  $\mu\text{m}$ , 770  $\mu\text{m}$ , and wall thickness 3.3  $\mu\text{m}$ , 3  $\mu\text{m}$ , respectively. *Miconia amazonica*, basic density and volumetric contraction medium (0.57  $\text{g}/\text{cm}^3$  and 12.73 % respectively), while *Erythrina ulei*, very low density (0.29  $\text{g}/\text{cm}^3$ ), low volumetric contraction (8.12 %) and both species have very stable wood.

**Keywords:** anatomy, pores, fibers, timber species, physical properties.

**Citación:** Díaz, A.; J. Huamay; R. Medina; A. Aylas & J. Paucar. 2019. Anatomía y propiedades físicas de la madera de dos especies del departamento de Puno. *Arnaldoa* 26 (2): 595-606 <http://doi.org/10.22497/arnaldoa.262.26205>

## Introducción

Los bosques peruanos albergan gran diversidad de especies de flora y fauna, y proveen bienes y servicios fundamentales para el desarrollo del país, especialmente para los pueblos originarios que habitan en gran parte de los bosques (Ministerio del Ambiente, 2015). El potencial forestal de la Amazonía peruana cuenta con 68' 577, 351 ha, siendo fundamental para el desarrollo de la actividad forestal, y ser uno de los

recursos que aporte el mayor ingreso anual en la economía nacional (FAO, 2018).

La región Puno cuenta con 1'429,774 ha de bosque húmedo amazónico, siendo limitado el conocimiento y las propiedades de las especies maderables con valor potencial.

Sin embargo, el abastecimiento de materia prima a la industria maderera, está basado en un modelo selectivo de extracción forestal, debido a que el mercado

provee pocas especies para determinadas necesidades de las industrias forestales (SERFOR, 2017).

La caracterización tecnológica de la madera es muy variable debido a muchos factores como son las condiciones climáticas, niveles de sucesión ecológica, edafología, calidad de sitio, edad, entre otros, y sus interrelaciones en el ecosistema; la variabilidad también se manifiesta dentro de un mismo árbol, (Igartúa & Monteoliva, 2010) y (Gimenez & Moglia, 2005) estas variaciones se observan en los tres ejes de estudio del árbol, en madera temprana y tardía dentro de un mismo anillo de crecimiento que no siempre son diferenciados, bajo condiciones de crecimiento favorables, crecen más rápido resultando menor densidad de fibras, esta porción de madera es conocido como madera de primavera y la que se forma en la estación menos favorable se conoce como madera tardía o de verano, observándose claramente los anillos de crecimiento anuales.

(Rodríguez & Sibille, 1996), mencionan que las maderas presentan tres planos de corte (transversal, tangencial y radial) y las propiedades físicas y mecánicas de la madera tienden a variar a lo largo de estos planos de corte principalmente conocido como la anisotropía de la madera (Olorunnisola, 2019), tiende a ganar o perder humedad en un intento de mezclar con las condiciones atmosféricas del ambiente en el que se coloca. La ganancia y/o pérdida de humedad da como resultado la hinchazón y contracción, de la madera, en particular si la madera no ha sido debidamente secado y conduce a la aparición de deformaciones reduciendo el valor estético y del mercado tales como alabeo, ventosas, inclinándose en muchos productos de madera (Muñoz-Acosta &

Moreno-Perez, 2013) y Rodolfo *et al.*, 2011).

El grado de variación que se presenta dentro de un mismo árbol es un elemento importante, no solo desde el punto de vista anatómico, sino que marca una diferencia en su densidad y resistencia lo cual puede ejercer un papel importante en los aspectos relacionados con la utilización de la madera (Sibille, 2006).

La presente investigación impulsa la utilización alterna de especies forestales tropicales, al conocer su anatomía y propiedades físicas. Por lo tanto el objetivo principal de esta investigación fue determinar la estructura anatómica y propiedades físicas de *Miconia amazonica* & *Erythrina ulei* del departamento de Puno.

## Material y métodos

Las muestras de estudio provinieron del distrito de San Gabán, provincia de Carabaya, departamento de Puno, se seleccionaron dos árboles de las especies *Erythrina ulei* y *Miconia amazonica*, para la selección se los árboles se consideró la NTP 251.008:1980 (árboles conformados fenotípicamente, fuste con mínimas bifurcaciones), y la descripción de las características anatómicas se realizaron según Norma COPANT 30:1-19- 1974 y la lista estándar de la IAWA (1989), mientras que para el estudio de las propiedades físicas:

$$C.H. (\%) = \frac{Ph - Po}{Po} \times 100$$

a). NTP 251.010 para determinar el contenido de humedad, siendo la formula aplicada:

Donde:

C.H. = Contenido de humedad de la madera (%)

Ph = Peso de la madera húmeda o inicial (gr)

Po = Peso de la madera anhidra (gr)

b) NTP 251.011 para determinar la densidad:

$$\text{Densidad básica} = \frac{PSH}{Vv}$$

Dónde:

PSH = peso seco al horno (g)

V = volumen verde (cm<sup>3</sup>)

c) NTP 251.012 para determinar la contracción:

$$\text{Contracción radial: } \frac{Dvr - Dshr}{Dvr} \times 100$$

d) Contracción longitudinal:  $\frac{Dvl - Dshl}{Dvl} \times 100$

e) Contracción volumétrica:  $\frac{Vv - Vsh}{Vv} \times 100$

$$\text{f) Relación} = \frac{C.Tg.total}{C.Rad.total}$$

Dónde:

Dvr = dimensión verde (mm)

Dshr = dimensión seca al horno (mm)

Vv = volumen verde (cm<sup>3</sup>)

Vsh = volumen seca al horno (cm<sup>3</sup>)

## Resultados

### DE LAS CARACTERÍSTICAS ANATOMÍCAS:

a) La especie *Miconia amazonica* "pomarroza", perteneciente a la familia Melastomaceae y seca al aire, la madera presenta albura crema y duramen amarillo cremoso, anillos de crecimiento poco diferenciado, grano recto. Textura fina, brillo medio, vetado en bandas paralelas y madera sus-

ceptible al ataque de hongos, Madera de porosidad difusa, poros visibles con lupa de 10X, solitarios de forma ovalada y múltiple radiales de 2 a 3, parénquimas visibles con lupa y radios visibles no estratificados.

La madera presenta porosidad difusa, con 4 a 10 poros/mm<sup>2</sup>, diámetro entre 110 a 165 μm, longitud de 270 a 460 μm, platina de perforación horizontal con perforación simple. Punteadura intervascular alterno y de forma ovalada y punteadura radiovascular similar al intervascular, presencia de extraíbles orgánicos (gomas). Presenta parénquima en bandas de más de 3 células de ancho. Radios heterogéneos, uniseriados y biseriados, altura entre 96 y 144 μm, presenta inclusiones gomosas. Con fibras libriformes y punteaduras simples, longitud varía entre 580 a 960 μm y diámetro de fibra 17 μm y espesor de pared 3 μm.

b) La especie *Erythrina ulei* "pisonay", de la familia Fabaceae, anillos de crecimiento poco diferenciados, albura y duramen sin transición, color amarillo claro, grano recto, textura media y brillo medio, vetado arcos superpuestos, con albura susceptible al ataque de hongos. Madera de porosidad difusa con poros visibles a simple vista, solitarios redondos, parénquima visible a simple vista, así como los radios.

c) La madera presenta porosidad difusa vista al microscopio, con diámetro tangencial promedio 246,2 μm (123,3 a 356,2 μm) y longitud promedio de 253,5 μm (180 a 350 μm), poros/mm<sup>2</sup> 2 a 4, platina de perforación simple de forma horizontal, punteadura intervascular alterna de forma ovalada y punteadura radiovascular similar al intervascular, propias de estas familias (Wenden, 1981). Presenta parénquima paratraqueal confluyente (4 a 6 hileras), estratificado, con radios hetero-

géneos y en menor cantidad homogéneos, multiseriados, altura promedio 794,6  $\mu\text{m}$  (557,8 a 1300  $\mu\text{m}$ ), ancho de promedio de 60,2  $\mu\text{m}$  (45 a 84  $\mu\text{m}$ ) y 1 a 2 rad/mm. Las fibras son libriformes con punteaduras simples, con longitudes variables entre 1394 y 2100  $\mu\text{m}$ , diámetro de fibra 24  $\mu\text{m}$  y espesor de pared 3,3  $\mu\text{m}$ .

### DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS

**Tabla 1. Contenido de humedad de *Miconia amazonica***

	PV (gr.)	PSH (gr)	M %
Media	106.86	51.93	106.04
Mínimo	102.98	48.40	92.79
Máximo	110.07	55.46	119.28
Desv.Est.	1.92	1.93	8.05
Var.	3.69	3.74	64.82

Según la tabla, el peso verde (PV) fue de 106,86 gr, y al ser tratado en el horno de secado, se redujo drásticamente (casi 50%) llegando a 51,93 gr., por lo que el Contenido de Humedad promedio final de la especie fue de 106,04%, considerado como media

**Tabla 2. Densidad básica para *Miconia amazonica***

	PSH (gr)	VOLUMEN (cc)	D.B (gr/cc)
Media	51.93	91.71	0.57
Mínimo	48.40	90.00	0.52
Máximo	55.46	95.00	0.60
Desv. Est.	1.93	1.76	0.02
Var.	3.74	3.09	0.0006

El promedio de Densidad Básica para la especie fue de 0,57 gr/cm<sup>3</sup>, por lo que la especie se clasifica como de densidad media.

**Tabla 3 Contracción longitudinal de *Miconia amazonica***

	Long. Verde mm	Long. Seca mm	Cont Long. %
Media	100.17	99.26	0.90
Mínimo	99.92	98.78	0.16
Máximo	100.37	100.01	1.36
Desv.Est.	0.13	0.34	0.34
Var.	0.02	0.12	0.12

La contracción longitudinal promedio de la especie fue 0,90 %, siendo muy baja en relación a la contracción radial

**Tabla 4. Contracción radial de *Miconia amazonica***

	Rd. Verde mm	Rd. Seca mm	Contrac. Rd. %
Media	30.58	27.99	8.45
Mínimo	29.54	27.23	5.35
Máximo	30.98	28.74	11.96
Desv.Est.	0.34	0.49	1.75
Var.	0.12	0.22	3.07

El promedio de la contracción radial fue 8,45%, significativamente mayor que la anterior (contracción longitudinal)

**Tabla 5.** Contracción tangencial de *Miconia amazonica*

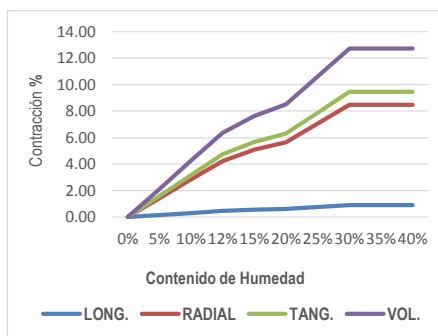
	Tg. Verde mm	Tg. Seco mm	Contrac. Tg. %
Media	30.33	27.46	9.46
Mínimo	29.62	26.30	4.22
Máximo	30.89	28.83	12.46
Desv. Est.	0.36	0.73	2.23
Var.	0.13	0.54	4.98

La contracción tangencial fue 9,46%, siendo ligeramente mayor que la radial (8,45%), considerándose característico de la especie, pues generalmente el tangencial es casi el doble del radial

**Tabla 6.** Contracción volumétrica de *Miconia amazonica*

	Vol. Verde cc	Vol. Seco cc	Contrac. Vol. %
Media	91.71	80.00	12.73
Mínimo	90.00	75.00	8.79
Máximo	95.00	83.00	19.35
Desv. Est.	1.76	1.69	2.52
Var.	3.09	2.87	6.36

La contracción volumétrica fue de 12,73% y clasificado como media, debido a que también la madera corresponde a una densidad media.



**Fig. 1.** El comportamiento de la Contracción Volumétrica en *Miconia amazonica*, fue mayor a la tangencial, radial y longitudinal a contenidos de humedad similares.

Relación Tangencial y Radial

Contracción Tangencial = 9,46%

Contracción Radial = 8,46%

Relación T/R = 1,12%

Según el estudio de las propiedades físicas, la relación T/R es muy importante como indicador del comportamiento de la madera, por lo que la madera de *Miconia amazonica* es clasificada como madera muy estable, y dentro del grado I.

**Tabla 6.** Contenido de humedad de *Erythrina ulei*

	PV (gr.)	PSH (gr)	M %
Media	58.27	28.11	111.94
Mínimo	39.98	24.17	34.57
Máximo	74.46	33.58	179.93
Desv. Est.	12.34	3.02	57.42
Var.	152.25	9.12	3296.53

El Contenido de Humedad promedio para la especie *Erythrina ulei* fue de 111,94%, habiendo perdido humedad de casi el 50% desde su condición en Peso Verde (PV) a

seca en horno (PSH).

**Tabla 7. Densidad Básica para *Erythrina ulei***

	PSH (gr)	VOLU-MEN (cc)	D.B (gr/cc)
Media	28.11	95.59	0.29
Mínimo	24.17	92.00	0.25
Máximo	33.58	100.00	0.34
Desv.Est.	3.02	2.32	0.026
Var.	9.12	5.38	0.0007

La densidad básica promedio para la especie fue de 0,29 gr/cm<sup>3</sup>, clasificada como de muy baja densidad

**Tabla 8. Contracción longitudinal para *Erythrina ulei***

	Long. Verde mm	Long. Seca mm	Contrac. Long. %
Media	100.34	99.73	0.69
Mínimo	100.13	99.10	0.25
Máximo	100.50	100.06	1.23
Desv.Est.	0.099	0.26	0.25
Var.	0.009	0.07	0.06

La madera presenta contracción longitudinal promedio de 0,69%, puesto que se contrae mínimamente según su longitud en verde (100,34mm), ósea al estar húmeda a seca (99,73mm) o cuando es evaluada al estar la madera seca.

**Tabla 9. Contracción radial para *Erythrina ulei***

	Rd. Verde mm	Rd. Seca mm	Contrac. Rd. %
Media	31.16	29.78	4.43

Mínimo	30.45	28.45	1.22
Máximo	31.93	31.31	8.14
Desv.Est.	0.43	0.81	2.57
Var.	0.19	0.66	6.60

La madera presento 4,43% de contracción radial, siendo mayor a la anterior y menor a la contracción tangencial.

**Tabla 10. Contracción tangencial para *Erythrina ulei***

	Tg. Verde mm	Tg. Seco mm	Contrac. Tg. %
Media	31.38	29.48	6.06
Mínimo	30.33	28.15	3.00
Máximo	31.97	31.01	10.24
Desv.Est.	0.44	0.84	2.17
Var.	0.19	0.70	4.69

En la sección tangencial, la madera presento mayor contracción (6,06%) en comparación a la radial pues según la orientación de los elementos anatómicos al estar estos paralelos a ellos la madera tiende a contraerse más.

**Tabla 11. Contracción volúmetrica para *Erythrina ulei***

	Vol. Verde cc	Vol. Seco cc	Contrac. Vol. %
Media	95.59	87.82	8.12
Mínimo	92.00	85.00	6.32
Máximo	100.00	93.00	10.10
Desv.Est.	2.32	2.16	1.13
Var.	5.38	4.65	1.28

La contracción volúmetrica fue de 8,12% considerada como media con un rango de 6,32 a 10,1 en la madera.



Relación Tangencial y Radial

Contracción Tangencial = 6,06%

Contracción Radial = 4,42%

Relación T/R = 1,36%

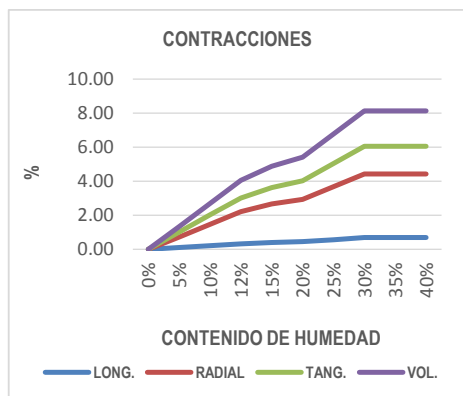


Fig. 2. Nos muestra la relación del comportamiento de la contracción en relación al contenido de humedad, siendo que la contracción radial, tangencial y volumétrica ascienden en similar proporción, mientras que la contracción longitudinal casi se mantiene constante en *Erythrina ulei*, a Contenidos de Humedad similares.

**Discusiones**

De las especies estudiadas *Erythrina ulei* "pisonay" pertenece a la familia Fabácea y *Miconia amazonica*, pertenece a la familia Melastomácea, en función a las caracteres macroscópicos, ambas especies presentan anillos de crecimiento poco diferenciado, puesto que no todas las maderas formas anillos visibles (Olorunnisola, 2019). Respecto a la textura, *Miconia* sp. presenta textura fina, textura media y grano ondulado presenta *Erythrina* sp., mientras el color claro es similar en ambas especies, considerándose en relación al porcentaje y dirección de los elementos anatómicos. (Vásquez & Ramírez, 2011).

*Erythrina* sp. según sus caracteres microscópicos, presenta porosidad difusa, grandes según su promedio de poros/mm<sup>2</sup>, vasos cortos (253,5 µm), se clasifica como raros, razones para considerarlo como una especie blanda, fácil de trabajar. (Gimenez & Moglia, 2005) De acuerdo a su tipo de parénquima paratraqueal vasicéntrico, estratificado, podemos decir que en esta familia algunas especies son similares y corresponde a especies de textura media (*Amburana cearensis*, *Myroxilon balsamun*, entre otros.) (Rodríguez & Sibille, 1996). Los radios de *Erythrina* sp. corresponden a largos (promedio de 794,6 µm) y ancho de 60,2 µm, correspondiendo a medianamente anchos y radios/mml poco numerosos (1-2), propios de especies suaves (Sibille, 2006). Según su longitud de fibras, presenta fibras libriformes y largas (1394 y 2100 µm) y fibras cortas (promedio de 770 µm), (López, 2002) con buen comportamiento, influyendo en su tipo de grano (recto), junto a los demás elementos vasculares (Polanco Tapia, 2006).

Sin embargo, la especie *Miconia amazonica* "pomarroza", presenta textura fina, grano recto, a diferencia de *Erythrina ulei*, cuyo comportamiento resulta homogéneo pero de madera ligeramente más dura influyendo en la calidad de la madera y en el proceso de identificación (Gimenez & Moglia, 2005). Corresponde a madera de porosidad difusa, con diámetro tangencial de 246,2 µm y vasos clasificados como cortos (253,5 µm), parénquima en bandas (Igartúa & Monteoliva, 2010). Ambas especies poseen caracteres diferenciados, pero se asemejan en su susceptibilidad a ser atacado por hongos xilófagos con mucha facilidad pero también son utilizadas para leña en los lugares de procedencia (Reynel y OSINFOR, 2013).



Según las propiedades físicas, (tabla 1 y 6) ambas especies *Miconia amazonica* y *Erythrina ulei* presentan altos contenidos de humedad (106,04 y 111,94%) respectivamente, no existiendo diferencia significativa pero factor variable según procedencia, estacionalidad, procedencia entre otros (CIS MADERA, 2008; Barañaño *et al.*, 2008).

La tabla 2 muestra la densidad básica para *Miconia amazonica*, siendo 0,57gr/cm<sup>3</sup>, clasificándose con densidad media similar a *Tectona grandis*, cuya densidad va de 0,52 a 0,55 gr/cm<sup>3</sup>, variando ligeramente según lugar y edad (Crespo *et al.*, 2008) las propiedades físicas en estado verde y anhidro de la madera, las propiedades mecánicas en estado de equilibrio y las principales diferencias físico-mecánicas de la madera. En Quevedo se colectaron cinco árboles de teca de 22 años de edad y en Balzar se colectaron cinco árboles de teca de 18 años de edad. De cada árbol se obtuvieron dos trozas de 2.50 m de largo y de cada troza se obtuvo un tablón central de 10 cm de ancho por 2.50 m de longitud del cual se extrajo las viguetas y finalmente las probetas. Se elaboraron 60 probetas (seis probetas por árbol. Mientras que *Erythrina ulei*, con densidad 0,29 gr/cm<sup>3</sup> clasificada como muy baja y de grado I (tabla 7), especies como esta que presentan muchos espacios porosos por lo general pueden ser utilizados como aislantes acústicos (Rodríguez & Sibille, 1996); MIDUVI & CAMICON, 2015). *Miconia amazonica*, muestra contracción longitudinal 0,90%, radial 8,45%, tangencial 9,46% y volumétrica 12,73%, las que se muestran en las tablas 3, 4, 5 y 6, y fig. 1, la madera se contrae, mínimamente en dirección axial y va incrementándose en sentido radial, tangencial y más aún la contracción volumétrica, siendo mayores a

los valores presentados por *Tectona grandis* con 3,5%, 5,17% y 7,6% (contracción radial, tangencial y volumétrica respectivamente), (Aróstegui & Sato, 1970 y Muñoz-Acosta & Moreno-Perez, 2013), así mismo, como también mayores a *Tectona grandis* de Ecuador con 2,05%, 5,44% y 7,94% (Crespo *et al.*, 2008) las propiedades físicas en estado verde y anhidro de la madera, las propiedades mecánicas en estado de equilibrio y las principales diferencias físico-mecánicas de la madera. En Quevedo se colectaron cinco árboles de teca de 22 años de edad y en Balzar se colectaron cinco árboles de teca de 18 años de edad. De cada árbol se obtuvieron dos trozas de 2.50 m de largo y de cada troza se obtuvo un tablón central de 10 cm de ancho por 2.50 m de longitud del cual se extrajo las viguetas y finalmente las probetas. Se elaboraron 60 probetas (seis probetas por árbol, siendo que pertenecen al mismo grupo de maderas (estables). (Alvarez *et al.*, 2014). Por otro lado, *Erythrina ulei*, presentó menores valores en contracción: longitudinal 0,69%, radial 4,43%, tangencial 6,06 % y volumétrica 8,12% como se muestra en las tablas 8, 9, 10 y 11, presenta similares características a *Schizolobium amazonicum* (Fabaceae), con 2,4%, 6,1% y 2,54% (contracción radial, tangencial y relación T/R respectivamente), por lo que se clasifican como maderas estables (Rodríguez & Sibille, 1996; Barañaño *et al.*, 2008).

## Conclusiones

Las especies *Miconia amazonica* y *Erythrina ulei*, muestran anillos de crecimiento no diferenciado, porosidad difusa, parénquima paratraqueal y fibras libriformes (cortas), pero el parénquima estratificado solo se observa en *Erythrina ulei*, así mismo, *Miconia amazonica* presenta

0,57 gr/cm<sup>3</sup> de densidad básica mientras que *Erythrina ulei* 0,29 gr/cm<sup>3</sup> y ambas se clasifican como maderas muy estables (grado I).

Continuar con los estudios tecnológicos de ambas especies, como propiedades mecánicas, trabajabilidad, durabilidad y composición química.

### Agradecimientos

Nuestro agradecimiento al Bach. Nikólas Girón Merino (tesista del PNIA065\_PI, Puno), por su apoyo y facilidades en el envío de muestras. Así mismo, nuestro reconocimiento a los estudiantes Alison Díaz A., Jhersy Huanay C. y Ronal Medina H. por su ayuda en la toma de datos en el laboratorio.

### Contribución de los autores

J. P. Descripción anatómica de las especies estudiadas, redacción y revisión del manuscrito; A. A. gestión para el envío de muestras y descripción de las propiedades físicas.

### Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses

### Literatura citada

- Alvarez, D.; J. Benigno; R. Santos; E. Baracho; M. Tomazello; M. Cooper & F. C. Alejandro.** 2014. Tecnología da madeira. Brasil.
- Aróstegui, A. & A. Sato.** 1970. Estudio de las Propiedades Físico-Mecánicas de la Madera de 16 Especies Forestales del Perú. Revista Forestal Del Perú, 4(1-2), 1-13. <https://doi.org/10.21704/RFP.V411-2.1082>
- Baraño, J. J.; E. A. Penón; E. Craig; E. Cucciuffo, & P. De Falco.** 2008. Manual para la identificación de maderas con aumentos de hasta 10x. Departamento de Tecnología. Universidad Nacional de Luján, Buenos Aires Argentina., 57. <https://doi.org/10.1016/j.tvj.2011.06.036>
- CIS MADERA.** 2008. Propiedades de especies maderables.
- Crespo, R.; E. Jiménez; P. Suatunce; G. Law & C. Sánchez.** 2008. Análisis comparativo de las propiedades físico-mecánicas de la madera de teca (*Tectona grandis* L.F.) de Quevedo y Balzar. Ciencia y Tecnología, 1, 55-63.
- FAO.** 2018. El estado de los bosques del mundo - Las vías forestales hacia el desarrollo sostenible. Retrieved from <http://www.fao.org/state-of-forests/en/>
- Gimenez, A. & J. H. Moglia.** 2005. Anatomía de la Madera. 2da edición. Argentina.
- IWA.** 1989. International association of Wood anatomists committee. List of microscope features for hardwood identification
- Igartúa, D. & S. Monteoliva.** 2010. Densidad básica, longitud de fibras y crecimiento en dos procedencias de *Eucalyptus globulus* en Argentina. Bosque (Valdivia), 31(2), 150-156. <https://doi.org/10.4067/S0717-92002010000200008>
- López, G.** 2002. variación longitudinal especies leñosas. Redalyc, 8 (2).
- MIDUVI, & CAMICON.** 2015. Norma Ecuatoriana de la Construcción - NEC-SE-MD - Estructuras de Madera. <https://doi.org/10.4067/S0717-69962013000200001>
- Ministerio del Ambiente, P.** 2015. Estrategia Nacional sobre Bosques y Cambio Climático. Statewide Agricultural Land Use Baseline 2015, 1, 206. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Muñoz-Acosta, F. & P. A. Moreno-Perez.** 2013. Contracciones y propiedades físicas de *Acacia mangium* Willd., *Tectona grandis* L. f. y *Terminalia amazonia* A. Chev, maderas de plantación en Costa Rica. Revista Chapingo, Serie Ciencias Forestales y Del Ambiente, 19(2), 287-303. <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2012.06.040>
- NTP.** 1980. "Acondicionamiento de las maderas destinadas a los ensayos físicos y mecánicos". Norma Técnica Peruana 251,009 Lima - Perú. 10 p.
- NTP.** 2004. "Método de determinación del contenido de humedad". Norma Técnica Peruana 251,010 Lima - Perú. 13 p.
- NTP.** 2004. "Método de determinación de la densidad". Norma Técnica Peruana 251,011, Lima Perú,

- NTP.** 2004, "Método de determinación de la contracción", Norma Técnica Peruana 251,012. Lima – Perú. 9 p.
- Olorunnisola, A. O.** 2019. Design of Structural Elements with Tropical Hardwoods. Taylor & Francis, 284. <https://doi.org/10.4324/9780203301838>
- Polanco, C.** 2006. Descripción anatómica de la madera de cuarenta especies del bosque alto-andino en Guasca, Cundinamarca. Colombia Forestal, 10(20): 161. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2007.1.a11>
- Reynel y OSINFOR.** 2013. Fichas de identificación de sp mad y no madreables.
- Rodolfo, J.; G. Télles; A. V. Martínez; A. Borja; D. Rosa; J. Capulín & C. Palacios.** 2011. Radial variation of basic density in *Pinus patula* Schltdl. et Cham. In Three Locations From Hidalgo State. Revista Mexicana de Ciencias Forestales, 2(7), 71–78.
- Rodriguez, M. R. & A. Sibille.** 1996. Manual de identificación de especies forestales de SubRegión Andina.
- SERFOR.** 2017. Cobertura Deforestacion Bosques Humedos Amazonicos 2017-serfor.pdf.
- Sibille, A.** 2006. Guía de Procesamiento Industrial - Capirona. Retrieved from [http://plantarperu.com/guia\\_capirona.pdf](http://plantarperu.com/guia_capirona.pdf)
- Vásquez, Á. & A. Ramírez.** 2011. Curso de Anatomía e Identificación de Maderas, 70.

