

“

Propiedades tecnológicas de la madera de *Ormosia paraensis* Ducke proveniente de la Amazonía suroriental del Perú

┆ Leif Armando **Portal Cahuana**
USP/ ESALQ

┆ Jannet Marina **Carpio Arana**

┆ Giancarlo Sinbad **Díaz Vela**

RESUMEN

Las propiedades tecnológicas de la madera como la anatomía y propiedades físicas, si bien son estudios básicos en el nivel tecnológico, son la base de todos los estudios específicos posteriores. En este sentido el objetivo de la presente investigación fue caracterizar la anatomía y propiedades de la especie *Ormosia paraensis* Ducke proveniente de la Amazonía suroriental del Perú. Fueron utilizados cinco árboles, de ocurrencia natural en el departamento de Madre de Dios. Fueron determinadas las características anatómicas: generales, macroscópicas y microscópicas, y las propiedades físicas del contenido de humedad, densidades: básica, normal, anhidra, contracciones: radial, tangencial, longitudinal, volumétrica y el índice de estabilidad, teniendo como protocolo la IAWA , COPANT y NTP. Los análisis fueron realizados en la Planta Piloto de Tecnología de la Madera de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios. Los resultados muestran que las características anatómicas macroscópicas son semejantes a otras especies del género *Ormosia*, sobre las propiedades físicas la madera presenta una densidad básica alta y en función al índice de estabilidad se clasifica como estable y de buen comportamiento al secado. Los usos en función al análisis tecnológico son: construcciones pesadas, puentes y traviesas, pisos, chapas decorativas, ebanistería, mobiliario, carpintería de interior y exterior, instalaciones de lujo, escaleras, mangos de herramientas, trabajos de torno, cepillos, brochas, entarimados y artesanías. En conclusión, damos a conocer la anatomía y propiedades físicas de *O. paraensis*, en la Amazonía peruana y muestra un gran potencial para su aprovechamiento y comercialización.

Palabras-Clave: Tecnología de la Madera, Especie Tropical Nativa, Densidad de la Madera, Especies no Tradicionales, Perú.

INTRODUCCIÓN

La madera tiene como fin último, la de satisfacer las necesidades del árbol, y por ello todas las propiedades de la madera (anatomía física, mecánica, química, tecnológica, etc.) buscan lograr este fin que garante la vida de este ser, a través de la conducción, el soporte y el almacenamiento; que son las tres funciones principales; y en esta funciones recae toda su complejidad, con muchos tipos de células y estructuras complejas biológicamente que buscan satisfacer las necesidades de las plantas vivas, esa es la madera (WIEDENHOEFT, 2012).

En ese contexto la anatomía y las propiedades físicas de la madera, son uno de los principales índices para distinguir las propiedades tecnológicas de una determinada especie forestal. Si bien son estudios básicos en el nivel tecnológico son la base de todos los estudios específicos posteriores, por ejemplo, la densidad una propiedad física de la madera puede ayudar enormemente en el uso racional de la madera y esta a su vez puede ser respondida por su anatomía (WENQI, 1996).

La investigación de especies menos conocidas debe de promoverse, apoyarse y necesitan y urgen de investigaciones de tecnología que ayude primeramente a que los pueblos conozcan su biodiversidad y ayudar a utilizar de forma sostenible, propiciando un uso apropiado y adecuado de esta materia prima según sus especificaciones tecnológicas (BRAGA et al., 2020). Esto se debe a que el uso de especies menos conocidas no solo aumenta la base de recursos forestales aprovechables para un país, sino también reduce la alta presión sobre las especies más conocidas (comerciales) (ALI et al., 2008), un gran porcentaje de especies nativas será descritas y caracterizadas tecnológicamente por primera vez, por en la actualidad falta mucho por hacer, no se ha avanzado mucho y lo poco aun llega a ser insuficiente ocasionado no solo un uso inadecuado sino su extinción y su ecosistema vulnerado. Por tanto, los estudios tecnológicos de la madera nativas menos conocidas son muy importantes, porque proporcionará conocimientos tecnológicos de estas especies y, por consiguiente, permitirá aplicar métodos para producir productos de alta calidad.

La diversidad de flora arbórea en el Perú, con los datos más actualizados, se tiene 4618 especies de árboles, incluyendo 471 especies endémicas y 06 variedades de endémicas (PEÑA et al., 2020; VÁSQUEZ et al., 2018), de los cuales aproximadamente 350 especies equivalente a 7.6% cuentan con estudios tecnológicos básicos y solo 150 especies equivalente al 3.2% del total de especies arbóreas del Perú son aprovechadas comercialmente por su madera. Esto refuerza y pone en manifiesto la necesidad urgente de investigar en el área de la tecnología de la madera en el país.

El objetivo de esta investigación se desprende de los párrafos antes señalados, donde el objetivo general fue caracterizar la anatomía y propiedades de la especie *Ormosia paraensis* Ducke proveniente de la Amazonía suroriental del Perú.

Tabla 1. Inventario Forestal de la especie *Ormosia paraensis*.

INVENTARIO FORESTAL							
Nº	Especie	Código	D.A.P	H.C	Volumen	Este	Norte
			(m)	(m)	(m ³)		
1	Huayruro	H01	0.58	13	2.233	483296	8652540
2	Huayruro	H02	0.70	10	2.501	483042	8652474
3	Huayruro	H03	0.76	17	5.013	483137	8652494
4	Huayruro	H04	0.74	12	3.355	483078	8652530
5	Huayruro	H05	0.66	12	2.669	483221	8652777
6	Huayruro	H06	0.54	14	2.084	483446	8652813
7	Huayruro	H07	0.72	15	3.97	483510	8652508
8	Huayruro	H08	0.78	13	4.038	483462	8652926
9	Huayruro	H09	0.57	17	2.82	483582	8652923
TOTAL	9				28.681		

Selección de los árboles de *O. paraensis*

Una vez realizado el inventario forestal dentro de la sub zona del predio agrícola de las especie en estudio *O. paraensis*, los cuales como resultado se tuvo un inventariado 09 árboles de dicha especie, de los cuales se seleccionaron al azar 05 árboles de *O. paraensis*, pero tomando siempre en cuenta que los arboles seleccionado tuvieran buenas características fitosanitarias, de fuste lo más recto y alto posible, teniendo en consideración las características morfológicas de la especie, este número de muestras basados en la Norma Técnica Peruana de sección y colección de muestras (NTP N°251.008, 2016) . De los árboles seleccionados (05), se obtuvieron muestras botánicas, corteza, semillas de las especies, los cuales fueron identificados botánicamente e depositados en el Herbario Mol de la Universidad Nacional Agraria La Molina, con el número de código (01-JCA).

Tabla 2. Árboles seleccionados al azar de Huayruro.

Nº	Especie	Codigo	D.A.P	H.C	Volumen	Este	Norte	Observaciones
			(m)	(m)	(m ³)			
1	Huayruro	H 01	0.58	13	2.501	0483042	8652474	Presenta frutos
2	Huayruro	H 02	0.74	12	3.355	0483078	8652530	Sin frutos
3	Huayruro	H 03	0.54	14	2.084	0483446	8652813	Sin frutos
4	Huayruro	H 04	0.72	15	3.970	0483510	8652508	Presenta frutos
5	Huayruro	H 05	0.57	17	2.820	0483582	8652923	Presenta frutos

Selección de las trozas, viguetas y probetas

Una vez seleccionados los árboles de manera al azar (Tabla 2), se realizó el talado de los 05 árboles de Huayruro, después se procedió a marcar la totalidad del fuste en trozas de 1.30 m con la finalidad de cortar el tablón central de 15 cm, como señala la (NTP N°251.008, 2016), cada troza se codificó con letras consecutivas, de la base del árbol al fuste (Figura 2).

Una vez obtenido el tablón central de 15 cm de espesor, se procedió a obtener viguetas de 15x5x5 cm, que también estuvo codificado secuencialmente, posteriormente se seleccionó al azar la vigueta excluyendo la zona de la médula. Una vez con la vigueta seleccionada se obtuvo las xilotecas, cubos del grano para el estudio anatómico y las probetas de 3x3x10 cm, para las propiedades físicas (NTP N°251.008, 2016).

Figura 2. Fase de Campo: **A)** Georeferenciación de los árboles de *Ormosia paraensis*. **B)** Tumbado de los árboles. **C)** Obtención de las trozas. **D)** Medición para la obtención del tablón central. **E)** Obtención de las viguetas. **F)** Pintando los extremos de las viguetas de *O. paraensis*.



Análisis de las características anatómicas

Las características anatómicas de la especie *O. paraensis* (generales, macroscópicas y microscópicas), estuvieron basados en normas internacionales, ya que el Perú no cuenta con una norma para el estudio anatómico. Estas normas son Comisión Panamericana de Normas Técnicas (COPANT, 1974) y “Descripción de Características Organolépticas, Macroscópicas y Microscópicas de Dicotiledóneas, Angiospermas” e International Association of Wood Anatomists (IAWA, 1989) (Asociación Internacional de Anatomistas de la Madera).

Descripción anatómica de la Madera a nivel macroscópico.

Para la determinación del grano se usó las probetas de 5x5x5 cm procedentes del duramen, para lo cual se utilizó una cuchilla y un martillo para partir el cubo en sentido de los radios y así de esa manera se identificó el tipo de grano. La descripción del brillo, vetado, poros, parénquima, radios se utilizó las tablillas de 2x10x15 cm para lo cual se empleó una lupa de 10X. Las características organolépticas como: olor, sabor, color de la madera se usaron probetas. Las rodajas, se utilizó para hallar diferenciación entre albura y duramen lo cuales fueron útiles para discutir los resultados.

Descripción anatómica de la Madera a nivel microscópico.

Para esta parte de la investigación se confeccionaron láminas histológicas (transversal, radial y tangencial) y tejido macerado (fibras y vasos) de los 05 árboles seleccionados de Huayruro. Para la obtención de las láminas histológicas y de tejido macerado se empleó el procedimiento utilizado por el laboratorio de Anatomía de la Madera de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios (Figura 3).

Las características organolépticas, macroscópicas y microscópicas de la especie *Ormosia paraensis* Ducke, se complementa con macrofotografías y microfotografías en las secciones: Transversal, radial y tangencial y de aspectos más resaltantes de la especie.

Análisis de las propiedades físicas de la madera

Las propiedades físicas analizadas de la especie *O. paranaensis*, fueron las Densidades: básicas, normal y anhidra; contenido de humedad; contracciones: volumétrica, tangencial, radial y el índice de estabilidad (T/R), los ensayos se ejecutaron de acuerdo a especificaciones de la Norma Técnica Peruana. Método de determinación del Contenido de Humedad, Método de determinación de la Densidad y Método de determinación de la Contracción (NTP N°251.010, 2016; NTP N°251.011, 2016; NTP N°251.012, 2016).

De cada una de las probetas por árbol de *O. paranaensis*, se procedió a determinar el peso inicial, dimensiones: volumétrica inicial, radial inicial, tangencial inicial y longitudinal inicial. El volumen se determinó por el método de desplazamiento de agua o inmersión. Las dimensiones se determinaron con un micrómetro, con una precisión de ± 0.01 mm y el peso con una balanza de precisión de ± 0.01 gramos. Luego se secaron las probetas en estufa, y se incrementó gradualmente la temperatura de 40°, 60°, 80° hasta que se alcance los 103° \pm 02° c. Durante el tiempo que se secaron las probetas en la eufa, se realizó el pesado tomando datos diariamente en el peso de cada probeta, teniendo cuidado de colocarlas en un desecador (provista de silicagel) para que se enfriaran a temperatura ambiente.

Cuando las probetas alcanzaron su peso constante se determinaron las dimensiones finales y el volumen final (Figura 3). Las fórmulas utilizadas en todo el proceso de las propiedades físicas, en función a las Normas Técnicas Peruanas mencionadas en el párrafo anterior (Tabla 3).

Tabla 3. Formulas aplicadas al estudio de la madera de la especie *O. paranaensis*.

Formulas	Descripción de los caracteres
$CH (\%) = \frac{mh - mo}{mo} * 100$	mh = Peso saturado (gr) mo = Peso seco al horno (gr)
$D = \frac{m}{V} g/cm^3$	m = Peso (gr) v = Volumen (cm ³)
$CV (\%) = \frac{Vs - Vo}{Vs} * 100$	Vs = Volumen de la Probeta saturada (cm ³) Vo = Volumen de la probeta seca al horno (cm ³)
$Ctg (\%) = \frac{Ts - To}{Ts} * 100$	Ts = Dimensión tangencial saturada (cm ³) To = Dimensión tangencial seca al horno (cm ³)
$Crd (\%) = \frac{Rs - Ro}{Rs} * 100$	Rs = Dimensión radial saturada (cm ³) Ro = Dimensión radial seca al horno (cm ³)
$Clong (\%) = \frac{Ls - Lo}{Ls} * 100$	Ls = Dimensión longitudinal saturada (cm ³) Lo = Dimensión longitudinal seca al horno (cm ³)

Tratamiento de los datos

Para el análisis estadístico se utilizó el software R (R CORE TEAM, 2019), tanto para obtener los valores promedios de las características anatómicas y de las propiedades físicas de la madera de los 05 árboles de Huayruro seleccionados al azar.

Figura 3. Fase de Laboratorio: **A)** Observación de las láminas histológicas. **B)** Tejido macerado de los cinco árboles. **C)** Micrótopo de deslizamiento horizontal (obtención de muestras). **D)** Codificación de las probetas de las propiedades físicas. **E)** Obtención del peso de cada probeta. **D)** Micrómetro digital (medición de las dimensiones).



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Nombre científico: *Ormosia paraensis* Ducke.

Familia : Fabaceae – Papilionaceae.

Nombre popular: Huayruro viudo.

Características Organolépticas.

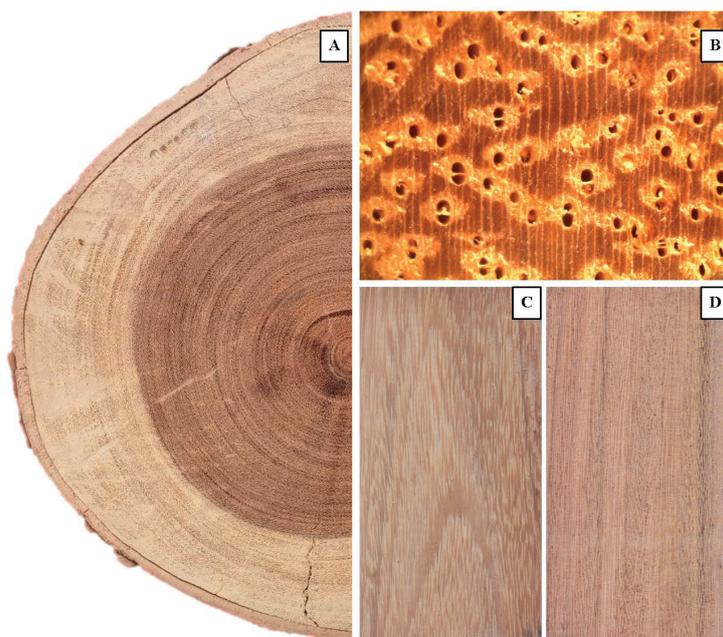
En condición seca al aire, existe cambio abrupto de albura a duramen (Figura 4). La albura es de color blanco amarillento (5 YR 8/4), ocupa un 54.7% de la sección transversal y el duramen de color marrón claro rojizo (5R 6/8), ocupa un 45.3% de la sección transversal (rodaja). Anillos de crecimiento distintos, el límite de las capas de crecimiento es

caracterizado por la variación de la densidad que se da por la presencia de zonas fibrosas, de forma regular y presenta potencial para estudios futuros en dendrocronología. Olor y sabor no distintivos, grano entrecruzado, textura media, brillo medio, vetado en el corte tangencial en arcos superpuestos generados por los anillos de crecimiento y en el corte radial satinado generado por el grano entrecruzado. Moderadamente dura al corte con cuchilla.

Descripción Macroscópica.

Madera de porosidad difusa. **Vasos** visibles a simple vista, medianos y poco abundantes, mayormente solitarios y escasos múltiples radiales de 2 a 3, de forma redonda, ocasionalmente obstruido por gomas. **Parénquima** del tipo paratraqueal aliforme y aliforme confluyente romboide (Figura 4). **Radios** visibles con lupas de 10x, finas y numerosas, no estratificadas. **Inclusiones** gomas.

Figura 4. A. Rodaja de la madera de *Ormosia paraensis* Ducke. Cortes macroscópicos de la madera de *O. paraensis* Ducke. B. Corte transversal. C. Corte tangencial. D. Corte Radial.



Descripción Microscópica.

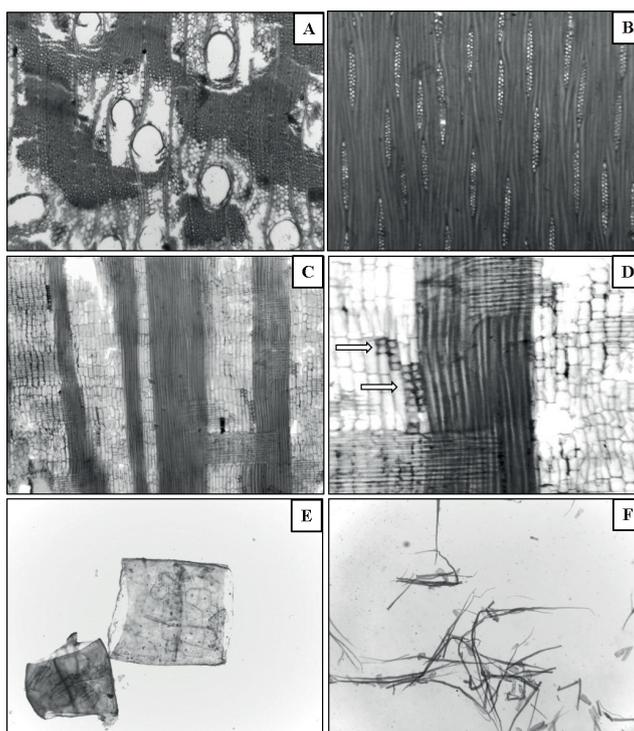
Elementos de Vasos con cerca de $2 (\pm 0.83)$ vasos/ mm^2 clasificados como muy pocos, disposición radial, contorno circular a oval; longitud promedio de $229.9 (\pm 85.84)$ μm clasificados como pequeños; diámetro tangencial promedio de $195 (\pm 49.36)$ μm clasificado como medianos; placa de perforación simples, puntuaciones intervasculares alternas, no guarnecidas, contorno poligonal; puntuaciones radiovasculares similares a las intervasculares en forma y tamaño. **Fibras** libriformes, no septadas, longitud promedio de $1160.1 (\pm 89.18)$ μm clasificados como cortas; diámetro promedio de $16.8 (\pm 4.20)$ μm ; lumen en promedio de 8.6

(± 2.89) μm ; espesor de pared en promedio de 4.1 (± 1.06) μm . **Parénquima axial** del tipo paratraqueal aliforme y aliforme confluyente, no estratificado. **Radios** cerca de 2 (± 0.76) /mm, heterocelulares, mayormente biseriados, ancho en promedio de 46.8 (± 11.82) μm ; altura en promedio de 468.6 (± 76.92) μm ; número de células de ancho en promedio de 2 (± 0.27) células; número de células de alto promedio de 17 (± 2.43) células; número, compuesto mayormente por células procumbentes; sin estratificación (Tabla 4). Inclusiones minerales presencia de cristales prismáticos en las células del parénquima axial de forma romboide, formando series cristalíferas (Figura 5).

Tabla 4. Ficha Biométrica de *Ormosia paraensis*

Variable	Nº de datos	Promedio	Desv. Estandar	Valor mínimo	Valor máximo	C.V (%)
Diámetro Tangencial de poros μm	125	195.0	49.36	108.16	333.87	25
Numero de poros/mm ²	125	2.0	0.83	1	5	42
Altura de radios μm	125	468.6	76.92	287.84	646.24	16
Ancho de radios μm	125	46.8	11.82	19.2	75.62	25
Células de alto en radios	125	17.1	2.43	12	24	14
Células de ancho en radios	125	2.0	0.27	0	3	13
Número de radios/ mm	125	2.3	0.76	1	4	33
Diámetro total de fibras μm	125	16.8	4.20	6.78	20.99	25
Espesor de pared de fibras μm	125	4.1	1.06	1.82	5.38	26
Longitud de fibras μm	125	1160.1	89.18	1061.29	1272.22	8
Longitud de elementos vasculares μm	125	229.9	85.84	89.92	380.95	37

Figura 5. Cortes microscópicos de la especie *Ormosia paranaensis* Ducke. **A.** Corte transversal. **B.** Corte tangencial. **C.** Corte Radial. **D.** Cadena de cristales en las células de parénquima. **E.** Elementos vasculares. **F.** Fibras.



Comparación de las características macroscópicas de *Ormosia paraensis*, con otras especies del género *Ormosia*.

A continuación, se muestra las características macroscópicas de siete especies del género *Ormosia* (Tabla 05).

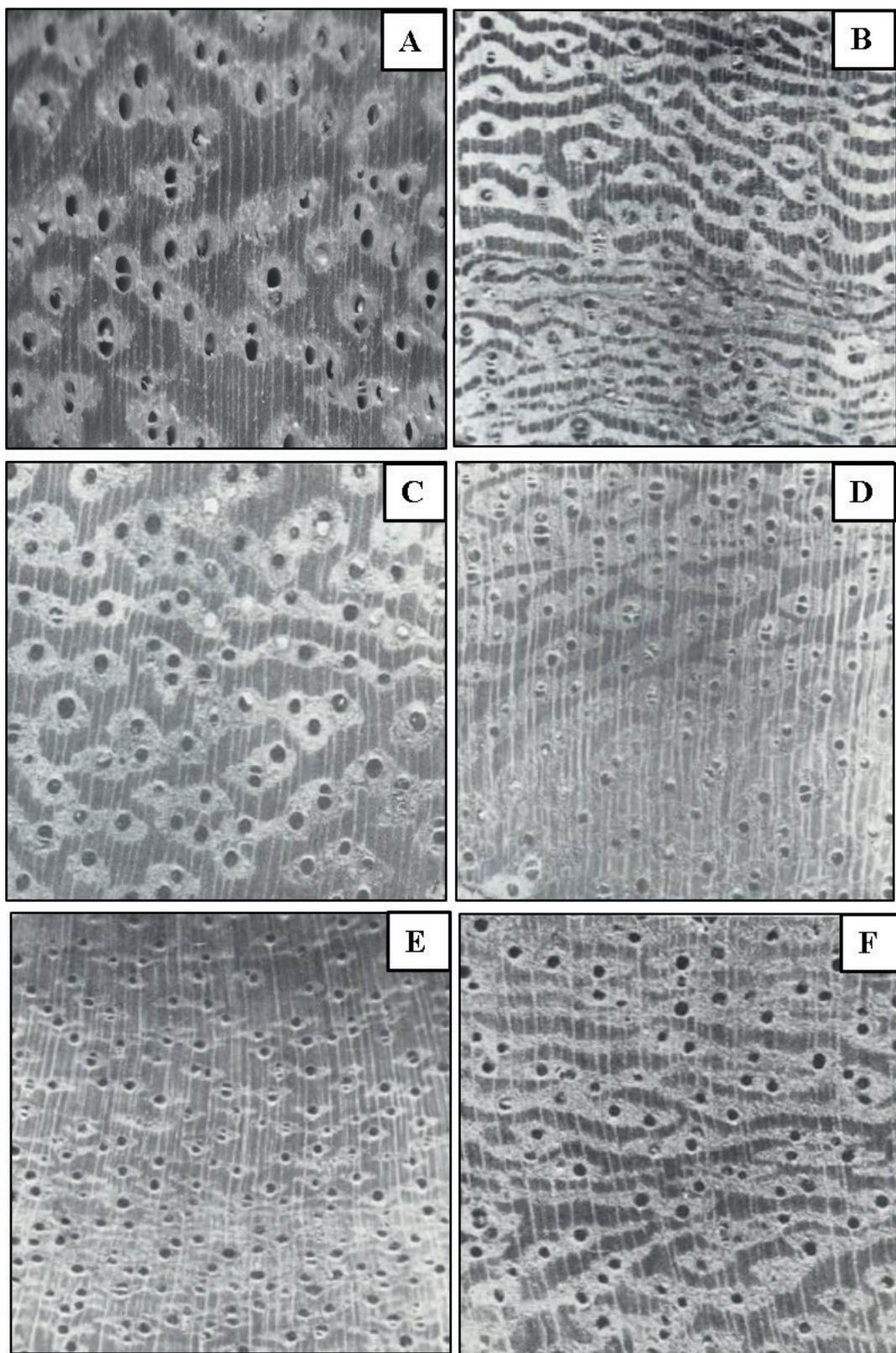
Tabla 5. Características macroscópicas de siete especies del género *Ormosia*

Características anatómicas	<i>Ormosia paraensis</i>	<i>Ormosia coccinea</i> ¹	<i>Ormosia costulata</i> ¹	<i>Ormosia flava</i> ¹	<i>Ormosia macrocalyx</i> ¹	<i>Ormosia nobilis</i> ¹	<i>Ormosia lignivalvis</i> ²
Textura	Media	Media a gruesa	Poco gruesa	Gruesa	Poco gruesa	Media	Gruesa
Grano	Entrecruzado	Entrecruzado	Entrecruzado	Oblicuo	Entrecruzado	Entrecruzado	Entrecruzado
Sabor	No distintivo	Levemente amargo	No distintivo	Levemente amargo	No distintivo	No distintivo	No distintivo
Olor	No distintivo	No distintivo	No distintivo	--- ---	No distintivo	No distintivo	No distintivo
Vasos	Mayormente solitarios escasos múltiples de 2-3	Mayormente solitarios escasos múltiples de 2-3	Mayormente solitarios escasos múltiples de 2,3,4 y 5	Mayormente solitarios escasos múltiples de 2-3	Mayormente solitarios escasos múltiples de 2-3	Mayormente solitarios escasos múltiples de 2-3	Solitarios y múltiples radiales de 2-4
Parénquima	Aliforme y aliforme confluyente	Aliforme confluyente	Aliforme confluyente	Aliforme confluyente	Aliforme y aliforme confluyente	Aliforme y aliforme confluyente	Vasicéntrico, aliforme y aliforme confluyente
Anillos de crecimiento	Zonas fibrosas	Indefinidas	No diferenciado	Eventualmente indefinidas	Zonas fibrosas	No diferenciado	No diferenciado
Inclusión	Gomas	Gomas	Gomas	Eventualmente gomas	Gomas	Gomas	Gomas

1= (LOUREIRO; LISBOA, 1979) 2= (LEÓN, 2015)

Del cuadro anterior se puede observar que las especies del género *Ormosia* guardan características comunes entre ellas. Teniendo la especie *Ormosia paraensis*, características más semejantes con: *O. coccinea* y *O. nobilis*. Existen otras características organolépticas, macroscópicas y microscópicas no evaluadas en la presente investigación que separaran las maderas de estas especies a nivel anatómico (Figura 6).

Figura 6. Cortes transversales de seis especies del género *Ormosia*: **A.** *Ormosia paranaensis*. **B.** *Ormosia costulata*. **C.** *Ormosia flava*. **D.** *Ormosia macrocalyx*. **E.** *Ormosia nobilis*. **F.** *Ormosia coccinea*. Fotos: B, C, D, E y F (LOUREIRO; LISBOA, 1979).



Propiedades Físicas de la Madera:

En la Tabla 6, se presenta los valores promedios, rangos y coeficiente de variación de los 05 árboles estudiados de *Ormosia paranaensis* Ducke.

Tabla 6. Valores promedios de las propiedades físicas de *Ormosia paraensis* Ducke. (Huayruro viudo).

Contenido de Humedad (%)	Densidad Básica (g/cm ³)	Densidad Normal (g/cm ³)	Densidad Anhidra (g/cm ³)	Contracciones (%)				Índice de Estabilidad
				Longitudinal	Radial	Tangencial	Volumétrica	
91.52	0.63	1.20	0.71	0.16	4.83	9.86	11.80	2.08
s	0.03	0.03	0.03	0.06	0.72	1.19	1.96	0.34
C.V	4	2	4	36	15	12	17	16

La densidad básica del Huayruro viudo promedio de 0.63 g/cm³, permite clasificar, de acuerdo a los propuesto por (ACEVEDO; CHAVESTA, 1991; ARÓSTEGUI, 1982), dentro del grupo IV (0.61 g/cm³ a 0.75 g/cm³) que corresponde a madera de alta densidad.

La contracción volumétrica total promedio de 11.80% del Huayruro viudo, la ubica dentro del grupo III (10.1-13%), que corresponde a un cambio dimensional medio. Si bien existe una relación directa entre la densidad básica y la contracción volumétrica, a mayor proporción de la pared celular (mayor densidad), mayor será el efecto del agua higroscópica (contracción). Sin embargo, en el caso de *O. paraensis*, se tiene una alta densidad y una contracción volumétrica media, esto debido a que la densidad de 0.63 g/cm³ está cerca al límite de clasificación de la densidad media que es (0.41 a 0.60 gr/cm³).

El índice de estabilidad promedio del Huayruro viudo es de 2.08, permitiendo clasificarla como estable y de buen comportamiento al secado (1.51 a 2.50) (SIBILLE, 2006), información que se puede inferir desde las propiedades físicas de la madera hacia el secado de la madera de Huayruro viudo, con la salvedad que necesita estudios específicos sobre el secado de esta especie para confirmar la información.

Comparación de las propiedades físicas de *O. paraensis* Ducke con otras especies de similar densidad básica.

La madera de *O. paraensis* Ducke, al compararse con especies de similar densidad básica (Figura 10) como:

Hymenolobium excelsum Ducke. (Angelim da mata). Densidad básica de 0.63 g/cm³, contracción tangencial 7.38%, contracción radial 4.77% y contracción volumétrica 12.15%(ANDRADE, 2015).

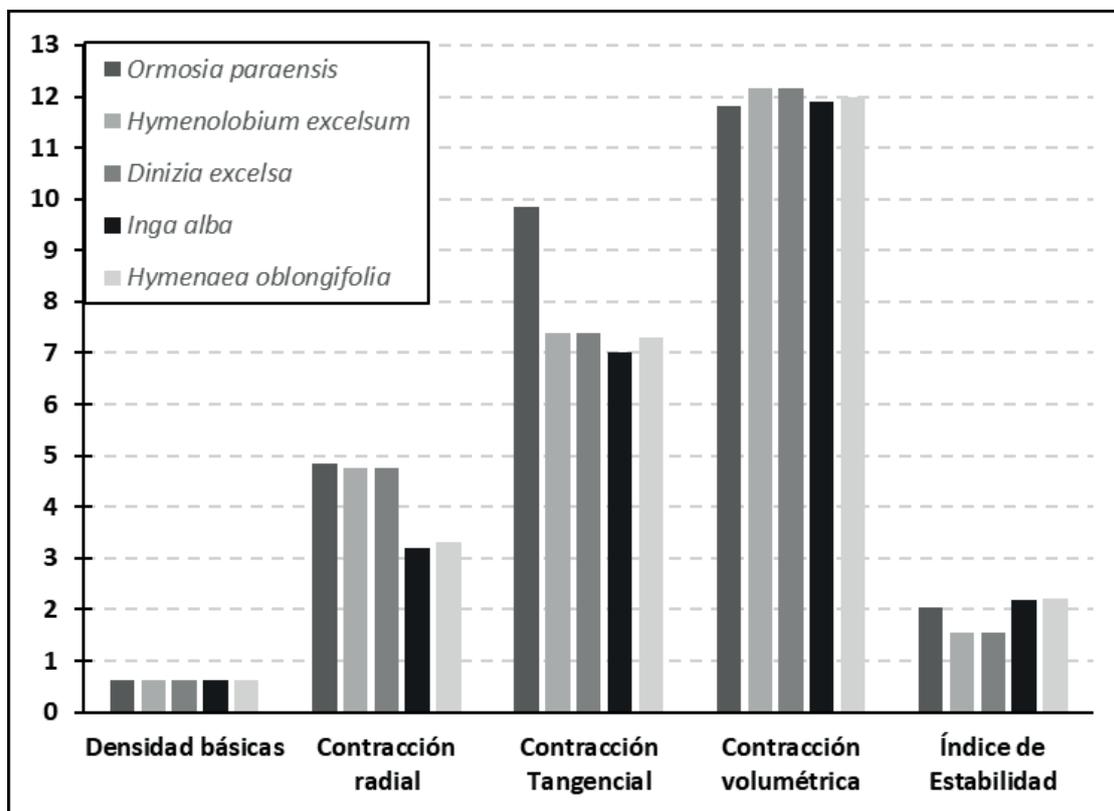
Dinizia excelsa Ducke. (Angelim vermelho). Densidad básica de 0.63 g/cm³, contracción tangencial 7.38%, contracción radial 4.77% y contracción volumétrica 12.15%(ANDRADE, 2015).

Inga alba Sw. Willd. (Ingá chi chi). Densidad básica de 0.63 g/cm³, contracción tangencial 7.0%, contracción radial 3.2% y contracción volumétrica 11.9% (MAINIERI; CHIMELO, 1989).

Hymenaea oblongifolia Huber. (Azucar huayo). Densidad básica de 0.62 g/cm³, contracción tangencial 7.30%, contracción radial 3.30% y contracción volumétrica 12.0% (CITEMADERA, 2008).

Se observa (Figura 7) que los valores promedio de la contracción radial, volumétrica y el índice de estabilidad se encuentran en promedio a las otras especies, sin embargo, cuando se analiza la contracción tangencial si presenta diferencias significativas que caracteriza a la especie. Sin embargo, a pesar de esta característica de *O. paraensis*, se puede observar que el índice de estabilidad es similar estas especies de similar densidad básica.

Figura 7. Comparación de las propiedades físicas de *O. paraensis*, con aquellas especies de similar densidad básica.



Comparación de las propiedades físicas de la madera de *Ormosia paraensis* Ducke, con otras especies del género *Ormosia*.

Información tecnológica de la especie *Ormosia paraensis* Ducke, es escasa e insuficiente, no existiendo información para poder realizar alguna comparación con otros estudios, es por esta razón que se hace una comparación con otras especies del género *Ormosia*, que si bien existe información es relativamente antigua y aun así escasa. Especies del género *Ormosia* con información de propiedades físicas:

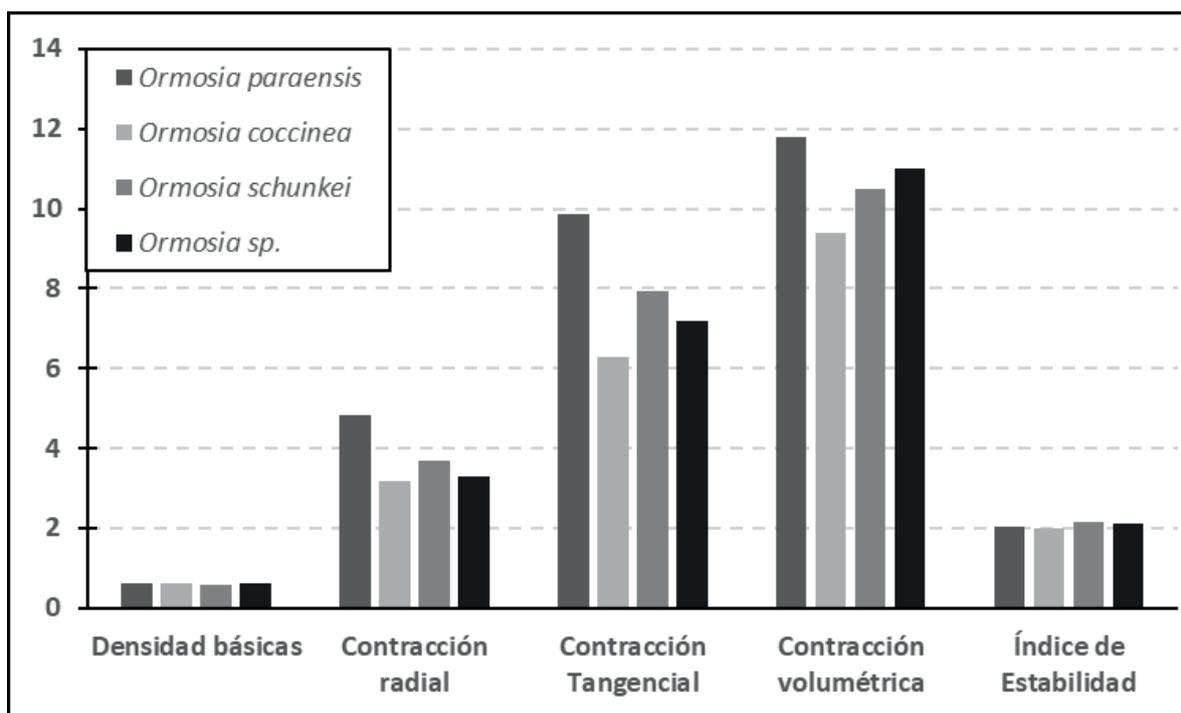
Ormosia coccinea (Aubl.) Jacks. (Huayruro). Densidad básica de 0.61g/cm³, contracción tangencial 6.3%, contracción radial 3.19%, contracción volumétrica 9.4% y el índice de estabilidad 2 (CHAVESTA, 2005).

Ormosia schunkei Rudd. (Huayruro). Densidad básica de 0.57g/cm³, contracción tangencial 7.94%, contracción radial 3.7%, contracción volumétrica 10.5% y el índice de estabilidad 2.15 (ARÓSTEGUI, 1982).

Ormosia sp. (Huayruro). Densidad básica de 0.63g/cm^3 , contracción tangencial 7.2%, contracción radial 3.3%, contracción volumétrica 11% y el índice de estabilidad 2.10 (ARÓSTEGUI, 1974).

Se observa (Figura 8) que los valores promedio de la densidad básica y el índice de estabilidad de las especies del género *Ormosia* son similares entre ellas y sobre las contracciones: radial, tangencial y volumétrica se observa que en todos los casos la especie *O. paraensis*, presenta valores más altos.

Figura 8. Comparación de las propiedades físicas de *O. paraensis*, con especies del género *Ormosia*.

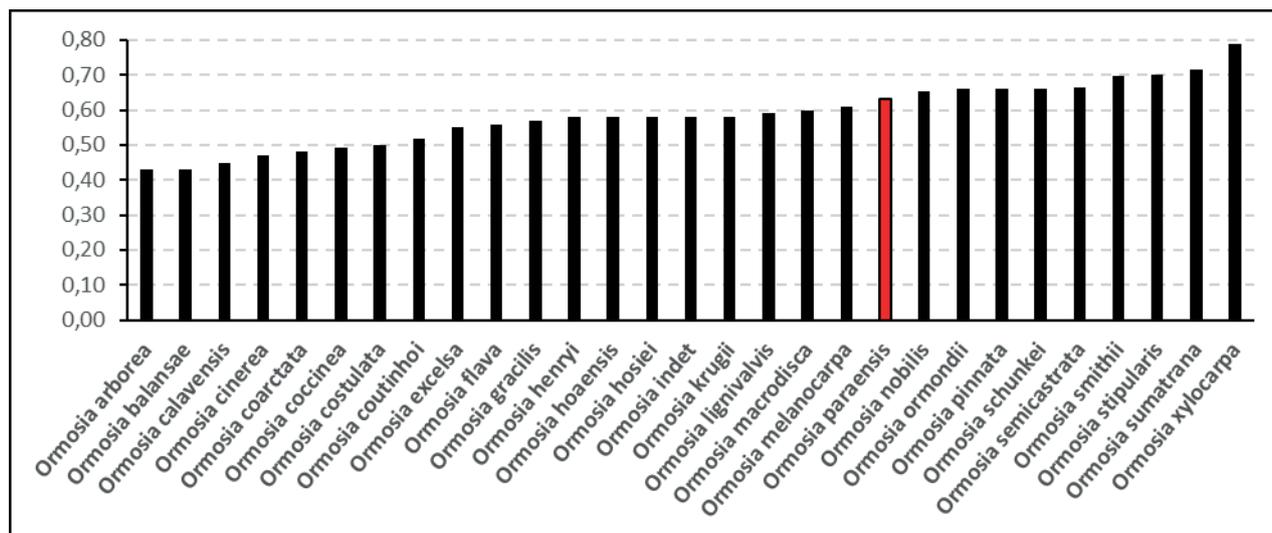


Comparación de la densidad básica de la madera de *Ormosia paraensis* Ducke, con otras especies del género *Ormosia*.

Con la base de datos de Global wood density database, creada el por (ZANNE *et al.*, 2009), y disponible en la página web: <https://datadryad.org//handle/10255/dryad.235>. Se puede realizar la comparación de *O. paraensis*, con otras especies del género *Ormosia* estudiadas en el mundo y sistematizada en la base de datos antes mencionada.

De este análisis (Figura 9), se puede observar que el rango de la variación de la densidad básica del género *Ormosia* se encuentra entre $0.43 - 0.79\text{ g/cm}^3$, y que si se analiza con la clasificación de maderas propuesto por (ACEVEDO; CHAVESTA, 1991; ARÓSTEGUI, 1982), las especies de este género se clasifican cualitativamente por ser maderas de densidad básica media, alta a muy alta.

Figura 9. Comparación de la densidad básica de la madera de *Ormosia paraensis* Ducke, con otras especies del género *Ormosia*.



Uso de la madera de *Ormosia paraensis* Ducke.

En función a la anatomía y las propiedades físicas de la madera de la especie *O. paraensis*, conocido comúnmente por Huayruro viudo, los posibles usos para esta especie en estudio son: Construcciones pesadas, puentes y traviesas, pisos, chapas decorativas, ebanistería, mobiliario, carpintería de interior y exterior, instalaciones de lujo, escaleras, mangos de herramientas, trabajos de torno, cepillos, brochas, entarimados y artesanías.

CONCLUSIÓN

En conclusión, damos a conocer la anatomía y propiedades físicas de la madera de la especie *Ormosia paraensis*, en la Amazonía suroriental peruana, dicha especie muestra un gran potencial para su aprovechamiento y comercialización según sus propiedades tecnológicas. Y que fácilmente puede ayudar a remplazar otras maderas de similar densidad básica en el departamento de Madre de Dios en Perú.

REFERENCIAS

1. ACEVEDO, M.; CHAVESTA, M. **Informe sobre fichas tecnológicas de la madera y asignación a grupos tecnológicos.** Lima - Perú: Proyecto Dantas., 1991.
2. ALI, A.; UETIMANE, E.; LHATE, I.; TERZIEV, N. Anatomical characteristics, properties and use of traditionally used and lesser-known wood species from Mozambique: a literature review. **Wood Science and Technology**, vol. 42, n.º 6, p. 453-472, 2008. <https://doi.org/10.1007/s00226-008-0186-5>.

3. ANDRADE, A. **WOODFLOORING: BRAZILIAN SPECIES CHARACTERISTICS**. Piracicaba - Brasil: ANPM, 2015.
4. ARÓSTEGUI, A. **Características Tecnológicas y Usos de la Madera de 145 Especies del País**. Lima - Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina, Ministerio de Agricultura, 1974. vol. I, .
5. ARÓSTEGUI, A. **Recopilación y análisis de estudios tecnológicos de maderas peruanas**. [S. l.]: PNUD-FAO, 1982(, (Documento de trabajo N°2)).
6. BRAGA, M.; MATOS, T.; ANDRADE, G.; FERREIRA, P.; SILVA, M.; SOUZA, F.; MELO, L. Technological properties of woods used in boat's production in the Southeast of Pará, Brazil. **Rodriguésia**, vol. 71, p. e03322018, 2020. <https://doi.org/10.1590/2175-7860202071083>.
7. CHAVESTA, M. **Maderas para Pisos**. Lima - Perú: [s. n.], 2005.
8. CITEMADERA. **32 ESPECIES FORESTALES**. Segunda. Lima - Perú: Confederación Peruana de la Madera., 2008. vol. Tomo II, .
9. COPANT. **Maderas: Método para la descripción de las características generales, macroscópicas y microscópicas de las maderas angiospermas y dicotiledóneas: anteproyecto de Norma**. Caracas-Venezuela: COPANT 30: 1 – 019, 1974.
10. IAWA. with an Appendix on non-anatomical information. , p. 116, 1989. .
11. LEÓN, W. Anatomía de la madera de 87 especies de la reserva forestal ticoporo (Barinas, Venezuela). **Revista Pittieria**, n.º 39, p. 107–169, 2015.
12. LOUREIRO, A. A.; LISBOA, P. L. B. Anatomia do lenho de seis espécies de Ormosia (Leguminosae) da Amazônia. **Acta Amazonica**, vol. 9, n.º 4, p. 731–746, 1979.
13. MAINIERI, C.; CHIMELO, J. **Fichas de características das madeiras brasileiras**. Libro impreso. [S. l.]: São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, Divisão de Madeiras, 1989., 1989(Publicação IPT, no. 1791).
14. NTP N°251.008. Maderas. Selección y Colección de Muestras. 2016.
15. NTP N°251.010. Maderas. Método de Determinación de Contenido de Humedad. 2016.
16. NTP N°251.011. Maderas. Método de Determinación de Densidad. 2016.
17. NTP N°251.012. Maderas. Método de Determinación de Contracción. 2016.
18. PEÑA, J.; ROIG, F.; GOODWIN, Z.; TOMAZELLO, M. Characterizing growth rings in the trees of Perú: a wood anatomical overview for potential applications in dendroecological-related fields. **Dendrochronologia**, , p. 125728, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.dendro.2020.125728>.
19. R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing**. Vienna: [s. n.], 2019. Disponible en: <http://www.R-project.org>.
20. SIBILLE, A. **Guía de Procesamiento Industrial Fabricación de Muebles con Maderas Poco Conocidas-LKS**. WWF Perú a través del Proyecto CEDEFOR. Lima - Perú: Primera, 2006.
21. VÁSQUEZ, R.; ROJAS, R.; MONTEAGUDO, A.; VALENZUELA, L.; HUAMANTUPA, I. **Catálogo de los árboles del Perú**. Cusco-Perú: Q´EUÑA, 2018. vol. 9, (, 1).

22. WENQI, Z. Comparative study of wood properties between white wood of Dahurian larch and Mongolian scotch pine. **Journal of Forestry Research**, vol. 7, n.º 1, p. 77-80, 1996. <https://doi.org/10.1007/BF02843062>.
23. WIEDENHOEFT, A. Structure and Function of Wood. *In*: ROWELL, R. **Handbook of Wood Chemistry and Wood Composites, Second Edition**. [S. l.]: CRC Press, 2012. p. 9-32. DOI 10.1201/b12487-4. Disponível em: <http://www.crcnetbase.com/doi/10.1201/b12487-4>. Acessado em: 31 oct. 2020.
24. ZANNE, A. E.; LOPEZ-GONZALEZ, G.; COOMES, D. A.; ILIC, J.; JANSEN, S.; LEWIS, S. L.; MILLER, R. B.; SWENSON, N. G.; WIEMANN, M. C.; CHAVE, J. Global Wood Density Database. 20 feb. 2009. <https://doi.org/Dryad>. Identifier: <https://datadryad.org/handle/10255/dryad.235>. Acessado em: 16 mar. 2018.