

# Trabajabilidad de la madera del fuste de marupa y tornillo basado en el conocimiento de la estructura celular del xilema de la rama, Loreto, Perú

## Wood workability of stem from bitterwood and seike based on the knowledge of the cellular structure of the branch xylem, Loreto, Perú

Denilson M. del Castillo M.<sup>1</sup> y Jorge M. Espíritu P.<sup>2</sup>

Recibido: octubre 2013

Aceptado: diciembre 2013

### RESUMEN

Sobre la base de las características anatómicas de la madera de la rama, se infiere el comportamiento a la trabajabilidad de la madera del fuste de *Simarouba amara* (marupa) y *Cedrelinga cateniformis* (tornillo). Las muestras fueron extraídas del bosque del Jardín Botánico Arboretum El Huayo (JBAH) del Centro de Investigación y Enseñanza Forestal (Ciefor) Puerto Almendra, de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana (UNAP), Loreto, Perú. La preparación de láminas con cortes histológicos y tejido disociado y la descripción anatómica del xilema de la rama se llevó a cabo en el Laboratorio de Anatomía y Tecnología de la Madera de la Facultad de Ciencias Forestales de la UNAP. La clasificación del comportamiento a la trabajabilidad se realizó siguiendo los criterios propuestos por Valderrama *et al.* (2009); en tal sentido, *S. amara* es clasificado como de buen comportamiento y *C. cateniformis* como de regular a buen comportamiento.

**Palabras claves:** *S. amara*, *C. cateniformis*, trabajabilidad de la madera, Loreto.

### ABSTRACT

Based on anatomical features of branches the workability behavior of stem wood of *Simarouba amara* and *Cedrelinga cateniformis* was determined in this study. Clear samples of branches were collected inside the forest of the Botanical Garden Arboretum El Huayo from the CIEFOR-UNAP Puerto Almendra, Loreto, Perú. Preparation of plates with histological sections and dissociated tissue and anatomical description of branch xylem were carried out in the wood anatomy lab of the UNAP. Workability behavior of wood was graded following the criteria proposed by Valderrama *et al.* (2009); hence, stem wood of *S. amara* was graded as good behavior and stem wood of *C. cateniformis* as regular to good behavior.

**Key words:** *S. amara*, *C. cateniformis*, wood workability, Loreto.

### INTRODUCCIÓN

Los datos sobre el xilema de las ramas son limitados, la mayoría de los estudios se realizan con especies de zonas templadas, los pocos estudios de árboles angiospermas muestran diferencias de la estructura celular de la madera en una misma rama o en dife-

rentes partes del árbol (Park *et al.*, 1979, 1980; Lee y Eom, 1988; Valderrama, 1996). Se han encontrado elevadas proporciones de vasos y fibras en las ramas, además diferencias estadísticamente significativas en la proporción de elementos anatómicos entre diferentes localizaciones del árbol como en la rama, fuste y raíz (Stoke y Manwiller,

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana (UNAP). Pevas 584, Iquitos, Loreto, Perú. denilmar\_21@hotmail.com

<sup>2</sup>Facultad de Ciencias Forestales. UNAP. Iquitos, Loreto, Perú.

1994). Los anillos de crecimiento son más angostos que los del fuste (Page, 1993). En cambio las dimensiones de los elementos xilemáticos de la rama y del fuste de las especies de bosques tropicales no difieren significativamente a pesar de tener diferentes promedios (Del Águila, 1994). Aunque la longitud de las fibras es menor en las ramas más jóvenes en relación con las de las ramas de mayor diámetro cerca del fuste (Iqbal y Ghouse, 1983). En *C. cateniformis* se encontraron características cualitativas y cuantitativas comunes en ambas partes del árbol, que pueden servir como elemento de identificación y clasificación anatómica de la madera basado en el xilema de la rama (Valderrama, 1995, 1996, 1998).

La longitud de las fibras en ramas es significativamente corta, variando de 0,66 mm (*Hacer rubrum* L) a 1,40 mm (*Nyssa sylvatica*) (Manwiller, 1974). Y es 24,4% menor que en el tronco, y en algunas especies el tamaño de las fibras del floema también estará sujeto a variaciones en diferentes alturas del tronco (Iqbal y Ghouse, 1983).

Otros estudios precisan que las dimensiones de las células de las ramas difieren significativamente en relación con las dimensiones de las células del tronco (Bhat y Dhamodaran, 1989; Castro y Silva, 1992; Valderrama, 1996). No obstante, existe la probabilidad de encontrar características similares en la madera de las ramas y el fuste que se relacionan con el comportamiento tecnológico de la madera del tronco (Denne y Dodd, 1989).

En la descripción anatómica las características cuantitativas son más ventajosas que las cualitativas (Soto, 1983), ya que los datos son susceptibles al análisis estadístico; en las segundas el análisis está sujeto a una serie de criterios subjetivos como color, olor, distribución y forma de los elementos anatómicos, etc. El comportamiento a la trabaja-

bilidad se refiere al comportamiento de la madera al procesarla con máquinas de carpintería, tales como cepillado, torneado, moldurado, lijado y taladrado (Valderrama, 1989). La dirección del grano y la textura son los que influyen dicho comportamiento, una madera de grano recto y textura media tiene mejor comportamiento que aquella madera que posee grano oblicuo o entrecruzado y textura gruesa. Además, del grano entrecruzado y la presencia de nudos, las células parenquimatosas por ser de consistencia débil, tienen influencia negativa en el cepillado (Aróstegui, 1975; Llúncor, 1977; Valderrama, 1992).

## MATERIAL Y MÉTODO

### Lugar de ejecución

Las muestras de madera se obtuvieron en el JBAH y la descripción anatómica y tecnológica se realizó en el Laboratorio de Anatomía y Tecnología de la Madera de la Facultad de Ciencias Forestales de la UNAP, Loreto, Perú (680729E, 9576316N, 122 msnm) (figura 3 del anexo). El JBAH tiene 18,8 ha de área total y está constituido por un bosque natural dividido en 16 parcelas de 1,18 ha cada una (Valderrama, 2002). Estando cerca de la línea ecuatorial el área de estudio forma parte de un clima tropical lluvioso que presenta temperatura promedio mensual de 28 °C, máxima de 33 °C en los meses de diciembre a marzo, mínima de 22 °C entre junio y julio; con precipitación promedio anual de 2480 mm, máxima 3471 mm y mínima 1333 mm (Senamhi, 2010). Ecológicamente se localiza dentro de la zona de vida denominada bosque húmedo tropical (bh-T) (Tosi, 1960; Onern, 1976).

### Método

El estudio se llevó a cabo el año 2011 siguiendo el procedimiento propuesto por Valderrama *et al.* (2009), que tiene los siguientes pasos:

1. Ubicación de los árboles representativos.
2. Recolección de muestras botánicas para certificar la identificación científica a nivel de familia, género y especie.
3. Recolección de muestras de madera: de cada árbol se recolectaron al azar tres ramas de 10 cm de diámetro para la obtención de muestras libres de defectos físicos y biológicos.
4. Preparación de probetas de madera para laboratorio: de las ramas obtenidas se elaboraron probetas de aproximadamente 2,5 cm de arista, a partir de ellas se evaluaron las 15 características anatómicas que se relacionan con el comportamiento tecnológico a la trabajabilidad.
5. Preparación de láminas con cortes histológicos y tejido disociado para el estudio microscópico de la madera: con ayuda del micrótopo se obtuvo cortes histológicos de la sección transversal, radial y tangencial de la madera, los que fueron coloreados con una solución de safranina al 1% con alcohol; las mediciones de los vasos y las fibras se hicieron en las muestras de cubos de cada rama obtenida en pequeñas partes, las que fueron maceradas en una solución de 50% de ácido acético glacial, 30% de peróxido de hidrógeno y 20% de agua destilada a 55 o 60 °C de temperatura por 48 horas, para que las fibras y vasos puedan ser separados; posteriormente, las muestras histológicas se lavaron en agua corriente y se agitó para la disociación de los elementos; la agitación se realizó con moderación, ya que el número de fibras y vasos incompletos por efecto de la maceración aumenta significativamente al agitarse; cada suspensión de células se lavó y se almacenó en una solución débil de 0,4% de formol y 96% de agua destilada, para prevenir el crecimiento de microorganismos.
6. Biometría de las células: las características cuantitativas se determinaron a partir de láminas preparadas con cortes histológicos. La frecuencia de poros por milímetro cuadrado y frecuencia de radios medulares por milímetro lineal se determinaron en un proyector a una ampliación de 50 X. Para cada característica se realizaron 50 mediciones con un ocular y una platina micrométrica, obteniéndose valores promedios dentro del rango de confiabilidad requerida para el estudio (IAWA, 1989).
7. Estudio anatómico del xilema: se realizó de acuerdo con la técnica propuesta por Valderrama (1986) y obtenida sobre la base de experiencias en laboratorios nacionales e internacionales (procedimiento técnico para la descripción de la estructura anatómica de la madera de especies tropicales de la Amazonía), y cumpliendo con reglamentaciones por categorías de clasificaciones propuestas por IAWA (1989) y COPANT (1973). Las características anatómicas se determinaron a través de secciones transversales, radiales y tangenciales existentes en muestras de xiloteca y láminas con cortes histológicos. La descripción fue a nivel general, macroscópico y microscópico, con ayuda de lupas y microscopios de 10 X, 50 X, 100 X y 400 X.
8. Determinación de la densidad básica, siguiendo el procedimiento propuesto por Itintec: 251.011; COPANT: 30:1-004.

### **Clasificación de la madera por su comportamiento a la trabajabilidad**

Esta clasificación se hizo siguiendo los criterios contenidos en la tabla 1, propuestos por Valderrama *et al.* (2009). La definición del comportamiento a la trabajabilidad lo da aquella categoría donde existe la mayor cantidad de características anatómicas de las especies. La evaluación subjetiva por parte del investigador determina el grado de

**Tabla 1.** Criterios para la clasificación del comportamiento a la trabajabilidad de la madera según sus características anatómicas.

Características anatómicas	Comportamiento a la trabajabilidad		
	Bueno	Regular	Malo
Parénquima	Ausente	Medianamente abundante	Abundante
Inclusiones	Ausentes	Medianamente presentes	Presentes
Brillo	Alto	Medio	Bajo
Contenido de poros	Ausente	Medio	Presente
Radios	Estratificados	No estratificados	Ausentes
Longitud de fibras	Larga	Mediana	Corta
Espesor de la pared celular de fibras	Muy delgado y delgado	No califica	Grueso y muy grueso
Diámetro de fibras	Angosto	Mediano	Ancho
Frecuencia de los radios medulares	Poca	Poco abundante	Abundante
Densidad básica	Baja	Media	Alta
Dirección del grano	Recta	Tendencia de recta a entrecruzada	Entrecruzada o tendencia a ondulada
Textura	Fina	Media	Gruesa
Longitud de vasos	Larga	Mediana	Corta
Diámetro de poros	Pequeño y muy pequeño	Mediano	Grande
Frecuencia de poros	Poca y muy poca	Poco numerosa	Numerosa y muy numerosa

Fuente: Valderrama et al. (2009).

comportamiento en bueno, regular o malo, y dependiendo del peso diferenciado de las características en cada categoría calificará el comportamiento como “bueno a regular” o de “regular a malo” (Valderrama, 2008).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Comportamiento a la trabajabilidad de *Cedrelinga cateniformis* (tornillo)

La tabla 2 presenta las características anatómicas que se relacionan con el comportamiento a la trabajabilidad de *C. cateniformis*. La descripción anatómica señala que posee escaso parénquima axial (buen acabado y sin problemas para el cepillado, lijado, torneado), brillo medio (buen acabado), distribución de radios estratificado (buen acabado), diámetro de fibra angosto de 18,78  $\mu\text{m}$  (posible trabajo con máquinas de carpintería), densidad básica media de

550  $\text{kg}/\text{m}^3$  (buen comportamiento al trabajo con máquinas de carpintería), espesor de fibra de pared celular delgado de 3,5  $\mu\text{m}$  (posible trabajar con máquinas de carpintería), textura media (madera con ausencia de poros y poco floja, no tiene problemas al trabajo con máquinas de carpintería y tiene buen acabado), contenido de poro ausente (sin problemas de recalentamiento de las sierras y cuchillas al momento del corte), componentes orgánicos no identificados en algunos vasos y radios (mayor brillo en el acabado, pero origina abrasividad de las sierras y cuchillas al momento del corte y descalifica al trabajo con máquinas de carpintería), radios medulares poco abundantes de 6-10 radios/mm (sin problemas cuando se trabaja con máquinas de carpintería), longitud de fibras mediana de 1281,05  $\mu\text{m}$  (buen comportamiento al cepillado, torneado, lijado, etc.), dirección

**Tabla 2.** Características anatómicas de *C. cateniformis* que se relacionan con el comportamiento a la trabajabilidad de la madera.

Características anatómicas que se relacionan con la trabajabilidad	Relación con la trabajabilidad	Clasificación del comportamiento a la trabajabilidad
Parénquima axial escaso		
Brillo medio		
Radios estratificados		
Diámetro de fibras angosto 18,78 $\mu\text{m}$	Favorable	
Densidad básica media 550 $\text{kg}/\text{m}^3$		
Fibra de pared delgada		
Textura media		
Contenido de poros ausente		Bueno a regular
Componentes orgánicos no identificados en algunas células de los vasos y radios		
Radios medulares poco abundantes 6-10 radios/mm		
Longitud de fibras mediana 1281,05 $\mu\text{m}$	Regular	
Grano recto a entrecruzado		
Longitud de vasos corto 372 $\mu\text{m}$		
Poros poco frecuentes 3-9 poros/ $\text{mm}^2$		
Diámetro de poros grande 219,16 $\mu\text{m}$	Malo	

de grano recto a entrecruzado (posibilidad de ser trabajado con máquinas de carpintería), longitud de vasos corto de 372  $\mu\text{m}$  (menos posibilidad de ser trabajado con máquinas de carpintería) y poros poco frecuentes de 3-9 poros/ $\text{mm}^2$  (buen comportamiento a la trabajabilidad y al acabado).

La madera de *C. cateniformis* tiene mayor cantidad de características favorables al comportamiento a la trabajabilidad, con regular cantidad de características regulares y solamente una mala característica (tabla 2), por lo que se puede clasificar a la madera de *C. cateniformis* como de "buen a regular" comportamiento a la trabajabilidad.

### Comportamiento a la trabajabilidad de *Simarouba amara* (marupa)

La tabla 3 presenta las características anatómicas que se relacionan con el comportamiento tecnológico de *S. amara*; la descripción anatómica revela poros con contenido ausente (vistos en la sección

transversal de la madera, no mejora el brillo de la madera, sin embargo, no originará problemas de recalentamiento de sierras y cuchillas), radios estratificados (vistos en la sección tangencial, tendrán efecto positivo en el acabado), diámetro de fibra angosto de 18,55  $\mu\text{m}$  (posible trabajar con máquinas de carpintería), radios medulares poco frecuentes de 3-7 radios/mm (sin problemas de ser trabajado con máquinas de carpintería), densidad baja de 360  $\text{kg}/\text{m}^3$  (buen trabajo con máquinas de carpintería), dirección del grano recto (mejor trabajo con máquinas de carpintería y mejor acabado), textura media (madera poco porosa y floja, menos problemas al trabajo con máquinas de carpintería y buen acabado) y poros poco frecuentes de 3-10 poros/ $\text{mm}^2$  (buen comportamiento a la trabajabilidad y al acabado).

La mayor cantidad de características de la madera de *S. amara* son buenas y regulares, la estructura anatómica influye favorablemente en los diversos trabajos con herramientas de carpintería para obtener un buen

**Tabla 3.** Características anatómicas de *S. amara* que se relacionan con el comportamiento a la trabajabilidad de la madera.

Características anatómicas que se relacionan con la trabajabilidad	Relación con la trabajabilidad	Clasificación del comportamiento a la trabajabilidad
Contenido de poros ausente		
Radios estratificados		
Espesor de la pared celular de fibra delgada 2,43 $\mu\text{m}$		
Diámetro de fibras angosto 18,55 $\mu\text{m}$		
Radios medulares poco abundantes 3-7 radios/mm	Favorable	
Densidad básica baja 360 $\text{kg}/\text{m}^3$		
Grano recto		
Textura media		
Poros poco frecuentes 3-10 poros/ $\text{mm}^2$		Bueno
Brillo medio		
Longitud de vasos mediana 440 $\mu\text{m}$	Regular	
Diámetro de poros mediano 171,57 $\mu\text{m}$		
Longitud de fibras corta 892,39 $\mu\text{m}$		
Cuerpos pequeños de cristales en los radios y cristales prismáticos	Malo	
Parénquima axial abundante		

acabado, solamente tres características son malas (tabla 3), por lo que se puede clasificar su madera como de “buen” comportamiento a la trabajabilidad.

## DISCUSIÓN

Los resultados sugieren que es posible clasificar preliminarmente la madera por su comportamiento a la trabajabilidad basada en las características anatómicas de las ramas de los árboles estudiados; no obstante, cada especie arbórea presenta características particulares que la diferencian de las otras y que hacen que no todas tengan el mismo comportamiento. Algunos estudios difieren en la clasificación, como por ejemplo López y Cárdenas (2002) encontraron en *C. cateniformis* dirección de grano recto y lo clasifican como medianamente pesada y de mal comportamiento a la trabajabilidad, sin embargo Gutiérrez y Silva (2000), con la misma característica encontrada califican a la madera de fácil comportamiento a la

trabajabilidad, en este estudio se determinó la dirección de grano recto a entrecruzado, clasificándolo como de buen a regular comportamiento a la trabajabilidad. Mientras que Sibille (2006), Gutiérrez y Silva (2000), calificaron a *S. amara* como de fácil comportamiento a la trabajabilidad; los resultados de este estudio lo califican de buen comportamiento a la trabajabilidad.

## CONCLUSIONES

La estructura anatómica de la madera de *S. amara* presenta mayor cantidad de características buenas y regulares favorables a la trabajabilidad con máquinas de carpintería que la clasifican como de buen comportamiento. La estructura anatómica de la madera de *C. cateniformis* presenta igual cantidad de características buenas y regulares favorables a la trabajabilidad con máquinas de carpintería y pocas características malas que lo clasifican como de buen a regular comportamiento.

## AGRADECIMIENTO

A los técnicos del Laboratorio por la orientación adecuada en la anatomía de la madera para la culminación de la investigación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aróstegui A. 1975. Estudio tecnológico de madera del Perú. Zona Pucallpa. Vol. II. Normas y Métodos. Dirección General de Investigación Agraria. UNA. Lima, Perú. 103 pp.
- Bhat KM, Dhamodaran TK. 1989. Fiber length variation in stem and branches of eleven tropical hardwoods. *IAWA Bulletin* 10(1): 63-70.
- Castro J, Silva A. 1992. Variação dimensional dos elementos xilémicos em duas espécies madeireiras da Amazônia. *Manaus. Acta Amazônica* 22(2): 261-274.
- Comisión Panamericana de Normas Técnicas (COPANT)-Maderas. 1973. Descripción de características organolépticas, macroscópicas y microscópicas de dicotiledóneas angiospermas. Norma COPANT 30. 1-09.
- Del Águila R. 1994. Evaluación de la estructura anatómica del leño del fuste y de la rama de 25 especies forestales del Ciefor-Pto. Almendra, Iquitos. Tesis para optar título de ingeniero forestal. FIF-UNAP. Iquitos, Perú. 78 pp.
- Denne MP, Dodd RS. 1989. Control of variation in wood quality within hardwood and softwood trees. Mit. Bundesfors Chungsanstalt f. Forst-u. *Holzwirtschaft*. 131: 7-31.
- Gutiérrez VH, Silva J. 2000. Serie técnica XII. Información técnica para el procesamiento industrial de 134 especies maderables de Bolivia. [En línea]. La Paz, Bolivia. [Fecha de consulta: 9 abril 2011]. Disponible en: [http://cdm.unfccc.int/filestorage/3/S/8/3S85LOWKAXIEHZP9UN40QGJ71RM6VF/3S85LOWK.pdf?t=V098MTMwNTY3OTY3OC4xMg==InGB97uYotZzhAJ\\_C-pxVV8TbGE=](http://cdm.unfccc.int/filestorage/3/S/8/3S85LOWKAXIEHZP9UN40QGJ71RM6VF/3S85LOWK.pdf?t=V098MTMwNTY3OTY3OC4xMg==InGB97uYotZzhAJ_C-pxVV8TbGE=)
- International Association of Wood Anatomists (IAWA) Committee. 1989. List of microscopic features for hardwood identification. *IAWA Bulletin* 10(3): 219-332.
- Iqbal M, Ghouse AKM. 1983. Analytical study on cell size variations in some arid trees of India: *Acacia nilotica* and *Prosopis spicigera*. *IAWA Bulletin* 4 (1): 46-52.
- Lee PW, Eom YG. 1988. Anatomical comparison between compression wood and opposite wood in a branch of Korean pine (*Pinus koraiensis*). *IAWA Bulletin* 9(3): 275-284.
- López R, Cárdenas D. 2002. Manual de identificación de especies maderables objeto de comercio en la Amazonia colombiana. [En línea]. Bogotá, DC-Colombia. [Fecha de consulta: 9 abril 2011]. Disponible a través de [www.sinchi.org.co/herbariov/documentos.pdf](http://www.sinchi.org.co/herbariov/documentos.pdf)
- Llúncor D. 1977. Relaciones entre las características de cepillado en algunas maderas de Venezuela y sus propiedades fisicomecánicas y anatómicas. Tesis de postgrado. Universidad de los Andes. Facultad de Ciencias Forestales. Venezuela. 77 pp.
- Manwiller F. 1974. Fiber length in stems and branches of small hardwoods on southern pine sites. *Wood Science* 7(2): 130-132.
- Onern. 1976. Mapa ecológico del Perú. Guía explicativa. Lima. 147 pp.

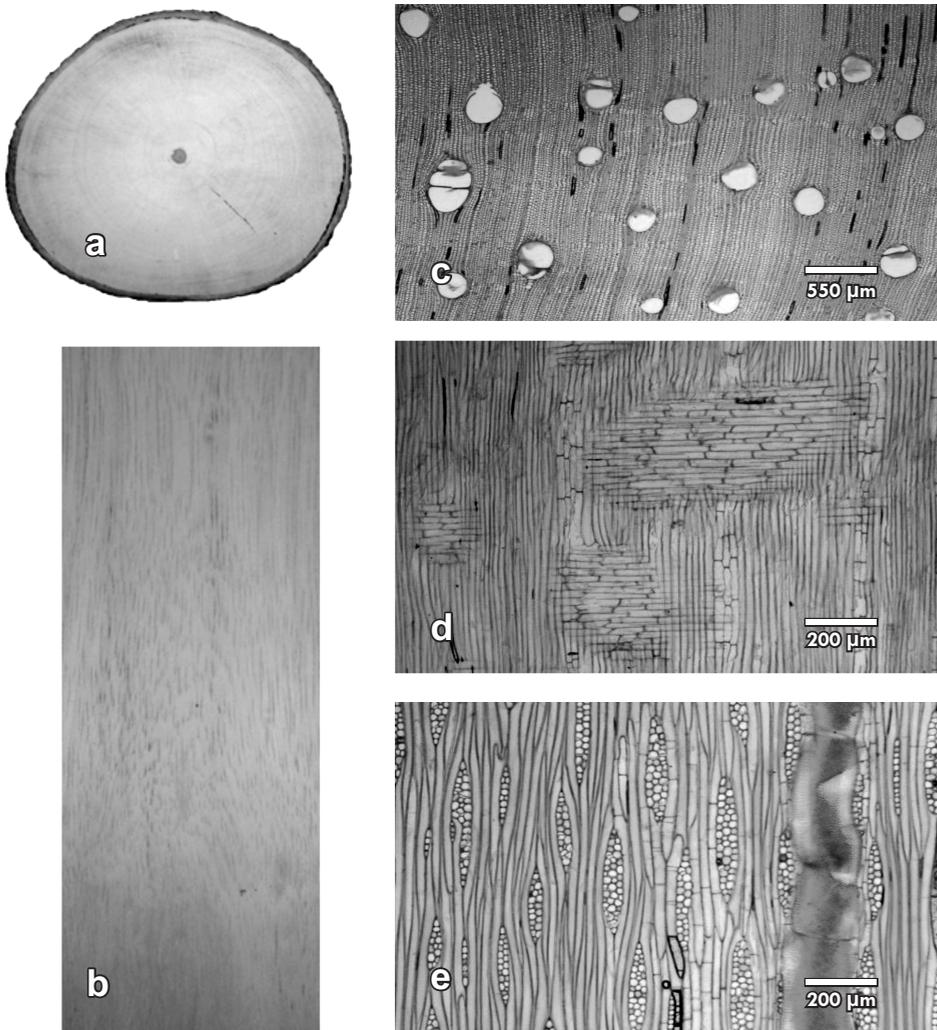
- Page VM. 1993. Anatomical variation in the wood of *Robinia pseudoacacia* L. and the identify of Miocene fossil woods from South-western United States. *IAWA Journal* 14 (3): 299-314.
- Park SJ, Saiki H, Harada H. 1979. Structure of branch wood in akamatsu (*Pinus densiflora* S et. Z) I. Distribution of compression wood, structure of annual ring and tracheids. *Mokuzai Gakkaishi* 25: 311-317.
- Park SJ, Saiki H, Harada H. 1980. Ibid II zell structure of branch wood tracheids. *Mon Coll. Agr. Kyoto Univ.* 115: 33-4.
- Senamhi. 2010. Pronóstico del Tiempo. Octubre 2010. [www.senamhi.gob.pe](http://www.senamhi.gob.pe)
- Sibille AM. 2006. Guía de procesamiento industrial. Fabricación de muebles con maderas poco conocidas-LKS [en línea]. 1ra ed. Editorial Argentina. Perú. [Fecha de consulta: 9 abril 2011]. Disponible a través de <http://www.ibcperu.org/doc/isis/10727.pdf>
- Soto T. 1983. Descripción anatómica de cinco especies de la familia Myristicaceae del Ciefor Pto. Almendra. Tesis para optar el título de ingeniero forestal. UNAP. Iquitos, Perú. 98 pp.
- Stoke DD, Manwiller FG. 1994. Proportions of wood elements in stem, branch, and root wood of black oak (*Quercus velutina*). *IAWA Journal* 15 (3): 301-310.
- Tosi JA. 1960. Zonas de vida natural del Perú. Lima: IIGA-OEA. 271 pp.
- Valderrama H. 1986. Procedimiento técnico para la descripción general, macro y microscópica de la madera. Laboratorio de Anatomía y Tecnología de la Madera. Facultad de Ingeniería Forestal-UNAP. Iquitos, Perú. 15 pp.
- Valderrama H. 1989. Lineamiento básico sobre la estructura microscópica anatómica del leño de latifoliadas. Apuntes de clases. UNAP-FIF. Iquitos. 12 pp.
- Valderrama H. 1992. Influencia de la estructura anatómica en el comportamiento tecnológico de 30 especies forestales de la Amazonía peruana. Iquitos, Perú. *Conocimiento* 2(2-3): 13-23.
- Valderrama H. 1995. Anatomía comparativa del xilema del tronco y de la rama de *Cedrelinga cateniformis* Ducke. Manaus. Brasil. 25 pp.
- Valderrama H. 1996. Padrão de variação dos elementos fibrosos do xilema no tronco e galho de *Cedrelinga cateniformis* Ducke (Mimosaceae) da Amazônia. Dissertação grado de Mestre. INPA/UA. Manaus-AM, Brasil. 120 pp.
- Valderrama H. 1998. Anatomía comparativa del xilema del tronco y de la rama de *Cedrelinga cateniformis* Ducke (Fabaceae). Iquitos, Perú. *Folia Amazónica* 9(1-2):5-28.
- Valderrama H. 2002. Inventario florístico de los árboles existentes en diez parcelas del Arboretum El Huayo. Informe final. Proyecto Diversidad Biológica de la Amazonía Peruana (Biodamaz). Perú-Finlandia. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), Universidad Nacional de la Amazonía Peruana (UNAP). Iquitos, Perú. 250 pp.
- Valderrama H. 2008. Estructura celular del xilema de la rama para establecer una metodología de caracterización

tecnológica del tronco de árboles en áreas naturales protegidas. Tesis para optar el grado de doctor en Ciencias Ambientales. Universidad Nacional de Trujillo. 158 pp.

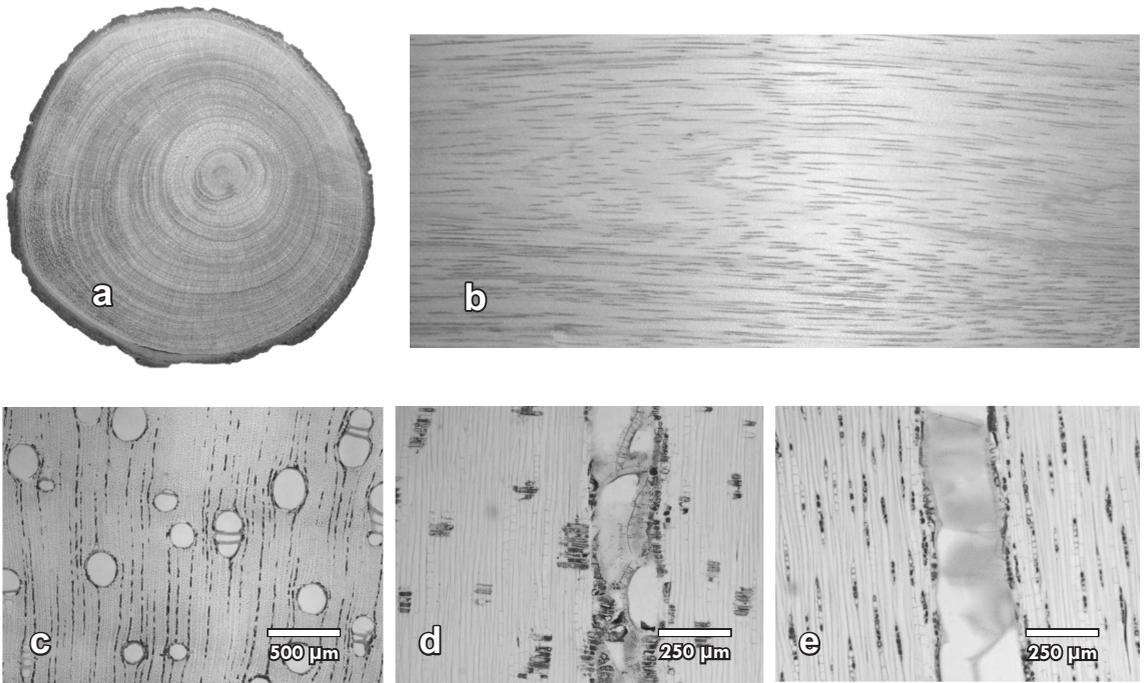
Valderrama H, Espíritu JM, Panduro RM, Meder BM, Córdova S, Arellano J, Angulo PA, Reátegui R, Flores M, Arévalo F.

2009. Comportamiento tecnológico de uso de la madera de 20 especies forestales existentes en el Jardín Botánico Arboretum El Huayo (JBAH) del Ciefor-Puerto Almendra, basado en el conocimiento del tejido secundario de la rama. Iquitos. Instituto de Investigación Forestal y de Fauna. Facultad de Ciencias Forestales. UNAP. Iquitos, Perú. 28 pp.

## ANEXOS



**Figura 1.** *S. amara* Aubl. (marupa): (a) rodaja, (b) corte tangencial, (c) sección transversal, (d) sección radial, (e) sección tangencial.



**Figura 2.** *C. Cateniformis* Ducke (tornillo): (a) rodaja, (b) corte tangencial, (c) sección transversal, (d) sección radial, (e) sección tangencial.



**Figura 3.** Mapa de ubicación del Jardín Botánico Arboretum El Huayo. Puerto Almendra, Loreto, Perú.