

## TEMA 1. MANEJO DE LOS BOSQUES NATURALES Y PLANTACIONES FORESTALES

### ¿ES LA CAPIRONA *Calicophyllum spruceanum* UNA OPCIÓN RENTABLE PARA LA PROMOCIÓN DE PLANTACIONES FORESTALES EN LA AMAZONIA?

José Eloy Cuellar Bautista<sup>1</sup>, Pedro Pablo Reyes Inca<sup>2</sup>

jcuellar@inia.gob.pe

preyes@inia.gob.pe

(1) Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), Programa de Investigación Agraria Forestales, Lima

(2) Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), Programa de Investigación Agraria Forestales, Estación Experimental Agraria Pucallpa, Ucayali

**Palabras claves: Maderas, Capirona, Plantaciones, Propiedades, Usos**

#### Resumen

El Perú es uno de los países que conforman los llamados centros de mega diversidad del planeta, esto nos obliga a incrementar el conocimiento del recurso para generar modelos de desarrollo sustentables. Existen algunos esfuerzos realizados por instituciones nacionales e internacionales. Sin embargo la mayoría de estos se han realizado de manera dispersa, con diversas motivaciones y siguiendo objetivos específicos, que ha llevado a la duplicación de esfuerzos y lagunas de información. El bosque amazónico, cuenta con unas 6280 especies arbóreas, de las cuales se conocen botánicamente alrededor de 500 y se comercializan unas 60, siendo el gran problema, el desconocimiento del valor de uso y la tecnología para la transformación primaria y la falta de una metodología para la trabajabilidad. La Capirona *Calicophyllum spruceanum* es una especie propia de las zonas tropicales húmedas, puede crecer en toda la amazonia, suele formar manchales conocidos como "Capironales", en algunas zonas suele ser muy agresiva en la regeneración natural y podría convertirse en una excelente alternativa para la promoción de plantaciones forestales en altitudes que van de 0 a 1200 msnm. Por tratarse de una especie con densidad básica alta y grano fino, podría tener importantes beneficios en los diferentes usos que se le quiera dar en la industria. Entre los más conocidos está el parquet, sin embargo tiene múltiples cualidades para su uso final que se demuestran en la presente investigación van desde el uso maderable como el no maderable, lo cual incrementa su valor de uso. Actualmente, se está incrementando la comercialización de maderas con valor agregado, en la amazonia, se puede observar productos con secado y preservación, en Lima tiene un espacio propio en la industria de muebles de zonas como Ate Vitarte, San Juan de Lurigancho y Villa el Salvador y según encuestas su demanda aumentará en los próximos años (aserrío, secado, preservación, fabricación de tableros, chapas y pisos) y la transformación secundaria (partes y piezas, carpintería de obra, muebles y artesanía). En esta investigación se demuestra mediante evaluación de propiedades tecnológicas, mecánicas, de usos y trabajabilidad, que la Capirona proveniente de plantaciones puede contribuir a la disminución de una parte importante de la presión sobre el bosque natural, representando una alternativa rentable para el uso y conservación del bosque

#### Introducción

En estos últimos años, a nivel mundial se evidencia una creciente tendencia al uso de maderas procedentes de plantaciones forestales como consecuencia de la escasez de especies comerciales de grandes diámetros procedentes de los bosques naturales además de políticas con restricciones cada vez más fuertes para el aprovechamiento de los bosques; que se respalda en razones ambientales,

aprovechamiento de tierras deforestadas, mayor productividad, mejores incentivos para las inversiones privadas, mejora en los conocimientos tecnológicos, entre otros. (Pantigoso, 2010;

La promoción de plantaciones con especies nativas de silvicultura conocida y el desarrollo de mercados para estas especies suponen la disminución de la presión sobre el bosque natural, representando una alternativa rentable para el uso y conservación del bosque. Sin embargo, la mayoría de plantaciones que se han instalado en el país, son de tipo promocional o de investigación, actualmente la gran producción es procedente de la regeneración natural. Cuando hablamos de plantaciones comerciales, no solo se requiere áreas extensas sino también calidad adecuada en el material a propagar por vía sexual ó asexual. Además debemos incrementar la información sobre todo la relacionada con madera generada en las plantaciones

La Capirona es una especie propia de las zonas tropicales húmedas, puede crecer en toda la amazonia, suele formar manchales conocidos como “capironales”, en algunas zonas suele ser muy agresiva y podría convertirse en una excelente alternativa para reforestación en altitudes que van de 0 a 1,200msnm. Por tratarse de una especie con densidad básica alta, de grano fino, podría tener importantes beneficios en los diferentes usos que se le quiera dar en la industria. Entre los más conocidos está el parquet, sin embargo tiene múltiples cualidades para su uso final que van desde el uso maderable como el no maderable, lo cual incrementa su valor de uso, en especial en la industria de muebles de zonas como Ate Vitarte, San Juan de Lurigancho y Villa el Salvador. Según encuestas su demanda aumentará en los próximos años (aserrío, secado, preservación, fabricación de tableros, chapas y pisos), así como la transformación secundaria (partes y piezas, carpintería de obra, muebles y artesanía).

Esta especie que se adapta a bosques ribereños temporalmente inundables por aguas claras de pedregosidad elevada. Sin embargo, antes de iniciar una reforestación es necesario evaluar las condiciones de sitio, que viene a ser el área relativamente uniforme en condiciones ambientales y capacidad para promover el crecimiento esto implica bosque, fauna, clima, topografía, suelo en relación con la especie que se va a instalar. Sin embargo no son determinantes para predecir el comportamiento final de la plantación. Además demuestra una mejor respuesta en crecimiento cuando empleamos semillas de procedencia local.

El objetivo del presente trabajo es demostrar que por las propiedades físicas, mecánicas y de trabajabilidad de Capirona es una opción rentable para la promoción de plantaciones forestales en la amazonia

## **Materiales y Métodos**

### *Lugar del experimento*

La cuenca de Aguaytia; La madera evaluada proviene de plantaciones experimentales de 7 y 9 años la primera se ubica en la Estación Experimental Agraria Pucallpa del INIA y la segunda km 89 de la carretera Federico Basadre, distrito de Irazola, provincia de Padre Abad, región Ucayali.

### *Especie en estudio*

*Calycophyllum spruceanum* Benth, llamada comúnmente “Capirona” o “Capirona negra” (Reynel et al, 2003), tiene el sinónimo botánico de *Eukylista spruceana*. Raspod (Torres, 1993). Según Chichignoud et al y el PADT – Refort, citados por Meléndez (1999) indican los siguientes nombres internacionales comerciales: Capirona (Perú), Palo blanco (Argentina), Guayabochi (Bolivia), Pau mulato (Brasil), Alazano (Colombia), Cousicao (Ecuador), Araguato (Venezuela), Palo camarón (España), Citronnier bresilien (Francia).

Presenta fuste recto, cilíndrico. Altura total promedio de 40m y comercial de 25m; DAP de 0.9m. Copa abierta, asemejando a un cono. Corteza lisa, verde botella brillante y de textura suave. Posee ritidoma deciduo en capas amplias como papel de consistencia cariácea y color marrón, con espesor de 5mm. Es un árbol que puede llegar a medir hasta 30m de altura, a los 8 años inicia su primera floración, otra característica es que renueva su corteza cada año.

Especie presente en los bosques tropicales de América del Sur, principalmente en la Amazonía. En el Perú se encuentra en bosques primarios y secundarios (es más común encontrarla) en terrenos periódicamente inundables y en las formaciones ecológicas de bosque seco tropical (bs-T), bosque húmedo tropical (bh-T) y bosque muy húmedo tropical (bmh-T), por debajo de los 1,200msnm. Se encuentra en los departamentos de Loreto (Yurimaguas, Iquitos), Ucayali (Pucallpa), Huanuco (Tingo María). La especie es heliofita y está asociada con *Manilkara bidentata*, *Pourouma cecropiaefolia*, *Guarea trichilioides*, *Genipa americana* y otras (Reynel et al.; 2003). Sears et al (2002) agregan que es una especie de bosques ribereños temporalmente inundables por aguas claras.

#### Colección de muestras

Las muestras de madera para el estudio fueron colectadas y seleccionadas según lo estipulado por ASTM (2004), Designation: D 5536 – 94 (Reapproved 2004). Las evaluaciones de campo fueron realizadas en la Universidad Nacional Agraria La Molina UNALM y la Universidad de Ucayali UNU.

La plantación de 9 años consta de 112 árboles, distanciamiento de 2,5 metros, a campo abierto, de topografía plana con dos filas de árboles con pendientes de 5 a 10%, el suelo ligeramente ácido (pH 6,3) el mantenimiento fue raleo al 50% al segundo año. La plantación de 7 años consta de 100 árboles raleados. De cada árbol extrajo 4 tablillas de 25x55x800mm, condición saturada. En ambos casos, no se realizó tratamiento de poda por presentar autopoda, el control de maleza con cubierta del suelo por Centrosema.

## Resultados y discusión

### Producción

El volumen de madera aserrada de la especie Capirona a nivel nacional del año 2000 al 2013 es: 403,973m<sup>3</sup>. En cuanto al movimiento comercializado anual en el mismo periodo, muestra en líneas generales una tendencia muy fluctuante, alza entre los años 2000 al 2007, luego descenso significativo entre el 2008 al 2010, un ascenso en el 2011, y por último en los años 2012 y 2013 tiende a descender.

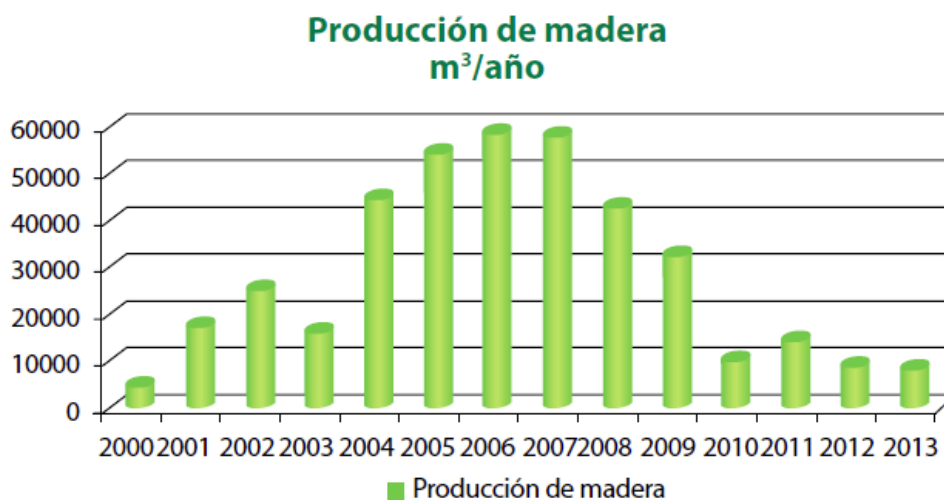


Figura 1 Producción anual de madera. Fuente

### Crecimiento

En cuanto al Incremento medio Anual para diámetro y altura, de la evaluación de plantaciones en la cuenca de Aguaytia, obtenemos que en diámetro es de 2.9cm/año y en altura es de 2.7 m/año. Es considerada una especie de mediano a rápido crecimiento. El estado fitosanitario es bueno y no se evidencio el ataque de plagas y/o enfermedades. Posee un crecimiento de manera homogénea y con gran vigorosidad, siendo un indicativo de que no tiene plagas ni enfermedades, que afecten su crecimiento. En la evaluación de fuste, la característica de fuste recto se da entre 79 a 95%, lo cual demuestra que es una característica propia de la especie.

### Propiedades Físicas y tecnológicas de la madera

#### Densidad

Se puede observar en la Figura 2, que esta varía de acuerdo al lugar, edad, altitud y la procedencia de plantación o bosque.

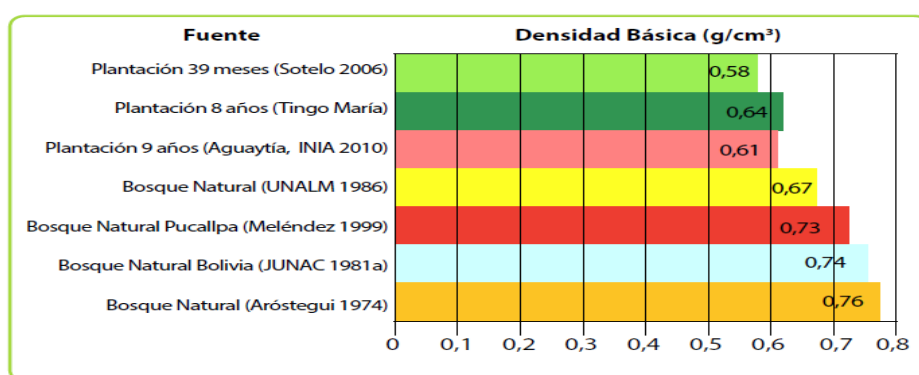


Figura 2 Densidad básica de Capirona a diferentes edades de plantaciones y bosques. Fuentes

Comparando los resultados con la clasificación descrita por Aróstegui (1982), la madera estudiada, con densidad básica de 0,61g/cm<sup>3</sup> se clasifica como Alta, por su contracción volumétrica de 11,38% está catalogada como Media. La relación T/R (Estabilidad dimensional), con un valor de 2,08, estaría considerada como una madera moderadamente estable

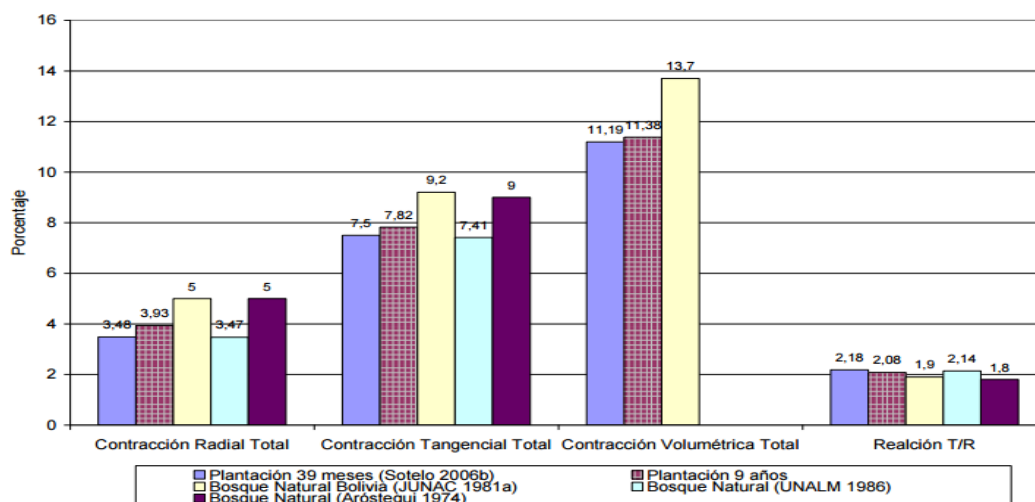


Figura 3 Comparación de la contracción total. Fuente Pantigoso 2010

### Propiedades Mecánicas de la madera

En compresión perpendicular, cizallamiento radial, cizallamiento tangencial, dureza de lados y dureza de los extremos, comparando la madera de 9 años y del bosque, existen diferencias significativas en los valores reportados. Comparando los valores en los criterios de evaluación de Arostegui (1982) Davalos y Barcenas (1998) en condición verde y Davalos y Barcenas (1998) para seca al aire, se clasifica como una madera de resistencia mecánica media.

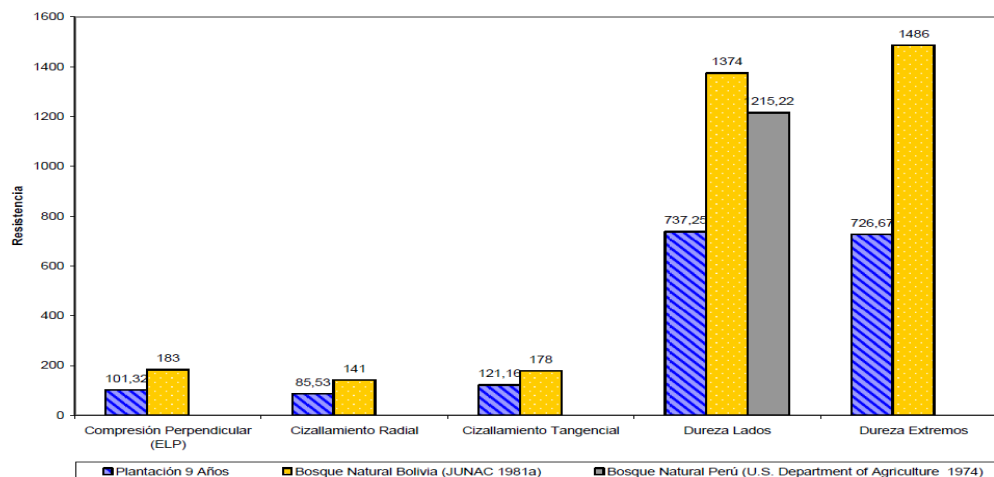


Figura 4 Resistencia promedio de la madera de plantación y el bosque natural al 12% de contenido de humedad. Fuente Pantigoso 2010

En flexión estática (ELP), (MOR), (MOE), Compresión paralela (ELP) y (RM), se observan diferencias significativas entre la madera de plantaciones y la madera proveniente del bosque natural

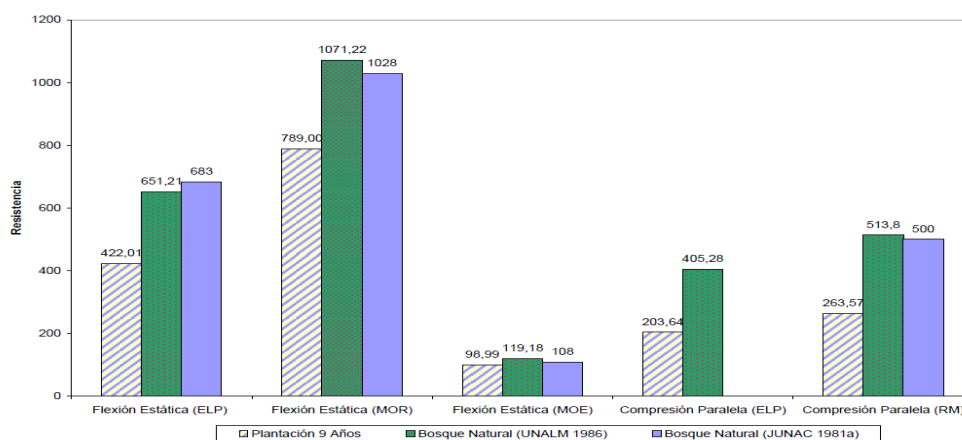


Figura 5 Resistencia promedio de la madera de plantación y el bosque natural. Fuente Pantigoso 2010

En compresión perpendicular (ELP), cizallamiento radial, Dureza y Cizallamiento Tangencial, se observa diferencias no significativas comparándolos con especies comerciales provenientes de bosques, lo cual es un indicativo de que esta madera a temprana edad puede ser sustituta de otras especies comerciales de gran importancia comercial.

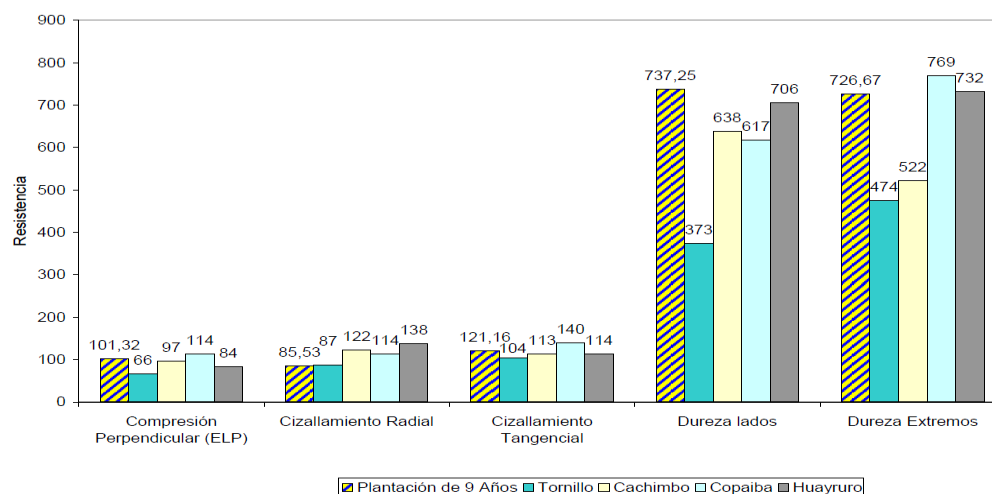


Figura 6 Resistencia promedio de la madera de plantación y el bosque natural al 12% de contenido de humedad. Fuente Pantigoso 2010

### Aptitud de uso

La Capirona de acuerdo con sus propiedades físico-mecánicas puede compararse con *Cariniana domestica* (Cachimbo), *Copaifera officinalis* (Copaiba) y *Cedrelinga cateniformis* (Tornillo), provenientes de bosque natural; cuyas aptitudes son para estructuras y carpintería de obra (viviendas), ebanistería, mangos de herramienta, parquet y cajonería

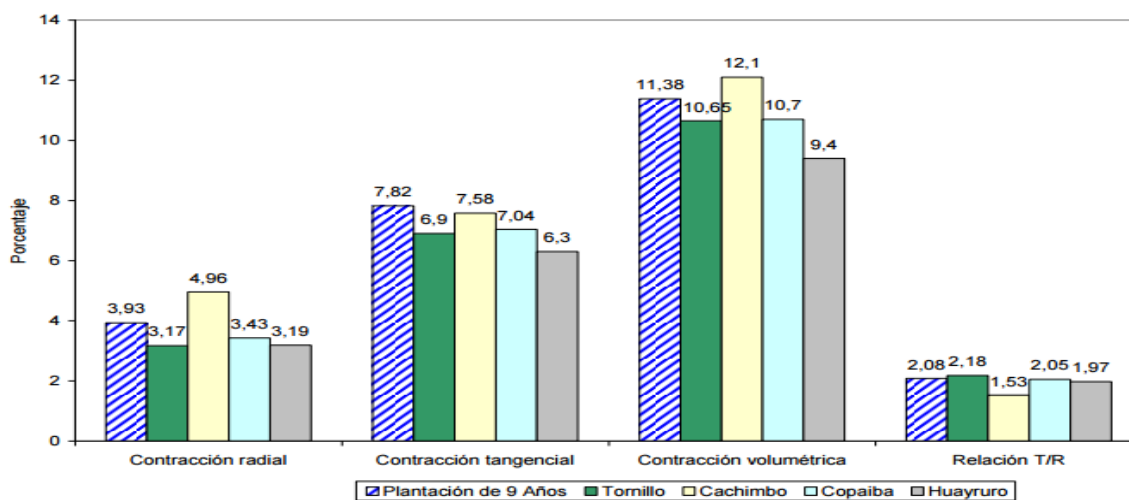


Figura 6 Comparación de propiedades física en condición verde con otras especies comerciales. Fuente Pantigoso 2010

Con respecto a propiedades mecánicas como la compresión perpendicular (ELP), cizallamiento radial, Cizallamiento Tangencial; Dureza, se observa diferencias no significativas comparándolos con especies comerciales provenientes de bosques, lo cual es un indicativo de que esta madera a temprana edad puede ser sustituta de otras especies comerciales de gran importancia comercial

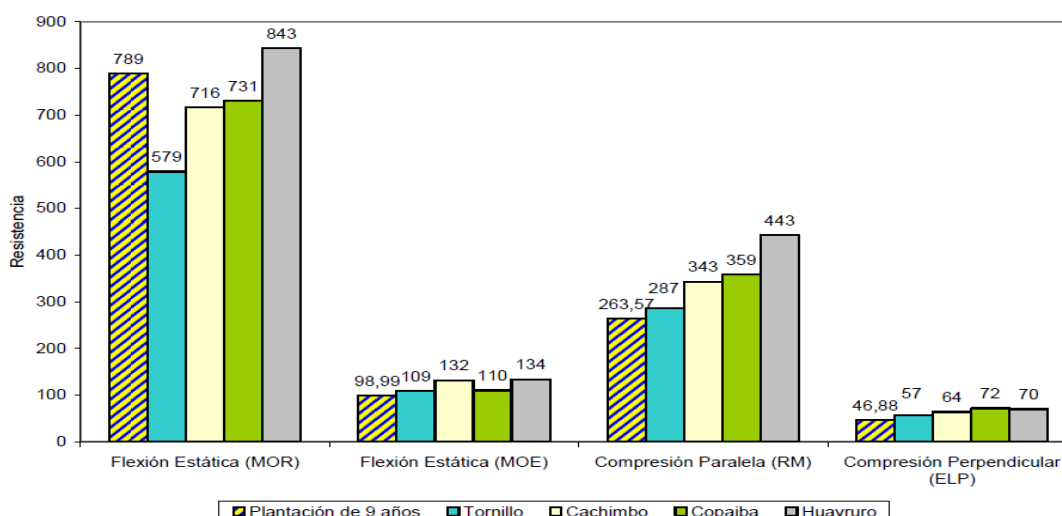


Figura 7 Comparación de propiedades mecánicas en condición verde con otras especies comerciales. Fuente Pantigoso 2010

### Ensayos de resistencia a usos comerciales

Para ello se han realizado pruebas en dos tipos de uso; tableros y sillones de madera. En base a la madera de 7 años de edad

### Efecto de la Presión a la Resistencia Mecánica de Tableros Encolados

Se comparó la resistencia de los tableros encolados con respecto a la madera maciza. Las intensidades de presión 17 lb pie, 15 lb pie y 13 lb pie mostraron mayor resistencia al esfuerzo al cizallamiento en la línea de cola. Las intensidades de presión 15 lb pie, 11 lb pie y 9 lb pie mostraron mayor resistencia al esfuerzo mecánico de tracción perpendicular en la línea de cola. Se encontró diferencias significativas entre madera encolada y madera maciza

Cuadro 1. Ensayos de cizallamiento y tracción perpendicular en madera encolada y maciza

Ensayos	MADERA ENCOLADA					MADERA MACIZA		ANOVA	
	ESFUERZO MAXIMO PROMEDIO (kg cm <sup>-2</sup> )					Radial	Tangencial		P-Value
	17 lb pie <sup>-2</sup>	15 lb pie <sup>-2</sup>	13 lb pie <sup>-2</sup>	11 lb pie <sup>-2</sup>	9 lb pie <sup>-2</sup>				
<b>Cizallamiento</b>	128.37a	106.56a	103.47a	101.49b	86.75b	144.64c	131.40c	0.00028*	
<b>Tracción perpendicular</b>	37.25a	47.24b	41.83a	49.54b	46.18b	58.52c	59.33c	0.008*	

\*Significativo al  $P < 0.05$ ; letras diferentes en la misma fila = diferencias significativas

### Prueba de Resistencia Mecánica de sillones usando dos tipos de uniones

Se trata de sillones rústicos a partir de dos tipos de uniones fueron evaluados mediante las normas técnicas peruanas NTP 260.018:2010 y NTP 260.024:2011 para identificar la estabilidad y resistencia. Estas normas basadas metodológicamente en INDECOPI muestran resultados cualitativos de cada ensayo. Se construyó 12 sillones, con 2 tipos de uniones: espiga encolada (utilizando adhesivo acetato de polivinilo (PVA) del tipo D4) y espiga entornillada (utilizando tirafones).

Cuadro 2. Ensayos de cizallamiento y tracción perpendicular en madera encolada y maciza

Ensayo	Estabilidad Frontal para sillas				Estabilidad lateral para sillones con respaldares				Estabilidad Trasera				Carga estatica en el asiento				Estabilidad sobre el espaldar			
Tipo de unión	Espiga Entornillada		Espiga Encolada		Espiga Entornillada		Espiga encolada		Espiga Entornillada		Espiga encolada		Espiga Entornillada		Espiga encolada		Espiga Entornillada		Espiga encolada	
N° de Muestra	M 1	M2	M3	M4	M 1	M 2	M 3	M4	M 1	M 2	M 3	M 4	M 1	M 2	M 3	M 4	M 1	M 2	M 3	M 4
Resultados	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Promedio (k)	22.7		24.5		22.9		20.2		22.04		20.2		NSR		NSR		0.06		0.2	

\*S =Satisfactorio

### Secado

En el secado al aire tiene tendencia a la rajadura, pero puede evitarse si las condiciones de secado natural o artificial son controladas. Buen comportamiento con programa suave de 10 días para espesores menores de 30mm. Para disminuir el riesgo de colapso y rajaduras requiere un tratamiento de desflamado. (Bustamante, 2010)

### 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 la madera de Capirona procedente de plantaciones.

En el Cepillado se obtuvo una excelente calidad de superficie de baja rugosidad, con 15º 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 0º y 15º de ángulo de corte y en cualquier velocidad de giro.

Los defectos grano arrancado y astillado con una gravedad moderada están relacionados con un Taladrado con broca para madera y 770 r/min de velocidad de giro.

### Conclusiones

- Capirona a temprana edad demuestra condiciones buenas para diferentes usos no estructurales, y diferencias no significativas en propiedades físicas y mecánicas comprando con especies comerciales provenientes del bosque.
- En cuanto al crecimiento Capirona tiene un crecimiento de manera homogénea y con gran vigorosidad, siendo esta característica, un indicativo de que no tiene plagas ni enfermedades.
- La madera de 9 años se clasifica como de alta densidad básica, mediana contracción volumétrica y resistencia mecánica media. Presenta limitaciones para su uso estructural y buenas aptitudes para estructuras ligeras, muebles, molduras, revestimiento, ebanistería, artesanía, carpintería de obras y de interiores
- En relación a su uso estructural la especie muestra valores de resistencia y rigidez apropiados; sin embargo es conveniente señalar que en tenacidad se aprecia un alto coeficiente de variabilidad (60%) y cerca del 40% de falla en quebradura que podría evidenciar la presencia de madera quebradiza.



- Respecto a su uso para carpintería de obra cumple con todos los requisitos de las fuentes citadas, sin embargo es recomendable observar la magnitud de la madera tensionada durante el aserrío y su comportamiento a los adhesivos esto último permitiría elaborar muebles con madera laminada.
- Para ebanistería, obras de interiores y artesanía los requisitos de uso son cumplidos. Sin embargo para parquet no cumple con el requisito de estabilidad dimensional menor a 1,6 y para mangos de herramienta no sería apropiado por su alta variabilidad en tenacidad y la presencia de fallas tipo quebradura.
- En madera de 7 años usada en tableros se encontró diferencias significativas entre madera encolada y maciza, las intensidades de presión de 17, 15 y 13 lb/pie mostraron mayor resistencia al esfuerzo al cizallamiento, mientras que de 15, 11 y 9 lb/pie al esfuerzo mecánico de tracción perpendicular en la línea de cola.
- Para el uso como muebles, mediante el sistema de ensamble mediante espiga-entornillado se tuvo un mejor comportamiento que las muestras con sistema espiga-encolado ante los ensayos de resistencia y durabilidad, siendo el tipo de unión más recomendado para la fabricación de los sillones rústicos.
- Para las muestras unión espiga - entornillada, se tuvo un resultado SATISFACTORIO, excepto para la última prueba (Impacto sobre el reposabrazos) ya que se produjeron rajaduras en la parte del reposabrazos, pero la madera trabajada tenía ya indicios de rajaduras previas.

#### Literatura citada

ASTM. 2004. Standard Practice for Sampling Forest Trees for Determination of Clear Wood Properties, Designation: D 5536 – 94 (Reapproved 2004) - Secondary methods. American Society for Testing and Materials (ASTM), Philadelphia, USA. 9 p.

Arostegui A. 1982. Recopilación y Análisis de Estudios Tecnológicos de Maderas Peruanas. Lima-Perú. 57 p.

Bustamante N., Orrego D., Cuellar J., Ramos M., 2010. Estudio de trabajabilidad de la madera de cuatro especies procedentes de plantaciones en la región Ucayali. En proyecto Maderas INCAGRO. Lima Perú. 52p.

Cuellar J., Reyes P., 2015 ¿Es la Capirona *Calycophyllum spruceanum* una rentable para la reforestación en la Amazonia? Policy Brief N° 08. PP 084 “Manejo eficiente de los recursos forestales y de fauna silvestre” Lima Perú.

Fasabi H., Reyes P., Angulo W., 2016. Ensayos Mecánicos para la fabricación de sillones rústicos a partir de Capirona *Calycophyllum spruceanum* usando dos tipos de uniones. INIA. 26p

INIA 1996. Manual de Identificación de especies forestales de la sub región andina. En Proyecto PD 150/91 Identificación y nomenclatura de las maderas tropicales comerciales de la región andina. Lima – Perú. 489 p.

Pantigoso J. 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. Universidad Nacional Agraria La Molina. 102 p.

Meléndez, M. 1999. Parámetros básicos de corte con sierra cinta en el aserrío de la Capirona *Calycophyllum spruceanum*. Tesis de M.Sc, Universidad Nacional Agraria La Molina, Escuela de Post Grado, Especialidad de Industrias Forestales, Lima, Perú

Ramirez J., Reyes P., Angulo W., 2016. Efecto de la Presión a la Resistencia Mecánica en Tableros Encolados y Macizos de *Calycophyllum spruceanum* (Capirona) Proveniente del Raleo de una Plantación Forestal en Pucallpa. INIA. 26p

Reynel C., Pennington R., Pennington R., Flores C., Daza A., 2003. Árboles útiles de la amazonia peruana. Lima – Perú. 541p.

Sotelo, C.; Weber, J.; Vidaure, H. 2000. Plantación de Capirona para la producción de madera de alta calidad. Bosques Amazónicos, Nº 20. p 12,22,31.

Sotelo 2006a. Genetic variation and correlations between growth and wood density of *Calycophyllum spruceanum* at an early age in the Peruvian Amazon. Universidad Laval, Quebec – Canada. 23 p.

Ugarte J., Domínguez G., 2010. Índice de sitio (is) de *Calycophyllum spruceanum* Benth en relación con la altura dominante del rodal en ensayos de plantación en la cuenca del Aguaytía, Ucayali, Perú. En Ecología Aplicada 9 (2). p 100 – 111.