

## Trabajabilidad de la madera de capirona (*Calycophyllum spruceanum*) procedente de plantaciones de la cuenca del río Aguaytia en la región de Ucayali – Perú

### Conducting machining of capirona wood (*Calycophyllum spruceanum*) proceeding from plantations in the basin of Aguaytia river in Ucayali, Peru

Daniel R. Orrego Medina<sup>1</sup> y Neptalí R. Bustamante Guillén<sup>2</sup>

#### Resumen

El presente estudio tiene por objetivo determinar el comportamiento de la madera de capirona (*Calycophyllum spruceanum*) procedente de plantaciones de la cuenca del río Aguaytia (Ucayali), bajo condiciones estandarizadas en los ensayos de trabajabilidad. La madera de capirona procedente de plantaciones proporciona calidades de superficie similares a los registrados en madera de bosques naturales. El nivel de altura en el fuste no tiene efecto sobre el grado de calidad de la superficie maquinada. En el cepillado se obtuvo una excelente calidad de superficie con baja rugosidad, con 15° de ángulo de corte y con velocidades de alimentación de 5 y 10 m/min. La calidad de superficie en el moldurado es buena a una velocidad angular de 7414 r/min. La calidad de la perforación en el taladrado fue regular, mejorándose la calidad con la broca para metal y 1400 r/min de velocidad de giro. La calidad del torneado es buena para 0° y 15° de ángulo de corte y en cualquier velocidad de giro.

**Palabras clave:** *Calycophyllum spruceanum*; capirona, cepillado; torneado; moldurado; taladrado.

#### Abstract

The aim of the present study was to determine the machining behavior of capirona (*Calycophyllum spruceanum*) wood proceeding from plantations located in the watershed of the Aguaytia river (Ucayali). The machining tests were performed under standardized conditions. The wood of capirona proceeding from plantations provides similar surface qualities to the ones registered in wood of natural forests. The level of height in the shaft does not have effect on the quality degree of the machined surface. The planing had an excellent quality of surface, obtained by low ruggedness, 15° of angle of cut and by speeds of supply of 5 and 10 m/min. The surface quality at the shaping is good to an angular speed of 7414 r/min. The quality of the perforation in the boring one was regular, the quality being improved by the reel for metal and 1400 r/min of draft speed. The quality of the turning is good for 0° and 15° of cut angle and at any draft speed.

**Key words:** *Calycophyllum spruceanum*; capirona; planing; shaping; boring; turning.

<sup>1</sup> Patronato del Parque de las Leyendas, Perú. E-mail: [daniel.orrego@leyendas.gob.pe](mailto:daniel.orrego@leyendas.gob.pe)

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú.

## Introducción

En la Amazonía peruana la producción maderera es una de las actividades económicas más importantes, siendo el bosque natural su principal fuente de abastecimiento. Durante varios años el ICRAF (Centro Internacional para la Investigación en Agroforestería) ha estudiado varios aspectos del cultivo de árboles maderables, estableciendo plantaciones de las especies bolaina (*Guazuma crinita*) y capirona (*Calycophyllum spruceanum*) dentro de un programa de domesticación e incorporación en sistemas agroforestales.

La demanda nacional e internacional de la madera de capirona tiene una tendencia creciente, tanto por sus características tecnológicas, como por su bajo costo. En los últimos años, la producción de madera aserrada de capirona se ha encontrado entre las 10 primeras especies comerciales. Los usos de la madera de capirona son muy diversos, tales como madera estructural para la construcción, machihembrado para revestimiento, pisos, muebles y artículos deportivos.

Reynel *et al.* (2003) afirman que la capirona (*Calycophyllum spruceanum*) se encuentra debajo de los 1200 msnm, siendo una especie de bosques secundarios aunque también se reportan en bosques primarios. Sears *et al.* (2002) agregan que es una especie característica de bosques ribereños temporalmente inundables por aguas claras.

La madera de capirona, según Aróstegui *et al.* (1974) y Chavesta (2005), tiene albura de color blanco cremoso y duramen blanco pardo con vetas de color negruzco. El grano varía de recto a entrecruzado, siendo su textura fina. Acevedo y Kikata (1994) indican que presenta fibras libriformes no estratificadas con una longitud que varía entre 1,306 y 2,150  $\mu\text{m}$ . Con relación a las propiedades físicas y mecánicas, Aróstegui *et al.* (1974), JUNAC (1981), Pantigoso (2009) y Sotelo (2006) reportan resultados similares entre maderas procedentes de bosques naturales y plantaciones. En cuanto a las características de trabajabilidad de la madera procedente de bosques naturales, Sato (1976) y Lluncor *et al.* (2006) indican que tiene comportamiento de bueno a excelente en todos los ensayos.

Zavala (1993) indica que la trabajabilidad de la madera está influenciada por sus siguientes características: la orientación del grano, la textura de la madera, el tipo de porosidad y sus características y la variación de los anillos de crecimiento, específicamente la variación entre la madera de primavera y verano.

Ninin (1983) señala que la estructura anatómica facilita o dificulta las fallas a nivel celular, según la abundancia o escasez de células de baja resistencia, la distribución crítica de los elementos potenciales de falla y la inclinación de grano.

JUNAC (1983) precisa que la presencia y gravedad del grano arrancado es función de la densidad, siendo así que tiende a presentarse en maderas de mayor densidad. Louisiana State University Agricultural Center (2001) agrega que el grano arrancado se presenta al extraer pequeñas piezas de madera con las cuchillas, causadas por una velocidad de alimentación demasiado rápida. Koch, citado por Taquire (1987) afirma que el grano velloso ocurre cuando la herramienta produce fallas de compresión y de cizallamiento en la madera por delante del filo. Zavala (1993) considera que el grano velloso se asocia con la presencia de madera en tensión, y que se presenta en todos los ensayos de maquinado. Zavala (1993) señala que el grano levantado se presenta en la madera en tensión cuando se cepilla la madera en sentido opuesto al grano y se relaciona con la variación de las características de los anillos de crecimiento. Louisiana State University Agricultural Center (2001) acota que el grano levantado se produce por aflojamiento del grano en la superficie de la madera. Zavala (1993) sostiene que el grano astillado se genera debido al grano inclinado y también a la presencia del grano irregular alrededor de los nudos. Louisiana State University Agricultural Center (2001) afirma que el grano comprimido es causado por la viruta que se enrosca en la hoja de la cuchilla y es empujada hacia la superficie de la madera.

Vignote y Jiménez (1996) afirman que los defectos de superficies causados por la cuchilla obedecen a la velocidad de avance y a la profundidad de corte; a medida que aumenta la velocidad de avance de la madera, aumenta el

paso de la ondulación y la apariencia del defecto. De forma similar, aumentando la profundidad de corte, aumenta la irregularidad de la superficie y pierde calidad el trabajo. French (1977) recomienda en el caso de maderas de densidad mediana diferentes ángulos de corte: de 15 a 20°, para marcas de cuchilla de 3,5 a 4,7 por centímetro y una velocidad de alimentación de 59 a 44 m/min; y de 25° para marcas de cuchillas de 3,5 a 4,3 por cm y una velocidad de 59 a 48 m/min. JUNAC (1983) señala que la velocidad óptima de alimentación en el cepillado de maderas con densidad básica de 0,61 a 0,70 g/cm<sup>3</sup> es de 5,4 m/min; así mismo recomienda utilizar un ángulo de corte de 15°. De otro lado sostiene que en maderas duras el taladrado debe realizarse reduciendo la velocidad angular Emary (1992) y Harriague (1999) precisan que a medida que disminuye la velocidad de avance, mejora la calidad del cepillado.

El objetivo de la presente investigación es la evaluación del comportamiento de la madera de capirona procedente de plantaciones forestales de 9 años de edad a diferentes niveles de altura, en el cepillado, moldurado, taladrado y torneado bajo condiciones estandarizadas de ensayo. El conocimiento de las características de trabajabilidad de la madera es de importancia para incentivar su transformación secundaria y con ello impulsar el establecimiento de plantaciones forestales en nuestro país.

## Material y Métodos

Los ensayos de trabajabilidad se efectuaron en base a la Norma ASTM-D-166687 "Standard Methods for Conducting Machining Tests of Wood and Wood-Base Materials" (1999), adoptando las modificaciones propuestas por la JUNAC (1976) en lo referente a la maquinaria disponible y las condiciones de trabajo existentes para las maderas tropicales.

### Lugar de ejecución

Los ensayos de cepillado, moldurado, taladrado y torneado se realizaron en el Taller de Trabajabilidad de la Facultad de Ciencias Fore-

stales de la Universidad Nacional Agraria La Molina (Lima, Perú).

### Selección e identificación de árboles

La madera de capirona se obtuvo de cinco árboles seleccionados al azar de una plantación localizada en el kilómetro 105 de la carretera Federico Basadre con coordenadas 08°51.164 S, 75°10.748 W, en la localidad de San Alejandro en el distrito de Irazola, provincia de Padre Abad en la región Ucayali. La identificación de la especie se realizó en el Laboratorio de Anatomía de la Madera de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

### Preparación de probetas

El aserrío de las trozas se realizó en el taller de carpintería del CITE Madera Pucallpa. Debido a que las trozas presentaron pequeños diámetros, se priorizó la obtención del mayor volumen de madera aserrada, sin considerar la orientación de las piezas en los tres planos de corte. Las piezas fueron codificadas de la siguiente manera: el número del árbol en la plantación (8, 17, 37, 50, 51), el número de troza (1, 2, 3) y el nivel de altura en el fuste (A, B, C, D, E, F) (Figura 1).

El secado artificial de las piezas se realizó hasta un contenido de humedad de 14%, en la cámara de secado del CITE madera Pucallpa. La preparación y el dimensionado de las probetas se realizaron en el Taller de Trabajabilidad de la Madera de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional Agraria la Molina.

### Realización de ensayos

Se efectuaron cortes de cepillado, moldurado, taladrado y torneado, los cuales constituyeron operaciones frecuentes en la manufactura secundaria de la madera. El procedimiento seguido para cada ensayo se detalla a continuación.

A. Cepillado: los cortes de cepillado se efectuaron por ambas caras a una profundidad de 0,8 mm por cada pasada hasta alcanzar un espesor mínimo de 30 mm. Se utilizaron los án-

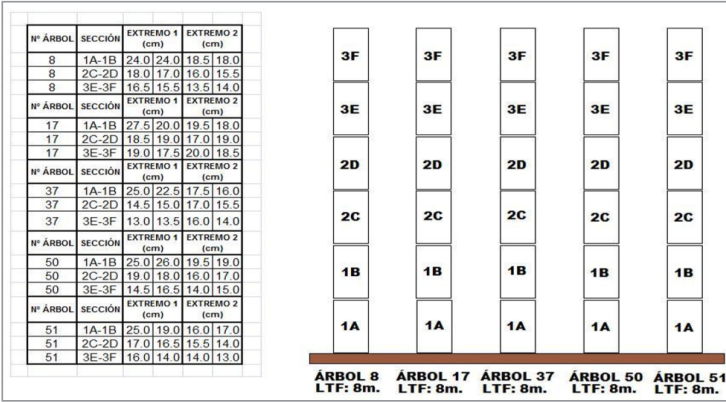


Figura 1. Diámetros y codificación de los árboles de capirona.

gulos de corte ilustrados en la Figura 2, con las velocidades de alimentación de 5 m/min y 10 m/min.

B. Moldurado: en la Figura 3 se muestra la cuchilla utilizada en el ensayo. Se colocó una marca en la cara de cada probeta para indicar la dirección de alimentación y la velocidad de giro. Las probetas fueron ensayadas a favor del grano con dos velocidades de giro (3750 y 7414 r/min).

C. Taladrado: se efectuaron cuatro agujeros por probeta; dos a una velocidad de 770 r/min y dos a 1400 r/min, utilizándose en cada velocidad una carga de penetración de 30 kg y dos tipos de broca (para metal y madera) de 12,5 mm de diámetro. Las perforaciones se realizaron sin ningún respaldo ya que se evalúa también la salida de la broca. Adicionalmente se controló el tiempo de penetración de la broca.

D. Torneado: se realizó en un torno manual con los ángulos de corte de 0°, 15° y 35°, y las velocidades de giro de 1680 y 2880 r/min.

Cada probeta se codificó en un extremo colocando el número del árbol y la letra que indica el nivel de altura en el fuste. Antes de colocar la probeta entre las puntas del torno, se trazaron diagonales en sus extremos para determinar el centro geométrico. Se utilizó una cuchilla preparada con el perfil especial, propuesta por la Norma ASTM (1999).

**Evaluación de probetas**

La evaluación se efectuó inspeccionando la severidad del defecto en la superficie maquinada de cada probeta según su plano de corte, para lo cual se cuantificó la extensión y gravedad de cada defecto observado por tipo de ensayo. La extensión del área defectuosa se determinó porcentualmente según el tipo de ensayo: en el cepillado mediante un recuadro de 10 cm x 10 cm; en el moldurado se cuantificó de modo similar al caso del cepillado, evaluando cada defecto en una zona de corte simple y otra de corte doble conforme se ilustra en la Figura 4.

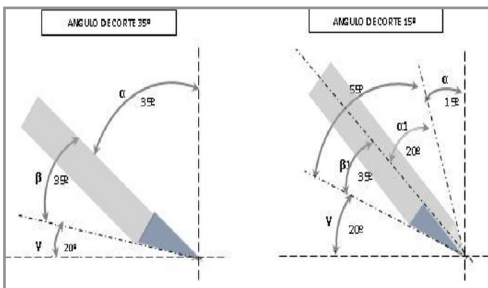


Figura 2. Ángulos de corte en el ensayo de cepillado.

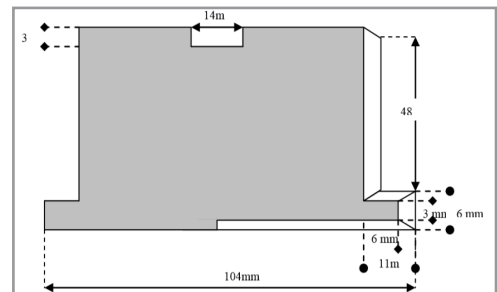
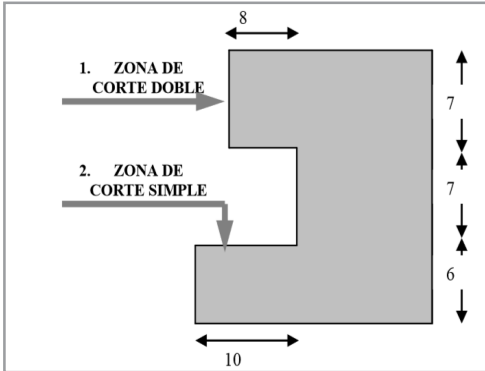


Figura 3. Cuchilla para ensayo de moldurado.



**Figura 4.** Zonas de evaluación en las probetas de moldurado.

En el taladrado se determinó en la porción de circunferencia afectada y en el torneado se cuantificó considerando las siguientes porciones afectadas: cilindro mayor y menor para evaluar el defecto de grano arrancado y grano levantado; plano inclinados para evaluar el grano comprimido y las aristas resultantes para evaluar el grano astillado y grano veloso. La gravedad de los mismos para los diferentes ensayos se estimó por simple comparación, excepto para el grano arrancado y astillado del cepillado que se obtuvo a partir de las mediciones de la profundidad del grano y el ancho de astilla.

La calidad de superficie en la probeta se determinó utilizando los parámetros detallados en el Cuadro 1. A continuación se obtuvo la clasificación final en grados de calidad según la Norma ASTM D-1666-87 (1999). En el Cuadro 2 se muestran los niveles de calificación de acuerdo a la ocurrencia del defecto.

En la determinación de la equivalencia de cada defecto en estudio, se utilizaron los factores de conversión detallados en el Cuadro 3.

En base a la ponderación del defecto para cada ensayo, se determinó la equivalencia del defecto mediante la siguiente expresión (Sato 1976):

$$E = (G-1) \times F + 1$$

Donde: E es la equivalencia del defecto; G es el grado de calidad y F es el factor de conversión o peso por tipo de ensayo.

Finalmente, con las equivalencias para cada defecto por probeta, se calificó la probeta en base al defecto que presentó mayor equivalencia o equivalencia dominante, según los rangos por calidad de superficie del Cuadro 4.

**Estudio estadístico de los grados de calidad**

Para cada tipo de ensayo se determinó la variabilidad de la especie a nivel de árboles, tal como se detalla en el Cuadro 5.

A fin de evaluar el efecto de los diversos tratamientos sobre la calidad de superficie producida en los ensayos de trabajabilidad, se utilizó el diseño de bloques completamente al azar. Para los ensayos de cepillado y taladrado se consideró un arreglo factorial de 2A x 2B, y para el ensayo de torneado se consideró un arreglo factorial de 2A x 3B; de acuerdo al siguiente esquema:

- Unidad experimental: probeta de madera de *Calycophyllum spruceanum*.
- Variable observada: grado de calidad.
- Nivel de significación del 95% de confianza, con un  $\alpha = 0.05$ .
- Bloque para el cepillado, moldurado, taladrado y torneado: nivel de altura.

Gravedad del defecto	Extensión de la superficie defectuosa			
	(0-4)	(5-35)	(36-69)	(70-100)
Suave	Excelente	Buena	Regular	Regular
Moderado	Buena	Regular	Mala	Mala
Fuerte	Regular	Mala	Mala	Deficiente

**Cuadro 1.** Calidad de superficie en función de la extensión de la superficie defectuosa y la gravedad del defecto.

Calidad	Grado
Excelente	1
Bueno	2
Regular	3
Malo	4
Deficiente	5

**Cuadro 2.** Niveles de calificación según la ocurrencia del defecto.

Defecto	Factor de conversión			
	Cepillado	Moldurado	Taladrado	Torneado
Grano arrancado	1,0	1,0	-	1,0
Grano astillado	0,8	0,8	0,8	0,8
Grano levantado	0,6	0,6	-	0,6
Ruptura de grano	-	-	1,0	-
Grano veloso	0,2	0,2	-	0,2
Grano comprimido (aplastamiento)	-	-	-	0,4

**Cuadro 3.** Factores de conversión de defectos según su severidad en los ensayos de trabajabilidad de la madera.

Rango	Calidad
De 1,0 a 1,5	Excelente
De 1,6 a 2,5	Buena
De 2,6 a 3,5	Regular
De 3,6 a 4,5	Malo
De 4,6 a 5,0	Deficiente

**Cuadro 4.** Rangos por calidad de superficie por defecto en la probeta de ensayo.

Ensayos	Cepillado	Moldurado	Taladrado	Torneado
Nº de árboles	5			
Nº de repeticiones/ árb.	6	6	6	36
Nº de repeticiones/ ensayo	30	30	30	180

**Cuadro 5.** Distribución de número de probetas y repeticiones por ensayo.

Factores para el cepillado de la madera:

Factor	Niveles de factor	
a. Ángulo de corte ( $\alpha$ )	15°	35°
b. Velocidad de alimentación ( $V_a$ )	5 m/min	10 m/min
Tipo de combinación: $\alpha - V_a$		

Factores para el taladrado de la madera:

Factor	Niveles de factor	
a. Velocidad angular ( $\omega$ )	770 r/min	1400 r/min
b. Tipo de broca (B)	madera	metal
Tipo de combinación: $\omega - B$		

Factores para el taladrado de la madera:

Factor	Niveles de factor		
a. Velocidad angular ( $\omega$ )	1680r/min	2880 r/min	
b. Ángulo de corte ( $\alpha$ )	0°	15°	35°
Tipo de combinación: $\alpha - \omega$			

Factor para el moldurado: velocidad de giro.

## Resultados

### Ensayo de cepillado

Según la Figura 5, independientemente de la velocidad de alimentación y el nivel de altura en el fuste, la calidad de superficie generada fluctúa de buena (con 35°) a excelente (con 15°), reportando grados de calidad. De tal manera, la calidad de superficie en el cepillado mejora a medida que se reduce el ángulo de corte.

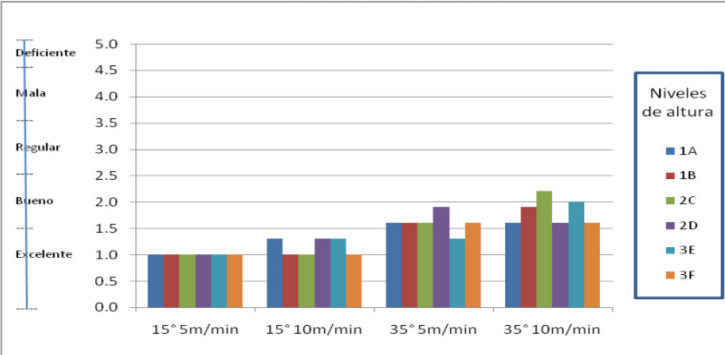
### Ensayo de moldurado

Según la Figura 6, independientemente del nivel de altura en el fuste, la calidad de superficie generada fluctúa de buena (3741 r/min) a excelente (7444 r/min).

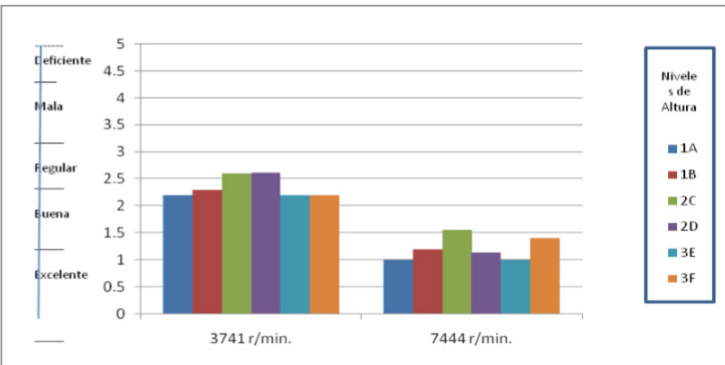
### Ensayo de taladrado

Según la Figura 7, independientemente de la velocidad de giro y el nivel de altura en el fuste, la calidad de superficie generada fluctúa de regular (con broca para metal) a mala (con broca para madera).

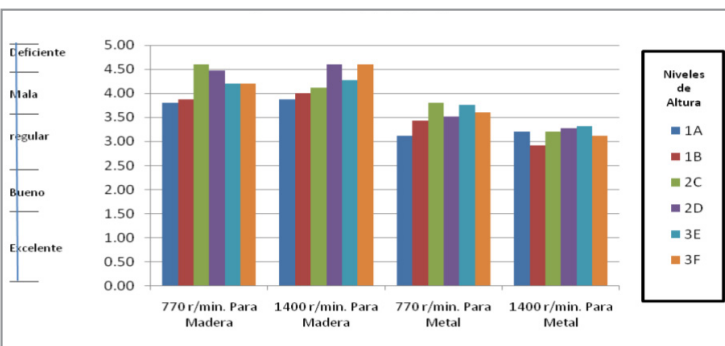




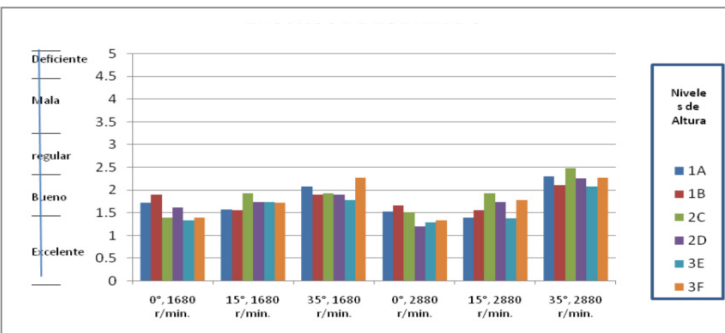
**Figura 5.** Grados promedio de calidad de superficie en el ensayo de cepillado según nivel de altura, ángulo de corte y velocidad de alimentación.



**Figura 6.** Grados promedio de calidad de superficie en el ensayo de moldurado según nivel de altura y velocidad de giro.



**Figura 7.** Grados promedio de calidad de superficie en el ensayo de taladrado según nivel de altura, tipo de broca y velocidad de giro.



**Figura 8.** Grados promedio de calidad de superficie en el ensayo de torneado según nivel de altura, ángulo de corte y velocidad de giro.

Parámetros estadísticos	Cepillado (m/min)				Moldurado (r/min)		Taladrado (r/min)				Torneado (r/min)	
	5		10		3750	7414	Broca madera		Broca metal		1680	2880
	15°	35°	15°	35°			760	1405	760	1405		
Promedio	0	1,54	1,15	1,86	2,35	1,22	2,99	2,08	1,97	1,06	1,75	1,77
CV	0	48,5	39,8	43,1	29,2	40,3	21,3	165,9	19,4	15,4	29,8	38,5
CV1	0	17,5	11,9	22,6	10,7	13,2	17	62,7	9,6	5,7	11,3	11,4
CV2	0	29,4	29,4	36,8	24,6	33,2	13,8	49,8	17,2	14,5	28,8	38,3

**Cuadro 6.** Variabilidad del grado promedio de calidad de superficie según ensayo de trabajabilidad. Donde: CV= coeficiente de variación total (%), CV1= coeficiente de variación entre árboles (%), CV2= coeficiente de variación dentro de los árboles (%).

Fuente de variabilidad	Significancia
<b>Ensayo de cepillado</b>	
Nivel de altura (bloque)	No significativo
Ángulo de corte	Significativo
Velocidad de alimentación	No significativo
Interacción ángulo-velocidad	No significativo
<b>Ensayo de moldurado</b>	
Nivel de altura (bloque)	No significativo
Velocidad de giro	No significativo
<b>Ensayo de taladrado</b>	
Nivel de altura (bloque)	No significativo
Tipo de broca	Significativo
Velocidad de giro	No significativo
Interacción tipo de broca-velocidad	No significativo
<b>Ensayo de torneado</b>	
Nivel de altura (bloque)	No significativo
Ángulo de corte	Significativo
Velocidad de giro	No significativo
Interacción ángulo de corte-velocidad de giro	No significativo

**Cuadro 7.** Análisis de variancia de los ensayos de trabajabilidad para la madera de *Calycophyllum spruceanum*.

### Ensayo de torneado

Según la Figura 8, independientemente de la condición, la madera de capirona de plantaciones reporta grados de calidad que fluctúan de bueno a excelente. También se puede apreciar una ligera tendencia a mejorar la calidad de superficie a medida que disminuye el ángulo de corte.

### Variabilidad de la calidad de superficie en los ensayos de trabajabilidad

Según el Cuadro 6, independientemente del tipo de ensayo, se observa que la variabilidad entre árboles es menor a la variabilidad dentro de los árboles.

La menor dispersión relativa registrada entre los árboles de la plantación puede explicarse por la misma procedencia del material experimental, que garantiza cierta homogeneidad de la muestra.

### Análisis de variancia de la calidad de superficie en los ensayos de trabajabilidad

Según el Cuadro 7, independientemente del ensayo, se observa que no existen diferencias significativas entre los niveles de altura, lo cual significa que se pueden obtener calidades de superficie similares, maquinando la madera proveniente de diferentes niveles de altura. De la misma manera, no existen efectos combinados o interacción entre las variables sobre el grado de calidad de la superficie ensayada.

Para los ensayos de cepillado y torneado, éste análisis también demuestra que existe diferencia significativa a nivel de los ángulos de corte, por lo tanto existe suficiente evidencia estadística para afirmar que se obtienen calidades de superficie diferentes con los ángulos de corte ensayados.

### Discusión

El grado de calidad obtenido en el ensayo de cepillado reporta grados de calidad similares a los obtenidos en madera de capiro-



na en bosques naturales (Lluncor *et al.* 2006, Sato 1976). La madera la calidad de superficie tiene un comportamiento similar a los mencionados por Peñaloza (2005), Plaza (2009), Sato (1976), Scheelje (2002) y Soria (2006). El ensayo de moldurado reporta grados de calidad similares a los obtenidos en madera de capirona en bosques naturales (Lluncor *et al.* 2006 y Sato 1976).

De acuerdo al taladrado en madera de capirona, Plaza (2009) reporta que la broca para metal genera la mejor calidad de superficie en comparación con la broca para madera. Las deficientes calidades de superficie obtenidas en el presente estudio, contrastan con el excelente comportamiento al taladrado reportado para la madera de capirona procedente de bosques naturales (Lluncor *et al.* 2006; Sato 1976). Esto también podría explicarse por los menores valores de densidad, clivaje, cizallamiento y dureza, registrados en la madera de capirona de plantación en comparación con la de bosques naturales. La falta de cohesión transversal entre las fibras de la madera, genera deficientes calidades de superficie en el taladrado (JUNAC 1983). El defecto predominante es la ruptura de grano en el orificio de salida, el cual puede atribuirse a la presencia de grano entrecruzado (Lluncor *et al.* 2006).

El comportamiento observado en el ensayo de torneado es similar al registrado para capirona de bosques naturales (Sato 1976). Asimismo, la tendencia de mejora en la calidad de superficie respecto al ángulo de corte coincide con Peñaloza (2005) y Soria (2006).

## Conclusiones

La madera de plantaciones de 9 años proporciona calidades de superficie similares a las reportadas en bosques naturales. El nivel de altura en el fuste no tiene efecto sobre el grado de calidad de la superficie maquinada. La calidad del cepillado mejora cuando se utiliza un menor ángulo de corte. La calidad del moldurado mejora cuando se utiliza una mayor velocidad de giro. La calidad de la perforación mejora cuando se utiliza broca para metal y se

incrementa la velocidad de giro. La calidad del torneado mejora a medida que se reducen el ángulo de corte y la velocidad de giro.

El maquinado eficiente de la madera de plantaciones de 9 años, debe considerar las siguientes condiciones: cepillado, con un ángulo de corte de 15° y con velocidades de alimentación de 5 y 10 m/min.; moldurado, con una velocidad de giro de 7414 r/min; taladrado, con broca para metal y una velocidad de giro de 1400 r/min.; torneado, con ángulo de corte de 15° y con velocidades de giro de 1680 y 2880 r/min.

## Bibliografía

- Acevedo, M; Kikata, Y. 1994. Atlas de Maderas del Perú. UNALM. Lima Perú. Universidad de Nagoya. Japón. 202 p
- ASTM (American Society for Testing and Materials). 1999. Standard Methods for Conducting Test of Wood and Wood-Base Materials ASTN-D-1666-87. Philadelphia, USA. 19p.
- Aróstegui, A. *et al.* 1974. Estudio tecnológico de maderas del Perú (Zona Pucallpa), características tecnológicas y usos de la madera de 145 especies del país. Ministerio de Agricultura. UNALM-La Molina. Lima-Perú. Vol. I. 483 p.
- Chavesta, M. 2005. Maderas para pisos. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima, Perú. 176 p.
- JUNAC (Junta De Acuerdo De Cartagena). 1976. Normas y metodología para actividades tecnológicas. PADT-REFORT. Lima-Perú. 41p.
- JUNAC (Junta Del Acuerdo De Cartagena). 1981. Tablas de propiedades físicas y mecánicas de la madera de 20 especies de Perú. Junta del acuerdo de Cartagena. Lima - Perú. 40p
- JUNAC (Junta De Acuerdo De Cartagena). 1983. Estudio de características de trabajabilidad de 105 maderas de los bosques tropicales del Grupo Andino. Parte I. PADT-REFORT. Lima-Perú. 184 p.
- LSUAC (Louisiana State University Agricultural Center). 2001. La madera, su naturaleza y

- propiedades para la carpintería. LSU. Ag Center Research and Extensión. 18 p.
- Lluncor, MD. 1989. Trabajabilidad de nueve especies de la zona selva baja Alpuhuayo-Jenaro Herrera. Pucallpa, Perú. 21p.
- Lluncor, MD; Roeder RO; Ypuchima ,PA. 2006. Comportamiento al maquinado de la madera de *Calycophyllum spruceanum*, Benth Hook.F.Ex Schum. (capirona) de Pucallpa. Revista Forestal de Ucayali 3(1): 11-19.
- Ninin, L. 1983. Texto de labrado mecanizado. Universidad de los Andes. Mérida, Venezuela. 264 p.
- Pantigoso, JA. 2009. Propiedades físicas y mecánicas de la capirona (*Calycophyllum spruceanum* (Benth) hook ex Schumann) Procedente de una plantación experimental en San Alejandro, Ucayali – Perú?. Tesis para Optar el Título de Ingeniero Forestal. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 100p.
- Peñaloza, D. 2005. Características de trabajabilidad de la madera de ingaina (*Myrsine oligophylla*). Tesis para optar el Título de Ingeniero Forestal. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 104 p.
- Plaza, IY. 2009. Características de trabajabilidad de la madera de *Tetrorchidium ribrivendum* Poeppig (col de monte) procedente de la zona de Oxapampa. Tesis para optar el Título de Ingeniero Forestal. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 121 p.
- Reynel, C; Pennington, RT; Pennington, TD; Flores, C; Daza, A. 2003. Árboles útiles de la amazonía peruana y sus usos. 509 p.
- Sato, AA. 1976. Propiedades de trabajabilidad de la madera de 12 especies del Perú. Tesis para optar el Título de Ingeniero Forestal. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 110p.
- Scheelje, M. 2002. Comportamiento del tornillo de tres edades diferentes al cepillado, taladrado y torneado. Tesis para optar el Título de Ingeniero Forestal. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 75 p.
- Sears, R; Ugarte, J; Soudre, M. 2002. La autoecología y la ecología de *Calycophyllum spruceanum*. Un árbol de la Varzea Amazónica. IX Congreso Nacional de Botánica. Iquitos-Perú.
- Soria, M. 2006. Trabajabilidad de la madera de pucaquiro (*sickingia williamsii*) proveniente de bosques secundarios de la zona de San Martín - Perú. Tesis para optar el Título de Ingeniero Forestal. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 96 p.
- Sotelo, C. 2006. Genetic variation and correlations between growth and wood density of *Calycophyllum spruceanum* at an early age in the Peruvian Amazon. Universidad Laval. Quebec, Canadá. 23 p.
- Taquire, AA. 1987. Propiedades físicas a nivel radial, longitudinal y comportamiento al cepillado, moldurado, taladrado y lijado de *Gua-zuma crinita* Mart. (bolaina blanca), Pucallpa. Tesis para optar el Título de Ingeniero Forestal, Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo, Perú. 113 p.
- Vignote, S; Jimenez, F. 1996. Tecnología de la madera. Ministerio de Agricultura, Pesca y alimentación. Mundi-Prensa. Madrid-España. 653 p.
- Zavala, D. 1993. Factores que influyen en las características de maquinado de la madera. En Memoria del IV Seminario Nacional de Industria Maderera (1988, Coyocan D.F., MX) N°63.p. 145-157.

Presentado: 14/09/2010

Aceptado: 15/12/2017