ISSN 1992-0415

REVISTA FORESTAL DE UCAYALI

Vol. 6 Año 2010 Nº 1



JARDÍN BOTÁNICO DE LA UNU



PLANTACIÓN DE BOLAINA BLANCA EN BOSQUE MACUYA



LADRILLOS FIBRO - CEMENTO



TAHUARI AMARILLO

PUCALLPA, PERÚ

ISSN 1992-0415

REVISTA FORESTAL DE UCAYALI

Rev. For. Ucayali

Vol. 6 Año 2010 Nº 1

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
Vicerectorado Académico
Dirección General de Investigación
Instituto de Investigación de Recursos Naturales
de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales

PUCALLPA, PERÚ

DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN

Director: Ing. Mack Henry Pinchi Ramírez

INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE RECURSOS NATURALES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES

COMITÉ EDITORIAL

Ing. Manuel Iván Salvador Cárdenas.
Ing. Fernando Velázquez de la Cruz.
Ing. Gladys E. Rojas Gutiérrez

EDITUNU
Carretera Federico. Basadre Km 6
Teléfono: (061) 57-9962-Anexo 203
Fax:(061) 59-2236
Email: dgiunu@gmail.com
Pucallpa , Perú

Diseño Gráfico: Claudia Katherine Medina Padilla

Periodicidad: anual

ISSN 1992-0415

Título clave: Revista forestal de Ucayali

Título clave abreviado: Rev. for.Ucayali

Registro de depósito legal BNP N° 2006 - 8354

Distribución: gratuita o canje

CONTENIDO

Vol.6 2010 Nº1

Roel M. Velazco Aguilar, M. Iván Salvador Cárdenas, Julio Ugarte, Otto Roede.
"Aptitud de la madera de *Guazuma crinita* Mart. (bolaina blanca) en la elaboración de puertas apaneladas para interiores y su estructura de costos". 5

Andy E. Saavedra Rios, M. Iván Salvador Cárdenas.
"Clasificación de la madera rolliza de *calycophyllum spruceanum* (Benth) Hook (capirona) por categorías de calidad y su rendimiento en aserrio de madera comercial en Pucallpa". 32

Elda Teresa Guevara Aliaga, Carlos Panduro Carbajal.
"Determinación de los componentes químicos en la madera y corteza de *Chrisophyllum sp* (caimitillo) en Pucallpa". 56

Barnabi Harell Arévalo Viena, David Llúncor Mendoza.
"Determinación de las principales propiedades físicas por niveles de fuste, y posibilidades de uso de la especie *Terminalia oblonga* (yacushapana amarilla) de la zona del Mangual/Bellavista – Yarinacocha". 68

K. Lino, M. Soudre, R. Baldoceda, D. del Castillo.
"Determinación del stock de biomasa y carbono en las sucesiones secundarias de bolaina en la cuenca media del río Aguaytía, Ucayali, Perú". 89

Frank Petter Aponte Shupingahua, Jorge Arturo Morí Vásquez.
"Efecto de ácido indol ácetico y ácido naftalen acético, en la propagación por microestacas de *Guazuma crinita* Mart (bolaina blanca)". 105

Fosther Vizalote Muñoz, Oscar A. Barreto Vásquez.
"Efecto de cuatro niveles de temperatura y cuatro tipos de envases en la conservación de semillas de *Amburana cearensis* (Ishpingo) Pucallpa". 118

Orison Ling Dávila, M. Iván Salvador Cárdenas.
"Efecto de la conicidad y ahusamiento en el coeficiente de aserrío en trozas de tres especies forestales en el aserradero Arbe de Pucallpa". 135

Erasmo Rosado Orneta, Wilfredo Bonilla Salazar.
" Eficacia y costos de tratamiento antimancha en madera rolliza y aserrada de dos especies suceptibles *Hura crepitans L.* (catahua) y *Ficus anthelmintica* Mart. (oje) en la Concesión David Paucar Nestares en Puerto Zungaro – Huanuco, Pucallpa – 2009 ". 158

Armando Pinedo R., Marco Chota J., Julio Ugarte G.
" Estimación de volumen total de Capirona (*Calycophyllum spruceanum* Benth) en plantaciones al tercer año de establecimiento en la cuenca del río Aguaytía ". 171

Germán Cornejo Macarlupú, M. Iván Salvador Cárdenas.
" Estudio comparativo de dos sierras de cinta en el aserrío de la madera *Manilkara Bidentata* (A. DC.)A. Chev. (quinilla colorada) ". 188

Renzo Martín García Oroche, Jorge Mori Vásquez.
" Estudio de cuatro técnicas de trasplante a campo definitivo en plantaciones de *Guazuma Crinita* (bolaina blanca) en suelos aluviales del río Aguaytía, provincia de Padre Abad – Ucayali ". 204

H. Guerra, M. Soudre, R. Baldoceda, D. del Castillo.
" Factores históricos y ecológicos que influyen en la productividad de los bosques secundarios del sector medio de la cuenca del río Aguaytía, Ucayali, Perú ". 223

Tania Magnolia Cenepo Chávez, Carmen Leticia Guevara Salnicov.
" Reconocimiento e identificación de hongos xilófagos y cromógenos de importancia forestal en las industrias de aserrío y laminado de Pucallpa ". 241

Aptitud de la madera de *Guazuma crinita* Mart. (bolaina blanca) en la elaboración de puertas apaneladas para interiores y su estructura de costos

Performance wood de *Guazuma crinita* Mart. (bolaina white) in manufacture of interior panel doors and cost structure

Roel Martín Velazco Aguilar [1] Manuel Iván Salvador Cárdenas [2]
Julio Ugarte [3] Otto Roeder [4]

RESUMEN

Ante el agotamiento paulatino y costo creciente de la madera de especies tradicionalmente utilizadas en la construcción de puertas para interiores, surge la posibilidad de la utilización de la madera de la *Guazuma crinita* Mart. (bolaina blanca), que es una especie de valor comercial que crece en los bosques secundarios y que muy bien puede competir en la fabricación de puertas interiores con otras especies conocidas, debido a su bajo costo en el mercado y a su fácil trabajabilidad.

Los objetivos del trabajo fueron: Analizar la aptitud de la madera de *Guazuma crinita* Mart (bolaina blanca) en la fabricación de puertas para interiores; determinar la estructura de costos en la fabricación de puertas para interiores. La información se obtuvo por tres métodos: por observación directa, por encuesta y por el método experimental.

Los resultados sobre la evaluación de las hojas de puerta de la madera de *Guazuma crinita* Mart. ponen en evidencia los siguientes aspectos: las medidas reales de todas sobrepasaron o no alcanzaron las medidas mínimas esperadas; los defectos de escuadría de las aristas fueron aceptables; los defectos de uniformidad general resultaron con evaluación satisfactoria; así mismo mostraron buena disposición a la prueba de uniformidad local medida a lo largo y a lo ancho; en el ensayo de flexión bajo carga el 28.6 % presentaron un desplazamiento residual dentro de la tolerancia permisible y la diferencia no presentó la rigidez exigida por las normas.

[1] Responsable del Bosque Macuya de la UNU, Ingeniero Forestal.
[2] Profesor principal Fac. Cs. Forestales y Ambientales de la UNU, Ing. Forestal, M. Sc.
[3] Investigador del IIAP, ingeniero forestal.
[4] Investigador del IIAP, ingeniero forestal.

El comportamiento de las hojas de puerta al ensayo de punzonamiento dinámico resultó 100 % dentro de los márgenes esperados; en el comportamiento al ensayo de conmoción la totalidad presentaron resquebrajaduras; la estructura de costos de la producción estuvo representado por la mano de obra con 23.31 %, bienes con 53.83 % y servicios con 21.86 % del costo total de producción; el costo unitario de producción fue S/. 84.72/hoja o de S/. 50.73/m².

Palabras clave: Aptitud de la madera para puertas, bolaina blanca, puertas apaneladas, puertas de uso al interior en viviendas.

ABSTRACT

To the gradual depletion and rising cost of wood species traditionally used in the construction of interior doors, raises the possibility of the use of wood *Guazuma crinita* Mart. (Bolaina white), which is a commercially valuable species that grows in secondary forests and may well compete in the manufacture of interior doors with other known species, due to its low cost in the market and its easy workability..

The objectives were: To analyze the suitability of wood *Guazuma crinita* Mart (bolaina white) in the manufacture of interior doors, to determine the cost structure in the manufacture of interior doors. The information was obtained by three methods: direct observation, by survey and the experimental method.

The results on the evaluation sheets of wood door *Guazuma crinita* Mart. bring out the following: the actual measurements of all exceeded or not achieved the expected minimum measures, the defects of squareness of the edges were acceptable overall uniformity defects were in satisfactory evaluation, likewise showed a willingness to test local uniformity measured along and across, in the bending test under load 28.6% had a residual displacement within the allowable tolerance and the difference did not show the rigidity required by the standards specification.

The behavior of the door plates the dynamic indentation test was 100% within the expected range, in the behavior of shock test had cracks all, the cost structure of production was represented by labor to 23.31% , goods and services 53.83% 21.86% of total production cost, the unit production cost was S /. 84.72/hoja or S /. 50.73 / m².

Keywords: Suitability of wood for doors, white bolaina, panel doors, interior doors for use in homes.

INTRODUCCIÓN

La tasa de crecimiento poblacional promedio anual de la ciudad de Pucallpa por las inmigraciones y el índice de natalidad es del 5.6% (INEI, 2005), razón por la que se produce una presión demográfica en la zona. Este crecimiento poblacional inesperado escapa la planificación de la urbe, creándose un déficit habitacional y por consiguiente con ello la aparición de nuevos asentamientos humanos e invasiones.

El problema de la construcción de viviendas es un problema a nivel local y nacional, que crece a medida que crece la población, por la gran variedad de tipos y modelos así, para suplir este déficit según (Arbaiza, 1990) se requiere construir aproximadamente siete viviendas por día. El número poblacional promedio es de seis individuos por vivienda (INEI, 1994). Esto crea la necesidad de más separaciones ambientales de la vivienda unifamiliar que se logrará con ello la comodidad, privacidad de los individuos conectándose entre ambientes por los elementos de separaciones fundamentales que son las puertas para interiores. Las puertas, parte conformante de la vivienda, se hacen de diversas maderas, cuyo costo muchas veces no está al alcance de las grandes mayorías, por la recesión económica y bajo poder adquisitivo de la población.

El crecimiento poblacional intensifica el aprovechamiento de los recursos naturales, sobre todo de los bosques en la Amazonía, generando consigo la destrucción paulatina de los bosques primarios y por consiguiente el agotamiento de las especies tradicionalmente usadas provenientes de estos bosques. Ante tal problema, emergen los bosques secundarios, muchos en formación y otros por formarse debido a la expansión de la frontera agrícola, con una gran variedad de especies promisorias que son pocas conocidas en el mercado y que muy bien pueden ser utilizadas previo estudio de sus propiedades anatómicas, físicas, mecánicas y tecnológicas.

Ante el agotamiento paulatino y costo creciente de la madera de especies tradicionalmente utilizadas en la construcción de puertas para interiores surge la posibilidad de la *Guazuma crinita* Mart. (bolaina blanca), que es una especie de valor comercial que crece en los bosques secundarios y que muy bien puede competir con otras especies conocidas, por su bajo costo en el mercado, y por su fácil trabajabilidad. La madera es de color blanco, sin sabor, ni olor, puede ser utilizado en trabajos de carpintería, ebanistería, artesanía, juguetería, etc., generando un mayor valor agregado; pero por falta de estudios, actualmente se viene utilizando para el revestimiento de paredes interiores, como también para cajonerías o embalajes (Aróstegui, 1974).

Merino (1993) señala que puerta es la hoja hecha principalmente de madera, derivados y otros productos lignocelulósicos, formada esencialmente por dos piezas planas y paralelas, encoladas sobre un alma y bastidor. Así mismo que bastidor es una pieza de madera que forma el perímetro de la hoja, en el que se sitúa el alma. Está compuesto de cuatro piezas de madera: las dos de mayor dimensión se denominan largueras y las otras dos esteros; mientras que alma la constituyen dos plafones de madera o derivados, de espesor inferior al bastidor y unidos entre si, bien por un sistema de cajeado, bien por encolado a tope o simplemente sujetos mediante molduras; pueden ser de construcción homogénea, que presenta una superficie continua en el plano de encolado de las piezas o pueden ser de alma de constitución análoga o del tablero adicionado.

JUNAC (1984) afirma que las puertas están categorizadas como material usado para revestimiento, que no está destinada a resistir cargas importantes, por lo tanto están denominadas como madera de construcción no estructural.

BIBLIOTECA ATRIUM DE LA MADERA (1989) indica que como regla general podemos decir que una puerta es constituida por:

La abertura o vano, es el espacio hecho en el muro, que permite entrar y salir. Los elementos son: el dentil, el umbral y jambajes.

La hoja, que es la parte móvil que permite el acceso a otro ambiente.

El cerco o marco fijo de madera, que es la parte fija unida a la obra y a la hoja. La hoja a su vez podrá ser plana o de relieve.

Merino (1993) señala que puerta es la hoja hecha principalmente de madera, derivados y otros productos lignocelulósicos, formada esencialmente por dos piezas planas y paralelas, encoladas sobre un alma y bastidor. Así mismo que bastidor es una pieza de madera que forma el perímetro de la hoja, en el que se sitúa el alma. Está compuesto de cuatro piezas de madera: las dos de mayor dimensión se denominan largueras y las otras dos esteros; mientras que alma la constituyen dos plafones de madera o derivados, de espesor inferior al bastidor y unidos entre si, bien por un sistema de cajeado, bien por encolado a tope o simplemente sujetos mediante molduras; pueden ser de construcción homogénea, que presenta una superficie continua en el plano de encolado de las piezas o pueden ser de alma de constitución análoga o del tablero adicionado.

JUNAC (1984) afirma que las puertas están categorizadas como material usado para revestimiento, que no está destinada a resistir cargas importantes, por lo tanto están denominadas como madera de construcción no estructural.

BIBLIOTECA ATRIUM DE LA MADERA (1989) indica que como regla general podemos decir que una puerta es constituida por: **La abertura o vano**, es el espacio hecho en el muro, que permite entrar y salir. Los elementos son: el dentil, el umbral y jambajes. **La hoja**, que es la parte móvil que permite el acceso a otro ambiente. **El cerco o marco fijo de madera**, que es la parte fija unida a la obra y a la hoja. La hoja a su vez podrá ser plana o de relieve.

Los objetivos fueron: analizar la aptitud de la madera de *Guazuma crinita* Mart (bolaina blanca) en la fabricación de puertas para interiores y determinar la estructura de costos en la fabricación de puertas para interiores.

MATERIAL Y MÉTODO

MATERIALES, EQUIPOS Y MAQUINARIA

- **Materiales**

  Madera de *Guazuma crinita* Mart.
  Tarugos.
  Thiner.
  Cola sintética.

Laca selladora.
Lijas N° 120 y 180.
Algodón industrial.
Formularios dendrológicos.
Fichas.
Etiquetas.
Libretas de campo.
Lápiz.
Regla milimetrada.

- **Equipos**

Cinta métrica de 5 m.
Calculadora
Detector de humedad de pines aislados
Escuadra de metal
Calibrador de vernier
Computadora personal
Cámara digital
Accesorios para la evaluación de puertas

- **Maquinaria**

Sierra circular
Despuntadora
Cepilladora
Garlopa
Taladro eléctrico
Tupí
Camión

MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.

Para obtención de la información se establecieron tres métodos: el primero fue la de observación directa, el que permitió obtener datos de carácter técnico durante el proceso de fabricación de hojas puertas en el taller de carpintería de la UNU; el segundo fue el método de la encuesta que permitió recopilar los datos de orden económico como precios de la materia prima e insumos en el mercado de Pucallpa, finalmente para la evaluación técnica de las puertas (aptitud de la madera) se aplicó el método experimental.

PROCEDIMIENTO.

Identificación de la especie.

La identificación de la especie se hizo anatómicamente a nivel microscópico en la Universidad Nacional de Ucayali, mediante comparación con los muestras de madera de *Guazuma crinita* Mart. (Patrones) identificadas en la Universidad Nacional Agraria la Molina.

Procedencia y aserrío de trozas.

Las trozas de bolaina blanca provinieron del Km. 4 de la carretera Fernando Belaúnde Terry, caserío Primavera; las trozas fueron aserradas en un aserradero de disco ubicado en el Centro Poblado Menor Alexander von Humboldt, Se aserraron 32 listones de 2 " x 5 " x 8´ para los largueros derecho e izquierdo, así como para las traviesas centrales y superior; así mismo tres listones de 2" x 7" x 8´ destinados para las traviesas inferiores. Las tablillas machihembradas fueron adquiridas por compra directa de calidad A1 (poca presencia de nudos).

Secado de la madera.

La madera aserrada (listones y tablillas) fueron secadas al aire libre bajo techo en las instalaciones del Instituto de Investigación de la Amazonía Peruana durante tres meses hasta alcanzar humedades de 16 - 18 %, medidos mediante un detector de humedad.

Habilitado de piezas.

El habilitado de los listones y tablillas se realizó en el taller de carpintería de la Universidad Nacional de Ucayali; el habilitado consistió en el despuntado, cepillado, garlopado, taladro y moldurado, obteniéndose los parantes y traviesas con las medidas y escoples respectivos para ser ensambladas; mientras que las tablillas machihembradas fueron seccionadas a una longitud de 40 cm. las que fueron introducidas en las ranuras de las traviesas y largueros constituyendo los paneles de la hoja.

Fabricación de la hoja de las puertas.

Como no existen actualmente normas específicas para la fabricación de puertas de madera apaneladas para interiores, el presente trabajo se adaptó a las Normas Técnicas Peruana (NTP). Se fabricaron ocho puertas las que fueron sometidas a evaluaciones y ensayos técnicos. El prototipo de la hoja de puerta construida de madera de *Guazuma crinita* Mart. Se muestra en el gráfico 01.

Evaluación de las hojas de las puertas.

La evaluación técnica de las puertas apaneladas se realizó adaptando las Normas Técnicas Peruanas (NTP) establecidas para puertas contraplacadas de madera para interiores.

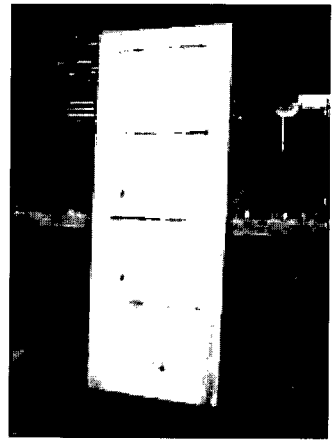


Figura 01: Diseño de la hoja de puerta apanelada ensayada

Control de las mediciones y tolerancias de las puertas

El control de los requisitos generales de medición y tolerancias de las puertas apaneladas, se hizo aplicando la NTP 251.063. Puertas contraplacadas de madera para interiores. Para calcular la medida externa de la altura de la hoja de puerta, se aplicó la siguiente fórmula.

> Medida externa de la hoja de puerta para el alto = medida modular del alto del vano (M) – 5n – 1 mm – 4 mm.

Donde:

M = Medida modular del alto del vano
5n = Medida modular del espesor del marco
1 mm = Luz máxima permitida en la parte superior
4 mm = Luz máxima permitida desde la superficie del suelo hasta la hoja de la puerta.

Para calcular las medidas externa la hoja de puerta para el ancho, se aplicó la siguiente fórmula:

> Medida externa de la hoja de puerta para el ancho = medida modular del ancho del vano (M) – 2 (5n) – 3 mm.

Donde:
M = Medida modular del ancho del vano.
n = Medida modular del espesor del marco.
3 mm = Luz máxima permitida.

Medida de los defectos de escuadría

Para el control de las medidas y defectos de escuadrías de las hojas de las puertas apaneladas, se aplicó la NTP 251.062. Puertas contraplacadas de madera para interiores.

Evaluación de los defectos de uniformidad general y local

La evaluación o medidas de los defectos de la uniformidad general y local de las puertas apaneladas, se realizó bajo la NTP 251.067. Puertas contraplacadas de madera para interiores.

Tabla 01: Tolerancias de los defectos de la uniformidad general (NTP 251.067).

Alabeo por torsión		Alabeo por flexión	
Satisfactorio	No Satisfactorio	Satisfactorio	No Satisfactorio
≤ 4 mm	> 4 mm	≤ 4 mm	> 4 mm

Tabla 02: Tolerancias de los defectos de la uniformidad local.

Desniveles de las caras	
Satisfactorio	No Satisfactorio
≤ 3 mm	> 3 mm

Ensayos físicos - mecánicos

Los ensayos físicos - mecánico de las puertas apaneladas se realizó aplicando la NTP 251.077. Puertas contraplacadas de madera para interiores.

Tabla 03: Tolerancias del ensayo de flexión de la puerta por carga aplicada sobre una esquina (NTP 251.077).

Desplazamiento máximo bajo carga (mm)		Desplazamiento residual máximo 5 min. Después de la descarga (mm)	
Satisfactorio	No Satisfactorio	Satisfactorio	No Satisfactorio
≤ 40 mm	> 40 mm	≤ 3 mm	> 3 mm

Tabla 04: Tolerancias del ensayo de punzonamiento dinámico (NTP 251.077).

Grado de satisfacción	Resquebrajadura	
	Número	Tamaño (mm)
Satisfactorio	≤ 5	≤ 15
No Satisfactorio	> 5	> 15

Cuadro 05: Tolerancias del ensayo de conmoción (NTP 251.077).

Grado de satisfacción	N° Daños Producidos	
	Cara	Bastidor
Satisfactorio	0	0
No Satisfactorio	≤ 1	≤ 1

Es necesario precisar que varios ensayos de la norma NTP 251.077 no se realizaron, tales como: ensayo de comportamiento a diferentes condiciones ambientales, ensayo de exposición de dos caras de la puerta a 2 atmósferas de humedad relativa diferentes, ensayo de extracción de tornillos y ensayo de inmersión en agua fría de la parte inferior de la puerta, porque estos ensayos están orientados a evaluar la facilidad del desencolamiento de puertas contraplacadas, situación que no es el caso del presente estudio porque no se hace uso de colas en las uniones de las piezas de madera, reforzando estas uniones solo con tarugos.

Obtención de información de orden económico

Para determinar los costos de producción de las puertas apaneladas, se registraron todo los desembolsos económicos a favor de la producción

de puertas, en otros casos se cotizaron precios de los bienes y servicios en el mercado de Pucallpa.

Índice de aptitud de la madera (IAM)

Las Normas Técnicas Peruanas no hacen mención de un método que permita concluir si la madera es apta o no para la fabricación de puertas de acuerdo a los resultados de los ensayos físico-mecánicos; por lo tanto, para definir la aptitud o inaptitud de la madera para la confección de hojas de puertas apaneladas, se le adaptó al método empleado por la UNU – DGI (2006) para calcular del índice de percepción del usuario de la SUNARP sede Pucallpa, que para este caso será denominado "índice de aptitud de la madera" (IAM).

Para el cálculo del Índice de aptitud de la madera se procedió aplicando las formulas siguientes:

$$Xi = (\%\ \text{satisfacción}_{(\text{positivo})} -- \%\ \text{insatisfacción}_{(\text{negativo})}) + 100$$

Donde:

Xi = valor del ensayo realizado

$$IAM = (\sum Xi / 10) / n$$

Donde:

IAM = Índice de aptitud de la madera
n = N° de ensayos realizados.

Tabla 06: Escala de índice de aptitud de la madera (IAM)

PORCENTAJE	VIGESIMAL	NIVEL CALIFICATIVO
0 – 37 %	0 – 7.4	Muy inapto
37.5 – 52 %	7.5 – 10.4	Inapto
52.5 – 67 %	10.5 – 13.4	Ni apta ni inapta
67.5 – 87 %	13.5 – 17.4	Apta
87.5 – 100 %	17.5 – 20	Muy apta

Fuente: UNU-DGI-SUNARP-2006

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

MEDIDAS Y DEFECTOS DE LAS HOJAS DE LAS PUERTAS PARA INTERIORES DE MADERA DE *Guazuma crinita* Mart.

Medidas de las hojas de las puertas

En la tabla 07 muestra las medidas de los defectos de altura de la hoja de puerta apanelada, es decir las mediciones reales promedio y las alturas mínimas esperadas, las que fueron medidas de los vanos de las puertas. Si se efectúa una comparación entre la medida real y las alturas mínimas esperadas de las hojas de puertas, se observa que las medidas reales sobrepasan las alturas mínimas esperadas en todas las puertas, la sobredimensión está entre los 5.5 y 13.5 mm siendo la tolerancia solo ± 1 mm según NTP 251.063, lo que indica que ninguna de las hojas encajaron en los vanos para los que fueron construidos.

Tabla 07: Defectos de altura de la hoja de puertas apaneladas en mm.

N° de Puerta	Altura real promedio de la hoja (mm)	Altura mínima esperada de la hoja (mm)	Diferencia (mm)	Tolerancia (mm)	Evaluación
1	2091.5	2085.0	+ 6.5	± 1	Sobre - dimensionada
2	2097.5	2084.0	+ 13.5	± 1	Sobre - dimensionada
3	2095.5	2083.5	+ 12.0	± 1	Sobre - dimensionada
4	2095.5	2083.0	+ 12.5	± 1	Sobre - dimensionada
5	2093.5	2086.0	+ 7.5	± 1	Sobre - dimensionada
6	2094.5	2084.9	+ 9.6	± 1	Sobre - dimensionada
7	2091.5	2084.0	+ 7.5	± 1	Sobre - dimensionada
8	2089.5	2084.0	+ 5.5	± 1	Sobre - dimensionada

En la tabla 08 se aprecia las medidas y los defectos de ancho de la hoja de puerta, evaluadas de acuerdo con la NTP N° 251.062; este ancho está constituido por el ancho promedio de las traviesas inferior y superior. También se observa los anchos mínimos esperados, que equivalen a los anchos de los vanos de cada una de las hojas de puerta. Si se hace una comparación entre el ancho real de las hojas y los anchos mínimos esperados, se observa que las medidas reales de cinco hojas no alcanzaron el ancho mínimo esperado, el sub.-dimensionamiento

varía desde -1.85 mm hasta -4.5 mm, en dos de las hojas coincidieron el ancho real con el ancho mínimo esperado y 1 hoja resultó con sobre dimensionamiento de 2.5 mm cuando la tolerancia solo es de ± 1 mm (NTP 251.063, 1980), lo que pone en evidencia que solo dos hojas encajaron en los vanos para los que fueron construidos.

Tabla 08: Dimensiones y defectos del ancho de las hojas de la puertas

N° de Puerta	Ancho promedio de traviesa (mm)	Ancho mínimo esperado de la hoja (mm)	Diferencia (mm)	Tolerancia (mm)	Evaluación
1	798	799.0	- 1.0	± 1	Satisfactorio
2	798	799.85	- 1.85	± 1	Sub.- dimensionado
3	797	800.0	- 3.0	± 1	Sub.- dimensionado
4	798	798.0	0	± 1	Satisfactorio
5	795	799.5	- 4.5	± 1	Sub.- dimensionado
6	797	799.8	- 2.8	± 1	Sub.- dimensionado
7	795	797.0	- 2.0	± 1	Sub.- dimensionado
8	797	795,5	2,5	± 1	Sobre dimensionado

En la tabla 09 se muestra las medidas y los defectos de espesor de las hojas de puerta efectuadas de acuerdo a la Norma Técnica Peruana 251.062. El espesor promedio está constituido por el espesor de las traviesas superior e inferior y los espesores de los largueros izquierdo y derecho aplicados en el tercio de la hoja de puerta. También se observa que los espesores mínimos esperados debió ser 35 mm, de acuerdo a la NTP 251.063 (1980). Sin embargo si se compara los espesores reales y los espesores mínimos esperados, se observa que las medidas reales de las ocho hojas sobrepasaron al espesor mínimo esperado, con 4 y 5 mm.



Figura 02: Medición del espesor de la hoja de puerta

Tabla 09: Medidas y defectos de espesor de las hojas de las puertas.

N° de Puerta	Espesor promedio real (mm)	Espesor mínimo esperado (mm)	Diferencia (mm)	Evaluación
1	40	35	5	Sobre - dimensionado
2	40	35	5	Sobre - dimensionado
3	39	35	4	Sobre - dimensionado
4	39	35	4	Sobre - dimensionado
5	39	35	4	Sobre - dimensionado
6	39	35	4	Sobre - dimensionado
7	39	35	4	Sobre - dimensionado

El sobre dimensionamiento y el sub- dimensionamiento de las medidas de la hojas de puerta, se debe según TELEFORMACIÓN (2006) al factor denominado "factor humano", que origina errores sistemáticos como consecuencia de la forma inadecuada de medir y a "errores accidentales", que consiste en una imperfección de los sentidos, pudiéndose otorgar a estos dos errores las causas del sobre dimensionamiento y sub- dimensionamiento de las alturas, anchos y espesores de las hojas de puerta de la madera *Guazuma crinita* Mart.

DEFECTOS DE ESCUADRÍA DE LA HOJAS DE LAS PUERTAS PARA INTERIORES DE MADERA DE *Guazuma crinita* Mart.

En la tabla 10 se muestra la medidas de los defectos de escuadría de la hoja de puerta según Norma Técnica Peruana N° 251.062, los defectos de escuadría provienen de la intersección no perpendicular de los largueros izquierdo y derecho con la traviesa de la parte superior e inferior, es decir los cuatro ángulos de las aristas que forman las puertas.

Tabla 10: Dimensiones y defectos de escuadría de las hojas de las puertas

N° de Puerta	Desviación de aristas perpendiculares promedio (mm)	Tolerancia (mm) *	Evaluación
1	1.05	3.00	Escuadrada
2	0.9	3.00	Escuadrada
3	1.4	3.00	Escuadrada
4	2.1	3.00	Escuadrada
5	2	3.00	Escuadrada
6	2	3.00	Escuadrada
7	1	3.00	Escuadrada
8	2	3.00	Escuadrada

** Norma Chilena Nº 354.Of87 (1987).*

Los defectos de escuadría estuvieron comprendidos en el rango de 0.9 a 2.1 mm de desviación con respecto al ángulo recto que forman los largueros y las traviesas de la hoja. La NTP Nº 251.062, no hace mención de la tolerancia que nos permita rechazar o aceptar los datos de escuadría, no obstante, consultando la Norma Chilena INN – CHILE Nº 354.of 87 (1987), que, sí, hace mención de la tolerancia, siendo la desviación admisible de 3 mm. Si comparamos esta tolerancia con las desviaciones de cada uno de los datos de las hojas de puerta que varían de 0.9 a 2.1 mm, se observa que se encuentran dentro de lo aceptable y que los ligeros desniveles de perpendicularidad en sus aristas no son significativos, coincidiendo con Aróstegui (1974), al indicar que la madera bolaina blanca es una madera estable de buen comportamiento al secado y de trabajabilidad moderada.

DEFECTOS DE UNIFORMIDAD GENERAL Y LOCAL DE LAS HOJAS DE LAS PUERTAS PARA INTERIOR DE MADERA DE *Guazuma crinita* Mart.

Defectos de uniformidad general

La tabla 11 muestra las medidas de los defectos de uniformidad general según Norma Técnica Peruana N° 251.067; la uniformidad general se divide en dos ensayos: alabeo - torsión y alabeo - flexión de la hoja de puerta.

Con respecto a los valores de alabeo - torsión de una de las esquinas de las hojas de puertas respecto a las tres esquinas restantes, se aprecia en la tabla 11 los valores de torsión que varían de 1.95 a 4 mm, a excepción de la hoja de puerta N° 3 donde se obtuvo 4.4 mm, Si se compara los valores de torsión con el limite de tolerancia que hace mención la NTP 251.067, de una desviación admisible ≤ a 4 mm; los ligeros desniveles de sus bordes y esquinas con respecto a la superficie plana, no son significativos para su rechazo, esto coincide con lo mencionado por Aróstegui (1974), al indicar que la madera de bolaina blanca es una madera estable de buen comportamiento al secado y de trabajabilidad moderada.

Tabla 11: Medida de defectos de uniformidad general de las hojas de puertas

N° PUERTA	ALABEO - TORSION (mm)			ALABEO - FLEXION (mm)					
	Real	Toler. =	Evaluación	F1	F2	F3	F4	Toler. =	Evaluación
1	4	4	Satisfactoria	0	1.2	0	1.4	4	Satisfactoria
2	1.95	4	Satisfactoria	0	0	0	0	4	Satisfactoria
3	4.4	4	No satisfactoria	1.6	0	0	0.9	4	Satisfactoria
4	2.78	4	Satisfactoria	1	0	0	1.3	4	Satisfactoria
5	3.3	4	Satisfactoria	0	0	1.2	0	4	Satisfactoria
6	3.25	4	Satisfactoria	0	0	0	2	4	Satisfactoria
7	2.5	4	Satisfactoria	0.5	0	0.8	0	4	Satisfactoria
8	4	4	Satisfactoria	1.3	0.7	1	1	4	Satisfactoria

Con respecto a los valores de alabeo - flexión de una de las esquinas de las hojas de puertas respecto a una superficie plana escuadrada se aprecia en la tabla 11 valores de flexión de 0 a 2 mm, Si se compara con el limite de tolerancia que hace mención la NTP 251.067, de una desviación admisible ≤a 4 mm; Se puede decir que los ligeros desniveles de planicidad y paralelismo de su superficie, encontrado en la presente evaluación, no son significativos para su rechazo, confirmando

nuevamente lo mencionado por Aróstegui (1974), al indicar que la madera de bolaina blanca es una madera estable de buen comportamiento al secado y de trabajabilidad moderada.

ENSAYOS FÍSICOS - MECÁNICOS DE LAS HOJAS DE LAS PUERTAS APANELADA

Ensayo de flexión

En la tabla 12 se observa los valores de desplazamiento de una de las esquinas de las hojas de puerta sometidas a flexión por carga aplicada. Así mismo se aprecia los valores de desplazamiento residual de una de las esquinas luego de retirarse la carga, según Norma Técnica Peruana Nº 251.077.

De acuerdo a las exigencias de ensayo y la tolerancia exigida por la NTP Nº 251.077, el desplazamiento superior al máximo permitido encontrado en el presente estudio pone en evidencia la deformación elástica que experimenta la *Guazuma crinita* Mart. al estar sometida bajo carga durante 15 minutos, presentando hojas de puerta, sin la rigidez necesaria, esta deformación, producida por la acción de una fuerza de 50 Kg. perpendicular a una de las esquinas libre de la hoja de puerta, experimenta, dos fases de deformación; en el campo elástico y en el campo plástico, de acuerdo a lo manifestado por la JUNAC (1984), en donde, en el campo elástico, se recobra totalmente su punto de origen y en el campo plástico, solo una fracción de la deformación se recupera tardando un tiempo en hacerlo, si observamos el cuadro 8, encontramos datos superiores al máximo permitido, tanto en el desplazamiento bajo carga como en el desplazamiento residual, atribuyéndose, en este sentido, al campo plástico.

El desplazamiento superior al máximo permitido que experimenta la madera de bolaina blanca al no retornar a su punto de origen, coincide con lo manifestado por la JUNAC (1984).

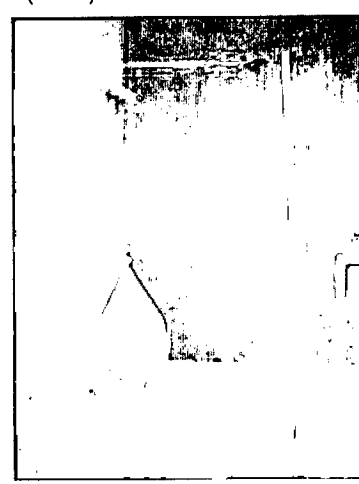


Figura 03: Ensayo de flexión

Tabla 12: Ensayo de flexión por carga aplicada sobre una esquina de las hojas de las puertas, según Norma Técnica Peruana Nº 251.077.

N° puerta	Desplazam. bajo carga (mm)	Toler. mm	Evaluación	Desplazam. residual (mm)	Toler. mm	Evaluación
1	38	40	Satisfactorio	4	3	No satisfactorio
2	70	40	No satisfactorio	4	3	No satisfactorio
3	60	40	No satisfactorio	6	3	No satisfactorio
4	81	40	No satisfactorio	7	3	No satisfactorio
5	61	40	No satisfactorio	3	3	Satisfactorio
6	95	40	No satisfactorio	3	3	Satisfactorio
8	45	40	No satisfactorio	5	3	No satisfactorio

En cuanto a la disposición de las tablillas machihembradas, resultados obtenidos por Canchanya y Meléndez (1987) en paneles machihembrados de *Guazuma crinita* Mart, manifiesta que la posición horizontal es el más rígido y resistente, debido a que en esta posición las tablas cumplen una función tipo cuña, actuando en conjunto y comprimiéndose unas con otras para formar ondulaciones al nivel de las tablas intermedias, mientras que en la posición diagonal registra valores inferiores. En cuanto a la posición vertical las tablas extremas son las que absorben la fuerza aplicada tendiendo a su desplazamiento sobre el entramado en forma conjunta; por lo tanto, la posición vertical del entablado disminuye la rigidez y resistencia del panel, comparando la disposición de las tablillas machihembradas utilizada en el diseño de las hojas de puerta en posición vertical del presente estudio, coincide con lo manifestado por Canchanya y Meléndez (1987), al afirmar que en la posición vertical las tablillas machihembradas de Guazuma crinita mart disminuyen la rigidez y resistencia del panel atribuyéndose, en este sentido la mayor flexibilidad y baja resistencia de las hojas de puerta ensayada al estar sometida bajo carga de 50 Kg. durante 15 minutos.

Ensayo de punzonamiento dinámico

En la tabla 13 se observa el ensayo de punzonamiento dinámico en la hoja de puerta según Norma Técnica Nº 251.077. En el cuadro se puede apreciar que el ensayo resultó 100 % dentro de los márgenes esperados, ya que al producirse un número de doce golpes no se presentaron resquebrajaduras, apreciándose hundimientos de 5 mm

de diámetro, daño que no comprometió de manera considerable la estética ni la resistencia mecánica de la puerta a este impacto.

Tabla 13: Ensayo de punzonamiento dinámico de las hojas de las puertas.

N° de Puerta	Cara principal de la hoja de la puerta			Observación	Evolución
	N° golpes Aplicados	Desgarradura o resquebrajaduras			
		N°	Longitud (mm)		
1	12	0	0	No presenta desgarradura o resquebradura solo presenta huella producto del impacto, con un hundimiento de 5 mm de diámetro aproximadamente	Satisfactoria
2	12	0	0		Satisfactoria
3	12	0	0		Satisfactoria
4	12	0	0		Satisfactoria
5	12	0	0		Satisfactoria
6	12	0	0		Satisfactoria
7	12	0	0		Satisfactoria
8	12	0	0		Satisfactoria

De acuerdo a lo manifestado por PROMPEX (2002), la resistencia a la tenacidad de la madera *Guazuma crinita* Mart, es de 980 gr-cm o 0.98 Kg-m, si comparamos con el impacto de carga utilizada de 400 gr o 0.40 Kg., en el presente estudio, se observa que solo el 41 % de carga útil se utilizó en el ensayo de punzonamiento dinámico, Por lo que se puede atribuir la alta resistencia obtenida, como se puede apreciar en la tabla 13, al resultar 100% dentro de los márgenes esperados, absorbiendo y disipando la energía de impacto de una carga de 400 gr en cada una de las caras de las hojas de puerta ensayada.



Figura 04: Ensayo de punzonamiento dinámico de la hoja de puerta

Ensayo de conmoción.

En la tabla 14 se observa los datos de ensayo de conmoción de la hoja de puerta según Norma Técnica Peruana N° 251.077. En donde no se aprecia resquebrajaduras bajo la acción de una carga de impacto de 5Kg, dejado caer de una altura de 800 mm sobre las caras de las hojas de puerta ensayadas; sin embargo, el efecto fue mucho mayor a lo estipulado en la norma. Las fallas de conmoción producidas en las cinco puertas ensayadas, produjeron desprendimiento de leño principalmente de las pestañas de la ranura de las traviesas donde van depositados los extremos de las tablillas machihembradas (figura 5), afectando de manera considerable la resistencia mecánica y estética de las puertas.

Tabla 14: Ensayo de conmoción de las hojas de las puertas

N° puerta	Cara principal de la hoja de la puerta				Observación	Evaluación
	N° de golpes de ensayo	N° golpes aplicados	Resquebrajadura			
			N°	Longitud (mm)		
1	20	2	0	0	Desprendimiento de tablillas por rotura de las pestañas de la ranura de la traviesa de la hoja de puerta	No satisfactoria
4	20	10	0	0		No satisfactoria
5	20	3	0	0		No satisfactoria
6	20	3	0	0		No satisfactoria
8	20	8	0	0		No satisfactoria

La baja resistencia al ensayo de conmoción se debió al área pequeña, es decir, poco espesor de ambas pestañas (1.45 cm.) y a la poca profundidad de la ranura (1.6 cm), coincidiendo con JUNAC (1984), al manifestar, que se debe verificar las áreas de apoyos y otros puntos donde hay cargas concentradas en áreas pequeñas, que debilitará la resistencia de una pieza a un impacto, a esto se debe agregar la presencia de nudos en las traviesas de la hoja de puerta, ya que la madera de *Guazuma crinita* Mart, se caracteriza por presentar gran cantidad de nudos dentro de su estructura anatómica, coincidiendo esta baja resistencia de las piezas de madera con lo manifestado por Salvador (1993), quien afirma que una pieza de madera con nudos localizados facilitan su ruptura.



Figura 05: Ensayo de conmoción de la hoja de puerta

INDICE DE APTITUD DE LA MADERA DE *Guazuma crinita Mart*

En la tabla 15 se aprecia el resumen de los resultados obtenidos después de someter a cada hoja de puerta a nueve tipos de ensayos, para determinar la aptitud de la madera *Guazuma crinita* Mart para la elaboración de puertas para interiores, expresados en términos de satisfacción e insatisfacción y cuantificados en porcentaje.

Tabla 15: Índice de aptitud de la madera de *Guazuma crinita* Mart para la fabricación de hojas de puertas apaneladas para uso interior.

Ensayo	Tipo de ensayo	Porcentaje de		Xi
		Satisfacción	Insatisfacción	
Escuadría	Escuadrado	100	0	200
Defectos de uniformidad general	Torsión	87.5	12.5	175
	Flexión	100	0	200
Defectos de uniformidad local	A lo largo de la hoja	100	0	200
	A lo ancho de la hoja	100	0	200
De flexión	Desplazamiento bajo carga	14.3	85.7	171.4
	Desplazamiento residual	28.6	71.4	142.8
De punzonamiento	De punzonamiento	100	0	200
De conmoción	De conmoción	0	100	0
INDICE DE APTITUD DE LA MADERA (IAM)				16.5

El índice de aptitud de la madera de *Guazuma crinita* Mart fue de 16.5, con el nivel calificativo de APTA, el cual pone en evidencia la buena disposición de la madera en la construcción de puertas para interiores, coincidiendo con antecedentes en trabajos de construcción, en viviendas y confecciones de mobiliario escolar, tal como lo señala Abreu (2000), quien construyó el Centro Educativo Experimental en la Comunidad de Obrero, distrito de Maquía (Loreto) empleando la madera de Bolaina blanca; sin embargo no existe datos de evaluación sobre la aptitud de esta madera, dentro de los componentes de la edificación efectuada.

ESTRUCTURA DE COSTOS DE LA PRODUCCIÓN DE HOJAS DE PUERTAS DE MADERA PARA INTERIORES

En la tabla 16 se observa que el costo unitario de producción de puertas de madera de *Guazuma crinita* Mart para uso interior de viviendas fue S/. 84.72, desglosado de la siguiente manera: mano de obra (ensamblado) S/ 20.00; materia prima S/ 34.00; insumos S/ 12.19; servicios S/ 18.53.

Tabla16: Costo de producción unitario de puertas acaneladas de madera de *Guazuma crinita Mart.*

Mano de obra (s/.)	Bienes (s/.)		Servicios (s/.)	Costo unitario (s/./puerta)
	Materia prima	Insumos		
20.00	34.00	12.19	18.53	84.72
23.31 %	53.83 %		21.86 %	100 %

Tasa de cambio: *$ 1.00 USA = S/ 3.20*

Así mismo en tabla 16 muestra la estructura de costos de producción unitaria en términos porcentuales, compuesto por la mano de obra calificada en ensamblado y acabado de las puertas, representando el 23.31 % del costo total; mientras que los bienes estuvieron conformados

por la materia prima de primera calidad (madera bruta) y los insumos utilizados para la producción de las puertas, tales como laca selladora, thinner acrílico, algodón industrial, cola sintética y lijas N° 120 y 180; representando los bienes el 53.83 % del costo total de producción. En los costos de servicios se ha considerado el transporte de la materia prima (madera aserrada) y el alquiler de maquinarias de carpintería, las mismas que fueron utilizadas para el habilitado de las piezas de las puertas tales como: corte, garlopado, cepillado y ranurado de los componentes de las puertas, representando este costo el 21.86 % del costo total de producción.

Si se compara el costo unitario de la hoja de puerta de bolaina blanca, con los costos de las hojas de puerta apanelada de las especies Quinilla colorada, Caoba e Ishpingo, producidas por la "Mueblería la Moderna" de Pucallpa cuyo costo unitario estuvo por S/. 220.47/hoja, superando en 260 % a los costos de las hojas de puerta de *Guazuma crinita* Mart (Bolaina blanca). El elevado costo de producción de la "Mueblería la Moderna" se debe al elevado precio de la materia prima es decir a los precios unitarios de la madera de caoba, ishpingo y quinilla colorada en el mercado de Pucallpa, así como al costo de la mano de obra que triplica a la mano de obra registrada en el presente estudio.

Otra manera de presentar los costos de producción de hojas de puerta es expresándolos en nuevos soles por metro cuadrado (S/./m²). En la tabla 17 se aprecia que el costo por unidad de superficie es de S/. 50.73/m², si se compara este valor con el costo por unidad de superficie de la Mueblería la Moderna (S/. 131,97/m²), se aprecia que es superior en 260 %.

Tabla 17: Costo de producción por m² de puertas acaneladas de madera de *Guazuma crinita* Mart.

Área superficial (m2)	Mano de obra (s/.m²)	Bienes (s/.m²)		Servicios (s/.m²)	Costo unitario (s/./m²)
		Materia prima	Insumos		
1.67	11.98	20.36	7.30	11.09	50.73

CONCLUSIONES.

1. Las medidas reales de las hojas de puerta en altura, ancho y espesor resultaron sobredimensionada y subdimensionada en comparación a las medidas mínimas esperadas, debido a factores de calidad en el proceso de fabricación de las piezas y a errores sistemáticos, accidentales o aleatorios.

2. La escuadría de las hojas de puerta resultaron satisfactoria debido a la buena disposición de trabajabilidad de la madera *Guazuma crinita* Mart., al presentar en sus ángulos la perpendicularidad de sus aristas.

3. La uniformidad general de las hojas de puerta resultaron satisfactorio debido a la buena disposición de trabajabilidad de la madera *Guazuma crinita* Mart., al presentar la planicidad y paralelismo de la superficie en cada cara ensayada.

4. La uniformidad local de las hojas de puerta resultaron satisfactorio debido a la buena disposición de trabajabilidad de la madera *Guazuma crinita* Mart., al no presentar desniveles o curvatura en la dirección de la altura o en su ancho de la cara ensayada.

5. La flexión por carga aplicada sobre una esquina de la hoja de puerta resultaron en el desplazamiento bajo carga con 85.7 % no satisfactorio, pudiéndose deber al factor plástico. En el desplazamiento residual resulto con 71.4 % no satisfactorio, pudiéndose deber al tiempo de permanencia de la carga aplicada.

6. En el punzonamiento dinámico resultaron satisfactorio debido a que la resistencia al impacto de la madera *Guazuma crinita* Mart. es de 980 gr-cm o 0.98 Kg-m, y en el ensayo se practico con 400gr.

7. En la conmoción resultaron no satisfactorio al presentar resquebrajaduras en las traviesas, específicamente en la ranura donde se deposita los extremos de las tablillas machihembradas, falla producido por el espesor reducido que presenta el diseño de la hoja de puerta, sumado la presencia de nudos ubicados a lo largo de las traviesas.

8. El índice de satisfacción de la madera fue de16.5 y de acuerdo a la escala, la madera de *Guazuma crinita* Mart. califica como APTA para la

elaboración de puertas para interiores.

9. La estructura de costos de la producción de hojas de puerta de *Guazuma crinita* Mart. fue el siguiente: mano de obra representó el 23.31 %, bienes representó el 53.83 % y servicios representó el 21.86 % del costo total de producción.

10. El costo unitario de producción de la hoja de puerta de *Guazuma crinita* Mart. fue S/. 84.72/puerta o de S/. 50.73/m^2.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

01. ARBAIZA, C. E. 1990. Madera, vivienda y economía en el Perú. Fundación Bosque y desarrollo. Editora Perú. Lima. 85 p.

02. AROSTEGUI V., A. 1974. Características Tecnológicas y Usos de la Madera de 145 Especies del país. Estudio Tecnológico de Maderas del Perú (zona Pucallpa). Volumen I. Instituto de Investigaciones Forestales. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. 483 p.

03. ABREU V, C. (2000). Utilización de la Bolaina (*Guazuma crinita*) en la construcción de un centro educativo experimental de la Comunidad de obrero – Río Puinahua. (2000). VII Congreso Nacional Forestal y III Asamblea de Capítulos de Ingeniería Forestal. Pucallpa. 280 pg.

04. BIBLIOTECA ATRIUM DE LA MADERA 1989. Volumen 2: La carpintería. Ediciones Atrium SA, Barcelona. 117p.

05. CANCHANYA, F. y MELENDEZ, M. 2002. Rigidez y resistencia al corte en paneles de bolaina blanca (*Guazuma crinita* Mart.) con dos tipos de entablados dispuesto en tres posiciones. Revista Forestal del Perú. Lima. 25(1 - 2) 19 -34 p.

06. INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA DE LA COMPETENCIA Y DE LA PROPIEDAD INTELECTUAL (INDECOPI). 1980. Puertas contraplacadas de madera para interiores. Medidas de las dimensiones y los defectos de escuadría de las hojas de puertas. NTP N° 251.062. Lima. 3 p.

07. ----------. 1982. Puertas contraplacadas de madera para interiores. Requisitos generales. NTP Nº 251.063. Lima. 6p.

08. ----------. 1982. Puertas contraplacadas de madera para interiores. Medidas de los defectos de la uniformidad general y local. NTP Nº 251.067. Lima. 3 p.

09. ----------. 1982. Puertas contraplacadas de madera para interiores. Métodos de ensayos físicos-mecánicos. NTP Nº 251-077. Lima. 6 p.

10. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA (INEI) 1994. Censos nacionales 1993 IX de población y IV de vivienda. Lima. 932 p.

11. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA (INEI) 2005. Censo de población y vivienda. Lima. 738 p.

12. INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACION (INN-CHILE). 1987. Hojas de puertas lisas de madera – Requisitos generales. Norma chilena oficial NCh 354.Of87. Santiago. 17 p.

13. JUNAC. 1984. Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino. JUNAC. Lima. 396 p.

14. MERINO, A. 1993. Biblioteca Atrium de la Carpintería. Ediciones Atrium. Barcelona. 232 p.

15. PROMPEX. 2002. Maderas del Perú: Acceso el 22/06/04. Disponible en: http://www.prompex.gob.pe/prompex/inf_Sectorial/Maderas/Perúmaderas/win_maderal.htm.

16. SALVADOR C., M. I. 1993. Etude de la resistance a la flexion statique et du module d'elasticite ainsi que leursvariabilites sur debits d'épicea (Picea abies (L) KARTS) de section de 38 x 100 mm. Faculté des Sciencies Agronomiques de Gembloux. Travail de fin d'estudes en vue de l'obtencion du certificat d'estudes approfondies en sciences agronomiques. Belgique. 113 p.

17. TELEFORMACIÓN EDUCATIVA. 2006. Acceso 11/02/2006, disponible en: http://teleformacion.edu.aytolacoruna.es/FISICA/document/fisicaInteractiva/medidas/medidas_indice.htm#factor.

18. UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI. (2006). Percepción del usuario de los servicios registrales de la SUNARP- Zona Registral VI Sede Pucallpa. Pucallpa, 48 p.

Clasificación de la madera rolliza de *Calycophyllum spruceanum* (Benth) Hook (capirona) por categorías de calidad y su rendimiento en aserrio de madera comercial en Pucallpa

Classification of roundwood *Calycophyllum spruceanum* (Benth) Hook (capirona) by quality and performance in commercial timber sawmill in Pucallpa

Andy E. Saavedra Rios [1] Manuel Iván Salvador Cárdenas [2]

RESUMEN

Este trabajo de investigación se desarrolló en la Industria Maderas Peruanas SAC, ubicado en la carretera Federico basadre Km. 11.200, del distrito de Calleria, provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali.

El objetivo del presente estudio fueron (cualitativa y cuantitativa) los defectos que presenta la madera rolliza de *Calycophyllum spruceanum* (Benth) Hook capirona, 2) establecer categorías de calidad de la madera rolliza de capirona, en función a la magnitud de los defectos de la troza y 3) calcular el rendimiento en aserrío de la madera de capirona en medida comercial en función a sus defectos, concluyendo que:

Se encontró que la especie capirona presenta 11 tipos de defectos que se encuentran en tres grupos como son: defectos de conformación, defectos de estructura o naturales y defecto de origen biológico.

El 98.6% de la madera rolliza capirona presenta sección ovalada.
El 98.6% de la madera rolliza de capirona presentan conicidad.

Se estableció cuatro categorías de calidad denominados: SUPERIOR, EXTRA, ESTÁNDAR I y ESTÁNDAR II.

El rendimiento en aserrío de las trozas depende en 72.33 % de los defectos de las trozas traducidos en puntos de penalización y 27.67% depende de otros factores.

Los rangos de rendimiento en aserrío de las trozas de medidas comerciales por cada categorías de calidad son: con rendimiento superior a 49.8%, extra en el rango menor a 49.8% y mayor ó igual

[1] Bach. en Ciencias Forestales - UNU.
[2] Profesor principal Fac. Cs. Forestales y Ambientales de la UNU, Ing. Forestal, M. Sc.

39.5%, estándar I en el rango menor a 39.5% y mayor ó igual a 24.0%, estándar II en el rango menor a 24.0% y mayor ó igual a 8.6%.

Palabras clave: Clasificación de madera rolliza de *Calycophyllum spruceanum,* capirona, rendimiento en aserrío de madera.

ABSTRACT

This research was conducted in the Industry Maderas Peruanas SAC, located at the Federico Basadre road Km 11,200, Calleria district, province of Coronel Portillo, Ucayali department.

The aim of this study were (qualitative and quantitative) defects presented by *spruceanum Calycophyllum* roundwood (Benth) capirona Hook, 2) establish categories of quality of roundwood capirona, according to the magnitude of the defects logs and 3) calculate the performance of sawn timber capirona trade measure based on their flaws, concluding that:

It was found that the species capirona features 11 types of defects found in three groups including: defects of conformation, or natural defects and defect structure of biological origin.

98.6% of roundwood has capirona oval section.

98.6% of roundwood have capirona taper.

It established four categories known as: TOP, EXTRA, STANDARDI and STANDARD II.

The yield milling of logs depends on 72.33% of the defects of wood logs translated into penalty points and 27.67% depending on other factors.

Performance ranges sawn logs of trade measures for each quality classes are with superior performance to 49.8% extra in the range less than 49.8% and 39.5% greater than or equal, standard I in the range less than 39.5% and greater than or equal to 24.0%, standard II in the range less than 24.0% and greater than or equal to 8.6%.

Keywords: Classification *spruceanum Calycophyllum* roundwood, capirona, yield of sawn timber.

INTRODUCCIÓN

La actividad maderera en el departamento de Ucayali conlleva a la movilización de grandes volúmenes de madera desde la zona de extracción hasta su destino final como madera transformada. El producto terminado (vigas, pisos, tarugos, etc) muchas veces es rechazado por la baja calidad del producto, generado por la baja calidad de la troza (madera rolliza), entre otros factores. (Inrena, 2002).

Así mismo al comercializar la madera rolliza se hace solamente tasando el volumen que tiene y descontando el volumen defectuoso generado por algunos defectos que presenta la troza, como puede ser corazón hueco, anillados, grietas y rajaduras, más no se toman en cuenta los otros defectos que pudiera presentar la madera rolliza, los que disminuyen la calidad del producto y su rendimiento en aserrío de la madera. (Lübke, 1999).

En el Perú no hay normas de clasificación para maderas rollizas que determinan su categoría calidad, como hay en otros países: en Chile existe dos normas de clasificación de madera rolliza. Al no contar con reglas definidas de clasificación de madera rolliza muchas veces las transacciones comerciales de madera rolliza entre el vendedor y el comprador no se hacen en su verdadera dimensión económica. (Ramírez, 1999).

En el año 2008, se ha producido 11810.864 m3 de madera rolliza y 8527,93 m3 de madera aserrada de la especie *Calycophyllum spruceanum* (Benth) Hook (capirona), las que han sido transformados en los diferentes productos como son: madera comercial, parquet, machihembrados, tarugos, y ebanistería en general. (ATFFS-Pucallpa, 2008).

Frente a estos aspectos los objetivos del presente trabajo fueron: 1) determinar y evaluar (cualitativa y cuantitativa) los defectos que presenta la madera rolliza de *Calycophyllum spruceanum* (Benth) Hook (capirona) utilizando la norma INTERNACIONAL ISO/DIS 4475 "BILLES A SCIAGES DE BOIS RESINEUX ET FEUILLUS – DEFAUTS – REVELES ET MESURAGES" - Clasificación "madera rolliza y madera aserrada de coníferas y latifoliadas – defectos aparentes – clasificación" : los defectos de conformación, defectos de estructura o naturales y defectos de origen biológico; 2) establecer categorías de calidad de la madera rolliza de *Calycophyllum spruceanum* (Benth) Hook (capirona), en función a la magnitud de los defectos de la troza. ; 3) calcular el rendimiento en aserrío de la madera de *Calycophyllum spruceanum* (Benth) Hook (capirona) en medida comercial en función a sus defectos.

MATERIAL Y MÉTODO

LOCALIZACIÓN DEL ESTUDIO

El presente estudio se llevó a cabo en la Industria Maderas Peruanas SAC, ubicado en la Carretera Federico basadre Km. 11.200, del distrito de Calleria, provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali.

METODOLOGÍA

Para la obtención de la información se empleó el método experimental, que consistió principalmente en evaluar cualitativa y cuantitativa los defectos y posteriormente se evaluó el efecto de los defectos en el rendimiento en aserrío de la madera rolliza de *Calycophyllum spruceanum* (Benth) Hook (capirona).

Población y muestra

La población estuvo constituida por la cantidad de madera de *Calycophyllum spruceanum* (Benth) Hook (capirona) que ingresó durante tres meses a la planta de transformación, un aproximado de 500 trozas.

La muestra estuvo constituida por 70 unidades de madera rolliza, que se determinó por la siguiente fórmula $n = (T_{1-\alpha/2})^2 x (CV)^2 / E^2$.

El valor del CV se obtuvo a través de un muestreo piloto que consistió en medir el rendimiento de diez (10) trozas de la especie *Calycophyllum spruceanum* (Benth) Hook (capirona), considerando un error de 5%.

$$\frac{n = (2.262)^2 (18,476)^2}{5^2}$$

$n = 70$

Donde:

$(T_{1-\alpha/2}) = 2.262$ Con 9 grados de libertad y con $T = 0.05$

$E = 5\%$

$CV = 18.476\%$

INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Para la recolección de los datos se utilizo los siguientes equipos y materiales:

1. Maquinaria y equipos

* Aserradero completo.

a. Sierra principal

Marca de la Sierra principal : Schifer.
Volante: 1.80 metros.
Potencia del motor: 125 CV.
Carro porta trozas: 40 Hp.
Bomba hidraulica que mueve la escuadra del carro porta troza 10 CV.
Macaco: 10 CV.
Cadena transportadora 12 Hp.
Polipaste: 22 Hp.
Tipo de diente de la sierra: Pico de loro.

b. Canteadora

Marca de la canteadora: Schifer.
Potencia del motor: 40 Hp.
Tipo de diente de la sierra: Pico de loro (cambiable.
Diámetro de sierra de disco: 18 – 20".

c. Despuntadora

Potencia del motor: 12 Hp.
Tipo de diente de la sierra: Pico de loro (cambiable).
Diámetro de sierra de disco: 18 – 22".
Computadora .

2. Materiales

* 70 trozas de la madera rolliza de *Calycophyllum spruceanum* (Benth) Hook (capirona).
* Cinta métrica de 5 metros.
* Calibrador milimétrico tipo vernier.
* Formatos de toma de datos.
* Material de escritorio.
* Calculadora.
* Cámara fotográfica digital.

PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Identificación de la especie

La especie se identificó en el Laboratorio de Anatomía de la Madera de la

Universidad Nacional Ucayali.

Evaluación de los defectos de la madera rolliza

Se identificaron los principales defectos que presenta la especie *Calycophyllum spruceanum* (Benth) Hook (capirona), y se clasificaron en función a la naturaleza del defecto obteniéndose tres grupos denominados: defectos de conformación, defectos de estructura y defectos de origen biológico. Para la identificación y evaluación se utilizo la Norma Internacional ISO/DIS 4475 Clasificación "madera rolliza y madera aserrada de Confieras y latifoliadas – defectos aparentes – clasificación"

Determinación de las categorías de calidad

De acuerdo al tipo, cantidad y magnitud de los defectos, así como al rendimiento de la madera aserrada en medida comercial, se determino las categorías de calidad de la madera rolliza de *Calycophyllum spruceanum* (Benth) Hook (capirona), obteniéndose cuatro categorías, así mismo se tomo como referencia propuesta de norma técnica peruana NTP 251.011-2005 para establecer las categorías:

Superior I, Extra, Estándar I y Estándar II.

Determinación de la clasificación

Para la clasificación de la madera de *Calycophyllum spruceanum* (Benth) Hook (capirona), se elaboró una tabla de penalización asignándoles puntos a cada defecto según su magnitud, a mayor magnitud del defecto mayor es el punto de descuento.

La tabla de penalización y los puntajes asignados a cada tipo de defecto según su influencia en el coeficiente de aserrio se tomo como referencia trabajos realizados en África sobre clasificación de trozas según (A.T.I.B.T., 1990).

Determinación del volumen

Se determinó mediante la fórmula de Smalian de cada troza antes de ser aserrada.

$$V = (0.7854 ((D_1+D_2)^2/2) (L).$$

Donde:

D1 = Diámetro menor en cm. L = Longitud en metros.

D2 = Diámetro mayor en cm. V = Volumen en metros cúbicos.

Aserrío de la madera rolliza

El tipo de corte de la madera rolliza fue de corte variado, el más utilizado en las plantas de transformación de Pucallpa, cuya característica fue buscar mayor rendimiento.

Volumen de madera aserrada

El volumen de madera aserrada se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$V = \frac{L \times A \times E}{5088}$$

Donde:

V = Volumen de la pieza de madera aserrada en m^3.
L = Longitud de la pieza de madera en pies.
A = Ancho de la pieza de madera en pulgadas.
E = Espesor de la pieza de madera en pulgadas.
5088 constante para la obtención de m^3.

Rendimiento

Para el cálculo del rendimiento de la madera de *Calycophyllum spruceanum* (Benth) Hook (capirona), se empleo la siguiente fórmula:

$$R\% = (Va/Vr) \times 100$$

Donde:

R % = Rendimiento de madera por troza.
Va = Volumen de madera aserrada en m^3.
Vr = Volumen de madera rolliza en m^3.

Relación entre los puntos de penalización y el rendimiento en aserrío de las trozas.

Con la finalidad de determinar los rangos de rendimientos en aserrío de las trozas se realizó los análisis de correlación y regresión lineal, siendo las variables:

Variable independiente: puntos de penalización.
Variable dependiente : rendimiento en aserrío.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

DEFECTOS DE LA MADERA ROLLIZA DE *Calycophyllum spruceanum* (Benth) Hook (Capirona).

Los defectos encontrados y su rango de las magnitudes de la madera de capirona según la norma internacional Clasificación madera rolliza y madera aserrada de confieras y latifoliadas – defectos aparentes – clasificación se muestran en la tabla 01 divididos en tres grupos los cuales son:

Tabla 01: Defectos encontrados en la madera rolliza de *Calycophyllum spruceanum* (Benth) Hook (capirona) y amplitud.

Grupo	Defectos	Unidad	Amplitud
I	Defectos de conformación		
B1	Ovalada de la sección	cm	0 – 38
2	Conicidad	%	0 - 6.5
3	Encorvadura simple	%	0 – 8
4	Encorvadura doble	%	0
5	Presencia de aletas	cm	0 – 65
II	**Defectos de estructura**		
1	Acebolladura	cm	0 – 4
2	Médula excéntrica	cm	0 – 28
3	Nudo	cm	0 – 24
4	Abultamiento periférico	%	0 15.8
5	Grietas centrales simples	cm	0 – 20
6	Grietas centrales múltiples	cm	0 – 16
7	Grietas superficiales	%	0
8	Grietas profundas	%	0
9	Entrecorteza	%	0
III	**Defectos de origen biológico**		
1	Corazón podrido	cm	0 – 60

Los defectos de conformación encontrados en las trozas de *Calycophyllum spruceanum* (Benth) Hook (capirona) fueron:

Ovalado de la sección.- La magnitud de este defecto en las trozas de capirona se encontró en el rango de 0 a 38 cm.

Conicidad.- La magnitud de este defecto en las trozas de capirona se encontró en el rango de 0 a 6.5 %. La forma cónica del fuste depende de la especie, edad, altura del tronco, estación. (Kollman, 1959).

Encorvadura simple.- La amplitud de este defecto en las en las trozas de capirona se encontró en el rango de 0 a 8%, este tipo de defecto es posible que se deba al lugar de procedencia de la especie tal como lo manifiesta García et al (2003) la presencia de variables como viento dominante, pendiente, en muchos casos determina que al árbol genera curvatura simple o doble. Esta circunstancia supone un defecto importante para madera rolliza destinada a procesos industriales como aserrado.

Encorvadura doble.- Este defecto no se presentó en las trozas de capirona.

Presencia de aletas.- La magnitud de este defecto en las trozas de capirona se encontró en la amplitud de 0 a 65 cm.

Los **defectos de estructura o naturales** encontrados en las trozas de *Calycophyllum spruceanum* (Benth) Hook (capirona) fueron:

Acebolladura.- La magnitud de este defecto en las trozas de capirona se encontró en el rango de 0 a 4 cm. Su origen se debe a que durante su crecimiento sufrió algunas alteraciones por factores externos tal como lo manifiesta García et al (2003); que las acebolladuras por su origen se debe a esfuerzos mecánicos producidos por agentes externos como viento, hielo, insolación.

Médula excéntrica o corazón excéntrico.- La amplitud este defecto en las trozas de capirona se encuentran en el rango de 0 a 28 cm. Este rango que presenta es posible que se deba al lugar de crecimiento, suelo, clima de la especie tal como indica García et al (2003) que la médula excéntrica es debida algunas veces, a la desigual fertilidad del suelo, la raíz tiene un crecimiento asimétrico.

Nudos.- La amplitud de este defecto en las trozas de capirona se encontró en el rango de 0 a 24 cm. La presencia de los nudos no ha sido tan constante. García et al (2003) manifiesta que los nudos se pueden formar por distintas causa: la poda natural de las ramas, la

efectuada por el hombre o por elementos climatológicos accidentales como viento.

Abultamiento periférico.- La magnitud de este defecto en las trozas de capirona se encontró en la amplitud de 0 a 15.8%.

Grietas centrales simples.- La magnitud de este defecto en las trozas de capirona se encontró en el rango de 0 a 20 cm. Al mismo tiempo se constató que la madera se encontró en el patio de troza sin protección por tal motivo se genera la grietas, como lo indica Brown y Bethel (1990) que la madera rolliza se seca mucho más rápido en las cabezas que en los lados; cuando esto ocurre, la cabeza tiende a encogerse, resultando así tensiones que se traducen en rajaduras en las cabezas.

Grietas centrales múltiples.- La magnitud de este defecto en las trozas de capirona se encontró en la amplitud de 0 a 16 cm. Como la madera antes de ser aserrada ha estado expuesta al sol sufra de defectos como las grietas, esto también determinó Avilés y Henle (1994) manifiestan que la aparición de aperturas en la madera es como consecuencia de la separación de los elementos leñosos los determina grietas.

Grietas superficiales.- Este defecto no se presento en las trozas de capirona.

Grietas profundas.- Este defecto no se presentó en las trozas de capirona.

Entrecorteza.- Este defecto no se presentó en las trozas de capirona.

El defecto de origen biológico encontrado en las trozas de *Calycophyllum spruceanum* (Benth) Hook (capirona) fue:

Corazón podrido o hueco.- La amplitud de este defecto en las trozas de capirona se encontró en el rango de 0 a 16 cm.

Cantidad de trozas por tipo de defecto

La tabla02 y los gráficos 1, 2 y 3 muestran los porcentajes de trozas de *Calycophyllum spruceanum* (Benth) Hook (capirona), afectadas por cada uno de los defectos de conformación, de estructura y de origen biológico.

Los porcentajes de trozas de la especie capirona afectada por cada uno de los defectos de conformación fueron:

Ovalado de la sección.- El 98.8 % de la trozas de capirona no presentan una redondez perfecta en el área basal del extremo mayor de la troza.

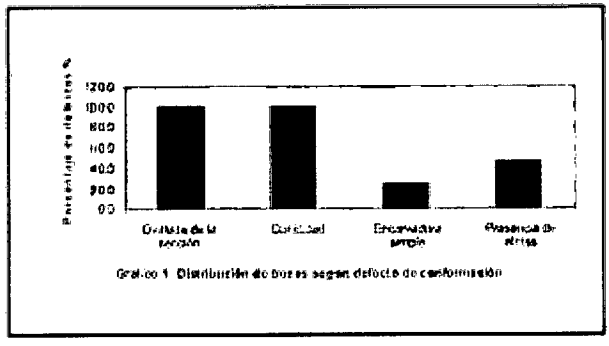
Conicidad.- El 98.6 % de la trozas de capirona. presentan una determinada conicidad, las trozas de capirona no son cilíndricas. Como lo manifiesta Pashin (1980) cuando el factor de conicidad es inferior a 2 o 3% el fuste se le considera esencialmente cilíndrico, pero cuando supera estos valores, genera unos problemas en su utilización que hace que se considere un defecto específico de la madera.

Tabla 02: Trozas con defecto

Grupo	Defectos	Total de trozas	N° de trozas	Porcentaje %
I	**Defectos de conformación**			
1	Ovalada de la sección	70	69	98.6
2	Conicidad	70	69	98.6
3	Encorvadura simple	70	17	24.3
4	Encorvadura doble	70	0	0
5	Presencia de aletas	70	33	47.1
II	**Defectos de estructura**			
1	Acebolladura	70	3	4.3
2	Médula excéntrica	70	19	27.1
3	Nudo	70	4	5.7
4	Abultamiento Periférico	70	6	8.6
5	Grietas centrales simples	70	30	42.9
6	Grietas centrales múltiples	70	9	12.9
7	Grietas superficiales	70	0	0
8	Grietas profundas	70	0	0
9	Entrecorteza	70	0	0
III	**Defectos de origen biológico**			
1	Corazón podrido	70	16	22.9

Encorvadura simple.- El 24.3 % de la trozas de capirona presenta encorvadura simple en un solo plano.

Encorvadura doble.- Este defecto no presentó en ninguna de las trozas de capirona.



Presencia de aletas.- El 47.1 % se presentó en las trozas de capirona.

La distribución de las trozas de capirona afectada por cada uno de los **defectos de estructura o defectos naturales** fueron:

Acebolladura.- El 4.3 % de las trozas presentan este tipo de defecto.

Médula excéntrica o corazón excéntrico.- El 27.1 % este tipo de defecto están presentes en las trozas de capirona.

Nudos.- El 5.7% presenta este tipo de defecto.

Abultamiento periférico.- Este defecto afectó al 8.6 % del total de la trozas.

Grietas centrales simples.- Este defecto afectó al 42.9 % del total de las trozas.

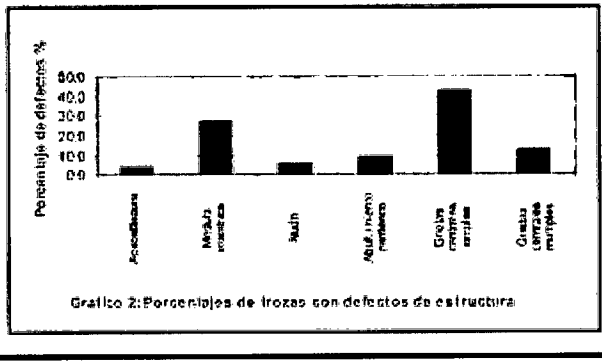
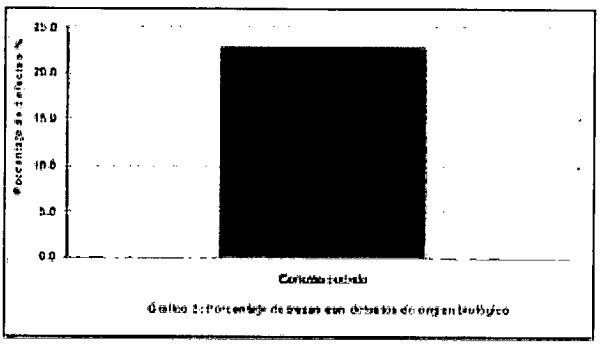


Grafico 2: Porcentajes de trozas con defectos de estructura

Grietas centrales múltiples.- Este defecto afectó al 12.9 % del total de las trozas.

Grietas superficiales.- Este defecto no se presentó en ninguna de las trozas de capirona.



Grietas profundas:- Este defecto no se presentó en ninguna de las trozas de capirona.

Entrecorteza.- Este defecto no se presentó en ninguna de las trozas de capirona.

El **defecto de origen biológico** encontrado en las trozas de *Calycophyllum spruceanum* (Benth) Hook (capirona) fue:

Corazón podrido.- El 22.9% de las trozas de capirona presentó este tipo defecto.

Cantidad de defectos por troza

En la tabla 03 y el gráfico 4 se puede aprecia el porcentaje de trozas que contienen 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6,7 defectos simultáneos en las *Calycophyllum spruceanum* (Benth) Hook (capirona).

Tabla 03: Cantidad de defectos por troza de capirona.

N° de defectos por trozas	N° de trozas	Porcentaje %
1	0	0.0
2	10	14.3
3	22	31.4
4	12	17.1
5	19	27.1
6	6	8.6
7	1	1.4
Total	70	100.00

En la tabla 03 se apreciar que no existe ninguna troza que no tenga ningún tipo de defecto, las 70 trozas han presentado diferentes tipos defectos que se encuentran divididos en tres grupos tal como lo manifiesta Johnston (1989) que los defectos se deben esencialmente a la pauta que ha seguido el árbol durante su crecimiento y por ello los defectos responden a causas naturales.

Puntos de penalización por defecto

Se muestra en la tabla 04 la tabla de penalización por cada defecto para trozas de *Calycophyllum spruceanum* (Benth) Hook (capirona), cada punto de penalización dependerá de la magnitud del defecto que presente.

La tabla de penalización y los puntajes asignados a cada tipo de defecto según su influencia en el coeficiente de aserrio se tomo como referencia trabajos realizados en África sobre clasificación de trozas según (A.T.I.B.T., 1990).

Tabla 04: Tabla de penalización por defectos para trozas de *Calycophyllum spruceanum* (Benth) Hook (capirona).

Nº	Defectos o anomalías	Magnitud del defecto	Puntos de penalización
I	**Defectos de conformación**		
1	Ovalado de la sección	Hasta 9.5 cm.	1
		Hasta 19 cm.	2
		Hasta 28.5 cm.	3
		Más de 28.5 cm.	4
2	Conicidad	Hasta 1.63 %	1
		Hasta 3.26 %	2
		Hasta 4.89 %	3
		Más de 4.89 %	4
3	Encorvadura simple	Sin encorvadura (0 %)	0
		Hasta 3. %	1
		Hasta 6 %	2
		Más de 6 %	3
4	Presencia de aletas	Sin aletas (0 cm)	0
		Hasta 16.25 cm.	1
		Hasta 32.5 cm.	2
		Más de 32.5 cm.	3
II	**Defectos de estructura**		
1	Acebolladura	Sin acebolladura	0
		Hasta 1 cm.	2
		Hasta 2 cm.	4
		Más de 2 cm.	6
2	Medula excéntrica	0 cm.	0
		Hasta 7 cm.	1
		Hasta 14 cm.	2
		Más de 14 cm.	3
3	Nudo	Sin nudo	0
		Sin Hasta 6 cm.	1
		Hasta 12 cm.	2
		Más de 12 cm.	3
4	Abultamiento periférico	Sin abultamiento	0
		Hasta 3.97 cm.	1
		Hasta 7.94 cm.	2
		Más de 7.94 cm.	3
5	Grietas centrales simples	Sin grietas	0
		Hasta 5 cm.	1
		Hasta 10 cm.	2
		Más de 10 cm.	3
6	Grietas centrales múltiples	Sin grietas	0
		Hasta 4 cm.	1
		Hasta 8 cm.	2
		Mas de 8 cm.	3
III	**Defectos de origen biológico**		
1	Corazón podrido o hueco	Corazón sano	0
		Con corazón podrido hasta 15 cm.	2
		Con corazón podrido hasta 30 cm.	4
		Con corazón podrido más 30 cm.	6

Los defectos que adquieran puntos de penalización ya sea 1, 2 ó 3 es por que el defecto está afectando a la troza y el puntaje dependerá de la magnitud del defecto que presente. Además estos defectos con puntajes de penalización secuenciales (0, 1, 2 y 3) son los que tienen menor incidencia en el coeficiente de aserrío de las trozas; estos defectos son: ovalada de la sección, conicidad, encorvadura simple, presencia de aletas, corazón excéntrico, nudo, abultamiento periférico, grietas centrales simples, grietas centrales múltiples.

Los defectos que adquieran puntos de penalización alternados (0, 2, 4 y 6) son defectos que tienen mayor incidencia en el coeficiente de aserrío, es decir que afectan considerablemente el rendimiento de las trozas; estos defectos son dos: acebolladura y corazón podrido o hueco.

Categorías de calidad de las trozas

La tabla 05 muestra los máximos puntajes de penalización por categorías de calidad de la madera rolliza de *Calycophyllum spruceanum* (Benth) Hook (capirona) cuyas longitudes encontradas en la evaluación se encuentran en el rango 2.40 m a 7.50 m.

Tabla 05: Máximo puntaje de penalización admitido por categoría de calidad de las trozas de *Calycophyllum spruceanum* (Benth) Hook (capirona).

MÁXIMO PUNTAJE DE PENALIZACIÓN ADMITIDO POR CATEGORÍAS DE CALIDAD DE LAS TROZAS DE LONGITUDES DE 2.40 A 7.50 m			
CATEGORÍAS DE CALIDAD DE LAS TROZAS			
SUPERIOR	EXTRA	ESTÁNDAR I	ESTÁNDAR II
≤ 2	≤ 6	≤ 12	>18

En la tabla 05 se puede apreciar que se estableció por la cantidad de defectos simultáneos presentes en cada troza y su magnitud. Para ellos se ha establecido cuatro categorías de calidad:

Superior, Extra, Estándar I y Estándar II

De lo determinado Tabla (04) categorías de calidad por el porcentaje de rendimiento que se encontró en las trozas de capirona discrepa de los determinado por Zavala y Hernández (2000) quienes determinaron 5 grados de calidad denominadas: clase 1, clase 2, clase 3, clase 4 y

clase 5. (INN, 1978) determina grados de calidad para producto terminados y para madera en rollo. JAS (Japanese Agricultural Standars) acerca de "clasificación y medición de trozos y basas" y Ramírez (1999) manifiestan que en Chile utilizan la otra Norma Chilena oficial NCh 1222. Of 77: Trozas – Clasificación – Terminología y métodos de medición de los defectos, estas dos normas mexicana y chilena difiere de lo determinado en el trabajo es posible que se deba a las especies que ellos clasifican.

RELACIÓN DEL PORCENTAJE DE CATEGORÍAS DE CALIDAD Y EL RENDIMIENTO EN MADERA COMERCIAL

De las setenta (70) trozas evaluadas sólo una troza calificó en la categoría de calidad superior con 1.4%.

29 trozas se calificaron en la categoría de calidad extra, con un 41.4%.
30 trozas se calificaron en la categoría de calidad estándar.
10 trozas calificaron en la en la categoría de calidad estándar con 14.3 %. Se puede apreciar en la tabla 06.

Tabla 06: Número de trozas por categorías de calidad y porcentaje.

N°	Categorías de calidad	Numero de trozas	Porcentajes %
1	Superior	1	1.4
2	Extra	29	41.4
3	Estándar I	30	42.9
4	Estándar II	10	14.3
Total		**70**	**100.0**

En el grafico 5 se puede apreciar la distribución porcentual de las trozas en función a categorías de calidad, donde se aprecia que la categoría de calidad estándar I es el que más ha representado con 42.9% seguido por la categoría de calidad extra con 41.4%.

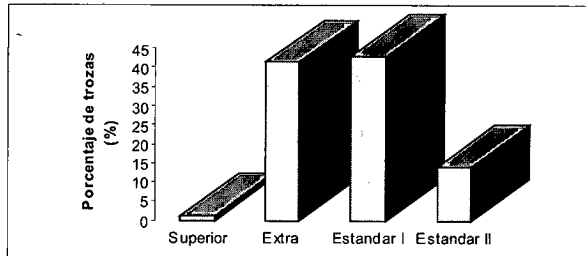


Gráfico 5: Distribución porcentual de trozas por categorías de calidad

RELACIÓN ENTRE LOS PUNTOS DE PENALIZACIÓN Y LOS RENDIMIENTOS EN ASERRÍO DE MADERA COMERCIAL

La tabla 07 y el gráfico 6 muestran los resultados del análisis de correlación y regresión lineal simple entre los puntos de penalización total y el rendimiento de las trozas de capirona en el aserrío de madera comercial.

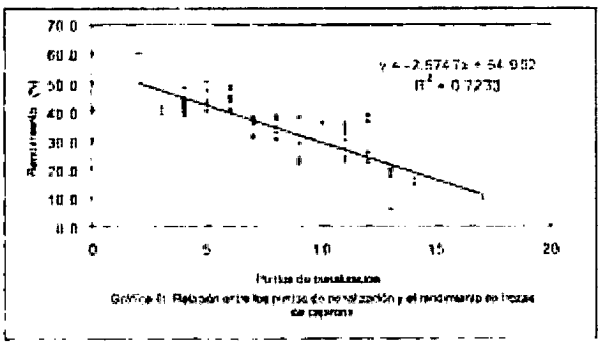
Tabla 07: Relación entre los puntos de penalización y el rendimiento en aserrío de trozas de capirona

Variables	Rc	R^2 x 100	Ecuación	b	rt α=0,01	Significancia
Puntos de penalización Vs. Rendimiento	0.85	72.33	Y = 54,902 - 2,5747X	-2.5747	0.3063	**

En la tabla 07 se observa que existe una relación altamente significativa entre los puntos de penalización y el rendimiento en aserrío de las trozas de capirona en medidas comerciales; dicha relación lo confirma el elevado coeficiente de correlación (0.85) y de determinación (72.33%); este último indica que el rendimiento en aserrío depende en un 72.33% de los defectos de las trozas traducidos en puntos de penalización y en un 27.67 % dependen de otros factores, como puede ser factor humano, tipos de corte, ancho del diente de la sierra, procedencia del árbol, estado de las máquinas, etc.

Por otro lado la relación entre las dos variables estudiadas está expresada por la ecuación lineal simple Y = 54,902 - 2,5747X, cuyo

coeficiente de regresión (-2.5747) indica que por cada incremento de puntos de penalización decrece en un 2.5747 % en el rendimiento del aserrío.



La relación significativa entre la magnitud de defecto y el coeficiente de aserrío encontrado en el presente trabajo confirma lo manifestado por Kerbes y McIntosh (1968), Pnevmaticos *et al.* (1971) quienes determinaron un efecto directo de la calidad de las trozas señalando un coeficiente ascendente con la calidad de las trozas.

Empleando la ecuación lineal simple Y = 54,902 - 2,5747X, donde Y expresa el rendimiento en aserrío y X expresa los puntos de penalización de la troza se elaboró la tabla de rendimientos en aserrío en madera aserrada comercial en función a los puntos de castigo o penalización, así como los rangos de rendimientos en aserrío por categorías de calidad de las trozas, tal como se puede apreciar en la tabla 08.

Tabla 08: Tabla de rendimiento de las trozas de la madera rolliza de *Calycophyllum spruceanum* (Benth) Hook (capirona) por categorias.

Puntos de penalización	Rendimiento (%)	Categorías de calidad
0	54.9	Superior
1	52.3	
2	49.8	
3	47.2	Extra
4	44.6	
5	42.0	
6	39.5	
7	36.9	Estándar I
8	34.3	
9	31.7	
10	29.2	
11	26.6	
12	24.0	
13	21.4	Estándar II
14	18.9	
15	16.3	
16	13.7	
17	11.1	
18	8.6	
19	6.0	Descalificado
20	3.4	

La tabla 08 establece la tabla de rendimiento en aserrio de medida comercial por cada categoría de calidad de las trozas de capirona.

Tabla 09: Resumen del rango de rendimiento.

Categorías de calidad	Rango de rendimiento R (%)
Superior	$R = 49.8$
Extra	$39.5 = R < 49.8$
Estándar I	$24.0 = R < 39.5$
Estándar II	$8.6 = R < 24.0$
Descalificado	$R < 8.6$

V. CONCLUSIONES

1. Se encontró que la madera rolliza de *Calycophyllum spruceanum* (Benth) Hook (capirona) presenta 11 tipos de defectos que se encuentran agrupadas en tres grupos como son.
   - **a).** Defectos de conformación, en este grupo se encuentran: ovalada de la sección, conicidad, encorvadura simple y presencia de aletas.
   - **b).** Defectos de estructura o naturales, en este grupo se encuentran: acebolladura, medula excéntrica, nudo, abultamiento periférico, grietas centrales simples y grietas centrales múltiples.
   - **c).** Defecto de origen biológico, en este grupo solo se encontró un defecto corazón podrido o hueco.
2. El 98.6% de la madera rolliza de *Calycophyllum spruceanum* (Benth) Hook (capirona) presenta sección ovalada.
3. El 98.6% de la madera rolliza de *Calycophyllum spruceanum* (Benth) Hook (capirona) presentan conicidad.
4. Los rendimientos determinados en la presente investigación están sujetos a la calidad de las trozas, diseño del aserradero y esquema de corte utilizado entre otros factores; por lo tanto estos resultados no se pueden generalizar, porque el tipo y maquinarias de cada aserradero diferente a otro y las especies que son aserradas son de diferentes zonas de extracción.
5. La madera rolliza de *Calycophyllum spruceanum* (Benth) Hook (capirona) no presenta encorvadura doble, grietas superficiales, grietas profundas ni entrecorteza.
6. Se estableció cuatro categorías de calidad denominados: SUPERIOR que admite como máximo dos (2) puntos de penalización, EXTRA que admite como máximo seis (6) puntos de penalización, ESTÁNDAR I que admite como máximo doce (12) puntos de penalización y ESTÁNDAR II que admite como máximo dieciocho (18) puntos de penalización.

7. El rendimiento obtenido en madera aserrada de medida comercial para la madera rolliza de *Calycophyllum spruceanum* (Benth) Hook (capirona) fue de un 60 %, presentando dos puntos de penalización.

8. Existe una correlación altamente significativa entre los puntos de penalización o de descuento y el rendimiento en aserrío de las trozas expresada por la ecuación lineal simple Y = 54,902 - 2,5747X.

9. El rendimiento en aserrío de las trozas depende en 72.33 % de los defectos de las trozas traducidos en puntos de penalización y 27.67% depende de otros factores. Así mismo cuando los puntos de penalización se incrementa en una unidad el rendimiento de aserrío disminuye a razón de 2.5747%.

10. Los rangos de rendimiento en aserrío de las trozas de medidas comerciales por cada categorías de calidad son: con rendimiento superior a 49.8%, extra en el rango menor a 49.8% y mayor ó igual 39.5%, estándar I en el rango menor a 39.5% y mayor ó igual a 24.0%, estándar II en el rango menor a 24.0% y mayor ó igual a 8.6%.

11. Las trozas con un total de puntos de penalización o de castigo superior a dieciocho (18), son consideradas como descalificada o rechazada (sin categorías de calidad) por presentar volúmenes muy bajos rendimientos en el aserrío de madera comercial.

BIBLIOGRAFÍA

ASSOCIATION TECHNIQUE INTERNATIONALE DES BOIS TROPICAUX (A.T.I.B.T.). 1990. Generalites a propos des regle de classement. Paris. 189p.

AVILÉS B. Y HENLE, H. 1994. Caracterización y clasificación de madera rolliza de las especies *Nothofagus* alpina, *Nothofagus obliqua y Nothofagus dombeyi* de la Hacienda Jauja, IX Región. Ciencia e investigación forestal, (1): 41-78p.

BROWN F. y J. BETHEL. 1990. La industria maderera. Editorial Limusa. México. CONAF. 1999. Actualización de cifras del catastro: El bosque nativo no puede esperar. Chile Forestal. Año XXIV, Nº 272: 4 – 10.

GARCIA et al 2003 La madera y su anatomía (Anomalías y defectos, estructura microscópica de confieras y frondosas, identificación de madera, descripción de especies y pared celular). Edit. Mundi Prensa. Madrid 325 p.

INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES. 2002. Diagnostico forestal y de fauna silvestre. Pucallpa. 207p.

JOHNSTON D. 1989. La madera clases y características. Ediciones Ceac. Barcelona, 156p.

KERBES E. L. y J. A. MCINTOSH. 1968. Some relationship between exterior log characteristics and lumber recovery values for samples of B.C. interior spruce. WFPL. Inf. Rep. VP-X-41. 19 p.

KOLLMAN F. 1959. Tecnología de la madera y sus aplicaciones. Ministerio de Agricultura Dirección General de Montes, Caza y Pesca Fluvial. Madrid. 350 p.

LÜBKE, J. 1999. Clasificación de madera en trozos por calidad. Coordinación Provincial del Proyecto Conservación y Manejo Sustentable del Bosque Nativo, Biobío. CONAF - DED. Los Ángeles, Chile. Publicación interna.34-42p.

MINCETUR – BID. 2005. Propuesta de Norma Técnica Peruana PNTP 251-2005. Madera aserrada: clasificación vidual por grado de calidad. Lima.12p.

MINISTERIO DE AGRICULTURA 2008. Ley Forestal y de Fauna Silvestre, Decreto Legislativo 1090. Reglamento de la Ley Forestal y de Fauna Silvestre Capitulo II, definiciones y abreviaturas. Lima 1p.

ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION (ISO) 1985. Projet. De Norma Internatinale iso/dis 4473. Billes a sciages de bois Resineux et feuillus – defauts apparents – clasification. 2 p.

PASHIN A. J. 1980. TEXTBOOK OF WOOD TECHNOLOGY. Structure, identification, propertis, and uses of the commercial woods. Of the unidad stades and canada. Fourt edition 721p.

PNEVMATICOS. S. M. I. B. FLANN y F. J. PETRO 1971. How log characteristics relate to sawing profit. Can. For. Ind. 91(1): 40 – 43p.

RAMÍREZ J. 1999. Antecedentes sobre el control de calidad de madera en madera rolliza en aserraderos de la VIII Región. Habilitación Profesional Ing. (E.) Forestal. Departamento. Forestal. Universidad de Concepción. Los Ángeles. 23p.

ZAVALA Z. D y HERNANDEZ C. R. 2000. Análisis del rendimiento y utilidad del proceso de aserrío de trocería de pino. Madera y Bosques 6 (2), 2000:41-55. En: http://www.ecologia.edu.mx/publicaciones/resumeness/6.2/pdf/Zavala%20y%20hernandez%202000.PDF.

Determinación de los componentes químicos en la madera y corteza de *Chrisophyllum sp* (caimitillo) en Pucallpa

Determination of chemical components in wood and bark of *Chrisophyllum sp* (caimitillo) in Pucallpa

Elda Teresa Guevara Aliaga [1] Carlos Panduro Carbajal [2]

RESUMEN

El presente trabajo trata sobre la determinación de la composición química de la madera de *Chrisophyllum* sp (caimitillo). Se ha determinado el contenido de celulosa, hemicelulosa, lignina, extractivos en agua y alcohol-benceno, cenizas y sílice. La madera de *Crysophyllum* sp tiene un contenido de celulosa de 42,41%; 18,00% de hemicelulosa y 32,35% de lignina. La corteza de *Crysophyllum* sp tiene un contenido de celulosa de 27,33%; de hemicelulosa 21,90 y de lignina 31,90. . La madera de *Crysophyllum* sp tiene un contenido de extractivos solubles en agua fría de 0,88%; de extractivos solubles en agua caliente de 1,16% y solubles en mezcla de alcohol-benceno de 1,79%. La corteza de *Crysophyllum* sp tiene un contenido de extractivos solubles en agua fría de 2,21%; de extractivos solubles en agua caliente de 3,19% y solubles en mezcla de alcohol-benceno de 5,23%. La madera de *Crysophyllum* sp tiene un contenido de cenizas de 2,37%; y de sílice de 1,57. Las diferencias en la composición química de la madera y corteza de *Crysophyllum* sp entre los niveles del fuste no son estadísticamente significativas, a excepción del contenido de sílice.

Palabras clave: *Crysophyllum* sp, madera, composición química, celulosa, hemicelulosa, lignina, extractivos en agua y alcohol-benceno, cenizas y sílice.

[1] Bach. en Ciencias Forestal - UNU
[2] Prof. principal en la fac. Cs. Forestales Ambientales - UNU Ing. Químico, M. Sc.

ABSTRACT

This work deals with the determination of the chemical composition of wood *Chrisophyllum sp* (caimitillo). We have determined the content of cellulose, hemicellulose, lignin, extractives in water and alcohol-benzene, ash and silica. *Sp Crysophyllum* The wood has a cellulose content of 42.41% 18.00% 32.35% hemicellulose and lignin. *Sp Crysophyllum* bark has a content of 27.33% cellulose, hemicellulose and lignin 21.90 31.90. . *Sp Crysophyllum* The wood has a content of cold water soluble extractives of 0.88% of hot water soluble extractives of 1.16% and soluble in alcohol-benzene mixture of 1.79%. *Sp Crysophyllum* bark has a content of cold water soluble extractives of 2.21% of hot water soluble extractives of 3.19% and soluble in alcohol-benzene mixture of 5.23%. *Sp Crysophyllum* The wood has an ash content of 2.37% and 1.57 silica. The differences in chemical composition of wood and bark of *Crysophyllum sp* between stem levels are not statistically significant, except the silica content.

Keyword: *Crysophyllum sp,* wood, chemical composition, cellulose, hemicellulose, lignin, extractives in water and alcohol-benzene, ash and silica.

INTRODUCCIÓN

El uso sostenible de los bosques recae sin más sobre el desafío al que se enfrenta el sector forestal en la actualidad, que consiste en satisfacer las necesidades de productos madereros y no madereros atendiendo al mismo tiempo a la demanda de servicios ambientales y sociales que se esperan de los bosques. (FAO,1999). El manejo forestal requiere del uso sostenible de la biodiversidad. Los bosques amazónicos se

caracterizan por una alta tasa de biodiversidad se calcula que existen más de 3,000 especies maderables, aunque son muchas menos las especies actualmente aprovechables. En efecto las estadísticas del INRENA indican que no más de 50 especies maderables aprovecha actualmente la industria de transformación mecánica, de las que diez constituyen el 80%; lo que se debe, entre otras causas, a algunas características tecnológicas inadecuadas para el procesamiento mecánico de la madera y también a características dasonómicas, como son fustes reducidos que no alcanzan el diámetro mínimo de corta establecido.

Crysophyllum sp es un género forestal que se desarrolla en pequeños manchales de los bosques aluviales de la región, sin embargo no se tiene información documentada de la cantidad disponible que hay en el bosque, por lo tanto no tiene presencia en el mercado de la transformación mecánica de la madera. Esto se debe, entre otras causas, a la abrasividad de la madera, lo que aumenta enormemente los costos de transformación mecánica (LEON y ESPINOSA, 2001). También se debe a los diámetros reducidos de los árboles en algunas zonas, que influye en el rendimiento del aserrío y en los costos de producción. Sin embargo los costos de extracción y transporte son reducidos, esta especie suele crecer a orillas de ríos navegables (RIOS, 2006). En estas condiciones *Crysophyllum* sp es un genero forestal cuyo aprovechamiento puede fomentarse a través de la transformación

la transformación química, lográndose el aprovechamiento integral al utilizar no sólo el fuste comercial sino también las ramas, con alto valor agregado. Sin embargo no hay estudios de la composición química de esta especie forestal, se hace necesario efectuar, entre otros, estudios, la determinación de la composición química y contribuir a definir los posibles usos de *Crysophyllum* sp. el objetivo general del presente trabajo de investigación es contribuir al conocimiento de la composición química de la madera del género forestal *Crysophyllum* sp (caimitillo), para generar la línea de base que da continuidad al ahondamiento en la investigación explorativa y definir sus aplicaciones. Los objetivos específicos son:

Determinar en forma cuantitativa la composición de la madera de *Crysophyllum* sp (caimitillo) procedente de tres niveles longitudinales del fuste.

Evaluar la relación entre los niveles longitudinales del fuste y la cantidad de celulosa, lignina y hemicelulosa y extractivos.

MATERIAL Y MÉTODO

El método de investigación fue experimental, que constó en la determinación de los componentes químicos de la madera y corteza de *Chrisophyllum* sp (caimitillo) a nivel de laboratorio, utilizando procedimientos estandarizados e instrumentos de precisión, obteniéndose información cuantitativa muy confiable. El procesamiento de datos permite determinar los valores promedio, la desviación estándar y el coeficiente de variación de los principales

componentes de la madera y corteza y el análisis estadístico para determinar si hay diferencias significativas en la composición química de la madera y corteza procedente de los diferentes niveles del árbol.

La población estuvo constituida por un rodal natural de árboles de caimitillo ubicado en un predio agrícola de cinco hectáreas de propiedad del Sr.: Alejandro Zumaeta Murrieta. El predio está ubicado en el poblado de Naranjal, distrito de Nueva Requena, provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali. La muestra estuvo constituida por tres árboles seleccionados en función a sus características organolépticas, estado fitosanitario y dap.

Se seleccionó este predio debido a que es representativo de muchos otros de la cuenca del rio Aguatia, , distritos San Alejandro, Curimana, Nueva Requena y Yarinacocha, en lo que se refiere a extensión, tipo de manejo agroforestal y presencia de bosque primario residual.

La identificación taxonómica se hizo por el método de anatomía comparada, en el laboratorio de Anatomía de la Madera de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

Para efectuar el análisis químico de las muestras colectadas se procedió a marcar las trozas de acuerdo a los niveles (base, medio y ápice), obteneniéndose el aserrín y la corteza. Posteriormente el aserrín se tamizó en malla 40 y 60 y se trabajó con lo que queda en malla 60 conforme a la Norma TAPPI T – 11m. Las determinaciones cuantitativas de los principales componentes se efectuaron según como se indica a continuación:

Contenido de extractivos, según la Norma TAPPI 12m – 59 y el método Savard, a través de la cuantificación de residuos tratada con tres métodos: agua fría, agua caliente y en alcohol benceno, en todos los casos referido al peso inicial de la muestra.

Contenido de celulosa, según el método Kurshner y Hoffner, a través de la cuantificación del residuo de madera tratada con ácido nítrico y alcohol a 30°C; referido al peso inicial de la muestra.

Contenido de celulosa, según el método Kurshner y Hoffner, a través de la cuantificación del residuo de madera tratada con ácido nítrico y alcohol a 30°C; referido al peso inicial de la muestra.

Contenido de hemicelulosas, según el método de Jayme – Wise, a través de la cuantificación de residuo de madera tratada con solución de clorito de sodio y ácido acético concentrado a una temperatura de 70°C; referido al peso inicial de la muestra.

Contenido de lignina, según Norma AFNOR Pr T 12 – 014, a través de la cuantificación del residuo insoluble de madera tratada con ácido sulfúrico a 20°C; referido al peso inicial de la muestra.

Contenido de cenizas, Norma 150 R – 1762 a través de la cuantificación del residuo de madera expuesta a 575 ± 25 por tres horas, referido al peso inicial de la muestra.

Contenido de sílice, a través de la cuantificación del residuo de madera tratada con acido clorhídrico 0,5 N, referido al peso inicial de la muestra.

Tratamiento de los datos

En esta investigación se aplicó el diseño factorial. Los resultados fueron analizados a través de la prueba de significación de dos medias para determinar si existen diferencias significativas en el contenido de los componentes químicos entre los niveles longitudinales del árbol. Se consideran los siguientes factores: Factor 1. Nivel del fuste: base, medio, ápice; - Factor 2. Componentes químicos: extractivos, celulosa,

hemicelulosa, lignina, cenizas y sílice. El de tratamientos es 18, con 3 repeticiones y 54 unidades experimentales. Cuando hubo diferencias significativas en el caso de cenizas se aplicó la prueba de significación de DUNCAN.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las tablas 1 y 2 presentan los resultados obtenidos en la determinación de la composición química de la madera y corteza de ***Chrisophyllum* sp. (CAIMITILLO).**

Tabla 01.- Composicion química de la corteza de *Chrisophyllum* sp. (caimitillo) en porcentaje.

Numero de árbol	Nivel	%EXTRACTIVOS			Celulosa	Hemicel	Lignina	Cenizas	Silice	Total
		Agua fria	Agua caliente	Alcohol benceno						
	1A	0.974	1.318	2.292	40.917	16.103	34.460	2.674	1.184	99.924
	1B	0.908	1.003	2.256	41.544	16.477	34.733	2.024	0.991	99.937
1	1C	1.043	1.327	2.243	39.268	16.743	35.760	2.560	1.001	99.945
	2A	0.781	1.314	1.523	42.395	19.037	31.220	2.589	1.097	99.954
	2B	0.758	1.195	1.365	43.743	18.961	30.717	2.256	0.994	99.989
2	2C	0.763	1.125	1.545	43.707	18.993	30.816	2.231	0.816	99.996
	3A	0.805	1.093	1.821	42.879	18.516	31.206	2.607	1.004	99.931
	3B	0.864	1.037	1.517	43.568	18.241	31.682	2.189	0.806	99.904
3	3C	0.989	1.065	1.578	43.639	18.958	30.576	2.206	0.905	99.916
Promedio		0.876	1.164	1.793	42.407	18.003	32.352	2.371	0.978	99.944

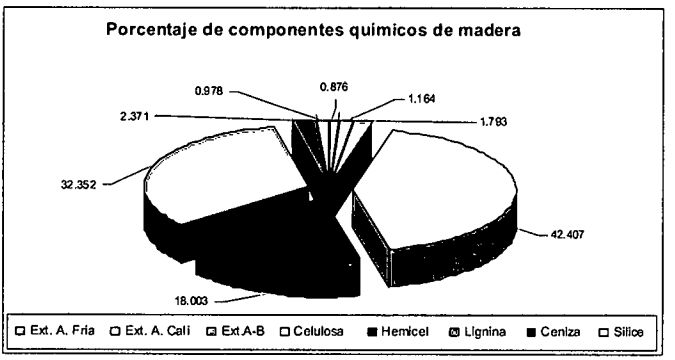


Grafico 01.- Resultado porcentual de los componentes químicos en la madera de *Chrisophyllum* sp (caimitillo)

Tabla 02.- Composicion química de la corteza de *Chrisophyllum* sp. (caimitillo) en porcentaje.

Numero de árbol	Nivel	EXTRACTIVOS			Celulosa	Hemicel	Lignina	Cenizas	Sílice	Total
		Agua fría	Agua caliente	Alcohol benceno						
	1ª	2.306	3.564	5.508	24.242	21.002	34.763	6.899	1.654	99.939
	1B	2.051	3.316	5.770	26.164	19.187	35.003	6.747	1.694	99.933
1	1C	2.783	3.030	5.756	24.014	20.488	36.249	6.099	1.426	99.843
	2ª	2.069	3.046	4.943	26.839	24.464	30.575	6.379	1.594	99.909
	2B	2.002	3.032	4.233	29.386	22.616	30.092	6.922	1.609	99.893
2	2C	2.055	3.025	4.110	29.680	22.032	30.175	7.078	1.781	99.936
	3ª	2.049	3.073	5.521	27.376	21.533	31.493	7.114	1.723	99.882
	3B	2.330	3.553	5.463	29.570	22.923	28.844	5.922	1.360	99.965
3	3C	2.273	3.106	5.795	28.674	22.822	29.924	5.966	1.288	99.848
promedio		2.213	3.194	5.233	27.327	21.896	31.902	6.570	1.570	99.905

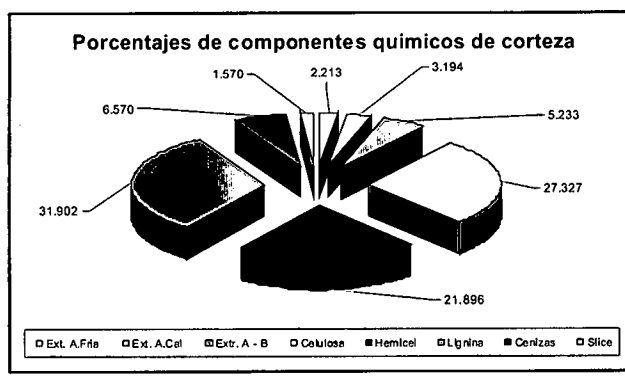


Grafico 02.- Resultado porcentual de los componentes químicos de la corteza de *Chrisophyllum* sp (caimitillo)

En las tablas 1 y 2 y los gráficos 1 y 2 se observa que los resultados obtenidos de los componentes químicos tanto en la madera como en la corteza coinciden con lo que dicen algunos autores aproximadamente; con respecto a ceniza en la corteza coincide con los resultados obtenidos por OREA-IGARZA et al. (2006), que encontró un contenido de 4,58 en promedio para ceniza pero discrepando en cuanto al contenido de extractivos que tiene como promedio 13,5%. Diaz (1986) y

cartagena(1994), citados por MARQUEZ (2002), da como resultado un contenido que varia de 40 a 45% de celulosa, 15 a 35% de hemicelulosa. EDUARDO (2008) encontró un promedio de 3,5% en extractivos en madera.

Tabla 03.- Análisis estadístico de los componentes químicos del fuste en la madera de *Chrisophyllum* sp (caimitillo).

COMPOSICION QUIMICA POR NIVEL DEL FUSTE	Fc	Ft α=0,05	Nivel de significación
Celulosa	0.23	5.14	N.S
Hemicelulosa	0.06	5.14	N.S
Lignina	0.00	5.14	N.S
Extractivos en agua fria	0.54	5.14	N.S
Extractivos en agua caliente	1.30	5.14	N.S
Extractivos en alcohol – benceno	0.12	5.14	N.S
Cenizas	9.03	5.14	*
Silice	3.38	5.14	N.S

En la tabla 03 se puede observar que no existe diferencia significativa en la celulosa, hemicelulosa, lignina, extractivos y sílice en los niveles del fuste de la madera de *Chrisophyllum* sp (caimitillo); pero si existe diferencia significativa en cuanto a los resultados de ceniza, por lo tanto se llevó a cabo la prueba de Duncan para ver en cuanto difiere o en que nivel está la diferencia; entonces se observa en la tabla 04 que existe una diferencia significativa entre la parte media y el ápice; y también entre la parte de la base y el ápice del fuste en la madera; así también se deduce que no existe diferencia significativa entre la parte media y la base del fuste.

Tabla 04.- Análisis estadístico de los componentes químicos del fuste en la corteza de *Chrisophyllum* sp (caimitillo).

Composición quimica según nivel del fuste	Fc	Ft α=0,05	Nivel de sig.
Celulosa	0.72	5.14	No significativo
Hemicelulosa	0.15	5.14	No significativo
Lignina	0.08	5.14	No significativo
Extractivos en agua fria	0.87	5.14	No significativo
extractivos en agua caliente	0.93	5.14	No significativo
extractivos en alcohol – benceno	0.04	5.14	No significativo
cenizas	0.50	5.14	No significativo
Silice	0.59	5.14	No significativo

Observando la tabla 05 se nota que no hay significancia en cuanto a los componentes químicos de la corteza estudiada en los niveles del fuste., ya que el Fc está por debajo del Ft. Pero esto no quiere decir que los resultados son iguales ya que la diferencia entre ellos es mínimo por lo tanto la significancia no se da en el análisis estadístico.

Tabla 05.- Análisis estadístico de composición química en madera y corteza de *Chrisophyllum* sp (caimitillo).

COMPOSICION QUIMICA EN MADERA Y CORTEZA	Tc	Tt α=0,05	Ft α=0,01	Nivel de significación
Celulosa	7.46	1.74	2.58	**
Hemicelulosa	2.64	1.74	2.58	**
Lignina	0.18	1.74	2.58	No significativo
Extractivos en agua fria	6.59	1.74	2.58	**
Extractivos en agua caliente	10.43	1.74	2.58	**
Extractivos en alcohol - benceno	6.09	1.74	2.58	**
Cenizas	10.43	1.74	2.58	**
Silice	3.74	1.74	2.58	**

En la tabla 05 sin embargo se observa que casi en todos los componentes químicos de esta especie en comparación con la madera y la corteza tienen un nivel de significancia alto, tal como lo menciona fengel(1984), la proporción de los componentes químicos varia con la especie, entre la madera de arboles de la misma especie, y en diferentes partes del propio árbol, en la madera de albura y duramen e incluso los parámetros edafoclimáticos son los que influyen en la composición química del árbol. Pero sin embargo se nota que no hay significancia con respecto a la lignina.

La prueba de Duncan indica que existe una diferencia significativa entre parte media y ápice y también entre la parte de la base y el ápice del fuste en la madera; así también indica que no existe diferencia significativa entre la parte media y la base del fuste. Tal como lo menciona FENGEL (1984) la proporción de los componentes químicos varia con la especie, entre la madera de arboles de la misma especie, y en diferentes partes del propio árbol, en la madera de albura y duramen e incluso los parámetros edafoclimáticos son los que influyen en la composición química del árbol. Pero sin embargo se nota que no hay significancia con respecto a la lignina.

CONCLUSIÓN

1. La madera de *Crysophyllum* sp tiene un contenido de celulosa de 42,41%; 18,00% de hemicelulosa y 32,35% de lignina.

2. La corteza de *Crysophyllum* sp tiene un contenido de celulosa de 27,33%; de hemicelulosa 21,90 y de lignina 31,90.

3. La madera de *Crysophyllum* sp tiene un contenido de extractivos solubles en agua fría de 0,88%; de extractivos solubles en agua caliente de 1,16% y solubles en mezcla de alcohol-benceno de 1,79%.

4. La corteza de *Crysophyllum* sp tiene un contenido de extractivos solubles en agua fría de 2,21%; de extractivos solubles en agua caliente de 3,19% y solubles en mezcla de alcohol-benceno de 5,23%.

5. La madera de *Crysophyllum* sp tiene un contenido de cenizas de 2,37%; y de sílice de 1,57.

6. Las diferencias en la composición química de la madera y corteza de *Crysophyllum* sp no son estadísticamente significativas.

BIBLIOGRAFÍA

ABARCA R, BLANCO L, 2003. Composición química de Tectona grandis Laboratorio de Productos Forestales, Universidad de Costa Rica. 72 p.

EDUARDO, C. 2008, Análisis químico de los recursos fibrosos para pulpa Universidad Nacional del Bio. Santiago. 67 p.

MÁRQUEZ F 2002. Transformación térmica de la madera monografías.com.

MONTEOLIVA, S; NUÑEZ, C; IGARTÚA, D 2002. Densidad básica, longitud de fibras y composición química de la madera de una plantación de Eucalyptus globulus en la provincia de Buenos Aires, Argentina.

NAVARRO, R. M. 2008. Transformación eficiente de la madera en biocombustible. Universidad de Pekín. Lausana. . 45 p..

LEON W y ESPINOZA N. 2001. Anatomía de la madera. Universidad de los Andes. Consejo de Publicaciones. Mérida. 397 p.

OREA-IGARZA et.al. 2006. Estudio comparativo de la composición química de la corteza de tres especies de eucalipto a tres alturas del fuste comercial. Revista de Ciencias Forestales. Quebracho N° 13.Cuba. 55 p.

REINA, J 2006. Aprovechamiento energético de maderas **residuales,** Primera parte: Caracterización de la madera y procesos de conversión termoquímico, Energy & Waste Tecnologías. E&Wtech. 29 p.

TRUJILLO.2008. Caracterización de los extractos del aserrín y corteza de *Coumarouna odorata* (shihuahuaco), en agua y solventes orgánicos con efecto fungicida e insecticida. Practica preprofesional. UNU/FCFyA. Pucallpa 40 p.

RIOS, J. Informe técnico 5. Evaluación forestal Bajo Shiringal. INRENA. OIMT. Proyecto PD 138/02 Evaluación Integral y Estrategia para el Manejo Sostenible de los Bosques Secundarios de la Región Selva Central del Perú". 62 p.

Determinación de las principales propiedades físicas por niveles de fuste, y posibilidades de uso de la especie *Terminalia oblonga* (yacushapana amarilla) de la zona del Mangual/Bellavista – Yarinacocha

Determination of the main physical properties of stem levels, and possible uses of the species *Terminalia oblonga* (yacushapana yellow) area Mangual / Bellavista – Yarinacocha

Barnabi Haroll Arévalo Viena [1] David Llúncor Mendoza [2]

RESUMEN

En este trabajo se determinó la variabilidad de las propiedades físicas de la especie forestal *Terminalia oblonga*, tanto a nivel longitudinal como transversal en tres niveles de altura del fuste, y sus características anatómicas a nivel macroscópico.

El material experimental provino de tres árboles extraídos de la zona Mangual/Bellavista (Yarinacocha), las cuales fueron trasladadas a los laboratorios de anatomía de la madera de la Universidad Nacional de Ucayali, donde se obtuvo probetas de 2.5x2.5x10 cm.

La determinación de las propiedades físicas se realizó siguiendo la norma técnica peruana (NTP) de la serie 251, y la estructura anatómica de la madera a nivel macroscópico se determinó mediante la norma IAWA (1989).

Los resultados obtenidos muestran, que a nivel longitudinal los valores del contenido de humedad, las contracciones volumétrica, radial y longitudinal; la densidad y el peso específico en todas sus condiciones, aumentan desde el nivel inferior hacia el nivel superior, lo contrario ocurre con la contracción tangencial y la relación tangencial – radial (T/R); a nivel transversal los valores del contenido de humedad, las contracciones volumétrica, tangencial, radial y longitudinal; la densidad y el peso específico en todas sus condiciones, aumentan desde la albura hacia la médula, lo contrario ocurre con la relación T/R; debido a la irregular distribución de los anillos de crecimiento.

Palabras clave: Propiedades físicas, *Terminalia oblonga*, yacushapana amarilla y uso de la madera.

[1] Bach. en Ciencias Forestales - UNU.
[2] Profesor principal Fac. Cs. Forestales y Ambientales de la UNU, Ing. Forestal, M. Sc.

ABSTRACT

In this study we determined the variability of the physical properties of *Terminalia oblonga* forest species, both longitudinal and transverse in three levels of tree height, and anatomic characteristics at the macroscopic level.

The experimental material came from three trees harvested from the area Mangual / Bellavista (Yarinacocha), which were forwarded to the laboratories of wood anatomy of the Universidad Nacional de Ucayali, where specimens were obtained 2.5x2.5x10 cm.

The determination of physical properties was done according to Peruvian technical standard (NTP) of the 251 series, and the anatomical structure of wood at the macroscopic level is determined by the standard IAWA (1989).

The results show that at length the values of moisture content, volumetric contraction, radial and longitudinal density and weight in all conditions, increasing from the lower to the upper level, the opposite occurs with and tangential shrinkage tangential relationship - radial (T / R) cross at the values of moisture content, volumetric contraction, tangential, radial and longitudinal density and weight in all conditions, increasing from sapwood to marrow, the opposite occurs with the T / R, due to the uneven distribution of growth rings.

Keywords: Physical, *Terminalia oblonga*, yacushapana yellow wood use.

INTRODUCCIÓN

La "Yacushapana amarilla" (*Terminalia oblonga*), es una especie forestal, que poco se aprovecha, sin embargo, es una especie que crece en los diversos tipos de bosques de la amazonía peruana, y que lamentablemente, se le está perdiendo como materia prima en la industria forestal. INRENA (2006).

Según el inventario forestal hecho por el INRENA (2005), la abundancia de la yacushapana es como sigue: en el bosque de colina alta, 1.688

árb/ha; en el bosque de colina baja, 2.5 árb/ha; el bosque de terraza alta 1.667 árb/ha y en el bosque de terraza baja 0.834 árb/ ha.; y de acuerdo a los reportes de producción de madera rolliza y aserrada elaborado por esta institución, existen 14 especies de mayor producción, en las cuales no menciona a la *Terminalia oblonga* (yacushapana); sin embargo, la abundancia de esta especie es significativa, por lo que motiva a realizar una investigación empezando por las propiedades físicas; por estas consideraciones esta especie puede ser una alternativa para la sustitución de especies forestales que anteriormente se trabajaban. Existe un desconocimiento de muchas de sus propiedades de la madera, entre los cuales están las propiedades físicas en los diferentes niveles del fuste y orientaciones cardinales, el cual restringe su utilización en la industria forestal.

Por ello el objetivo de este trabajo de investigación fue determinar las propiedades físicas (contenido de humedad, densidad, peso específico y contracción), en forma longitudinal y en forma transversal con respecto al eje del árbol, además de su descripción anatómica a nivel macroscópico, para determinar sus mejores usos en la industria forestal y contribuir con las personas ligadas con la transformación de la madera y a los que están inmersos en el estudio de la misma.

MATERIAL Y MÉTODO

Descripción del lugar donde se desarrolló el estudio

Lugar de ejecución

Los ensayos se ejecutaron en el laboratorio de Anatomía de la Madera de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de Ucayali, ubicada en la margen izquierda de la carretera Federico Basadre Km 6, en el departamento de Ucayali, provincia de Coronel Portillo, distrito de Callería.

Población y muestra

La población estuvo constituida por los árboles de *Terminalia oblonga* (yacushapana amarilla) existentes en el bosque de la zona Mangual/Bellavista. La muestra lo constituyeron tres árboles de la especie en mención, los cuales presentaron buena configuración física y

buen estado fitosanitario.

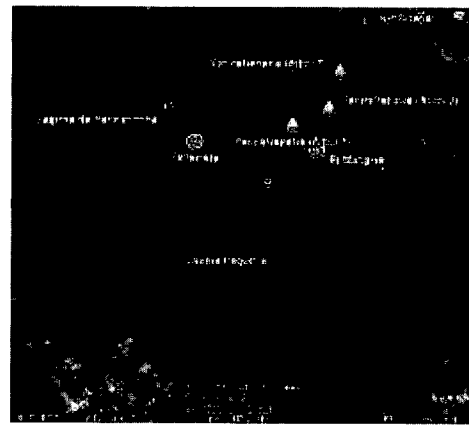


Gráfico 1: Lugar donde se extrajeron los árboles en estudio.

buen estado fitosanitario.

Instrumento de recolección de datos

Materiales de laboratorio

- ✓ Probetas de 2.5 x 2.5 x 10 cm.
- ✓ Probetas de 5 x 5 x 5 cm.
- ✓ Probetas de 2 x 10 x 15 cm. (corte radial y tangencial).
- ✓ Probetas de 1 x 5 x 15 cm. (corte radial y tangencial).
- ✓ Navaja.
- ✓ Formón.
- ✓ Martillo.
- ✓ Lupa de aumento 10X.
- ✓ Tabla de colores Munsell.

Equipos de laboratorio

- ✓ Estufa eléctrica con termostato regulable.
- ✓ Balanza analítica digital.
- ✓ Pie de rey de 0.05 mm de precisión.
- ✓ Computadora.
- ✓ Cámara fotográfica.
- ✓ Campana desecadora.

Procedimientos de recolección de datos

Selección de árboles.

Se seleccionaron tres árboles tomando en consideración la buena conformación fitosanitaria del individuo, accesibilidad del lugar, asimismo se escogieron árboles de diferentes diámetros, de acuerdo a la Norma Técnica Peruana NTP 251.008 (1980).

Extracción de las rodajas

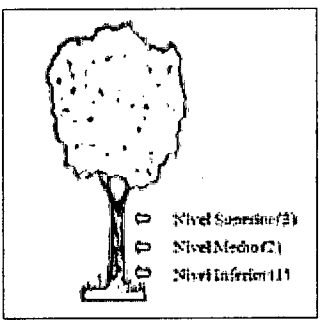


Gráfico 2. Distribución de los niveles en el fuste del árbol.

Obtención de las probetas

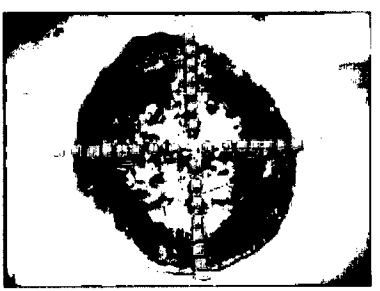


Gráfico 3. Forma como se obtuvieron las probetas en la rodaja de madera.

Para descripción anatómica se obtuvieron probetas de los residuos de las rodajas, de albura y duramen de cada nivel del fuste, cuyas dimensiones fueron:

- ✓ 5 x 5 x 5 cm.
- ✓ 2 x 10 x 15 cm. (Corte radial y tangencial)
- ✓ 1 x 5 x 15 cm. (Corte radial y tangencial) material de xiloteca.

Descripción anatómica de la madera

El ensayo se realizó de acuerdo al listado establecido por la Asociación Internacional de Anatomistas de la Madera — IAWA (1989).

Ejecución de ensayos de propiedades físicas de la madera

A continuación se presenta las normas técnicas usadas en los respectivos ensayos:

ENSAYOS FÍSICOS		NORMA TECNICA PERUANA (NTP)
∞ Contenido de Humedad	:	251.010
∞ Densidad	:	251.011
∞ Contracción	:	251.012

Todas las probetas (176) obtenidas, fueron evaluadas, la cual se realizó en tres fases:

Tratamiento de los datos

Parámetros estadísticos

- ✓ Regresión y Correlación:

  El tipo de análisis aplicado a los valores son análisis de regresión logarítmica para el tratamiento de los datos en forma longitudinal y transversal; y una regresión polinomial de cuarto orden para el tratamiento de los datos en función al tiempo.

  Ecuación logarítmica: $Y = a + b\,Ln(X)$

  Ecuación polinómica (4r): $Y = a0 + a1x + a2x2 + \ldots + am\,xm$, con $m<n$

✓ Análisis de varianza (ANVA):

Obtenidos los análisis de regresión se determino el análisis de varianza con un grado de precisión del 95%, donde el grado de significancia se determina de la siguiente manera:

∞ $0.00 < X \leq 0.01$	Muy significante	(**)
∞ $0.01 < X \leq 0.05$	Significante	(*)
∞ $X > 0.05$	No es significante	(NS)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características generales de la madera

Anillos de crecimiento

Los anillos de crecimiento son visibles a simple vista en todos los niveles; no existe un orden en los anillos de crecimiento, algunos se juntan en la mayor parte del tronco, por lo que dificulta su conteo. Teóricamente, no existe una especie forestal que presente los anillos de crecimiento en forma irregular; esta característica se podría atribuir a las condiciones climáticas y calidad de sitio.

MIRANDA, R. et al. (2007), sostienen que los anillos de crecimiento de los brotes adventicios crecen de forma concéntrica en condiciones normales, pero si por la fuerza del evento de inundación el árbol es basculado, el crecimiento de los anillos es modificado de forma excéntrica a partir del momento en que ocurrió el evento.



Gráfico 4. Forma de los anillos de crecimiento de *Terminalia oblonga.*

Características organolépticas

Color: A Nivel de probetas, la albura presenta un color amarillo pálido HUE 8/3 5Y y el duramen color marrón amarillento HUE 5/6 10YR. (Munsell Soil Color Charts).

Olor: Sin olor

Sabor: Sin Sabor

Brillo: Medio. Es más intenso en la cara radial.

Grano: Entrecruzado en todos los niveles

Textura: Media.

Veteado: Arcos superpuestos en la cara tangencial, y líneas paralelas en la cara radial.

Descripción macroscópica

Poros: porosidad difusa, mediano, en bandas tangenciales, agrupación en múltiples radiales.

Parénquima: Paratraqueal Aliforme confluente de bandas anchas.

Radios: Finos, uniseriado.

Propiedades físicas de la especie

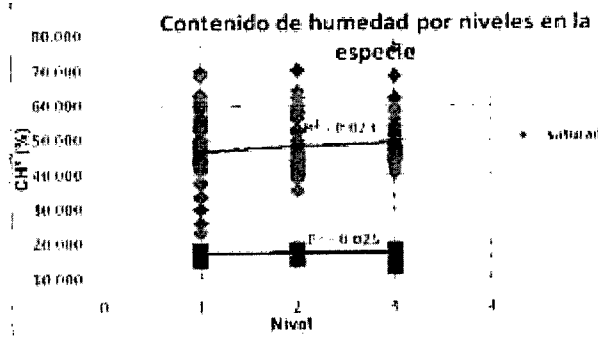
Tabla 01. Propiedades físicas de la especie *Terminalia oblonga.*

PROPIEDADES FÍSICAS	CONDICIÓN	VALOR	UNIDAD	CV (%)
Contenido de humedad	Saturado	47.741	%	16.4
	Seca al aire	17.378	%	8.9
Contracción tangencial	Seca al aire	1.742	%	39
	Seca al horno	8.033	%	12.9
Contracción radial	Seca al aire	0.972	%	58.7
	Seca al horno	4.483	%	19.3
Contracción longitudinal	Seca al aire	0.073	%	93.7
	Seca al horno	0.35	%	211
Contracción volumétrica	Seca al aire	2.767	%	33.5
	Seca al horno	12.462	%	11.9
Densidad	Suturada	1.041	g/cm³	8.047
	Seca al aire	0.85	g/cm³	6.04
	Seca al horno	0.805	g/cm³	6.778
	Básica	0.704	g/cm³	5.684
Peso especifico	Suturada	0.704		5.684
	Seca al aire	0.725		5.911
	Seca al horno	0.805		6.778
Relación Tg/Rg		1.856		23.65

Propiedades físicas en forma longitudinal

Tabla 02. Propiedades físicas de la especie ***Terminalia oblonga*** por niveles de fuste.

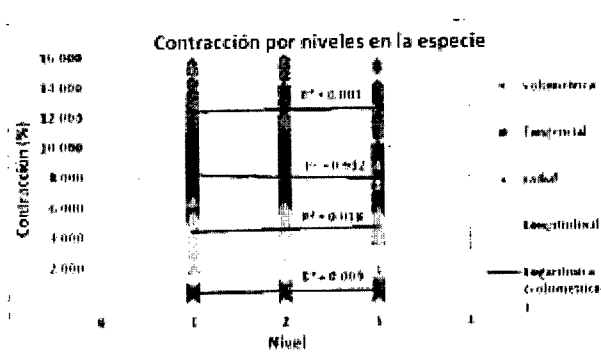
PROPIEDADES FÍSICAS	CONDICIÓN	NIVELES DEL FUSTE					
		INFERIOR		MEDIO		SUPERIOR	
		PROMEDIO	CV (%)	PROMEDIO	CV (%)	PROMEDIO	CV (%)
Contenido de humedad (%)	Saturado	46.598	18.515	47.158	15.954	49.867	13.625
	Seca al aire	17.13	3.71	17.673	14.197	17.366	4.565
Contracción tangencial (%)	Seca al aire	1.83	47.305	1.737	32.529	1.64	30.385
	Seca al horno	8.116	13.046	8.178	12.025	7.778	13.324
Contracción radial (%)	Seca al aire	1.001	54.175	0.94	43.969	0.969	75.893
	Seca al horno	4.37	17.466	4.423	17.759	4.693	21.976
Contracción longitudinal (%)	Seca al aire	0.07	103.717	0.079	69.871	0.069	108.563
	Seca al horno	0.236	65.042	0.465	271.264	0.364	72.151
Contracción volumétrica (%)	Seca al aire	2.88	35.57	2.737	29.451	2.66	34.626
	Seca al horno	12.337	11.461	12.646	13.462	12.428	10.585
Densidad (g/cm^3)	Suturada	1.028	9.045	1.034	7.51	1.065	4.446
	Seca al aire	0.845	7.314	0.85	6.488	0.857	3.693
	Seca al horno	0.8	8.157	0.805	7.28	0.812	4.188
	Básica	0.701	6.971	0.703	6.006	0.711	3.647
Peso especifico	Suturada	0.701	6.971	0.703	6.006	0.711	3.647
	Seca al aire	0.722	7.24	0.723	6.227	0.73	3.628



VARIABLE	ECUACIÓN LOGARÍTMICA	R	SIGNIFICANCIA (ANOVA)
CH° Saturado	y = 2,611ln(x) + 46,29	0,152	*
CH° Seco al aire	y = 0,231ln(x) + 17,13	0,158	*

Gráfico 5. Variación del contenido de humedad por niveles de fuste de la *Terminalia oblonga* (Yacushapana amarilla).

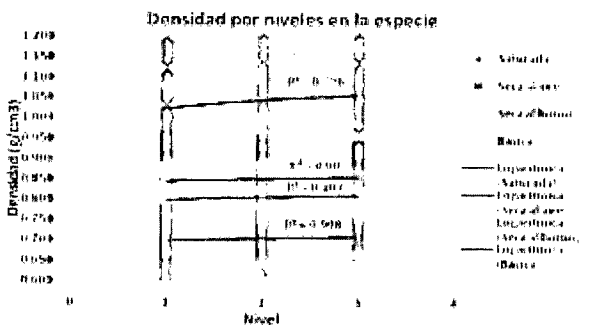
De acuerdo al gráfico 5 podemos observar que el contenido de humedad saturado de la madera de *Terminalia oblonga*, aumenta desde el nivel inferior al nivel superior con respecto al eje longitudinal del árbol. Además en todos los niveles el contenido de humedad seco al aire tiende a equilibrarse con el ambiente en un valor aproximado al 17%.



VARIABLE	ECUACIÓN LOGARÍTMICA	R	SIGNIFICANCIA (ANOVA)
contracción volumétrica	y = 0,132ln(x) + 12,38	0,032	NS
contracción tangencial	y = -0,25ln(x) + 8,173	0,110	NS
contracción radial	y = 0,258ln(x) + 4,340	0,134	NS
contracción longitudinal	y = 0,152ln(x) + 0,265	0,095	**

Gráfico 6. Variación de la contracción por niveles de fuste de la *Terminalia oblonga*.

En el gráfico 6 observamos que la contracción: volumétrica, radial y longitudinal en la madera de *Terminalia oblonga* aumenta desde el nivel inferior al nivel superior, excepto la contracción tangencial la cual disminuye desde el nivel inferior al superior. Además la contracción longitudinal es altamente significante; Ediciones Don Bosco (1965) sostiene que la contracción es mayor en las fibras jóvenes que en las viejas, con lo que se confirma estos resultados ya que el nivel inferior de todo árbol representa la parte más vieja y el superior la más tierna.

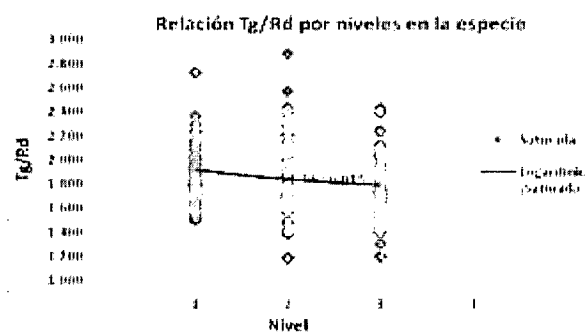


VARIABLE	ECUACIÓN LOGARÍTMICA	R	SIGNIFICANCIA (ANOVA)
Densidad saturada	y = 0,029ln(x) + 1,024	0,161	*
Densidad seca al aire	y = 0,009ln(x) + 0,845	0,084	NS
Densidad seca al horno	y = 0,01ln(x) + 0,799	0,084	NS
Densidad básica	y = 0,008ln(x) + 0,699	0,089	NS

Gráfico 7. Variación de la densidad por niveles de fuste de la *Terminalia oblonga*.

De acuerdo al gráfico 7, la densidad (saturada, seca al aire, seca al horno y básica) en la madera de *Terminalia oblonga*, aumenta desde el nivel inferior al nivel superior con respecto al eje longitudinal del eje del árbol, además la condición saturada (cuando el árbol está en pie) presenta un valor significante con respecto a las demás condiciones, esto se debe a que en esta etapa el flujo de agua en el nivel superior (cerca de la copa) es mayor por la actividad fotosintética.

Aróstegui (1982) afirma que el contenido de humedad influye en el peso, resistencia mecánica, contracción y expansión, conductividad térmica, durabilidad, inflamabilidad y permeabilidad de la madera.



VARIABLE	ECUACIÓN LOGARÍTMICA	R	SIGNIFICANCIA (ANOVA)
Relación Tg/Rd	y = -0,11ln(x) + 1,920	0,12	*

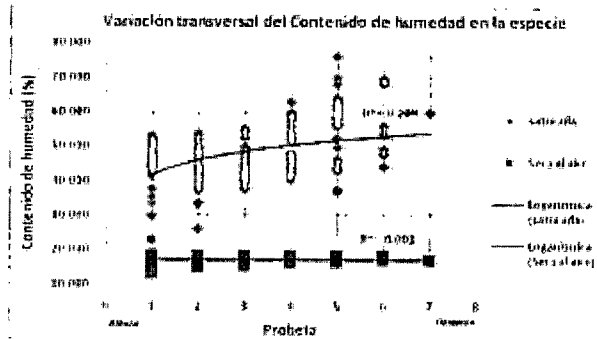
Gráfico 8. Variación de la relación Tg/Rd (Estabilidad de la madera) por niveles de fuste de la madera de *Terminalia oblonga.*

En el gráfico 8, observamos que la estabilidad (relación Tg/Rd) en la madera de *Terminalia oblonga* tiende a mejorar cuando ascendemos del nivel inferior al nivel superior con respecto al eje longitudinal del árbol, encontrándose que esta característica es significante, lo que se podría atribuir a la mayor cantidad de elementos abrasivos que se presentan en el nivel inferior.

Propiedades físicas en Sección transversal

Tabla 03. Propiedades físicas de la especie T*erminalia oblonga* (Yacushapana amarilla) en sección transversal.

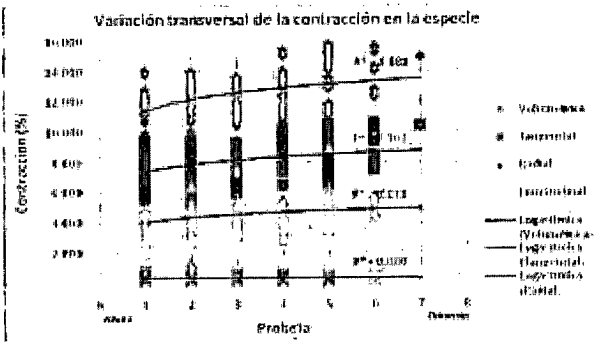
PROPIEDAD FÍSICA	CONDICIÓN	PROBETAS											
		ALBURA.....										..... DURAMEN	
		1		2		3		4		5		6	
		PROMEDIO	CV	PROMEDIO	CV	PROMEDIO	CV	PROMEDIO	CV	PROMEDIO	CV	PROMEDIO	CV
Contenido de humedad (%)	Total	44.47	13.75	43.44	11.97	45.58	8.75	49.90	13.22	55.18	17.58	55.34	16.55
	Seca al aire	17.81	18.27	17.28	3.79	17.13	3.53	17.24	2.23	17.41	3.04	17.43	1.80
Contracción tangencial (%)	Seca al aire	1.40	30.12	1.43	27.99	1.63	24.31	2.03	48.78	2.18	23.25	2.33	37.35
	Seca al horno	7.52	10.94	7.73	11.53	7.85	12.62	8.36	9.88	8.65	12.94	8.77	13.46
Contracción radial (%)	Seca al aire	0.79	38.92	0.92	71.08	0.85	33.08	0.98	41.90	1.29	70.11	1.40	46.46
	Seca al horno	4.01	17.28	4.44	18.43	4.48	18.74	4.46	16.80	4.99	20.87	5.07	9.26
Contracción longitudinal (%)	Seca al aire	0.09	86.72	0.07	68.54	0.07	91.26	0.07	108.43	0.06	108.39	0.10	116.29
	Seca al horno	0.36	68.56	0.30	73.88	0.55	286.03	0.29	66.65	0.25	69.97	0.27	71.68
Contracción volumétrica (%)	Seca al aire	2.27	24.32	2.41	31.75	2.54	19.45	3.06	33.25	3.49	29.37	3.80	27.15
	Seca al horno	11.54	10.26	12.08	9.96	12.47	12.00	12.70	9.65	13.43	11.90	13.62	9.97
Densidad (g/cm^3)	Suturada	0.99	7.84	1.01	7.19	1.04	5.56	1.07	6.55	1.10	7.65	1.12	8.76
	Seca al aire	0.82	7.06	0.85	6.27	0.86	5.10	0.86	4.52	0.86	5.81	0.88	6.48
	Seca al horno	0.77	7.24	0.80	7.09	0.81	5.92	0.82	5.10	0.82	6.79	0.83	7.06
	Básica	0.68	6.54	0.70	6.31	0.71	4.90	0.71	4.15	0.71	5.29	0.72	5.77
Peso especifico	Suturado	0.68	6.54	0.70	6.31	0.71	4.90	0.71	4.15	0.71	5.29	0.72	5.77
	Seca al aire	0.70	6.54	0.72	6.12	0.73	5.02	0.74	4.47	0.73	5.73	0.75	6.39
	Seca al horno	0.77	7.24	0.80	7.09	0.81	5.92	0.82	5.10	0.82	6.79	0.83	7.06
Relación Tg/Rd		1.94	22.37	1.84	36.56	1.82	21.00	1.92	16.97	1.78	15.55	1.74	11.74



VARIABLE	ECUACIÓN LOGARÍTMICA	R	SIGNIFICANCIA (ANOVA)
Contenido de humedad saturada	y = 6.118ln(x) + 41.85	0,46	**
Contenido de humedad seca al aire	y = 0.048ln(x) + 17.21	0,03	NS

Gráfico 9. Variación transversal del contenido de humedad de *Terminalia oblonga.*

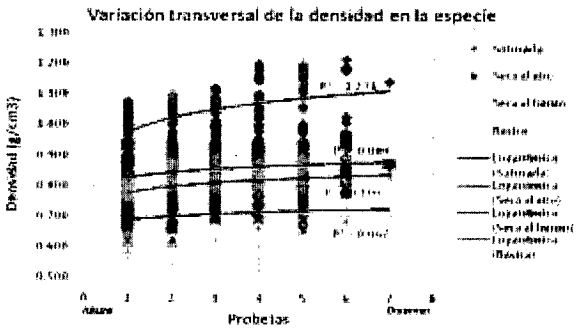
Según el gráfico 9, se observa una alta significancia en la variación transversal del contenido de humedad saturado (cuando el árbol esta en pie) de la madera de *Terminalia oblonga*; dichos valores se incrementan desde la albura hacia la medula, mientras que el contenido de humedad seca al aire mantiene un equilibrio en un valor promedio del 17%. Mora (1983) afirma que la proporción de albura y duramen varia para las diferentes especies y aun dentro de la misma especie, y que el contenido de humedad de la albura y duramen es variable, pero en sentido general, el duramen tiene menos humedad que la albura. Regla que no se cumple en esta especie debida a que la mayoría de los individuos la presencia de la albura era mínima y al menor distanciamiento entre anillos de crecimiento.



VARIABLE	ECUACIÓN LOGARÍTMICA	R	SIGNIFICANCIA (ANOVA)
Contracción volumétrica	y = 1.098ln(x) + 11.40	0.43	**
Contracción tangencial	y = 0.709ln(x) + 7.351	0.40	**
Contracción radial	y = 0.497ln(x) + 4.004	0.34	**
Contracción longitudinal	y = -0.03ln(x) + 0.386	-	*

Gráfico 10. Variación transversal de la contracción de *Terminalia oblonga.*

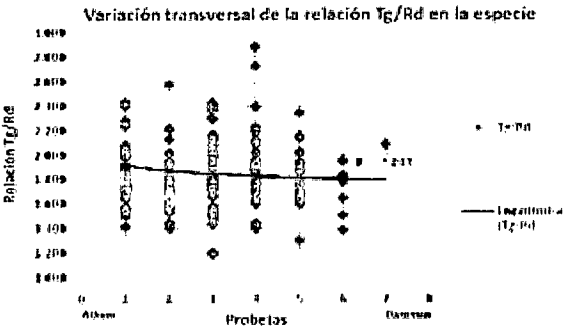
Según el gráfico 10, se observa que existe una alta significancia en la variación transversal de la contracción volumétrica, tangencial y radial; Dichos valores se incrementan desde la albura hacia la medula, caso contrario ocurre en la contracción longitudinal pues presenta un valor significante en la variación transversal y dichos valores se incrementan desde la medula hacia la albura. Este resultado se debe a la presencia del duramen y a la ordenación y disposición de los anillos de crecimiento. Ediciones Don Bosco (1965) sostiene que la contracción es mayor en las fibras jóvenes que en las viejas, contradiciendo a los resultados encontrados.



VARIABLE	ECUACIÓN LOGARÍTMICA	R	SIGNIFICANCIA (ANOVA)
Densidad saturada	y = 0.069ln(x) + 0.974	0.48	**
Densidad seca al aire	y = 0.026ln(x) + 0.825	0.30	**
Densidad seca al horno	y = 0.030ln(x) + 0.776	0.33	**
Densidad básica	y = 0.017ln(x) + 0.687	0.26	**

Gráfico 11. Variación transversal de la densidad de *Terminalia oblonga*.

Según el gráfico 11, se observa que existe una alta significancia en la variación transversal de la densidad en todas sus condiciones (saturada, seca al aire, seca al horno y básica), incrementándose los valores desde la albura hacia la medula. Debido principalmente a la predominancia del duramen en toda la sección transversal (Arboles maduros), además de la ordenación de los anillos de crecimiento. Long, Smith y Scoot (1981) citados por Kort (1993), existen algunos factores que inciden en la densidad de la madera, tales como cantidad de madera temprana y tardía (distribución y ordenación de los anillos de crecimiento), tamaño de las fibras, espesor de pared, tipo y diámetro de células y contenido de extraíbles presentes en la madera.



VARIABLE	ECUACIÓN LOGARÍTMICA	R	SIGNIFICANCIA (ANOVA)
Relación Tg/Rd	y = -0.06ln(x) + 1.918	0.08	NS

Gráfico 12. Variación transversal de la relación Tg/Rd de *Terminalia oblonga.*

Según el gráfico 12, se observa que no existe significancia en la variación transversal de la relación Tg/Rd, en donde la estabilidad de la madera mejora cuando nos acercamos al duramen ya que se aproxima a la unidad y según Aróstegui (1982) sostiene que la relación de la contracción radial y tangencial es un índice de la estabilidad de la madera y cuando la relación entre ambos se acerca a la unidad la madera es más estable y tiene buen comportamiento al secado.

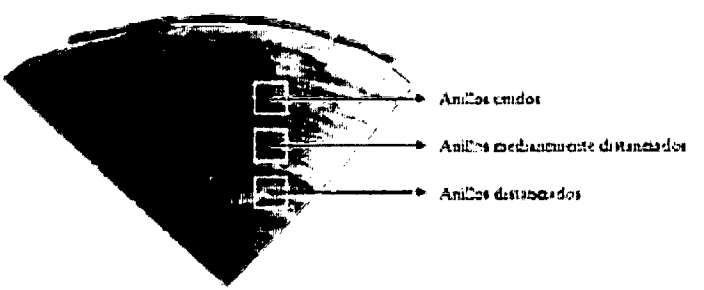


Gráfico 13. Distribución y ordenación de los anillos de crecimiento en la sección transversal.

Del grafico 13 observamos que la distribución de los anillos de crecimiento son irregulares de tal forma que cada probeta presenta diferencias en sus propiedades físicas una de la otra; Guzmán (1979) Indica que las tendencias hereditarias, el diámetro de los individuos, la edad y los factores ambientales como suelo, precipitación, viento y calor afectan la estructura de la madera. Provocando algunos defectos en a madera.

Sus mejores Usos

Por la alta densidad que presenta esta especie y por la irregular ordenación que se observa en los anillos de crecimiento, la madera podría ser utilizada en estructuras de construcción en piezas de mayor dimensión transversal (vigas, durmientes, columnas, entramado de pisos), pero no en piezas de corta dimensión transversal (Parquet) ya que sufriría deformaciones de forma y estructura durante el secado.

Aprovechando la irregular distribución de los anillos de crecimiento esta especie puede ser utilizada en el laminado ya que presenta unos excelentes veteados.

CONCLUSIONES

1. La especie *Terminalia oblonga* de la zona del Mangual/Bellavista, es una madera de bajo contenido de humedad, alta densidad y de contracción estable; los valores de las propiedades físicas son contenido de humedad saturado de 47.74 %, contenido de humedad seco al aire de 17.37 %, densidad básica de 0.70 g/cm3, contracción tangencial de 8.03 %, contracción radial de 4.48 %, contracción longitudinal de 0.35 %, contracción volumétrica de 12.46 % y una relación tangencial radial (Tg/Rd) de 1.85
2. A nivel longitudinal los valores del contenido de humedad, las contracciones volumétrica, radial y longitudinal; la densidad y el peso específico en todas sus condiciones, aumentan desde el nivel inferior hacia el nivel superior, lo contrario ocurre con la contracción tangencial y la relación Tg/Rd.

3. A nivel transversal los valores del contenido de humedad, las contracciones volumétrica, tangencial, radial y longitudinal; la densidad y el peso específico en todas sus condiciones, aumentan desde la albura hacia la médula, lo contrario ocurre con la relación Tg/Rd.
4. La distribución y ordenación de los anillos de crecimiento son irregulares, los cuales tienen gran influencia en la variación de las propiedades físicas en cada sección (longitudinal y transversal) de la especie.

BIBLIOGRAFÍA

1. AREVALO, H. 2002. Estudios de las propiedades físicas y características anatómicas, a nivel macroscópico de la Simarouba amara Aubl (Marupa). Pucallpa – Perú.
2. AROSTEGUI, A. 1982. Recopilación y análisis de estudios tecnológicos de maderas peruanas. Lima – Perú. PNUD / FA0 /PER/81/002. 57p.
3. DANIEL, T. W., J. A. HELMS, Y F. S. BAKER. 1982. Principios de silvicultura. Mc Graw-Hill. México. 492 p.
4. EDICIONES DON BOSCO, 1965. Tecnología de la madera. 5ta Edición. Barcelona – España. 11 p. – 530 p.
5. EDITORIAL BLUME, 1980. La madera. Barcelona – España. 273 p.
6. FAO - PAFBOL. 2005. Proyecto De Apoyo A La Coordinación E Implementación Del Plan De Acción Forestal Para Bolivia. GCP/BOL/028/NET. Serie Técnica XII. Información Técnica Para el Procesamiento Industrial de134 Especies Maderables de Bolivia.
7. GRIGORIEV, A., 1985. Estudio de materiales para ebanistas y carpintería. Editorial. MIR. Moscú. 247 p.
8. GUZMAN, G. 1979. Variación de algunas propiedades físicas y características anatómicas de Pinus caribea Morelet, provenientes de las plantaciones de Uverito. Estado de Monagas. Tesis M.Sc.

Mérida – Venezuela. 81 p.

9. HOLDRIDGE, D. 1982. Ecología basada en zonas de vida. 159 p
10. IAWA 1989. List of microscopic features for hardwood identification. International Association of Woods Anatomist. IAWA Bull.n.s Vol. 10: 217- 332.
11. INIA-OIMT. 1996. Manual de identificación de especies forestales de la Sub región Andina. INIA Editores. Lima, Perú. 306 pp.
12. ITINTEC. 1970. Instituto de Investigación Tecnológica y de Normas Técnicas. Norma Técnica Peruana para ensayos con madera. NTP 251.008 hasta Norma 251.012. Lima - Perú.
13. KOLLMAN, F. 1957. Tecnología de la madera y sus aplicaciones. Instituto Forestal de Investigación y Experiencias y el servicio de la madera. Madrid – España, 675 p.
14. KOLLMAN, F. 1959. Tecnología de la Madera y sus aplicaciones Tomo I – Traducción de la 2da Edición. Ministerio de Agricultura – Instituto Forestal de Investigaciones. Experiencias y Servicios de la Madera. Madrid.- 647 p.
15. KORT, I. 1993. Relationships between sapwood amount, latewood percentage, moisture content and crown vitality of Douglas Fir, Pseudotsuga menziesii. IAWA Journal. 14: 413- 427.
16. MIRANDA, R. et al. 2007. El árbol: fuente de información en las ciencias de la tierra, México, pp 41: URL, http://www.elementos.buap.mx/num67/htm/41.htm
17. MORA, J. 1983. Propiedades físico mecánicas de la madera. Universidad de los Andes. Facultad de Ciencias Forestales. Departamento de Publicaciones. Mérida. 50 Pág.
18. NOTIVOL, E y PARDOS, J. 1992. Una metodología para la estimación de la densidad de la madera de árboles en pie y su grado de variabilidad en Pinus Pinaster Ait. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaría. España. Vol 1 (1). 47 Pág.

19. PADT – REFORT / JUNAC. 1989. Manual del grupo andino para el secado de maderas. Proyectos Andinos de Desarrollo Tecnológico en el Área de los Recursos Forestales Tropicales. Junta del Acuerdo de Cartagena. Lima – Perú.

20. PASHIN A. AND DE ZEEUW, C. 1980. Textbook of wood technology, McGraw- Hill series in forest resources. McGraw- Hill Book Company. New York.

21. ROJAS, A. 1984. Uso Actual de los Suelos en las Cuencas de Yarinacocha y Cashibococha Y Estratificación Forestal. CORDEU. Corporación Departamental de Desarrollo de Ucayali. Pucallpa, Perú.

22. SOTO, T. 1982. Apuntes de propiedades físicas de la madera. Iquitos – Perú. UNAP. 41 p.

23. TAQUIRE, A. 1987. Variación de las propiedades físicas y comportamiento al cepillado, moldurado, taladrado y lijado de *Guazuma crinita* Mart. (Bolaina blanca) en Pucallpa.

24. TEXEIRA, A. 1997. Densidad Básica de madera de Pinus caribea var. Hondurensis proveniente del cerrado: Relacao radial e axial. Rev. Arv.21 (4): 547 – 554.

Determinación del stock de biomasa y carbono en las sucesiones secundarias de bolaina en la cuenca media del río Aguaytía, Ucayali, Perú

Determination of biomass and carbon stock in secondary succession bolaina in the middle basin of the river Aguaytía, Ucayali, Perú

K. Lino [1] M. Soudre [2]
R. Baldoceda [3] D. del Castillo [4]

RESUMEN

El objetivo del estudio, fue determinar el nivel de almacenamiento de biomasa y carbono, tanto en árboles de bolaina blanca, como en las sucesiones secundarias de bolaina (bolainales) y en el propio suelo, en ocho bolainales de 3, 4, 5, 6 y 7 años, en el sector medio de la cuenca del río Aguaytía, en Ucayali. Se evaluó la biomasa aérea seca total (BAST) de 15 árboles de bolaina blanca y de estos se seleccionaron 4 individuos para evaluaciones de biomasa radicular seca total (BRST), en ambos casos los árboles correspondieron a 5 categorías diamétricas; también se evaluó la BAST del bolainal usando parcelas temporales (100 m^2) donde se midió el dap, altura total y longitud, tanto en árboles vivos, muertos en pie y muertos caídos; dentro de las parcelas de 100 m^2 se establecieron cuadrantes al azar para cuantificar la biomasa arbustiva/herbácea y hojarasca, a partir de esta información se determinó el carbono aéreo total (CAT) almacenado. Las muestras de suelo se obtuvieron de dos profundidades (0-10 y 10-30 cm) para determinar carbono en el suelo (CS). El fuste del árbol de bolaina blanca representa el 72.1 % seguido por las ramas (11.9 %), las raíces (11.7%) y finalmente las hojas (4.3 %) La ecuación para estimar la BAST en árboles de bolaina blanca fue: $Y = 0.042394(dap)^{2.650085}$, y la ecuación para estimar la BRST en árboles de bolaina blanca fue: $Y = 0.201459e^{0.277154(dap)}$ ($R^2 = 0.99$; $p<0.05$). El bolainal de 3 años almacenó 61.73 t/ha^{-1} de BAST, 27.77 t/ha^{-1} de CA y 33.63 t/ha^{-1} de CS; en contraste con el bolainal de 7 años que almacenó 90.19 t/ha^{-1} de BAST, 40.59 t/ha^{-1} de CA y 30.94 t/ha^{-1} de CS. La ecuación para estimar la BAST en los bolainales fue: $Y = 37.943456\ (edad)^{0.472663}$ ($R^2 = 0.84$ y $p<0.05$).

Palabras clave: acumulación de carbono, biomasa aérea, biomasa radicular, sumidero de carbono, ecuación alométrica, bolaina, sucesión secundaria, muestreo destructivo, fracción de carbono.

[1] Miembro de la Asociación de Profesionales Forestales de Ucayali, Ingeniero Forestal.
[2] Investigador Forestal. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP - Ucayali).
[3] Profesor principal de la Facultad de Ciencias Forestales de la UNU, Ingeniero Forestal, M.Sc.
[4] Director de investigación. Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana (IIAP - Loreto).

ABSTRACT

The aim of this study was to determine the level of biomass and carbon storage, both white bolaina trees, as in secondary succession bolaina (bolainales) and in the ground, eight bolainales 3, 4, 5, 6 and 7 years in the sector through Aguaytía basin in Ucayali. We evaluated the total dry biomass (BAST) of 15 trees of white bolaina these 4 individuals were selected for evaluation of total dry root biomass (BRST), in both cases the tree diameter categories corresponded to 5, we assessed the BASTbolainal of using temporary plots (100 m^2) which measured the DBH, total height and length, both in living trees, dead standing and fallen dead, in 100 m^2 plots were established randomly quadrants to quantify woody biomass / grass and litter, from this information is determined total aboveground carbon (CAT) in storage. Soil samples were collected from two depths (0-10 and 10-30 cm) to determine soil carbon (CS). The tree trunk represents white bolaina 72.1%, followed by branches (11.9%), roots (11.7%) and finally leaves (4.3%) The equation for estimating trees bolaina BAST in white was: $Y = 0.042394\ (dbh)^{2.650085}$, and the equation for estimating the BRST in white bolaina trees was: $Y = 0.201459e^{0.277154\ (dbh)}$ ($R^2 = 0.99$, $p < 0.05$). The 3-year bolainal stored t/ha-1 of BAST 61.73, 27.77 and 33.63 AC t/ha^{-1} t/ha^{-1} of CS, in contrast to the 7-year bolainal stored in t/ha-1 90.19 BAST, 40.59 and 30.94 AC t/ha^{-1} t/ha^{-1} CS. The equation for estimating the bolainales BAST was: $Y = 37.943456\ (old)^{0.472663}$ ($R^2 = 0.84$ and $p < 0.05$).

Keywords: carbon storage, biomass, root biomass, carbon sink, allometric equation, bolaina, secondary succession, destructive sampling fraction of carbon.

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas se han realizado esfuerzos por buscar soluciones al problema del cambio climático global. El cambio climático, es el cambio distorsionado del clima a nivel del planeta, debido principalmente al aumento en la atmósfera de gases de efecto invernadero, siendo el dióxido decarbono el principal causante.

No obstante en la Región Amazónica del Perú, especialmente en el sector aluvial de la cuenca del río Aguaytía, se presentan sucesiones secundarias que son dominadas por bolaina blanca, a los que se les denomina "bolainales". Bolaina blanca es una especie de rápido

crecimiento y de gran facilidad de regeneración natural, que tienen la capacidad de almacenar o secuestrar CO2 de la atmósfera, basado en el hecho de que los árboles mediante la fotosíntesis absorben el CO2, que luego utilizan para generar el alimento necesario para su crecimiento; de ahí la importancia de los bosques tropicales secundarios en el ciclo global del carbono y de su papel en su participación en las medidas orientadas a mitigar los cambios climáticos.

En la actualidad el ámbito de Aguaytía ha sido designado por el IIAP, como área de investigación prioritaria y actualmente se viene realizando estudios que servirán de base para la formulación de los lineamientos del manejo forestal de los bolainales; con el fin de tomar medidas que permitan su conservación y sin descuidar la producción continua, para ello se deben generar los conocimientos que permitan proyectar de una manera confiable la capacidad de almacenamiento de biomasa y carbono de los bosques secundarios denominados "bolainales", proponiendo así la retribución o compensación necesaria por la cantidad y calidad del servicio ambiental generado.

Baldoceda (2001) en el área de influencia de la carretera desde Neshuya a Curimaná, Ucayali, determinó que la tasa promedio de secuestro de carbono aéreo para bosques secundarios de 2 a 10 años es de 9.26 t/ha-1/año-1 como se muestra en la tabla 01.

Edad del bosque (años)	Carbono aéreo (t/ha-1)	Tasa de secuestro de carbono aéreo (t/ha-1/año-1))
2	10.85	5.42
4	23.14	6.15
6	48.68	12.77
8	79.50	15.40
10	92.61	6.56
Promedio general	**50.96**	**9.26**

Fuente: Baldoceda (2001).

Las tasas de secuestro de carbono en bosques secundarios juveniles varia según el sitio, esto se debe a las condiciones que presenta un determinado lugar (suelo, fisiografía, clima entre otros) (tabla 02).

Tabla 02. Síntesis de las tasas de secuestro de carbono en bosques secundarios juveniles en el Perú.

Edad del bosque (años)	Sitio	Carbono aéreo (t/ha^{-1})	Carbono total (*) (t/ha^{-1})	Tasa de secuestro de carbono aéreo ($t/ha^{-1}/año^{-1}$)	Autor
5	Yurimaguas – San Martín	47.0	94.1	9.4	ICRAF, 1998
3		7.2	50.9	2.4	
3	Pucallpa - Ucayali	21.0	40.5	7.0	ICRAF, 1998
3	Sarita Colonia – Pucallpa -Ucayali	19.8	48.3	6.6	Barbarán, 2000

Fuente: Elaboración propia.
(*) Carbono total = Carbono aéreo + Carbono en suelo.

El bosque secundario representa, por su crecimiento rápido y la acumulación de biomasa que va a la par, un factor importante en la fijación de CO_2. La tasa de incremento de biomasa en bosques secundarios varia según el lugar de ubicación, como reporta Katola et al. (1997), citado por Baldoceda (2001). La tasa de incremento de biomasa promedio general es 9.3 $t/ha^{-1}/año^{-1}$ (tabla 3).

Tabla 03: Incremento de biomasa en bosques secundarios menores de 10 años, en el mundo.

Autor	Sitio	Edad (años)	Biomasa total (t/ha^{-1})	Incremento de biomasa ($t/ha^{-1}/año^{-1}$)
Salas, 1973	Carare-Opón- Colombia	2	18.7	9.4
		5	63.7	12.7
Golley et al., 1978	Darien – Panamá	2	24.4	12.2
		4	38.0	9.5
		6	42.6	7.1
Bathalomew, 1953	Congo	2	15.3	7.7
		5	77.6	15.5
		8	121.7	15.2
Snadaker, 1970	Guatemala	2	7.2	3.6
		5	17.6	3.5
Barbaran, 2000	Sarita Colonia – Pucallpa – Perú.	3	44.1	14.7
Fearnside et al., 1996	Brasil	5	52.8	10.6
Niño, 1988	Colombia	9	73.1	8.1
Seijas, 2001	Pucallpa - Perú	5	9.8	6.0
		10	134.9	13.5
Promedio general		**2-10**	**46.3**	**9.3**

Fuente: Baldoceda (2001).

En términos porcentuales el fuste del árbol concentra la mayor cantidad de biomasa aérea, representando entre 55 y 77 % del total; luego están las ramas, de 5 y 37 %; y por ultimo las hojas y la corteza de fuste entre 1 a 15 % y 5 a 16 %, respectivamente (Gómez, 1976; Madgwiick, 1977, citado por Gayoso et al. 2002). La contribución porcentual de los diferentes componentes (fuste, corteza, rama, hojas y raíces) en la biomasa total de un árbol varía considerablemente dependiendo de la especie, edad, sitio y tratamiento silvicultural (Pardé 1980, citado por Gayoso et al, 2002).

Algunos investigadores realizaron estimaciones de biomasa radicular encontrando el 15 % de biomasa radicular con respecto a la biomasa aérea, lo cual es una estimación conservadora (MacDicken 1997). Por ejemplo Cairns et al. (1997) encontró valores de razón R/T (raíz/tallo), para distintos lugares del mundo entre 20 y 30 % de biomasa radicular con respecto a la biomasa aérea.

El presente estudio tiene como objetivos específicos: a) Cuantificar la biomasa aérea, subterránea y el carbono en árboles de Bolaina blanca que se encuentran en los bolainales de diferentes edades; b) determinar la biomasa aérea y la cantidad de carbono aéreo de los bolainales de diferentes edades; y c) finalmente determinar el contenido de carbono orgánico en el suelo de los bolainales de diferentes edades.

MATERIAL Y MÉTODO

Descripción del área de estudio

El estudio se desarrolló en ocho bosques secundarios de Bolaina blanca (bolinales[5]) de 3, 4, 5, 6 y 7 años[6], en una superficie total de 29 ha del ámbito del sector medio de la cuenca del río Aguaytía (caseríos "Nuevo Piura, Las Palmeras" y "Los Ángeles"), Región de Ucayali. La temperatura promedio anual es 25 °C, la humedad relativa promedio anual es de 77 % y la precipitación promedio total anual es de

1752.8 mm (Polo Muñoz (1982), citado por Baldoceda 2001). Son bosques húmedos premontanos tropicales (IIAP, 2003). Se encuentran como parches de extensiones medianas entre chacras y purmas, donde crecen las especies pioneras como "cetico" (*Cecropia sp.*), "huamansamana" (Jacaranda copaia), y con mayor dominancia "bolaina blanca" (*Guazuma crinita*); con un sotobosque conformado por *Heliconia sp.* y *Costus sp.* (IIAP, 2003). La zona de estudio se encuentra en un gran paisaje fisiográfico: llanura fluvial de la subcuenca del río Aguaytía y Ucayali, La esta conformado por terrazas de orillares, se caracteriza por presentar un relieve plano a ligeramente ondulado (0-2%) (IIAP, 2003). El ámbito de estudio corresponde a suelos del orden Entisols (Udic Isohyperthermic) y del tipo (Typic Tropofluvent Typic Fluvaquents), desde arcillosos a arcillo limosos en la superficie, son de fertilidad media a alta, presenta un nivel bajo de potasio, medio en contenido de materia orgánica y fósforo; gran parte de la zona presentan pH de 5.1- 7.5 y alta saturación de bases (IIAP 2003; Guerra 2008).

Metodología.

En el estudio se empleo el método experimental, el cual consistió en observar y medir parámetros biométricos, y a partir de ellos determinar la biomasa y carbono almacenado en los bolainales. La determinación del número de muestras en cada bosque secundario fue mediante la siguiente fórmula[7]: $N = [(CV^2 * t^2)/E^2]$.

Evaluación de la biomasa aérea y radicular en árboles Bolaina blanca.

Para el muestreo de la biomasa aérea seca total (BAST) y la biomasa radicular seca total (BRST) del árbol de Bolaina blanca se siguió la metodología propuesta por Schlegel et al. (2000), que consistió en establecer el espectro diamétrico de la población y luego distribuir 3 árboles (árbol muestra) en cada categoría diamétrica (intervalos de

[5] Tipo de bosque secundario que fue tipificado por su composición florística, a partir de una matriz que relacionó el índice de valor de importancia ecológica de especies versus un grupo numeroso de bosques secundarios. Los bolainales estuvieron representados por la especie indicadora Guazuma crinita (especie que tuvo el más alto valor indicador (VI).

[6] La edad del bosque fue determinada empleando encuestas geo-referenciadas a cada uno de los propietarios del bolainal. La encuesta fue validada para el mismo sector de estudio por Guerra (2008).

[7] Donde: N= Numero de parcelas requeridas, CV= Coeficiente de Variación (11.5 %), t= 2 (según el valor tabular de distribución al 95%) E= 10 % (máximo error de muestreo).

5cm), para la BAST, y un árbol por cada categoría diamétrica para determinar la BRST.

La metodología aplicada fue del tipo "destructiva", apeando y desramando el árbol con motosierra, en este proceso se midió el dap y la altura total. Se procedió a la separación de los componentes del árbol, cosechando y pesando hojas, ramas, fuste (trozos de 1 m de longitud) y por último las raíces; sub-muestras de cada componente fueron colocadas en bolsas plásticas debidamente codificadas, para luego ser secadas (105 °C) y determinar el peso seco de cada componente del árbol de bolaina blanca. Con los valores obtenidos se analizó la relación funcional entre la BAST, BRST, la altura total y el dap. La eficiencia predictiva del modelo fue probada con el análisis de regresión (R^2 y $p<0.05$). Se usó el software SPSS, vers. 13.

Evaluación de la biomasa aérea total de los bolainales.

Para evaluar la biomasa de los bolainales se empleo la metodología desarrollada por el ICRAF (Arévalo et al. 2003). La biomasa total de cada bosque fue obtenida por adición de los diferentes componentes evaluados[8]: BAST = Bav + Bamp + Bacm + Bah + Bh.

Biomasa de árboles vivos (Bav) y muertos en pie (Bamp). En cada bolainal se establecieron al azar 5 parcelas de 100 m^2 (4 m x 25 m), midiendo el dap (diámetro a la altura del pecho), desde 2.5 hasta 30 cm. Para la biomasa de árboles de Bolaina blanca se uso: $Y = 0.042394\ dap^{2.650085}$ y para la biomasa de otras especies[9]: $Y = 0.1184\ dap^{2.53}$ (Brown 1997).

Biomasa de los árboles caídos muertos (Bacm). Dentro de la parcela de 100 m^2 también se evaluó la biomasa de los árboles caídos quemados y no quemados ($2.5 \leq dap \leq 30$ cm). Para determinar la biomasa de Bolaina blanca se utilizó: Bacm = -0.070+1.83 LN (D) + 0.674 LN (L) (Guerra 2007) y para estimar la biomasa de otras especies[10]: Bacm = 0.4*D*L*0.25*pi.

Biomasa arbustiva y herbácea (Bah). Se colocó dos cuadrantes de 1 m x 1m, distribuidos al azar, al interior de cada parcela de 100 m^2, se cosechó toda la biomasa (hasta 2.5 cm dap), se colectó una sub-muestra que posteriormente fue secada (105 °C) pesada (balanza analítica) en laboratorio.

[8] Donde: BAST = Biomasa total, Bav = Biomasa de árboles vivos, Bamp = Biomasa de árboles muerto en pie, Bacm = Biomasa de árboles caídos muertos, Bah = Biomasa arbustiva/ herbácea y Bh = Biomasa de la hojarasca.

[9] Donde: Y = Biomasa del árbol (kg/árbol), dap = diámetro a la altura del pecho (cm).

[10] Donde: Bacm = Biomasa de árboles caídos muertos, D= Diámetro promedio (cm), L= Longitud (m), pi=3.1416.

Biomasa de hojarasca (Bh). Se colectó toda la hojarasca de la superficie del suelo en cuadrantes de 0.5 m x 0.5 m (0.25 m^2), ubicados dentro de cada uno de los cuadrantes de 1 m x 1 m; luego el procedimiento fue similar al caso de Bah. Para determinar la materia seca (MS) se utilizó la siguiente fórmula[11]: MS = (pssm/pfsm)*pft.

Incremento de la biomasa aérea total de los bolainales.

El incremento de la biomasa aérea (de las distintas edades), se calculo con la siguiente fórmula[12]: INBA= BAST/E.

Carbono aéreo almacenado en bolainales.

La cantidad de carbono aéreo total (CAT), se determinó empleando la metodología desarrollada por el ICRAF (Arévalo et al. 2003). Luego de medir la BAST se procedió a multiplicar a cada uno de los componentes de la biomasa total por la fracción de 0.45 para la obtención del carbono[13]: CA = BAST x 0.45.

Tasa de secuestro de carbono aéreo.

Para la estimación de la tasa de secuestro de carbono (de las distintas edades). Se calculo con la siguiente fórmula[14]: TSCA= CA/E.

Carbono en el suelo almacenado en los bosques.

Dentro de los cuadrantes de 1m x 1m, se realizaron micro-calicatas de 30 x 30 x 30cm, se tomaron muestras a dos profundidades (0 - 10 cm y 10 - 30 cm), para posteriormente determinar la densidad aparente (gr/cm3) en laboratorio, para esta última se usó la fórmula[15]: DA = PSSC/VC. Adicionalmente, una muestra fue obtenida de cada profundidad (0-10 cm y 10-30 cm) y de cada bosque evaluado, luego fue secada bajo sombra, molida y tamizada, para finalmente determinar el carbono orgánico en el laboratorio de suelos INIA. El carbono almacenado en el suelo fue calculado con la siguiente fórmula[16]: CS = CC x DA x P.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estimación de la ecuación alométrica para determinar la biomasa aérea seca total de árboles de bolaina blanca.

La prueba estadística demuestra que la curva con mejor ajuste fue del tipo potencial $Y = 0.042394(dap)^{2.650085}$; ($R^2 = 0.9908$; $p<0.05$). Este modelo es similar a lo encontrado por Wang (1999), citado por Gayoso et

[11] Donde, MS = Materia seca total (kg/m^2); pssm = Peso seco de la sub muestra, pfsm = Peso fresco de la sub muestra, pft = Peso fresco total.
[12] Donde: INBA = Incremento de la biomasa aérea (t/ha^{-1}/año^{-1}); BAST = Biomasa aérea seca total (t/ha^{-1}), E = Edad (años).
[13] Donde, CA = Carbono aéreo almacenado por bosque (t/ha), BAST= Biomasa aérea seca total de cada bosque (t/ha),0.45= Factor de conversión de biomasa seca a carbono.
[14] Donde: TSCA = Tasa de secuestro de carbono aéreo (t/ha^{-1}/año^{-1}); CA = Carbono aéreo (t/ha^{-1}), E = Edad (años).
[15] Donde, DA = Densidad aparente (g/cm^3), PSSC=peso seco del suelo dentro del cilindro, VC= volumen del cilindro.
[16] Donde, CS = Carbono en el suelo (t/ha^{-1}), CC = Contenido de carbono (%), DA = Densidad aparente (g/cm^3), P = Profundidad de muestreo (cm).

al. (2002). Esto se puede visualizar en la figura 1. El promedio de la BAST de 15 árboles de bolaina blanca fue 59.1 kg/árbol.

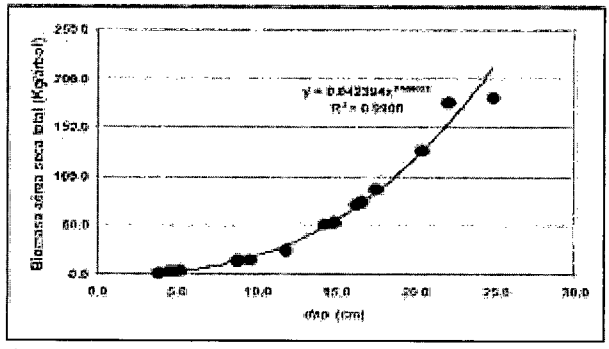


Figura 1. Relación entre la biomasa aérea seca total de Bolaina blanca y el dap.

Estimación de la ecuación alométrica para determinar la biomasa radicular seca total de árboles de bolaina blanca.

La prueba estadística demuestra que la curva con mejor ajuste fue del tipo exponencial $Y = 0.201459e^{0.277154(dap)}$; ($R^2 = 0.9886$; $p<0.05$). Esto se puede visualizar en la figura 2. El promedio de la BRST de 4 árboles de bolaina blanca es 7.8 kg/árbol.

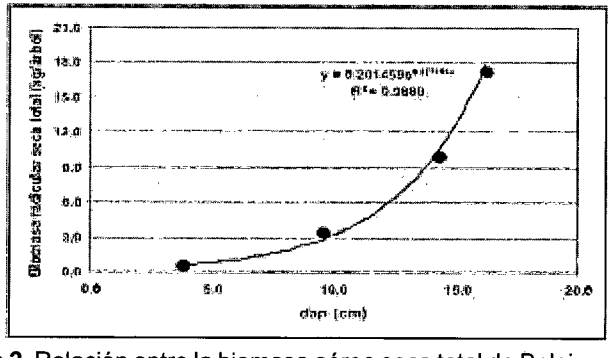


Figura 2. Relación entre la biomasa aérea seca total de Bolaina blanca y el dap.

Estimación de la biomasa seca total de árboles de bolaina blanca.

La figura 3 muestra que el fuste del árbol de bolaina blanca concentra la mayor cantidad de BAST representando el 72.1 % del total; seguido por las ramas con 11.9 %, raíces con 11.7 %, y las hojas con 4.3 %, respectivamente. Los valores se encuentran entre los rangos considerados por varios autores (Goméz 1976; Madgwiick 1977, citado por Gayoso et al. 2002). Esto confirma lo dicho por Pardé 1980, citado por Gayoso et al. 2002, que la contribución porcentual de los diferentes componentes en la biomasa total de un árbol varia dependiendo de la especie, edad, sitio y tratamiento silvicultural. En cuanto a la biomasa radicular el valor es menor a lo registrado por Cairns et al. 1997 (25 %) y MacDicken, 1997 (15 %).

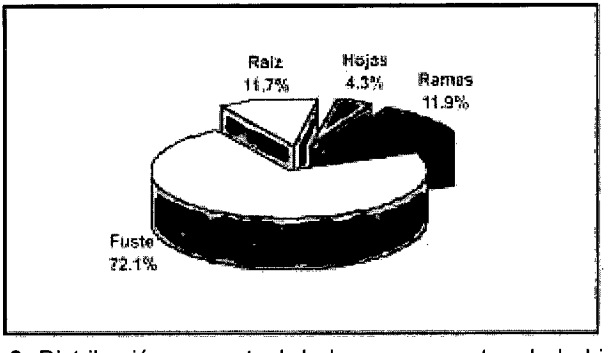


Figura 3. Distribución porcentual de los componentes de la biomasa total del árbol de bolaina blanca, sector medio de la cuenca del río Aguaytía.

Estimación de la producción de biomasa en bolainales.

En la tabla 04 se observa que los bolainales de 3 años almacenan 61.73 t/ha^{-1}, siendo 57 % mayor a lo reportado por Barbarán (2000), el bolainal de 4 años tiene acumulado 73.78 t/ha^{-1}, siendo 66 % mayor a lo mencionado por Golley et al. 1978, citado por Baldoceda 2001, el de 5 años tiene 84.44 t/ha^{-1}, siendo 25.9 % mayor a lo reportado por Salas 1973, Bathalomew 1953, Snadaker 1970, Seijas 2001, citado por Baldoceda, 2001 y Fearnside et al. 1996. El de 6 años tiene acumulado 86.09 t/ha^{-1}, siendo 66.9 % mayor a lo registrado por Golley et al. 1978, citado por Baldoceda, 2001; y finalmente el bolainal de 7 años almacenó 90.19 t/ha^{-1}.

Tabla 04. Biomasa aérea seca por componente en bolainales de cinco edades, del sector medio de la cuenca del río Aguaytía.

Edad Bosque (años)	Biomasa aérea seca (t/ha^{-1}) por componente					Biomasa aérea seca total (t/ha^{-1})
	AV (*)	Arbust/Herb (**)	A.M.P (***)	H (****)	A.C.M (*****)	
3	43.98	3.16	0.16	11.25	3.18	61.73
4	56.95	3.72	0.31	9.10	3.72	73.78
5	68.04	2.63	0.15	10.59	3.04	84.44
6	71.64	1.68	0.18	9.23	3.38	86.09
7	75.15	2.15	0.23	8.19	4.47	90.19
Prom.	**63.15**	**2.67**	**0.21**	**9.67**	**3.56**	**79.25**

(*) Árboles vivos, (**)Arbusto/Herbácea, (***) Árboles muertos en pie, (****) Hojarasca, (*****) Árboles caídos muertos.

Realizando el análisis de regresión de la BAST de los bolainales respecto a la edad se determino que la curva con mejor ajuste fue del tipo potencial $Y = 37.943456(edad)^{0.472663}$; ($R^2 = 0.84097$; $P<0.05$ y $S=0.56$), como se representa en la figura 4.

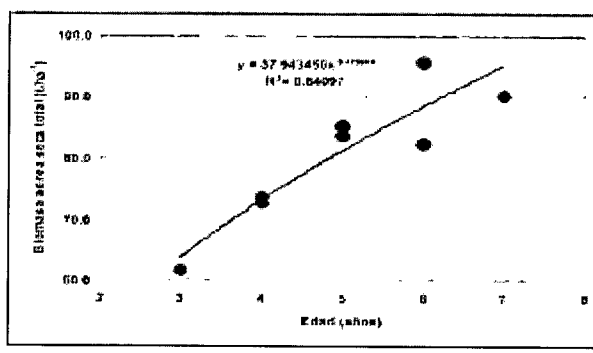


Figura 4. Relación entre la biomasa aérea seca total de los bolainales y su edad.

En figura 5 se observa que el bosque de 3 años tiene un incremento de biomasa de 20.6 t/ha^{-1}/año^{-1}, mayor a lo reportado por Barbarán (2000) quien menciona un incremento de 14.7 t/ha^{-1}/año^{-1}; el de 4 años tiene 18.4 t/ha^{-1}/año^{-1}, mayor a lo mencionado por Golley et al. 1978, citado por Baldoceda 2001, quien indica un incremento de 9.5 t/ha^{-1}/año^{-1}; el de 5 años tiene 16.9 t/ha^{-1}/año^{-1}, mayor a lo reportado por Salas 1973, Bathalomew 1953, Snadaker 1970, Seijas 2001, citado por Baldoceda, 2001 y Fearnside et al. 1996, quienes mencionan un incremento de 9.7

t/ha^{-1}/año^{-1}. El de 6 años tiene 14.3 t/ha^{-1}/año^{-1}, mayor a lo registrado por Golley et al. 1978, citado por Baldoceda, 2001, quien menciona un incremento de 7.1 t/ha^{-1}/año^{-1}; y finalmente el bosque de 7 años tiene 12.9 t/ha^{-1}/año^{-1}. El incremento promedio anual de la BAST es de 16.6 t/ha^{-1}/año^{-1}.

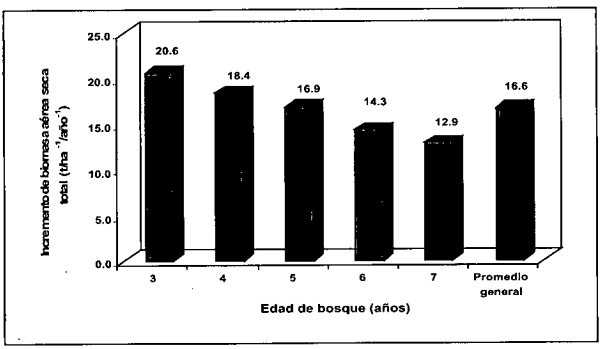


Figura 5. Incremento promedio anual de la biomasa aérea seca total de las sucesiones secundarias (bolainal).

Contenido de carbono en árboles de bolaina blanca.

El fuste del árbol de bolaina concentra la mayor cantidad de Carbono aéreo total (CAT) representando el 21.7 kg/árbol (72.1 %) del total; seguido por las ramas con 3.6 kg/árbol (11.9 %), las raíces con 3.5 kg/árbol (11.7 %), y finalmente las hojas con 1.3 kg/árbol (4.3 %), respectivamente. Teniendo un promedio total de carbono almacenado en el árbol de bolaina blanca de 30.1 kg/árbol.

Contenido de carbono en los componentes de los bolainales.

En la tabla 05 se observa que los bolainales de 3 años almacenan 27.77 t/ha-1 de carbono aéreo (CA) y 33.63 t/ha-1 de carbono en el suelo (CS), siendo 28 % mayor a lo reportado por el ICRAF (1998) y Barbarán (2000); el de 4 años tiene almacenado 33.13 t/ha-1 de CA y 30.99 t/ha-1 de CS, respectivamente siendo 58.9 % mayor a lo registrado por Baldoceda 2001; el de 5 años tiene 38.00 t/ha-1 de CA y 33.15 t/ha-1 de CS, siendo 42 % menor a lo reportado por el ICRAF (1998); el de 6 años tiene almacenado 38.74 t/ha-1 de CA y 31.94 t/ha-1 de CS, siendo 44.3 % menor a lo reportado por Baldoceda (2001) y finalmente el bolainal de 7 años tiene almacenado 40.59 t/ha-1 de CA y 30.94 t/ha-1 de CS. Además, tanto el carbono de árboles vivos (AV), como de carbono aéreo total (CAT) mostraron una correlación positiva significativa con la edad ($p<0.05$).

Tabla 05. Contenido de carbono por componente en bolainales de cinco edades de la cuenca del río Aguaytía.

Edad Bosque (años)	Biomasa aérea (t/ha^{-1}) por componente					Carbono aéreo (t/ha^{-1})	Carbono en el suelo (t/ha^{-1})	Carbono total (t/ha^{-1})
	AV (*)	Arbust/Herb (**)	A.M.P (***)	H (****)	A.C.M (*****)			
3	19.79	1.42	0.07	5.06	1.43	27.77	33.63	61.41
4	25.63	1.68	0.07	4.09	1.67	33.13	30.99	64.13
5	30.62	1.18	0.07	4.77	1.37	38.00	33.15	71.15
6	32.24	0.76	0.08	4.15	1.52	38.74	31.94	70.68
7	33.82	0.97	0.10	3.69	2.01	40.59	30.94	71.53
Prom.	**28.42**	**1.20**	**0.08**	**4.35**	**1.60**	**35.65**	**32.13**	**67.78**

(*) Árboles vivos, (**)Arbusto/Herbácea, (***) Árboles muertos en pie, (****) Hojarasca, (*****) Árboles caídos muertos.

El componente de árboles vivo mostró una correlación significativa y positiva entre la cantidad de carbono almacenado y la edad del bosque ($p<0.05$), mientras que en el componentes arbustivo/herbáceo mostró una correlación significativa negativa respecto a la edad, la misma tendencia se observa en la hojarasca, árboles caídos muertos (A.C.M) y árboles muertos en pie (A.M.P). El carbono de los suelo de los bolainales también mostró una correlación negativa significativa respecto a la edad (figura 6).

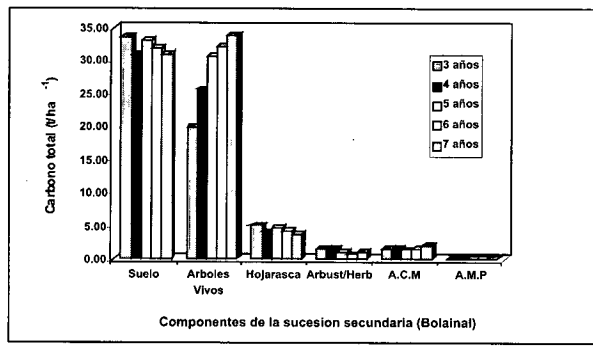


Figura 6. Almacenamiento de carbono por componentes de la sucesión secundaria por edades.

En la figura 7 se observa que el bolainal de 3 años tiene una tasa de secuestro de 9.3 t/ha^{-1}/año^{-1}, siendo mayor a lo reportado por el ICRAF (1998) y Barbarán (2000) quienes mencionan una tasa de 5.3 t/ha^{-1}/año^{-1}; el de 4 años tiene 8.3 t/ha^{-1}/año^{-1}, siendo mayor a lo registrado por Baldoceda 2001, quien indica una tasa de 6.15 t/ha^{-1}/año^{-1}; el de 5 años tiene 7.6 t/ha^{-1}/año^{-1}, siendo menor a lo reportado por el ICRAF (1998), quien indica una tasa de 9.4 t/ha^{-1}/año^{-1}; el de 6 años tiene 6.5 t/ha^{-1}/año^{-1}, siendo menor a lo reportado por Baldoceda (2001), quien menciona una tasa de 12.8 t/ha^{-1}/año^{-1} y finalmente el bolainal de 7 años tiene 5.8 t/ha^{-1}/año^{-1}. La tasa promedio anual de carbono aéreo es 7.5 t/ha^{-1}/año^{-1}. Conforme el bolainal avanza en edad (3 a 7 años), la tasa neta anual de carbono aéreo disminuye, esta correlación negativa significativa ($p>0.05$), esto posiblemente se deba al estancamiento temporal en el crecimiento diamétrico de las especies más dominantes que componen el bolainal, por falta de raleos o intervenciones, como lo confirma IIAP (2007).

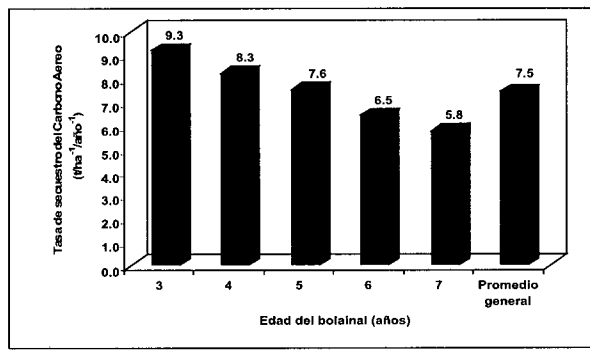


Figura 7. Tasa de secuestro de carbono aéreo en bolainales del sector medio de la cuenca del río Aguaytía.

CONCLUSIONES

- La biomasa aérea seca total (BAST) promedio de 15 árboles de Bolaina blanca es de 59.1 kg/árbol y su carbono almacenado es 26.6 kg/árbol. La ecuación que estima de manera confiable la BAST de árboles de Bolaina blanca es $Y = 0.042394(dap)^{2.650085}$, ($R^2 = 0.9908$). La biomasa radicular seca total (BRST) promedio en árboles de Bolaina blanca es 7.8 kg/árbol y su carbono almacenado de 3.5

kg/árbol. La ecuación que estima de manera confiable la BRST de árboles de Bolaina blanca es $Y= 0.201459e^{0.277154(dap)}$, ($R^2 = 0.9886$).

- La presencia de árboles en los bolainales ayudan significativamente a la acumulación de biomasa, encontrando que el bolainal de 3 años acumuló 61.73 t/ha^{-1}, y el bolainal de 7 años acumuló 90.19 t/ha^{-1}. El incremento anual promedio de biomasa aérea en bolainales es 16.6 t/ha^{-1}-1/año^{-1}. La ecuación que predice de forma confiable la BAST en un bolainal es $Y = 37.943456(edad)^{0.472663}$, ($R^2 = 0.84097$).

- La reserva de carbono aéreo en bolainal de 3 años fue de 27.77 t/ha^{-1}, en contraste con el bolainal de 7 años que almacenó 40.59 t/ha^{-1} de carbono aéreo. En este tipo de bosque secundario y en el rango de edades estudiados el promedio de carbono aéreo almacenado fue 35.65 t/ha^{-1} representando un 52.6 % y el porcentaje restante corresponde al carbono almacenado en el suelo (47.4 %) 32.13 t/ha^{-1}. En tanto, la tasa anual promedio de almacenamiento de carbono aéreo en bolainales juveniles es de 7.5 t/ha^{-1}/año^{-1}.

Agradecimientos

Los autores desean expresar su agradecimiento al personal profesional, técnico y administrativo del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), con sede en Ucayali. A Juan Huaycama de la Universidad Nacional de Ucayali (UNU), y de forma muy especial al personal técnico que colaboró en las operaciones de campo Sres. Rony Ríos, Levi Fasabi, Américo Gonzáles, Oliver Ríos, Wilmer Tenazota y Asunción Noa.

BIBLIOGRAFÍA

AREVALO, L; ALEGRE, J y PALM, C. 2003. Manual determinación de las reservas totales de carbono en los diferentes sistemas de uso de la tierra en Perú. ICRAF. 24p.

BALDOCEDA, R y MERCADO, G. 2001. "Valoración económica del servicio ambiental de secuestro de carbono en la zona de Neshuya-Curimaná (Pucallpa)". En: Valoración económica de la biodiversidad biológica y servicios ambientales en el Perú. Proyecto INRENA – BIOFOR.

BARBARAN J. 2000. Determinación de la Biomasa y carbono en los principales sistemas de uso de la tierra en la zona de campo verde. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad nacional de Ucayali. Pucallpa. Perú.

BROWN, S. 1997. Estimating biomass and biomass change of tropical forests. Departament of Natural Resources and Enviromental Sciences Univesity of Illinois. Illinois USA.

CAIRNS, M.; BROWN, S; HELMER, E; BAUMGARDNER, G. 1997. Root biomass allocation in the world's upland forest. Oecologia 1-11p.

GAYOSO, J; GUERRA, J y ALARCON, D. 2002. Contenido de carbono y funciones de biomasa en especies nativas y exoticas. Proyecto FONDEF. Universidad Austral de chile. Valdivia. 154p.

GUERRA, H. 2008. Factores Históricos y ecológicos que influyen en la productividad de las sucesiones de *Guazuma crinita* Mart. (Bolaina blanca) en la cuenca media del río Aguaytía, Ucayali, Perú. Tesis para optar el titulo de Ingeniero Forestal. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad nacional de Ucayali. Pucallpa. Perú. 65p.

IIAP. 2003. Propuesta de zonificación ecológica y económica de la cuenca del río Aguaytía. Pucallpa, Perú. 125p.

ICRAF. 1998. Respuesta a nuevas demandas tecnológicas, fortalecimiento de la investigación en agroindustria y el manejo de recursos naturales. Informe final Convenio BID-ICRAF ATN/SF – 5209. 215p.

MACDICKEN, K. 1997. A Guide to monitoring carbon storage in forestry and agroforestry projects. Arlington, VA: Winrock International Institute for Agricultural Development. 260p.

SCHLEGEL, B; GAYOSO, J y GUERRA, J. 2000. Manual de procedimientos muestreos de biomasa forestal. Proyecto FONDEF D98I1076. Universidad Austral de chile. Valdivia. 24p.

Efecto de ácido indol acético y ácido naftalén acético, en la propagación por microestacas de *Guazuma crinita* Mart (bolaina blanca)

Effect of indole acetic acid and naphthalene acetic acid, in the spread of the *Guazuma* microcuttings *crinita* Mart (bolaina white)

Frank Petter Aponte Shupingahua [1] Jorge Arturo Morí Vásquez [2]

RESUMEN

Con el fin de desarrollar un procedimiento adecuado para la propagación por micro estacas de *Guazuma crinita* Mart. (bolaina blanca), se evaluó el efecto de Ácido Indol Acético, Ácido Naftalén Acético, y un tratamiento testigo (medio MS sin auxinas), para lo cual se cortaron segmentos nodales de plantas germinadas asépticamente en medio Murashige y Skoog (MS), las mismas que fueron puestas en medio MS suplementadas con ácido-α-naftalenacético (ANA), o ácido indol-3-acético (AIA). Después de 60 días de cultivo se concluyó que el efecto de las concentraciones con AIA para las variables longitud de brote, número de nudos, y número de raíces, no muestra diferencia significativa con relación al tratamiento testigo. Para el caso del ANA las variables longitud de brote, número de nudos y número de hojas, obtuvieron un desarrollo significativamente inferior al tratamiento testigo, mientras que la variable número de raíces muestra un desarrollo similar al tratamiento testigo que desarrolló 1.91 cm de tallo, 4.9 nudos y 2.0 raíces en promedio, mientras que en la variable número de hojas, el tratamiento testigo difiere significativamente de los otros tratamientos, obteniendo el mejor desarrollo en promedio de 7.5 hojas.

Palabras clave: Micro estacas, Ácido indol acético, Ácido naftalén acético, tratamiento testigo, diferencia significativa.

ABSTRACT

To develop an appropriate procedure for propagation by cuttings *Guazuma* micro *crinita* Mart. (Bolaina white), we evaluated the effect of indole acetic acid, naphthalene acetic acid, and a control treatment

[1] Bachiller en Ciencias Forestales - UNU
[2] Profesor Auxiliar de la Fac. Cs. Forestales y Ambientales de la UNU, Ing. Forestal

(MS medium without auxins), for which nodal segments were cut from plants germinated aseptically on Murashige and Skoog (MS), the and these were placed on MS medium supplemented with α-naphthaleneacetic acid (NAA) or indole-3-acetic acid (IAA). After 60 days was concluded that the effect of mergers with AIA for the variable shoot length, number of nodes, and number of roots, shows no significant difference compared to control treatment. In the case of variable length ANA outbreak, number of nodes and number of leaves, a development were significantly lower than control treatment, while the variable number of roots shows a similar development to the control treatment that developed stem 1.91 cm, 4.9 roots and 2.0 knots on average, while the variable number of leaves, the control treatment differs significantly from other treatments, obtaining the best development in average of 7.5 leaves.

Keywords: Micro stakes, indole acetic acid, naphthalene acetic acid, control treatment, significant difference.

INTRODUCCIÓN

Ante el poco conocimiento de las técnicas y procedimientos de propagación in Vitro para la especie *Guazuma crinita* Mart, se hace difícil determinar la metodología adecuada para lograr una producción masiva de clones con características idénticas a la planta madre, ayudados con la acción sinérgica de auxinas como ácido naftalén acético (ANA) y ácido indol acético (AIA), para estimular su desarrollo, lo cual servirá para propagar micro estacas de plántulas germinadas en condiciones de laboratorio en un medio MS, que permitirá cultivar grandes cantidades de plántulas en espacios reducidos (calzada. 1980).

Villegas (2008), determinó el efecto del tiempo de exposición del hipoclorito de sodio sobre la germinación de semillas de *Guazuma crinita* Mart. (bolaina blanca), en condiciones de In Vitro, donde determinó índices de contaminación de 0%, para tiempos de exposición de 10, 20 y 40 min. Y un porcentaje de germinación de 24, 26 y 22% respectivamente denotando que la asepsia de las semillas dependen de la procedencia y el trato que se les de antes de ser sometidas al proceso de siembra.

En estudios preliminares de enraizamiento de explantes de *Guazuma crinita* en medio líquido de WPM (Woody plant medium), sin reguladores de crecimiento realizados por Maruyama et al (1997), se obtuvo la mejor frecuencia de enraizamiento (100%), usando papel filtro como soporte físico, mientras que con la adición de auxinas (4.9 ppm de IBA, Y 0,27 ppm de ANA), tanto en medio liquido como sólido (WP), el enraizamiento decreció a 80 – 70% respectivamente. Aparentemente la suplementación de auxinas no es esencial para la formación de brotes adventicios en *Guazuma crinita*, posiblemente porque los niveles endógenos de reguladores de crecimiento requeridos por la planta para el enraizamiento eran suficientes.

El mismo autor obtuvo un 70% de enraizamiento en explantes de *Guazuma crinita* con 1 cm de longitud obtenidos desde semillas germinadas asépticamente en medio MS, Utilizando WPM complementado con 0.49 o 4.9 ppm de IBA, en combinación con 0.27 ppm de ANA, obteniéndose un porcentaje de sobrevivencia del 100% para todos los tratamientos.

En 1996, Maruyama et al. reportaron que para *Jacaranda mimosifolia* el cultivo con una sola citoquinina (Kinetina) a una muy alta concentración (100uM) produjo un alto porcentaje de brotes, mientras que para Cedro el enraizamiento fue producido con la incorporación de Kinetina a muy baja concentración unida a las auxinas ANA e IBA. Para el caso de *Guazuma crinita*, la formación de brotes se llevó a cabo también en el medio WP pero suplementado con 10 uM. de Zeatina, lográndose la elongación de los mismos con 1 uM. de Kinetina, Sin embargo para *Eucaliptus sp*, un medio suplementado con BAP produjo múltiples brotes, siendo la Kinetina y Zeatina citoquininas que produjeron una tasa muy pobre de formación de brotes (Sita, 1981).

Al determinarse la concentración de auxina más adecuada en la propagación por micro estacas de bolaina blanca (*Guazuma crinita*, Mart.), se podrá establecer una metodología dentro de un programa de multiplicación In Vitro de la especie en cuestión, además de la posibilidad de multiplicación de explantes de alto valor genético y libre de enfermedades durante todo el año, ya que se conservará la especie en bancos de germoplasma In Vitro, con lo cual se podrá abastecer a los empresarios dedicados a realizar reforestación, motivo por el cual se convertirá en una actividad rentable para todo aquél que se dedique a la producción de plántulas bajo esta metodología.

Bolaina blanca es conocida por ser una especie con alta capacidad de rebrote (COTESU.1989), lo cual la hace idónea para asegurar su permanencia dentro de los bosques, incluso después de su cosecha, por eso el objetivo del experimento fue evaluar el efecto periódico del Ácido Indol Acético, Ácido Naftalén Acético, y un tratamiento testigo (medio MS sin auxinas), en la propagación por microestacas de *Guazuma crinita* Mart. (bolaina blanca), y la hipótesis fue: "Una de las concentraciones de Acido Indol Acético o Acido Naftalén Acético, muestra un desarrollo superior al testigo en la propagación de las micro estacas.

MATERIAL Y MÉTODO.

MATERIAL

De Laboratorio

Matras Erlenmeyer de 250 y 500 ml, vasos de precipitado de 500 ml, placas petri, pipetas de 1 y 10 ml, probetas de 100 ml, mechero de alcohol, pinzas, tubos de ensayo, papel aluminio, cintas selladoras, Cuchillas.

Reactivos

Sales de Murashige y Skoog (MS), reguladores de crecimiento: Acido Naftalenacético, Acido Indolacético, phytagel, sacarosa, hipoclorito de sodio al 2%, alcohol de 96°, tween 80.

MÉTODO

Se empleó el método experimental, consistió en cualificar y cuantificar el efecto del Acido indol acético, acido naftalen acético y un tratamiento testigo en microestacas de bolaina blanca obtenidas de semillas germinadas en medio de cultivo MS.

PROCEDIMIENTO

Preparación del germoplasma

Las semillas fueron extraídas de árboles seleccionados con características fenotípicas superiores, provenientes de una plantación ubicada a 2 km. margen derecha de puerto Callao, en el distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo, Región Ucayali, las cuales se conservaron en una bolsa de papel dentro de un refrigerador para mantener su viabilidad hasta el día del trabajo en el laboratorio. Las semillas no fueron expuestas a ningún tipo de tratamiento pre germinativo.

Desinfección de las semillas.

se sumergieron las semillas en una concentración de alcohol de 96° por 60 segundos, y después se colocaron durante 40 min en hipoclorito de sodio al 2% con dos gotas de Tween 80 como detergente líquido, para mejorar la capacidad desinfectante del hipoclorito de sodio. Después se enjuagó tres veces en agua estéril, con el fin de disolver los residuos del hipoclorito que puedan quedar en las semillas. Esto se realizó dentro de la cámara de flujo laminar justo antes de la siembra de las semillas en el medio de cultivo MS, para evitar en lo máximo la exposición de las semillas al medio ambiente.

Tratamientos en estudio

Testigo.

T_0: MS + 30g sacarosa + 4g Fitagel.

Tratamiento de concentración de Acido Naftalenacético.

T_1: MS + 30g sacarosa + 4g Fitagel + 1 ppm ANA.
T_2: MS + 30g sacarosa + 4g Fitagel + 3 ppm ANA.
T_3: MS + 30g sacarosa + 4g Fitagel + 6 ppm ANA.

Tratamiento de concentración de Acido Indolacético

T_1: MS + 30g sacarosa + 4g Fitagel + 1 ppm AIA.
T_2: MS + 30g sacarosa + 4g Fitagel + 3 ppm AIA.
T_3: MS + 30g sacarosa + 4g Fitagel + 6 ppm AIA.

Preparación del explante.

Una vez que las plántulas se desarrollaron hasta tener dos nudos o 2 cm de altura, se procedió a transplantarlas como micro estacas al nuevo medio de cultivo con las auxinas ANA y AIA, para esto se seleccionaron las 70 plántulas más vigorosas.

Preparación del medio de cultivo para la siembra de micro estacas.

Se preparó un litro de solución MS, más 4 gr. de fitagel/litro, también se agregó 30 gr. de sacarosa y finalmente las auxinas ANA y AIA, en las concentraciones ya establecidas. Una vez terminada la preparación de los medios de cultivo se colocaron dentro del autoclave a 121°C, a 33Kg./cm2, por 15 min, finalmente se dejó enfriar hasta que la solución se gelatinice y quede lista para usarse en la siembra de las micro estacas.

Acondicionamiento y evaluación de micro estacas en la cámara de incubación.

Se colocaron verticalmente los tubos de ensayo en recipientes de manera aleatoria, para que todos los tubos tuviesen iguales condiciones dentro de la cámara de incubación. Las evaluaciones del efecto de las auxinas ANA y AIA se realizó a partir de la segunda semana, y en adelante cada 15 días, por 2 meses.

Diseño experimental

Se utilizó un Diseño Completo al Azar (DCR), con 4 tratamientos y 10 repeticiones, Cada unidad de observación estuvo conformado por una micro estaca. Esto se realizó para cada regulador de crecimiento en estudio (Acido Naftalén Acético, Acido Indol Acético), Se usó una prueba de promedio de Duncan a 0.05 de probabilidad. Los resultados fueron analizados por el programa de análisis estadístico conocido como SAS (stadistic analisis system), V 6.12.

Esquema del ANVA

Fuente de Variabilidad	Grados de libertad
Tratamiento	(P – 1) = 3
Error	P (n - 1) = 36
Total	Pn - 1 = 39

Donde:

n = N° de repeticiones.

p = N° de tratamientos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

RESULTADOS DEL ENSAYO CON ACIDO INDOL ACÉTICO EN CONCENTRACIONES DE 0, 1, 3 Y 6 PPM.

Longitud de brote.

Tabla 01. Comparación de medias para longitud de brote de bolaina blanca tratada con AIA a 1, 15, 30, 45 Y 60 días de sembrado en condiciones de *In Vitro*. Pucallpa, Perú, 2009.

Tratamiento	LONGITUD DE BROTE									
	1 día		15 días		30 días		45 días		60 días	
	Prom. (cm)	Significancia al 0,05%	Prom. (cm)	Significancia al 0,05%	Prom. (cm)	Significancia al 0,05%	Prom. (cm)	Significancia al 0,05%	Prom. (cm)	Significancia al 0,05%
Testigo	1,51	a	1,71	a	1,79	a	1,79	a	1,91	a
1 ppm	1,27	ba	1,45	a	1,68	a	1,76	a	1,99	a
3 ppm	1,3	ba	1,58	a	1,68	a	1,75	a	1,8	a
6 ppm	1,18	b	1,47	a	1,48	a	1,35	a	1,39	a

(*) Los promedios con la misma letra no son significativamente diferentes.

No existe diferencia significativa entre las concentraciones de Ácido Indol Acético y el tratamiento testigo. Esto indica que altas concentraciones de hormonas suprime el crecimiento longitudinal de las micro estacas. Según Hurtado (1994), un exceso de auxinas puede suprimir la división y/o el crecimiento celular, lo cual queda reflejado en este experimento ya que la longitud de brote decae al aumentar la cantidad de AIA.

Número de nudos.

Tabla 02. Comparación de medias para número de nudos de bolaina blanca tratada con AIA a 1, 15, 30, 45 Y 60 días de sembrado en condiciones *In Vitro*. Pucallpa, Perú, 2009.

Tratamiento	NUMERO DE NUDOS									
	1 día		15 días		30 días		45 días		60 días	
	Prom. (unidad)	Significancia al 0,05%	Prom. (unidad)	Significancia al 0,05%	Prom. (unidad)	Significancia al 0,05%	Prom. (unidad)	Significancia al 0,05%	Prom. (unidad)	Significancia al 0,05%
Testigo	4,1	a	3,8	a	4,4	a	4	ba	4,9	a
1 ppm	3,8	a	3,9	a	4,2	a	4,8	a	5,5	a
3 ppm	4,4	a	3,5	a	2,8	ba	3,3	ba	3,3	a
6 ppm	3,7	a	3,2	a	2,4	b	1,9	b	3,2	a

(*) Los promedios con la misma letra no son significativamente diferentes.

En la tabla 02, se observa que no existió un incremento significativo en comparación al testigo, lo cual se debe a que se formaron más callos y raíces que nudos. Al respecto, Mejia (1992), indica que a concentraciones bajas de auxinas, los explantes tienden a formar tallos adventicios, y a medida que aumenta la concentración de auxinas tiende a formar raíces adventicias.

Número de hojas.

Tabla 03. Comparación de medias para número de hojas de bolaina tratada con AIA a 1, 15, 30, 45 Y 60 días de sembrado en condiciones de *In Vitro*. Pucallpa, Perú, 2009.

Tratamiento	NUMERO DE NUDOS									
	1 día		15 días		30 días		45 días		60 días	
	Prom. (unidad)	Significancia al 0,05%	Prom. (unidad)	Significancia al 0,05%	Prom. (unidad)	Significancia al 0,05%	Prom. (unidad)	Significancia al 0,05%	Prom. (unidad)	Significancia al 0,05%
1 ppm	3,7	a	3,4	a	4,4	ba	5,5	a	6,3	ba
3 ppm	4,2	a	3,4	a	3,6	b	3,6	ba	4	ba
6 ppm	3,6	a	3,2	a	2,7	b	2,2	b	3,7	b

(*) Los promedios con la misma letra no son significativamente diferentes.

Solo el tratamiento 03 difiere significativamente del testigo, donde el incremento del número de hojas es inversamente proporcional a la concentración de AIA ya que para algunas concentraciones se dio una perdida de hojas por defoliación. Hurtado (1994), menciona que el hecho que el cultivo requiera de auxinas exógenas, no indica que los tejidos son incapaces de sintetizar sus propias auxinas, lo que les permite acumularse y tener un periodo activo al punto de llegar a ser tóxicos.

Número de raíces.

Tabla 04. Comparación de medias para número de raíces de bolaina tratada con AIA a 15, 30, 45 Y 60 días de sembrado en condiciones de In Vitro. Pucallpa, Perú, 2009.

Tratamiento	NUMERO DE RAICES							
	15 días		30 días		45 días		60 días	
	Prom. (unidad)	Significancia al 0,05%	Prom. (unidad)	Significancia al 0,05%	Prom. (unidad)	Significancia al 0,05%	Prom. (unidad)	Significancia al 0,05%
Testigo	0,7	a	1,6	a	1,6	a	2	a
1 ppm	0	b	1,4	a	2,8	a	3,5	a
3 ppm	0,1	b	1,7	a	3,8	a	4,3	a
6 ppm	0,1	b	3,8	a	6,7	a	4,4	a

(*) Los promedios con la misma letra no son significativamente diferentes.

No existe diferencia significativa entre las concentraciones de AIA y el testigo esto se observa en la tabla 04 donde la mayor emisión de raíces se dio a los 45 días de desarrollo, a partir de allí el tratamiento 03 disminuye su promedio de formación de raíces, que podría relacionarse a la elevada acumulación de auxinas en las plántulas, ya que algunas plántulas se transformaron en callos, a esto Pierik (1991), indica que con una baja concentración de auxinas predomina la formación de raíces adventicias, mientras que con altas concentraciones de auxinas no se produce raíces, y tiene lugar, en cambio, a la formación de callos.

RESULTADOS DE ENSAYO CON CONCENTRACIONES DE ACIDO NAFTALEN ACÉTICO CON 0, 1, 3 Y 6 PPM.

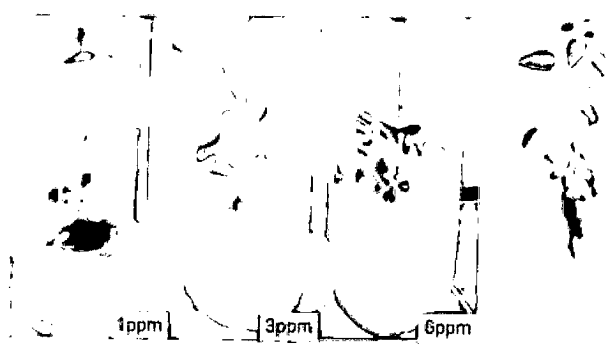
Longitud de brote.

Tabla 05. Comparación de medias para longitud de brote de bolaina tratada con ANA a 1, 15, 30, 45 y 60 días de sembrado en condiciones de *In Vitro*. Pucallpa, Perú, 2009.

Tratamiento	Longitud de Brote									
	1 día		15 días		30 días		45 días		60 días	
	Prom. (cm)	Significancia al 0,05%	Prom. (cm)	Significancia al 0,05%	Prom. (cm)	Significancia al 0,05%	Prom. (cm)	Significancia al 0,05%	Prom. (cm)	Significancia al 0,05%
Testigo	1,51	a	1,71	a	1,79	a	1,79	a	1,92	a
1 ppm	1,08	b	1,24	b	1,51	ba	1,35	ba	1,28	ba
3 ppm	1,04	b	1,22	b	1,3	b	0,96	b	0,77	b
6 ppm	1,11	b	1,21	b	1,24	b	1,11	b	0,97	b

(*) Los promedios con la misma letra no son significativamente diferentes.

No existe diferencia significativa entre el tratamiento testigo y el tratamiento 01 (1ppm de ANA), mientras que los tratamientos 02 y 03 (3 y 6 ppm respectivamente) difieren negativamente con respecto al testigo. Se puede decir que el cultivo *In Vitro* es generalmente imposible sin reguladores, pero esto depende del tipo de explante y de la especie vegetal. Otros explantes producen suficiente cantidad de auxinas y no necesitan una cantidad adicional para conseguir la extensión y/o división (Pierek, 1991), por lo tanto se puede afirmar que la especie *Guazuma crinita* (bolaina), no necesita de auxinas para generar longitud de brote ya que la especie produce suficientes auxinas para si misma.



Explantes desarrollándose en condiciones *In Vitro* en diferentes concentraciones de Acido Indol Acético.

Número de nudos

Tabla 06. Comparación de medias para número de nudos de bolaina tratada con ANA a 1, 15, 30, 45 y 60 días de sembrado en condiciones de *In Vitro*. Pucallpa, Perú, 2009.

Tratamiento	NUMERO DE NUDOS									
	1 día		15 días		30 días		45 días		60 días	
	Prom. (unidad)	Significancia al 0,05%	Prom. (unidad)	Significancia al 0,05%	Prom. (unidad)	Significancia al 0,05%	Prom. (unidad)	Significancia al 0,05%	Prom. (unidad)	Significancia al 0,05%
Testigo	4,1	a	3,8	a	4,4	a	4	a	4,9	a
1 ppm	3,2	b	3,1	ba	3,8	ba	2,8	ba	3,4	a
3 ppm	2,9	b	2,8	ba	2,4	b	1,8	b	1,2	b
6 ppm	3	b	2,6	b	2	b	1,2	b	1,2	b

(*) Los promedios con la misma letra no son significativamente diferentes.

En la tabla 06 los tratamientos 02 y 03 son significativamente diferentes al testigo, mientras que el tratamiento 01, no lo es, observándose que a mayor concentración de ANA menor es la presencia de nudos, Dieter (1980), ha demostrado que la estimulación del crecimiento vegetativo, que es la principal característica de las auxinas, puede derivar en inhibición si se eleva la frecuencia de aplicación o se supera el nivel adecuado para cada caso (sobredosis), que es justamente lo que pasa con los tratamientos 02 y 03, mientras que el tratamiento 01 mantiene su promedio.

Número de hojas

Tabla 07. Comparación de medias para número de hojas de bolaina tratada con ANA a 1, 15, 30, 45 y 60 días de sembrado en condiciones de *In Vitro*. Pucallpa, Perú, 2009.

Tratamiento	NUMERO DE HOJAS									
	1 día		15 días		30 días		45 días		60 días	
	Prom. (unidad)	Significancia al 0,05%	Prom. (unidad)	Significancia al 0,05%	Prom. (unidad)	Significancia al 0,05%	Prom. (unidad)	Significancia al 0,05%	Prom. (unidad)	Significancia al 0,05%
Testigo	4,00	a	4,10	a	6,00	a	6,00	a	7,50	a
1 ppm	2,70	b	3,00	b	4,10	ba	3,70	ba	3,90	b
3 ppm	2,70	b	2,40	b	2,40	b	2,70	b	1,30	c
6 ppm	2,70	b	2,40	b	2,00	b	1,40	b	1,30	c

(*) Los promedios con la misma letra no son significativamente diferentes.

Todos los tratamientos difieren significativamente del testigo, ya que el incremento del número de hojas es inversamente proporcional a la concentración de ANA, como mencionó Pierik (1991), las altas concentraciones de auxinas tiene lugar a la formación de tejido calloso, lo cual disminuye el número de hojas por defoliación.

Número de raíces.

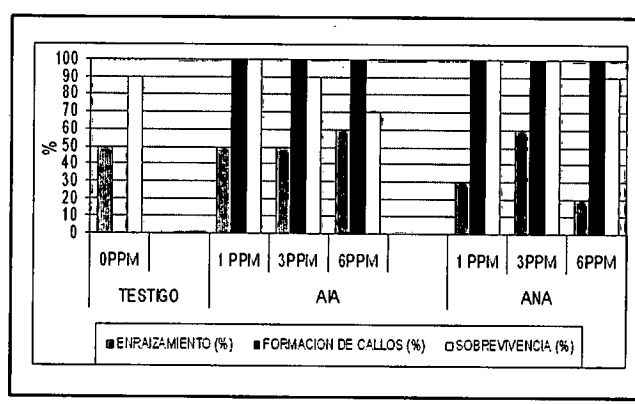
Tabla 08. Comparación de medias para número de raíces de bolaina tratada con ANA a 1, 15, 30, 45 y 60 días de sembrado en condiciones de *In Vitro*. Pucallpa, Perú, 2009.

	NUMERO DE RAÍCES							
	15 días de desarrollo		30 días de desarrollo		45 días de desarrollo		60 días de desarrollo	
Tratamiento	Prom. (unidad)	Significancia al 0,05%	Prom. (unidad)	Significancia al 0,05%	Prom. (unidad)	Significancia al 0,05%	Prom. (unidad)	Significancia al 0,05%
Testigo	0,70	a	1,60	a	1,60	a	2,00	a
1 ppm	0,40	a	3,70	a	6,60	a	0,44	a
3 ppm	0,40	a	6,00	a	9,00	a	3,10	a
6 ppm	0,10	a	3,40	a	3,90	a	3,10	a

(*) Los promedios con la misma letra no son significativamente diferentes.

La emisión de raíces inicia a los 15 días, y se incrementa hasta los 45 días de desarrollo, encontrándose que no existe diferencia significativa entre las concentraciones de ANA y el testigo, el punto óptimo para la emisión de raíces se dio a los 45 días de desarrollo, a partir de allí los tratamientos con ANA disminuyen su promedio debido a que algunas plántulas formaron tejido calloso en toda su estructura (toxicidad), siendo el tratamiento testigo el que mantiene una constante positiva en todo el proceso de incubación.

COMPARACIÓN DE RESULTADOS ENTRE AUXINAS Y EL TRATAMIENTO TESTIGO PARA EL PORCENTAJE DE ENRAIZAMIENTO, FORMACIÓN DE CALLOS Y SOBREVIVENCIA DE MICRO ESTACAS.



En la figura 1 se puede apreciar que el tratamiento testigo es el único que no cesa su desarrollo por causa de la formación de tejido calloso, y aunque mantenga una tasa de enraizamiento de solo 50%, los otros tratamientos no exceden el 60%, lo cual no representa una diferencia significativa en el análisis estastadistico, hay que tener en cuenta que bajo condiciones mas controladas y utilizando diferentes medios de cultivos mas específicos para el enraizamiento de plantas leñosas (WPM), el máximo porcentaje que enraizamiento que consiguió Maruyama (1996), fue de 70% en medio sólido. Con respecto a al tasa de sobrevivencia el testigo alcanza un 90% mientras que los tratamientos con AIA van de 100 a 70% y los de ANA de 100 a 90%.

CONCLUSIONES.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, se tiene las siguientes conclusiones:

1. El efecto de las concentraciones con ácido indol acético para las variables longitud de brote, número de nudos, y número de raíces, no muestran diferencia significativa con relación al tratamiento testigo, mientras que en la variable número de hojas, el tratamiento testigo difiere significativamente de los otros tratamientos, obteniendo el mejor desarrollo en promedio.

2. Para el caso del acido naftalén acético las variables longitud de brote, número de nudos y número de hojas, obtuvieron un desarrollo significativamente inferior al tratamiento testigo, mientras que la variable número de raíces muestra un desarrollo similar al testigo.

BIBLIOGRAFÍA

VILLEGAS P. 2008. Efecto del tiempo de exposición del hipoclorito de sodio sobre la germinación de semillas de bolaina (*Guazuma crinita*, Mart.). Informe científico. UNU-FCA. Pucallpa-Perú. 7 Pág.

CALZADA, J. 1980. 143 frutales nativos. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. Perú. 320 p.

MARUYAMA E; KATSUAKI I; KINOSHITA I; KIHACHITO O. (1997). Micropropagation of *Guazuma crinita* Mart. By root and petiole culture. Articulo científico. Facultad de Agricultura de Japon. 6 Pág.

MARUYAMA E; KATSUAKI I; KINOSHITA I. (1996). Micropropagation of Bolaina Blanca (*Guazuma crinita* Mart), a fast – growing tree in the Amazon Region. Articulo cintifico. University of tsukuba. Japan. 7 Pág.

TORRES A; LÓPEZ A; JIMENES J . (1998). Micro propagación de cedro rojo (*Cedrela odorata* l.) Como herramienta para su manejo. Facultad de ciencias biologicas y agropecuarias de la universidad de Veracruz. En línea:

http://www.colpos.mx/cveracruz/SubMenu_Publi/Avances2004/Micro propagaci%F3n_de_cedro_rojo.html#_ftnref1.

SITA, L. 1981. Tissie culture of Eucaliptus Species. COSTER Symp. On Tissue culture of Economically Importants Plants. Ed A.N. Rao. Pág. 180-183 Singapore.

COTESU. 1989. Silvicultura de la Bolaina blanca. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima – Perú. Pp. 37.

Efecto de cuatro niveles de temperatura y cuatro tipos de envases en la conservación de semillas de *Amburana cearensis* (ishpingo) Pucallpa

Effect of four levels of temperature and four types of storage containers in the seed of *Amburana cearensis* (ishpingo)Pucallpa

Fosther Vizalote Muñoz [1] Oscar A. Barreto Vásquez [2]

RESUMEN

Este trabajo de investigación se desarrolló en los ambientes del Laboratorio de Biología de la Universidad Nacional de Ucayali, ubicado en el Km. 6.000 de la carretera Federico Basadre, Distrito de Manantay, Provincia de Coronel Portillo, Región Ucayali, de Agosto del 2001 a Enero del 2002.

El objetivo del presente estudio fue determinar una temperatura y el envase adecuado para prolongar el tiempo de conservación y la viabilidad de las semillas de la especie *Amburana cearensis*, concluyendo que:

El envase en sobre de papel (T13) y en bolsa de polietileno blanco abierto (T1) almacenadas al medio ambiente fueron los mejores tratamientos, con 85% y 77.5% de capacidad germinativa en el primer mes de almacenamiento, y con pérdida total de la viabilidad en 7.3 y 6.1 meses respectivamente. Asimismo el menor y el mayor TMG del T13 se produjeron en el tercer y quinto mes de almacenamiento, con germinación más uniforme en el tercer mes, y con mayor porcentaje de germinación diaria al primer de mes de almacenamiento.

Las semillas almacenadas con temperatura refrigerada a 1°C envasadas en bolsa de polietileno blanco (T4), las almacenadas con temperatura refrigerada a 1°C en bolsa de polietileno transparente (T8) y las almacenadas con temperatura refrigerada a 1°C en bolsa de polietileno negro (T12) pierden totalmente la viabilidad en el primer mes de almacenamiento.

[1] Ingeniero Forestal - UNU.
[2] Profesor principal Fac. Cs. Forestales y Ambientales de la UNU, Ing. Forestal, M. Sc.

Palabras clave: Tiempo de conservación, viabilidad, capacidad germinativa, tiempo medio de germinación (TMG), temperatura refrigerada, germinación uniforme.

ABSTRACT

This research was conducted in environments Biology Laboratory, National University of Ucayali, located at 6,000 km Federico Basadre road, Manantay District, Province of Coronel Portillo, Ucayali, from August 2001 to January 2002.

The aim of this study was to determine a suitable temperature and packaging to prolong shelf life and viability of the seeds of the species *Amburana cearensis,* concluding that:

The container in paper envelope (T13) and white polythene bag open (T1) stored the environment were the best treatments, with 85% and 77.5% germination capacity in the first month of storage, and total loss viability at 7.3 and 6.1 months respectively.Likewise, the lowest and highest GMT, T13 occurred in the third and fifth month of storage, with more uniform germination in the third month, with higher germination percentage daily the first month of storage.

The seeds stored under refrigerated temperature to 1 C packed in polythene bag white (T4), those stored in refrigerated temperature to 1 ° C in polyethylene bags transparent (T8) and stored under refrigerated temperature to 1 ° C in black polythene bags (T12) lose viability completely in the first month of storage.

Keywords: Shelf life, viability, germination, mean germination time (AGT), refrigerated temperature, uniform germination.

INTRODUCCIÓN

Los bosques de la Amazonía presentan una gran diversidad de especies maderables que vienen siendo aprovechado en forma selectiva, razón por la cual, especies de alto valor comercial se van agotando; este agotamiento trae consigo problemas en su aprovechamiento por que

éstas se encuentran muy alejadas de la zona de extracción o de difícil accesibilidad generando de ésta forma el encarecimiento de la madera en el mercado local y nacional.

Un problema muy común para los silvicultores, es la conservación de la viabilidad de las semillas, en especial las semillas de las especies tropicales, tienen características peculiares en la conservación de la viabilidad de sus semillas y no existen antecedentes que recomiendan en forma específica el uso de envases y lugares de almacenamiento.

La *Amburana cearensis* (ishpingo), es una especie de alto valor comercial y su madera es ampliamente utilizado en carpintería, mueblería, láminas decorativas, ebanistería, etc, pero sus semillas pierde rápido su viabilidad durante el almacenamiento en condiciones de medio ambiente, lo cual genera un problema en su propagación sexual, y como consecuencia, la perdida paulatina de esta especie en nuestros bosques, el cual motiva a buscar otros métodos de conservación y almacenamiento de sus semillas.

Los silvicultores, en su afán de abastecerse de semillas en forma oportuna, utilizan como envase frascos y botellas de vidrio, latas, bolsas de plásticos, de yute o tela, sobres de papel, etc, asimismo almacenan semillas con aire acondicionado y al aire libre, bajo refrigeración, enterradas en el subsuelo, etc. con la finalidad la de obtener la temperautura y envase adecuado para el almacenamiento y conservación de semillas de *Amburana cearensis*, que permita prolongar su viabilidad y generar información acerca de su comportamiento germinativo para planificar programas agresivas de reforestación para contrarrestar la tala indiscriminada de esta especie, asegurando con esto su permanencia y su aprovechamiento para las futuras generaciones.

El objetivo del presente trabajo fue determinar una temperatura y el envase adecuado para prolongar el tiempo de conservación y la viabilidad de las semillas de la especie *Amburana cearensis.*

MATERIAL Y MÉTODO

EQUIPOS Y MATERIALES.

Equipo de subir para recolectar semillas de *Amburana cearensis.*
Balanza.
Bolsas plásticas.
Bolsas de papel.
Refrigeradoras.
Estufa.
Desecadora.
Fungicida cupravit.
Papel.
Lápiz.
Cuadernos de apuntes.

MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.

Se empleó el método experimental, que consistió en evaluar durante el proceso de recolección, envasado, almacenamiento, almácigado y germinación de las semillas de *Amburana cearensis*.

POBLACIÓN Y MUESTRA.

La población estuvo constituida por todos los árboles de *amburana cearensis* ubicado a 21 km de la carrterra a Tournavista, mientras que la muestra estuvo constituida por 2 árboles que en ese momento se encontraban en fructificación y semillación. El promedio de semilas recolectadas fue de 20 kg de los cuales se muestrearon 3 kg (3300 semillas).

PROCEDIMIENTO.

Recolección de semillas.

La recolección de semillas de *Amburana cearensis*, de acuerdo al calendario fenológico de esta especie, se hizo a fines del mes de Julio y principios del mes de Agosto, previa a esta actividad, se procedió a seleccionar las semillas provenientes de 2 arboles para esto se utilizo los servicios de una persona experimentada en este tipo de trabajos, con todo su equipo de colección de frutos y semillas.

Selección y acondicionamiento de semillas.

La selección se hizo en forma manual, del cual se obtuvo 3,300 semillas debidamente seleccionadas.

Estos se sometieron a un proceso de secado natural bajo sombra, durante tres días.

Análisis de semillas.
Previo al envasado y almacenamiento, y considerando las recomendaciones de la Asociación Internacional para el Ensayo de Semillas (ISTA), se analizaron las semillas, mediante las siguientes variables:

a) Porcentaje de pureza.
Se determinó de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$P = \frac{Sp}{Pt} x100$$

Donde:
P = Porcentaje de semillas puras.
Sp = peso de semilla pura.
Pt = peso total de la muestra.

b) Contenido de humedad.
Para calcular esta variable, se tomó una muestra al azar, se pesó y luego se secó en una estufa hasta obtener peso constante, y después se aplicó la siguiente fórmula:

$$CH = \frac{Pi - Po}{Po} x100$$

Donde:
CH = Porcentaje del contenido de humedad.
Pi = peso inicial.
Po = peso seco (peso constante durante los últimos 3 días).

c) Número de semillas por kg.
Se tomó al azar cinco muestras con 100 semillas cada una, luego se pesaron y se promediaron los pesos de las cinco muestras. Para conocer el número de semillas por kg, se aplicó una regla de tres simple.

d) Almácigo de semillas testigo y evaluación del proceso germinativo.
Determinados el porcentaje de pureza, el contenido de humedad y el número de semillas por kg. se procedió a almacigar 100 semillas en bandeja plástica con arena. El distanciamiento de almácigo fue de 3 cm. por 3 cm. de separación.

e) Capacidad germinativa (CG)

CAMACHO (1994), indica que la capacidad germinativa, llamada también porcentaje de germinación final, es un índice particular que evalúa la relación existente entre el total de plántulas obtenidas durante la incubación con las semillas sembradas, la fórmula para obtenerlo es:

$$CG = \frac{Ac}{M} x100$$

Donde:
CG = Capacidad germinativa.
Ac = Germinación acumulada hasta la última evaluación.
M = Cantidad de semillas sembradas.

f) Tiempo de Germinación (TMG).

CAMACHO (1994), lo define como el tiempo en las que las semillas tardan en germinar; para evaluarlo se consideró todos los datos tomados, se usa el tiempo de germinación (TMG).

$$TMG = \frac{SpG}{SG}$$

Donde:
TMG = Tiempo medio de germinación.
SpG = Suma de puntos medios por germinaciones sencillas.

$$SpG = \frac{T1+T0}{2} xG1 + \frac{T2+T1}{2} xG2 + ... + \frac{Te+Te-1}{2} xGe$$
$$= P1xG1 + P2G2 + ... + PeGe$$

SG = Suma de germinaciones sencillas.
SG = G1+G2+...+Ge =Ac.

g) Uniformidad germinativa (DTG).

CAMACHO (1994), sostiene que es la cercanía entre los tiempos de germinación de las semillas, cuando transcurre entre las primeras germinaciones y las últimas. Una forma de evaluada considerando todos los datos tomados, es el cálculo de la desviación típica del tiempo de germinación (DTG).

$$DTG = \frac{SCG - \frac{(SpG)^2}{SG}}{SG - 1}$$

Donde:
DTG = Desviación típico del tiempo de germinación.
SCG = Suma de puntos medios cuadrados por germinaciones sencillas.

$$SCG = (p1)^2 xG1 + (p2)^2 xG2 + (p3)^2 xG3 + ... + (pn)^2 xGn$$

SG = Suma de germinación sencillas.

h) Valor Germinativo (MG).

CAMACHO (1994), menciona que el valor germinativo o índice de Maguire, se fundamenta en la suma de las tasas de germinación sencilla entre el tiempo (velocidad de germinación).

$$MG = \frac{\frac{G1}{T1} + \frac{G2}{T2} + ... + \frac{Ge}{Te}}{M} x100$$

Donde:
MG = Valor germinativo o índice de Maguire.
Gi = G1 + G2 + G3 +... Ge = germinación sencilla hasta la iésima evaluación.
Ti = T1 + T2 + T3 + .. + Te = tiempo transcurrido desde la siembra hasta la iésima evaluación.
M = Cantidad de semillas sembradas.

Envasado y almacenamiento de semillas.

El envasado se hizo en bolsa de polietileno transparente, bolsas de polietileno negro y sobre de papael, luego se selló fuertemente y se almacenaron: 1) al medio ambiente, 2) a temperaturas refrigeradas de 10°C, 5°C y 1°C; y 3) asimismo se almacenaron a las mismas condiciones, semillas con envase de bolsa de polietileno blanco abierto.

Almácigo de semillas tratadas.

Cumplidos los tiempos de un mes, dos, tres, cuatro y cinco meses, se almacigaron en el Laboratorio de Biología de la Universidad Nacional de Ucayali a las semillas sometidas a los diversos tratamientos.

Evaluación del proceso germinativo.

El proceso germinativo se evaluó tomando los siguientes datos:

- Tiempo transcurrido desde la siembra de las semillas hasta la primera semilla germinada.
- Tiempo transcurrido desde la primera hasta la última semilla germinada.
- Número de semillas germinadas por tratamiento por día y total durante el tiempo que duró el ensayo (un mes por ensayo).

Tabulación de datos.

La tabulación de datos se hizo en gabinete con todos los datos que se tomaron anteriormente, para luego calcular: la capacidad germinativa, el tiempo de germinación, la uniformidad germinativa y el valor germinativo. Todos éstos se calcularon con las fórmulas descritas anteriormente.

Tratamientos de Datos.

En el presente estudio se aplico análisis de correlación entre el tiempo de germinaión y la capacidad germinativa en los diversos tratamientos aplicados, además se compararó el tiempo de germinación, la uniformidad germinativa y el valor germinativo. Para determinar la temperatura y el envase adecuado para el almacenamineto.

Unidad Experimental.

La unidad experimental estuvo constituida de 10 semillas por cada tratamiento. Por cada tratamiento se repitió 4 unidades experimentales.

Factores en estudio.

FACTOR (A): Tipo de envases, con 4 variantes.

a1 = Bolsa de polietileno blanco abierto (testigo).

a2 = Bolsa de polietileno transparente.

a3 = Bolsa de polietileno negro.

a4 = Sobre de papel.

FACTOR (B): Ambiente de almacenamiento, con 4 niveles.

b1 = Al medio ambiente (testigo).

b2 = Temperatura refrigerada a 10°C.

b3 = Temperatura refrigerada a 5°C.

b4 = Temperatura refrigerada a 1°C.

Tratamientos

T1 = a1b1 = Semillas envasadas en bolsa de polietileno blanco abierto, almacenados al medio ambiente.

T2 = a1b2 = Semillas envasadas en bolsa de polietileno blanco abierto, almacenadas a temperatura refrigerada a 10°C.

T3 = a1b3 = Semillas envasadas en bolsa de polietileno blanco abierto, almacenadas a temperatura refrigerada a 5°C.

T4 = a1b4 = Semillas envasadas en bolsa de polietileno blanco abierto, almacenadas a temperatura refrigerada a 1°C.

T5 = a2b1 = Semillas envasadas en bolsa de polietileno transparente, almacenadas al medio ambiente.

T6 = a2b2 = Semillas envasadas en bolsa de polietileno transparente, almacenadas a temperatura refrigerada a 10°C.

T7 = a2b3 = Semillas envasadas en bolsa de polietileno transparentes almacenadas a temperatura refrigerada a 5°C.

T8 = a2b4 = Semillas envasadas en bolsa de polietileno transparente, almacenadas a temperatura refrigerada a 1°C.

T9 = a3b1 = Semillas envasadas en bolsas de polietileno negro, almacenadas al medio ambiente.

T10 = a3b2 = Semillas envasadas en bolsa de polietileno negro almacenadas a temperatura refrigerada a 10 °C.

T11 = a3b3 = Semillas envasadas en bolsa de polietileno negro, almacenadas a temperatura refrigerada a 5°C.

T12 = a3b4 = Semillas envasadas en bolsa de polietileno negro, almacenadas a temperatura refrigerada a 1°C.

T13 = a4b1 = Semillas envasadas en sobre de papel, almacenadas al medio ambiente.

T14 = a4b2 = Semillas envasadas en sobre de papel, almacenadas a temperatura refrigerada a 10°C.

T15 = a4b3 = Semillas envasadas en sobre de papel, almacenadas a temperatura refrigerada a 5°C.

T16 = a4b4 = Semillas envasadas en sobre de pepel, almacenadas a temperatura refrigerada a 1°C.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

EVALUACIÓN DE LAS SEMILLAS ALMACENADAS EN CUATRO TEMPERATURAS Y CUATRO TIPOS DE ENVASES.

Tabla 01: Variables evaluadas en germinación de las semillas de *Amburana cearensis* en los diversos tratamientos en estudio.

Meses	Capac. Germ. (%)	Tiempo medio Germ. (Días)	Uniform. Germ. (Días)	Valor Germ. Maguire (%)	Resist. a la germin. (Días)	Período de germin. (Días)	Tiempo de germ. (Días)
Tratamiento 1							
0	95				7	6	13
1	77.5	12.4	1.75	6.11	10	10	20
2	72.5	11.8	1.49	6	10	5	15
3	70	10.7	1.39	6.36	8	6	14
4	67.5	12.6	1.17	5.2	11	5	16
5	25	15.2	2.21	1.6	13	5	18
Tratamiento 2							
0	95				7	6	13
1	25	12.8	1.16	1.9	11	4	15
Tratamiento 3							
0	95	-	-	-	7	6	13
1	35	13.0	1.29	2.6	12	5	17
2	20	14	2.12	0.3	13	3	16
3	12.5	11.7	1.64	1.0	11	3	14
4	2.5	11.5	-	0.2	12	0	12
Tratamiento 5							
0	95				7	6	13
1	7.5	12.5	1.0	0.6	12	2	14
Tratamiento 6							
0	95				7	6	13
1	55	13.5	2.8	3.9	10	12	22
2	2.5	17.5	-	0.1	18	0	18
Tratamiento 7							
0	95				7	6	13
1	57.5	14.33	2.17	3.9	12	9	21
2	10	16.25	3.2	0.6	14	6	20
Tratamiento 9							
0	95				7	6	13
1	40	12.81	2.98	3.1	10	10	20
Tratamiento 10							
0	95				7	6	13
1	22.5	14.61	2.47	1.5	12	7	19
Tratamiento 11							
0	95				7	6	13
1	72.5	14.21	2.89	4.9	10	12	22

Meses	Capac. Germ. (%)	Tiempo medio Germ. (Días)	Uniform. Germ. (Días)	Valor Germ. Maguire (%)	Resist. a la germin. (Días)	Período de germin. (Días)	Tiempo de germ. (Días)
Tratamiento 13							
0	95				7	6	13
1	85	12.08	1.62	6.7	10	8	18
2	75	11.43	1.64	6.4	10	7	17
3	60	10.29	1.61	5.7	8	8	16
4	52.5	13.33	1.65	3.3	10	8	18
5	35	14.36	1.7	2.4	12	6	18
Tratamiento 14							
0	95				7	6	13
1	35	13.07	1.99	2.6	11	7	18
2	15	12.33	2.32	1.2	10	6	16
3	7.5	15.17	3.21	0.5	12	6	18
Tratamiento 15							
0	95				7	6	13
1	60	12.83	2.81	4.7	10	12	22
2	42.5	11.97	1.18	3.4	11	4	15
Tratamiento 16							
0	95				7	6	13
1	45	12.50	2.30	3.6	10	8	18
2	30	12.58	1.78	2.3	10	6	16
3	15	10.33	1.47	1.4	9	4	13

En la tabla 01 se observa la capacidad germinativa, el tiempo medio de germinación, uniformidad germinativa y valor germinativo de las semillas de *Amburana cearensis* almacenadas a diferentes temperaturas y varios tipos de envases. Así mismo se aprecia la resistencia a la germinación, periodo de germinación y tiempo de germinación. De acuerdo a esta tabla, la capacidad germinativa al momento de hacer la prueba de germinación (mes 0) fue de 95%, a partir del cual la viabilidad con el transcurrir del tiempo va descendiendo paulatinamente en algunos tratamientos y en otros muy bruscamente. Así se tiene que el tratamiento 1 (semillas almacenadas al medio ambiente envasadas en bolsa de polietileno blanco abierto) y el tratamiento 13 (semillas almacenadas al medio ambiente en sobre de papel), van perdiendo paulatinamente su viabilidad, es así que en el primer mes de conservación la capacidad germinativa fueron 77.5% y 85% respectivamente, conservando su viabilidad durante los 5 meses que duró el experimento, con valores de 25% y 35% de capacidad germinativa respectivamente; el tiempo medio de germinación del tratamiento 1 fluctúa entre 10.7 y 15.2 días, la uniformidad germinativa

entre 1.2 y 2.2 días, el valor germinativo entre 1.6 y 6.4%, la resistencia a la germinación entre 7 y 13 días, el período de germinación entre 5 y 10 días, y el tiempo de germinación entre 13 y 20 días; mientras que en el tratamiento 13 el tiempo medio de germinación fluctúa entre 10.3 y 14.4 días, la uniformidad germinativa entre 1.6 y 1.7 días, el valor germinativo entre 2.4 y 6.7%, la resistencia a la germinación entre 7 y 12 días, el periodo de germinación entre 6 y días y el tiempo de germinación entre 13 y 18 días.

Con respecto a la capacidad germinativa INADE, citado por PINEDO (1993) reporta 94% de germinación, con 3 horas de remojo de las semillas y 36 días tiempo de germinación. Este valor es casi similar al valor encontrado en este trabajo al principio del experimento (95% de germinación), sin embargo, existe variación en el tiempo de germinación. Esta variación se debe a las características intrínsecas de la especie, la humedad, la temperatura, la naturaleza del terreno donde crece la planta madre y la edad de ésta última (CUCULIZA, 1956).

Los que pierden bruscamente su viabilidad son las semillas almacenadas a 1°C envasadas en bolsa de polietileno blanco abierto (T_4), las almacenadas a 1°C en bolsa de polietileno transparente (T_8) y las almacenadas a 1°C en bolsa de polietileno negro (T_{12}) quienes presentaron cero por ciento de germinación, es decir que la viabilidad perdieron al primer mes de almacenamiento y esto se debe porque la temperatura de almacenamiento es muy bajo, quien congela el agua libre de la semilla y rompe los tejidos, el cual es nefasta para el embrión de las semillas (CORBINEAU et. al., 1982; HARTMANN Y KESTER, 1982); asimismo la temperatura de 1°C sale del rango mencionado por LAMPRECHT (1970) que es de 4°C y 8°C.

Relación entre la capacidad germinativa de los tratamientos y el tiempo.

Tabla 02: Prueba de correlación entre la capacidad germinativa (%) de los tratamientos y el tiempo (meses).

r_c	$100r^2$	r_t	Significancia
Tratamiento 1			
-0.7952	63.23	-0.433	*
Ecuación: $Y = -3.206x^2 + 6.9452x + 77.791$			
Tratamiento 2			
-0.9932	98.65	-0.666	*
Ecuación: $Y = -22.5x^2 - 92.5x + 95$			
Tratamiento 3			
-0.8339	69.54	-0.482	*
Ecuación: $Y = -15.159x + 57.727$			
Tratamiento 5			
-0.7743	59.95	-0.666	*
Ecuación: $Y = -34.167x + 59.444$			
Tratamiento 6			
-0.9671	93.53	-0.553	*
Ecuación: $Y = 11.413x^2 - 70.435x + 105.87$			
Tratamiento 7			
-0.8925	79.66	-0.553	*
Ecuación: $Y = 8.4239x^2 - 60.38x + 103.26$			
Tratamiento 9			
-0.9242	85.45	-0.666	*
Ecuación: $Y = 7.5x^2 - 62.5x + 95$			
Tratamiento 10			
-0.9815	96.34	-0.666	*
Ecuación: $Y = 25x^2 - 97.5x + 95$			
Tratamiento 11			
-0.9901	98.02	-0.666	*
Ecuación: $Y = -25x^2 + 2.5x + 95$			
Tratamiento 13			
-0.9076	82.37	-0.433	*
Ecuación: $Y = -0.6022x^2 - 8.3115x + 92.674$			
Tratamiento 14			
-0.8272	68.42	-0.482	*
Ecuación: $Y = -16.023x + 56.818$			
Tratamiento 15			
-0.9651	9314	-0.553	*
Ecuación: $Y = -3.2609x^2 - 18.804x + 87.609$			
Tratamiento 16			
-0.9050	81.90	-0.482	*
Ecuación: $Y = -18.182x + 69.545$			

En la tabla 02 se aprecia la prueba de correlación entre la capacidad

germinativa (%) de los tratamientos y el tiempo de almacenamiento (meses). De acuerdo a esta tabla la correlación es significativa en todos los tratamientos, excepto en el tratamiento 4 (semillas almacenadas con temperatura refrigerada a 1°C envasadas en bolsa de polietileno blanco), tratamiento 8 (semillas almacenadas con temperatura refrigerada a 1°C en bolsa de polietileno transparente) y tratamento 12 (semillas almacenadas con temperatura refrigerada a 1°C en bolsa de polietileno negro). Es decir que existe correlación entre correlación entre la capacidad germinativa y el tiempo de almacenamiento en todos los tratamientos, excepto en los ya mencionado. Así mismo esta tabla indica que el coeficiente de determinación ($100r^2$) varía de 59.95% a 98.65%. Esto quiere decir que la capacidad germinativa de los tratamientos depende exclusivamente en ese rango del tiempo de almacenamiento y del 1.35% a 40.05% depende de otros factores, como puede ser calidad de las semillas, tipo de envase, temperatura de almacenamiento, humedad del medio de almacenamiento y características genéticas de las semillas.

Teniendo en cuenta el signo del coeficiente de correlación (r), todos los tratamientos van perdiendo la viabilidad con el transcurrir del tiempo, es decir, son inversamente proporcionales, pero los que pierden en menor proporción son el tratamiento 13 y el tratamiento 1, que soportaron 5 meses de almacenamiento, pudiendo prolongarse por más tiempo. De acuerdo a la ecuación y a la tendencia de la curva de la figura 1 (comportamiento de la capacidad germinativa del tratamiento 1) y figura 2 (comportamiento de la capacidad germinativa del tratamiento 13), el tratamiento 1 pierde totalmente su viabilidad en 6.1 meses y el tratamiento 13 en 7.3 meses de almacenamiento.

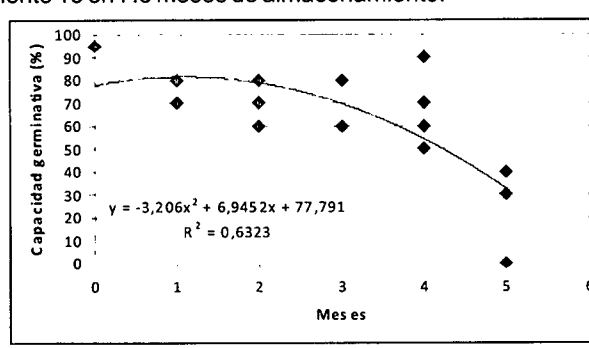


Figura 1: Comportamiento de la capacidad germinativa de semillas de *Amburana cearensis* envasadas en bolsa de polietileno blanco abierto almacenado al medio ambiente (T1).

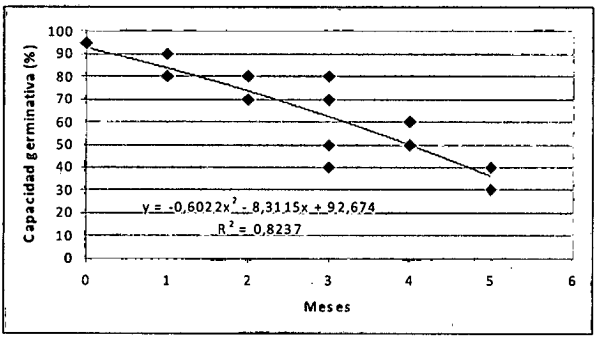


Figura 2: Comportamiento de la capacidad germinativa de semillas de *Amburana cearensis* envasadas en sobre de papel, almacenadas al medio ambiente (T13).

Este tiempo de 6.1 meses en la pérdida total de la viabilidad de las semillas en condiciones ambientales (T_1), se asemeja al encontrado por CHÁVEZ Y HUAYA (1987) quienes reportan cinco meses en la conservación de la viabilidad de las semillas de *Amburana cearensis;* mientras que el tiempo elevado para perder la viabilidad de las semillas del tratamiento T_{13} se debe porque las semillas tenían pocas barreras para perder la humedad, pues el sobre manila es un envase con mayor tamaño de poros que los demás envases cerrados, además que el laboratorio de la Uinersidad Nacional de Ucayali es un ambiente cerrado, es decir, que las semillas no podían absorver humedad. Esta pérdida de humedad aumenta la longevidad de las semillas (UPV, S.F.).

CONCLUSIONES

1. Las semillas almacenadas al medio ambiente envasadas en sobre de papel (T_{13}) y las envasadas en bolsa de polietileno blanco abierto (T_1) fueron los mejores tratamientos, ya que reportan mayor capacidad germinativa, con 85% y 77.5% en el primer mes de almacenamiento, asimismo pierden totalmente la viabilidad en 7.3 y 6.1 meses respectivamente.
2. Las semillas almacenadas con temperatura refrigerada a 1°C envasadas en bolsa de polietileno blanco (T_4), las almacenadas con temperatura refrigerada a 1°C en bolsa de polietileno transparente (T_8) y las almacenadas con temperatura refrigerada a 1°C en bolsa de polietileno negro (T_{12}) pierden totalmente la viabilidad en el primer

mes de almacenamiento.

3. En el tratamiento T_{13} (semillas almacenadas al medio ambiente en sobre de papel) el menor Tiempo Medio de Germinación (TMG) se produjo en el tercer mes de almacenamiento, que es igual a 10.29 días y el mayor, se produjo al quinto mes de almacenamiento, con 14.36 días; asimismo la germinación fue más uniforme en el tercer mes de almacenamiento con 1.61 días y el mayor porcentaje de germinación diaria se produjo al primer mes de almacenamiento con 6.7%.

4. En el tratamiento T_1 (semillas almacenadas al medio ambiente envasadas en bolsa de polietileno blanco abierto) el menor Tiempo Medio de Germinación (TMG) se produjo en el tercer mes de almacenamiento, que es igual a 10.7 días y el mayor, se produjo al quinto mes de almacenamiento, con 15.2 días; asimismo la germinación fue más uniforme en el cuarto mes de almacenamiento con 1.17 días y el mayor porcentaje de germinación diaria se produjo al tercer mes de almacenamiento con 6.36%.

5. De acuerdo a las ecuaciones de regresiones los tratamientos T_3, T_{14}, T_{15} y T_{16} pierden la viabilidad completamente en un rango de 3.0 a 3.8 meses de almacenamiento; mientras que los tratamientos T_6, T_7, T_{10} y T_{11} pierden la viabilidad en el rango de 1.9 a 2.8 meses de almacenamiento; los tratamientos T_2, T_5 y T_9 pierden su viabilidad completamente de 1.7 a 1.9 meses de almacenamiento.

BIBLIOGRAFÍA

CAMACHO. M. F. 1994. Fisiología de la quiescencia, Semillas Forestales. Centro de Investigación disciplinaria en conservación y mejoramento de ecosistemas forestales. Publicación especial Nº 2. México .41 – 48 p.

CORBINEAU, F. DEFRSNE, P. y COME. D. 1982. Algunas características de germinación y crecimiento del *cedrela odorata* L.

CUCULIZA. P. 1956. Propagación de Plantas Talleres gráficos Pl. Villanueva Lima, 288 p.

CHAVEZ, J. y HUAYA, M. 1987. Manual de Vívero Volantes para la Amazonía Peruana. Centro Nacional Forestal y Fauna XII, Pucallpa, Perú. 102 p.

HARTMANN, T. y KESTER, E. 1982. Propagación de plantas 3°. Edición Compañía. Editorial Continental S.A. México 814 p.

PINEDO, L. 1993. Influencia de diámetro, largo y profundidad de siembra en la propagacoión por estacas de *Amburana caerensis* L. (Ishpingo). Pucallpa – Perú p. 3-4.

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA (UPV). S.F. Germinación de semillas. Parte III. En Línea: www.euita.upv.es/varios/biologia/Temas/tema_17.htm

Efecto de la conicidad y ahusamiento en el coeficiente de aserrío en trozas de tres especies forestales en el aserradero Arbe de Pucallpa

Effect of cone and taper on the ratio of three sawmilling log in forest species of Pucallpa Arbe sawmill

Orison Ling Dávila [1] Manuel Iván Salvador Cárdenas [2]

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivos: determinar el efecto del ahusamiento y conicidad en el coeficiente de aserrío de las trozas de *Calycophyllum spruceanum* (capirona), *Machaerium inundatum* (aguano masha) y *Dipteryx sp.* (shihuahuaco); determinar la relación entre el coeficiente de aserrío versus ahusamiento; coeficiente de aserrío y conicidad; diámetro y conicidad; diámetro y ahusamiento; longitud y conicidad; y longitud versus ahusamiento de las trozas de las tres especies forestales.

La recopilación de la información se hizo en el aserradero ARBE, ubicado en el km 1 de la carretera Manantay, margen izquierdo, en el Distrito de Manantay, Provincia de Coronel Portillo, Región Ucayali.

Los resultados permitieron poner en evidencia que la conicidad promedio de las trozas de las especies son: 1.87, 0.85 y 1.37 cm/m para capirona, aguano masha y shihuahuaco respectivamente; mientras que el promedio del ahusamientos son: 10.64%, 6.40% y 4.65% para capirona, shihuahuaco y aguano masha respectivamente. Asi mismo la no existencia de relación entre las siguientes variables de las trozas: coeficiente de aserrío y conicidad; coeficiente de aserrío y ahusamiento; diámetro y ahusamiento en las tres especies forestales; De igual manera la no existencia de relación entre el diámetro y conicidad en las trozas de las especies aguano masha y shihuahuaco; longitud y conicidad en las trozas de capirona y aguano masha; longitud y ahusamiento de las trozas de aguano masha y shihuahuaco.

Asi mismo, la existencia de una relación significativa entre el diámetro y conicidad en las trozas de capirona; longitud y conicidad en las trozas de

[1] Ingeniero Forestal - UNU.
[2] Profesor principal Fac. Cs. Forestales y Ambientales de la UNU, Ing. Forestal, M. Sc.

shihuahuaco y longitud versus ahusamiento en las trozas de capirona.

Existe diferencia significativa entre el coeficiente de aserrío de las tres especies, siendo 0.7355, 0.6933 y 0.6559 para capirona, shihuahuaco y aguano masha respectivamente.

Palabras clave: Ahusamiento, conicidad, coeficiente de aserrío, diámetro de trozas, longitud de trozas, correlación significativa, diferencia significativa.

ABSTRACT

This work was aimed to determine the effect of taper and taper in the coefficient of sawn logs *Calycophyllum spruceanum* (capirona), *Machaerium inundatum* (Aguano masha) and *Dipteryx sp.* (Shihuahuaco) determine the relationship between the ratio versus taper milling, sawing and taper ratio, diameter and taper, diameter and taper, length and taper, and taper length versus the logs of the three tree species.

The data collection was done at the mill ARBE, located at km 1 of the road Manantay, left, in the District of Manantay, Province of Coronel Portillo, Ucayali.

The results allowed to highlight that the average taper of the logs of the species are: 1.87, 0.85 and 1.37 cm / m for capirona, masha and shihuahuaco Aguano respectively, while the average tapers are: 10.64%, 6.40% and 4.65 % for capirona, shihuahuaco and masha Aguano respectively. Likewise the absence of relationship between the following variables of logs, sawmilling and taper ratio, coefficient of sawmilling and taper, diameter and taper on the three tree species, the same way the non-existence of a relationship between the diameter and taper in logs of the species and shihuahuaco Aguano masha, length and taper on logs and Aguano capirona masha, length and taper of the logs and shihuahuaco Aguano masha.

Likewise, the existence of a significant relationship between the diameter and taper in logs capirona, length and taper in long logs versus shihuahuaco and taper on logs capirona.

Significant difference between the rate of milling of the three species, being 0.7355, 0.6933 and 0.6559 for capirona, shihuahuaco and masha Aguano respectively.

[1] Bach: Facultad de ciencias forestales - UNU.

[2] Doc :Principal de la – UNU.

Keywords: Taper, taper, coefficient of sawing, log diameter, log length, significant correlation, significant difference.

INTRODUCCIÓN

En el rutinario trabajo de transformación de la madera se encuentra un sin número de problemas y uno de ellos es la determinación del coeficiente de aserrío de madera rolliza a madera aserrada en base a ciertos parámetros dasométricos, como son el ahusamiento y la conicidad.

Cabe preguntarse, ¿Como el comprador o aquel que trabaja en la transformación de la madera en trozas determina apriori el volumen de madera aserrada?.

Los industriales o trabajadores madereros estiman el coeficiente de aserrío de la madera rolliza a madera aserrada mediante diversos sistemas, dentro los cuales se puede mencionar la determinación empírica por las observaciones de algunos defectos y estimaciones en los aserraderos, otro el más empleado es el recurrir a las llamadas reglas madereras o tablas de volúmenes, así como la tabla de Doyle-Scribner (Noli, 1979).

Uno de los defectos del fuste es la conicidad y se define como la diferencia entre el diámetro de la base y en la punta, expresado en %, y para una determinada longitud. Cuando el factor de conicidad es menor de 2 o 3, al fuste se le considera cilíndrico y se debe a la especie, a la procedencia del árbol y también a la silvicultura seguida; los árboles en espesura tienen menor conicidad que los árboles aislados. Los árboles que pierden ramas inferiores a una edad temprana tienen menor factor de conicidad que los que no las pierden. La conicidad exagerada se considera un defecto, porque produce pérdidas de rendimiento en el aserrado, desenrollo y corte a la plana. Los casos de conicidad muy elevados pueden producir inclinaciones de la fibra (CONICYT (2009).

La conicidad, señala Dhote y Elvira (1994) tiene gran influencia sobre los procesos mecánicos de transformación de la madera. Álvarez y Fernando (S.F) señalan que los factores diámetro, longitud y conicidad de las trozas; así como tipo de sierra, calidad de las trozas y esquemas de corte, son, de forma decreciente, los factores que más influyen sobre el rendimiento de madera aserrada.

Otro defecto homólogo de la conicidad es el ahusamiento y Osorio (1987), determinó el rendimiento de madera rolliza a madera aserrada en base al grado de ahusamiento en Pichanaki, Junín y encontró que el rendimiento promedio para 3% de ahusamiento es de 86,13%, para 4% de ahusamiento es de 86,06%, para 5% de ahusamiento es de 85,40%, para 6 % de ahusamiento es de 87,2% y para 7% de ahusamiento es de 92,72%. Siendo estos valores obtenidos mayores que las cubicaciones comerciales que los madereros emplean para la compra de trozas.

El presente trabajo, trata de establecer una relación entre el coeficiente de aserrío con la conicidad y el ahusamiento de las trozas de madera de tres especies forestales, los cuales en los últimos años se vio incrementada la demanda de madera de *Calycophyllum spruceanum* (*Benth*) *Hooker f. ex Schuman* (capirona), cuyo volumen de producción en la Región de Ucayali el año 2007 alcanzó 27 552.66 m³, mientras que el *Machaerium inundatum* (*C. Martius ex Bentham*) Ducke (aguano masha) fue de 2 715.82 m³ y el de (shihuahuaco) tanto para el mercado nacional e internacional alcanzo*Dipteryx sp.* los 42825.00 m³ (INRENA, 2008). Asimismo, determinar la relación entre el coeficiente de aserrío y el ahusamiento; entre el coeficiente de aserrío y conicidad; entre el diámetro y conicidad; entre el diámetro y ahusamiento; entre la longitud y conicidad; y entre la longitud y ahusamiento de las tres especies forestales.

MATERIAL Y MÉTODO

MATERIALES, MAQUINARIAS Y EQUIPOS.

Materiales:

49 trozas de la especie *Calycophyllum spruceanum* (capirona).
36 trozas de la especie *Machaerium inundatum* (aguano masha).
45 trozas de la especie *Dipterix sp.*(shihuahuaco).
01 cinta métrica de 5 metros de longitud.
Pintura.
Brocha.
Crayolas.
Vernier.
Libreta de campo.
Materiales de escritorio.
Calculadora.
Computadora.

Máquinas de aserrío:

Sierra principal.
Canteadora.
Despuntadota.
Mesa para cantear madera corta.

MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.

Para el presente trabajo se empleó el método experimental, que consistió en observar y evaluar el efecto del ahusamiento y conicidad en el coeficiente de aserrío de las trozas de capirona, aguano masha y shihuahuaco. La recopilación de la información se hizo en el Aserradero ARBE, ubicado en el km 1.000 de la carretera Manantay, margen izquierdo, en el Distrito de Manantay, Provincia de Coronel Portillo, Región Ucayali.

Población y tamaño de muestra.

La población estuvo constituida por todas las trozas de capirona, aguano masha y shihuahuaco que ingresaron al Aserradero ARBE el año 2008. El tamaño de la muestra fue 40 trozas para capirona, 29 trozas para aguano masha y 43 trozas para shihuahuaco.

Identificación de la especies.

Se tomaron muestras de la madera de las tres especies forestales para la identificación de la especie y por comparación con los patrones existentes en el Laboratorio de Tecnología de la Madera de la Universidad Nacional de Ucayali se determinó la madera correspondía a las siguientes especies:
Calycophyllum spruceanum (Benth) Hooker f. ex Schuman (capirona).
Machaerium inundatum (C. Martius ex Bentham) Ducke (aguano masha).
Dipteryx sp. (shihuahuaco) (Solo a nivel de género).

PROCEDIMIENTO:

Selección y marcado las trozas.

En el patio de trozas del aserradero, se tomaron al azar 49 trozas de capirona, 36 trozas de aguano masha y 45 trozas de shihuahuaco. Seguidamente se codificaron las trozas pintándolas con letras iniciales de la especie seguida del número de las trozas.

Medición de las trozas.

La medición se hizo inmediatamente después de la codificación y los

parámetros registrados fueron: Número de orden de las trozas, especie (nombre vernacular), diámetro mayor en centímetros en forma de cruz, diámetro menor en centímetros en forma de cruz, longitud de las trozas en metros.

Determinación del volumen de las trozas.

El volumen de las trozas y la obtención del volumen bruto se determinaron mediante la fórmula de Smalian:

$$V = \pi \times \frac{(D+d)^2}{4} \times L$$

Donde:

V = Volumen bruto (m3); D = Diámetro mayor de la troza (m).
d = Diámetro menor de la troza (m).
L = Longitud de la troza (m).

Determinación del ahusamiento (Ah) y conicidad (Co) de las trozas.

El ahusamiento de las trozas se determinó mediante la siguiente fórmula:

$$Ah = \frac{D-d}{D} \times 100$$

Donde:

Ah = Ahusamiento de la troza (%).
D = Diámetro mayor de la troza (m).
d = Diámetro menor de la troza (m).

La conicidad de las trozas se calculó de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$Co = \frac{D-d}{L}$$

Donde:

Co = Conicidad de la troza (cm/m).
D = Diámetro mayor de la troza (cm).
d = Diámetro menor de la troza (cm).
L = Longitud de la troza (m).

Aserrío de las trozas.

El aserrío de realizó troza por troza y luego especie por especie, registrándose len la libreta de campo el largo, ancho y espesor de las piezas de madera aserrada.

Determinación del volumen de la madera aserrada.

La cubicación de la madera aserrada se calculó mediante la siguiente expresión:

$$Vp = \frac{L \times a \times e}{10000} \qquad Va = \Sigma Vp$$

Donde:

Vp = Volumen de pieza de madera aserrada (m^3).
L = Longitud de la pieza de madera aserrada (m).
a = Ancho de las tablas y tablones (cm).
e = Espesor de las tablas y tablones (cm).
Va = Volumen aserrado de la troza (m^3).

Determinación del coeficiente de aserrío.

Para calcular el coeficiente de aserrío se aplicó la siguiente fórmula:

$$R = \frac{Va}{V}$$

Donde:

R = Coeficiente de aserrío.
Va = Volumen de madera aserrada proveniente de cada troza (m^3).
V = Volumen de madera rolliza proveniente de cada troza (m^3).

Determinación de las medidas de tendencia central.

Para determinar **la media** de datos agrupados se aplico la siguiente fórmula:

$$X = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} f.Xi$$

f = Frecuencia absoluta de la clase.
Xi = Punto medio de la clase.

La mediana fue determinada utilizando las siguientes fórmulas:

a) Cuando n fue impar, la mediana fue el valor que ocupa la posición $\frac{n+1}{2}$ una vez que los datos fueron ordenados en orden creciente, se aplicó la siguiente expresión: $M_e = X\,\frac{n+1}{2}$.

b) Cuando n fue par, la mediana se calculó como la media aritmética de las dos observaciones centrales, los dos datos que estuvieron en el

centro de la muestra ocuparon las posiciones $\frac{n}{2}$ y $\frac{n}{2}+1$. Es decir

$$M_e = \frac{X\frac{n}{2} + X\frac{n}{2}+1}{2}$$

La **moda** fue estimada encontrando el punto promedio de la clase modal o el valor que ocurre con más frecuencia.

TRATAMIENTOS DE DATOS.

Para determinar la existencia de diferencias significativas entre los coeficientes de aserrío de las trozas de las tres especies en estudio, se aplicó el análisis de varianza unifactoria. Para determinar la relación del coeficiente de aserrío en función del ahusamiento y conicidad; conicidad en función del diámetro y longitud; ahusamiento en función del diámetro y longitud, se hizo el análisis de correlación y regresión.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

ANÁLISIS DE CONICIDAD Y AHUSAMIENTO DE TROZAS DE TRES ESPECIES FORESTALES..

La conicidad de trozas:

En la tabla 01 se aprecia que las **trozas de *Calycophyllum spruceanum* (Benth) *Hooker f. ex Schuman* (capirona)** presentaron valores de conicidad comprendidos entre 0.15 y 5.32 cm/m, con un coeficiente de variación de 34.8%, situación que obligó a analizar los resultados por clases de conicidad, determinándose 1.87 cmim como la media agrupada, con una desviación estándar de 0,65 cm/m; de igual manera se determinaron la mediana y la moda agrupada siendo sus valores 1.56 cm/m y 1,44 cm/m respectivamente. Asimismo se observa que la media se encuentra en la segunda categoría alejada de la mediana y la moda que se encuentran ambas en la segunda categoría, lo que indica que la conicidad en esta especie no tiene una distribución normal, concentrándose la mayor cantidad de trozas en la segunda categoría de conicidad (0,89 - 1,62 cm/m), como se observa en el gráfico 1.

De igual forma en la tabla 01 se aprecia la distribución de frecuencias de la conicidad de las trozas de la especie ***Machaerium inundatum (C. Martius ex Bentham)* Ducke (aguano masha)**, las trozas presentaron valores comprendidos entre 0 y 4.85 cm/m con un coeficiente de

procedencia de las trozas de difrentes lugares, de diferentes edades, condiciones de sitio, y sobre todo las variaciones en el comportamiento de la forma del árbol no es idéntico dentro de una misma especie, ya que hay una gran diversidad de aspectos que se interrelacionan para que el árbol tenga una determinada conformación sobre todo si analizamos desde un marco netamente de medición (Larson, 1963).

El elevado coeficiente de variación obligó a analizar los resultados por categorías de conicidad, determinándose la media agrupada cuyo valor fue de 0.85 cm./m, con una desviación estándar de 0,86 cm/m y ubicada en la segunda categoría; así mismo se determinó la mediana y la moda agrupada siendo sus valores 0.4 y 0.22 cm/m respectivamente, ubicándose ambos valores en la primera categoría diamétrica, indicando que la conicidad de las trozas no presentan una distribución normal (figura 2).

Tabla 01: Distribución de frecuencia de la conicidad y las medidas de dispersión y tendencia central de las trozas de tres especies forestales.

Categorias de conicidad	X (cm/m)	F N°	F %	Media (cm/m)	S (cm/m)	CV %	Mediana (cm/m)	Moda (cm/m)
CAPIRONA								
0.15 – 0.88	0.515	9	18.37					
0.89 – 1.62	1.255	17	34.69				1.56	1.44
1.63 – 2.36	1.995	9	18.37	1.87	0.65	34.8		
2.37 – 3.10	2.735	6	12.24					
3.11 – 3.84	3.475	5	10.20					
3.85 – 4.58	4.215	1	2.04					
4.59 – 5.32	4.955	2	4.08					
Total		**49**	**100**					
AGUANO MASHA								
0 – 0.80	0.4	24	66.67				0.4	0.22
0.81 – 1.61	1.21	7	19.44	0.85	0.86	101.2		
1.62 – 2.42	2.02	4	11.11					
2.43 – 3.23	2.83	0	0.00					
3.24 – 4.04	3.64	0	0.00					
4.05 – 4.85	4.45	1	2.78					
Total		**36**	**100**					
SHIHUAHUACO								
0.00 – 0.60	0.3	11	24.44					
0.61 – 1.20	0.91	14	31.11				1.03	
1.21 – 1.82	1.52	10	22.22	1.37	0.57	41.6		1.4
1.83 – 2.43	2.13	1	2.22					
2.44 – 3.04	2.74	5	11.11					
0.00 – 0.61	3.35	2	4.44					
0.61 – 1.21	3.96	2	4.44					
Total		**45**	**100**					

Leyenda:

X = Marca de clase. **S** = Desviación estándar.
f = Frecuencia. **CV** = Coeficiente de variación.

Asimismo, en la tabla 01 se aprecia la distribución de frecuencias de la conicidad de las trozas de la especie Dipteryx sp. (shihuahuaco), esta especie presentó valores de conicidad comprendidos entre 0 y 4.26 cm/m, con un coeficiente de variación de 41.6%. El elevado coeficiente de variación, obligó a analizar los resultados por categorías de conicidad, determinándose la media agrupada cuyo valor fue de 1.37 cm./m, con una desviación estándar de 0.57 cm/m; así mismo se determinó la mediana y la moda siendo sus valores 1.03 cm/m y 1.4 cm/m respectivamente. Además se observa que la media y la moda se encuentran en la misma categoría (tercera categoría) y la mediana en la segunda categoría, lo que indica que la conicidad en esta especie no tiene una distribución normal (figura 3).

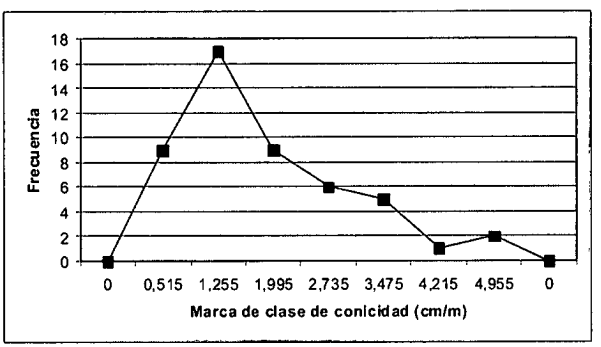


Figura 1. Polígono de frecuencias de la conicidad de capirona.

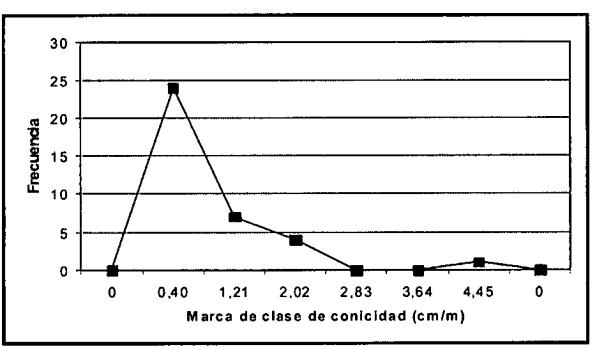


Figura 2. Polígono de frecuencias de la conicidad de aguano masha.

En las trozas de las tres especies, la distribución de la conicidad no es normal, debido a que la media, la mediana y la moda se encuentran en diferentes categorías de conicidad; la distribución irregular se debe porque la forma del árbol está distribuido irregularmente (PROYECTO PER/78/003, 1980; Philip, 1983), ademas, está influenciada por una serie de factores y variables (Córdova, 1992). Al respecto CONICYT (2009), señala que la variabilidad de la conicidad se debe a la especie, procedencia del árbol y a la silvicultura principalmente. Ademas indica que los árboles en espesura tienen menor conicidad que los árboles aislados; los árboles que pierden ramas inferiores a una edad temprana tienen menor factor de conicidad que las que no las pierden.

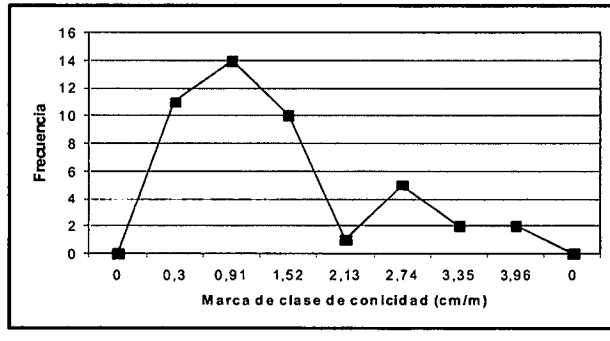


Figura 3. Polígono de frecuencias de la conicidad de shihuahuaco.

De acuerdo al promedio de la conicidad, se puede afirmar que las trozas de las tres especies forestales son casi cilíndricas, ya que las conicidades están por debajo del rango de 2 – 3% señalado por CONICYT (2009). Pero si se compara las conicidades de las trozas de las tres especies, se observa que la capirona en mas conica que el aguano masha y el shihuahuaco, y el aguano masha más conica que el shihuahuaco.

El ahusamiento de las trozas.

En la tabla 02 se aprecia la distribución de frecuencias de ahusamiento de las trozas de la especie ***Calycophyllum spruceanum*** **(Benth) *Hooker f. ex Schuman* (capirona)**, esta especie presentó valores de ahusamiento comprendidos entre 0.53 y 24.53%, el coeficiente de variación fue de 25.3%, considerado como baja y perteneciente a una población normal. A pesar del bajo coeficiente de variación los resultados fueron analizados por categorías de ahusamiento,

determinándose la media agrupada del ahusamiento cuyo valor fue de 10.64 %, con una desviación estándar de 2.69%; así mismo se determinó la mediana y la moda siendo sus valores 10.53 y 9.42% respectivamente.

Asimismo se observa que los valores de la media, la mediana y la moda, se encuentran en la misma categoría de ahusamiento, lo que indica que los valores del ahusamiento tiene una distribución casi normal (Figura 4).

De igual manera en la tabla 02, se aprecia la distribución de frecuencias de ahusamiento de las trozas de la especie ***Machaerium inundatum (C. Martius ex Bentham)*** **Ducke (aguano masha)**, esta especie presentó valores de ahusamiento comprendidos entre 0 y 18.77%, con un coeficiente de variación de 62.8%, motivo por el cual se analizó los resultados por categorías de ahusamiento. De igual manera se determinó la media agrupada cuyo valor fue de 4.65%, con una desviación estándar de 2.92%; además se determinó la mediana y la moda agrupada cuyos valores fueron 2.94 y 1.33% respectivamente.

Tabla 02: Distribución de frecuencia del ahusamiento y las medidas de dispersión y tendencia central. De las trozas de tres especies forestales.

Categorías de ahusamiento	X %	F	fa %	Media %	S %	CV %	Mediana %	Moda %
CAPIRONA								
0.53 – 3.95	2.24	7	14.29					
3.96 – 7.38	5.67	9	32.65					
7.39 – 10.81	9.1	10	53.06	10.64	2.69	25.3	10.53	9.42
10.82 – 14.24	12.53	13	79.59					
14.25 – 17.67	15.96	2	83.67					
17.68 – 21.10	19.39	4	91.84					
21.11 – 24.53	22.82	4	100.00					
Total		**49**						
AGUANO MASHA								
0.00 – 3.12	1.56	19	19				2,94	1,33
3.13 – 6.25	4.96	6	25	4,65	2,92	62.8		
6.26 – 9.38	7.82	7	32					
9.39 – 12.51	10.95	2	34					
12.52 – 15.64	14.08	1	35					
15.65 – 18.77	17.21	1	36					
Total		**36**						
SHIHUAHUACO								
0 – 2.60	1.3	6	6					
2.61 – 5.21	3.91	13	19					3,57
5.22 – 7.82	6.52	12	31	6,40	2,32	36.3	6,3	
7.83 – 10.43	9.13	9	40					
10.44 – 13.04	11.74	3	43					
13.05 – 15.65	14.35	0	43					
15.66 – 18.26	16.96	2	45					
Total		**45**						

Leyenda:

X = Marca de clase. **fa** = Frecuencia acumulada. **CV** = Coeficiente de variación.
f = Frecuencia. **S** = Desviación estándar.

También se observa que la mediana y la moda se encuentran en la primera categoría y la media desfasada de estas dos medidas de tendencia central, ubicandose en la segunda categoriía de ahusamiento, considerandose que el ahusamiento en esta especie no presenta distribución normal (Figura 5).

Por otro lado en la tabla 02 tambien se aprecia la distribución de frecuencias de ahusamiento de las trozas de la especie ***Dipteryx sp.* (shihuahuaco)** esta especie presentó valores de ahusamiento comprendidos entre 0 y 18.26%, con un coeficiente de variación de 36.3%, situación que obligó a analizar los resultados por categorías de ahusamiento, determinándose la media agrupada cuyo valor fue de 6.40%, con una desviación estándar de 2.32%; así mismo se determinó la mediana de 6.3% y una moda de 3.57% Además se observa que la media y la mediana se encuentran en la tercera categoría de ahusamiento, mientras que la moda se encuentra en la segunda categoría, lo que indica que el ahusamiento de las trozas de shihuahuaco no presentan una distribución normal (Figura 6).

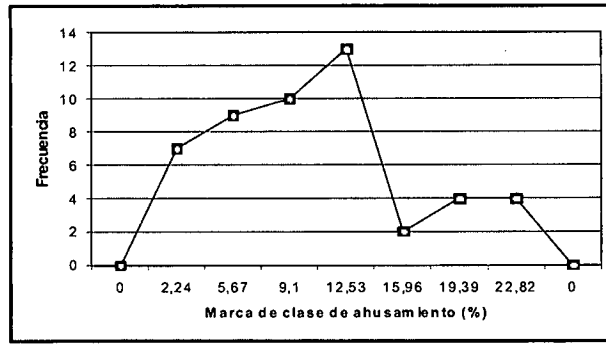


Figura 4. Polígono de frecuencias del ahusamiento de capirona.

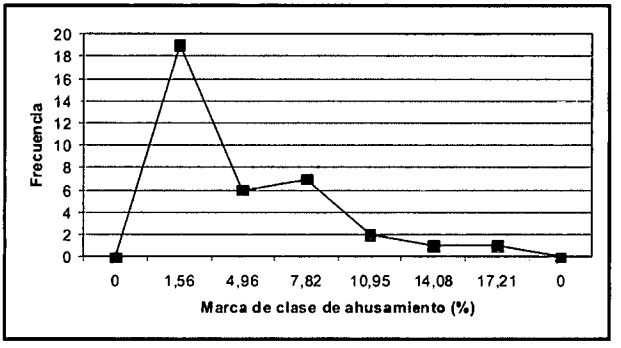


Figura 5. Poligono de frecuencias de clases de ahusamiento de aguano masha.

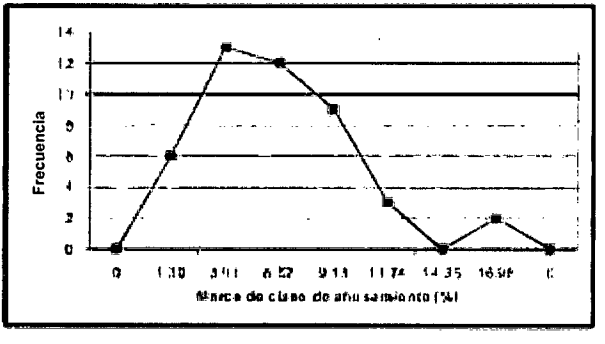


Figura 6. Poligono de frecuencias de clases de ahusamiento de shihuahuaco.

Con respecto a los resultados del ahusamiento promedio, se afirma que las trozas de capirona (10.64%) son mas ahusadas que las trozas de shihuahuaco (6.40%) y aguano masha (4.65%), y las trozas de shihuahuaco son mas ahusadas que las de aguanomasha. .

Si se realiza una comparación del ahusamiento encontrado para las tres especies con los valores encontrado por Osorio (1987) para especies forestales de Pichanaki, Junín cuyos valores fluctuaron entre 3 y 7%, se afirma que la capirona supera a todas en ahusamiento (10.64%), mientras que el aguanomasha y el sihuahuaco se encuentra dentro del rango de ahusamiento encontradas para las especies de Pichanaki-Junín.

COEFICIENTE DE ASERRÍO DE TRES ESPECIES FORESTALES

Tabla 03: Coeficiente de aserrío de las trozas de tres especies forestales.

TRATAMIENTOS	COEFICENTE DE ASERRÍO	C. V. (%)
Trozas de capirona	0.74	7.26
Trozas de shihuahuaco	0.69	3.14
Trozas de aguano masha	0.66	8.75

En la tabla 03 se observa el coeficiente de aserrío de las trozas de tres especies forestales. Para determinar la existencia de diferencias significativas entre los coeficientes de aserrio de las trozas de las tres especies, se realizó el analisis de varianza unifactorial, cuyo resumen se detalla en la tabla 04.

En la tabla 04 se observa que existen diferencias altamente significativas entre los coeficientes de aserrío de las tres especies forestales. Para determinar entre qué especies se encuentran las diferencias significativas en lo que al coeficiente de aserrío se refiere, se realizó la prueba deTukey.

Tabla 04: Análisis de variancia del coeficiente de aserrío de tres especies forestales.

FUENTE DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	Fc	P value	Signif.
Entre especies	2	1338.1	669.0	19.0	19.0	**
Error	127	4471.9	35.0			
Total	129	5810.0				

Tabla 05: Prueba deTukey del coeficiente de aserrío de las especies.

COMPARACIÓN	Significancia
Capirona vs shihuahuaco	*
Capirona vs Aguano masha	*
Shihuahuaco vs aguano masha	*

En la tabla 05 se aprecia que los coeficientes de aserrío de las tres especies forestales, difieren significativamente entre si; es decir que el coeficiente de aserrío de la capirona (0.74) es mayor con respecto al coeficiente del shihuahuaco (0.69) y al del aguano masha (0.66); y el

coeficiente del shihuahuaco es mayor que el coeficiente del aguano masha, todas con coeficiente de variación muy bajo.

Al respecto los coeficientes de aserrío de las trozas de las tres especies superan a los coeficientes encontrados por Canani (2003) para capirona y aguano masha, cuyos valores fueron 0.55 y 0.56 respectivamente, y al ceficiente de aserrío del shihuahuaco (0.55) encontrado por Encalada (2008). Todos estos valores están por debajo de los coeficientes reportados en este trabajo, pudiéndose atribuir la diferencia a la presencia de diversos defectos en las trozas y a otros factores que inciden en la merma del coeficiente de aserrío (Álvarez y Fernando, s.f.).

Del mismo modo, los coeficientes de aserrío encontrados en el presente trabajo están por debajo encontrado por Noli (1979), quien en la confección de tablas volumétricas de madera aserrada en el Valle de Chanchamayo, encontró coeficientes de aserrío de 0.76 y 0.77, constituyéndose el resto en desperdicio, sin embargo si se compara con los factores de conversión encontrado por Bazan (1986) para cedro y tornillo (0.4348) se puede decir que los valores encontrados es superior, inclusive al valor indicado por la DGFF que es de 0.52.

En el trabajo ejecutado por Osorio (1987) sobre la relación del coeficiente de aserrío con los grados de ahusamiento, el autor encontró un coeficiente de aserrío de 0.8613 para 3% de ahusamiento, 0.8606 para 4%, 0.854 para 5%, 0.8720 para 6% y 0.9272 para 7% de ahusamiento. En todos los casos el coeficiente de aserrío es mayor que a los encontrados en este trabajo. Por lo tanto los coeficientes de aserrío de las trozas de las tres especies estudiadas se ubican en un lugar intermedio a los valores encontrados por Canani (2003) y Encalada (2008) por un lado, y por Noli (1979) y Osorio (1987) por otro lado.

RELACIÓN ENTRE EL COEFICIENTE DE ASERRÍO Y LA CONICIDAD DE LAS TROZAS DE TRES ESPECIES FORESTALES.

Tabla 06: Relación entre el coeficiente de aserrío y la conicidad (cm/m) de trozas de tres especies forestales.

ESPECIES	TIPO DE ECUACIÓN	$100r^2$	r_c	r_t	Signif.
Capirona	Exponencial	4.71	0.2170	0.275	**N.S**
Aguano masha	Exponencial	0.83	0.0911	0.324	**N.S**
Shihuahuaco	Exponencial	4.19	0.2047	0.291	**N.S**

En la tabla 06 se observa que no existe relación significativa entre el coeficiente de aserrío y la conicidad de las tres especies en mención. Esto quiere decir, que la conicidad de estas especies, influyen muy poco en el coeficiente de aserrío como lo indica el coeficiente de determinación (r^2); en el caso de la capirona la conicidad influye con 4.71%, en el shihuahuaco en 4.19% y el aguano masha en 0.83%, pudiéndose aseverar que son otros defectos asociados con otros factores que influyen mucho más en el coeficiente de aserrío. Estos factores pueden ser diámetro y longitud de las trozas; así como tipo de sierra, calidad de las trozas y esquemas de corte (Álvarez y Fernando, s.f.).

RELACIÓN ENTRE EL COEFICIENTE DE ASERRÍO Y EL AHUSAMIENTO DE TRES ESPECIES FORESTALES.

Tabla 07: Relación entre el coeficiente de aserrío y el ahusamiento (%) de las trozas de tres especies.

ESPECIES	TIPO DE ECUACIÓN	$100r^2$	r_c	r_t	Signif.
Capirona	Exponencial	0.48	0.0693	0.275	**N.S**
Aguano masha	Lineal	2.34	0.1530	0.324	**N.S**
Shihuahuaco	Exponencial	5.11	0.2261	0.291	**N.S**

En la tabla 07 se observa que no existe una relación significativa entre el coeficiente de aserrío y el ahusamiento de las tres especies en mención. Esto quiere decir, que el ahusamiento de estas especies, influyen muy poco en el coeficiente de aserrío como lo indica el coeficiente de determinación (r^2) que en el caso de la capirona el ahusamiento influye con 0.48%, en el shihuahuaco en 5.11% y el aguano masha en 2.34%, pudiéndose aseverar que son otros defectos asociados con otros factores que influyen mucho más en el coeficiente de aserrío.

RELACIÓN ENTRE EL DIÁMETRO Y LA CONICIDAD DE TRES ESPECIES FORESTALES.

En la tabla 08 se observa que existe correlación entre el diámetro y conicidad de trozas de capirona, y la ecuación que les asocia es una ecuación logarítmica (figura 7), lo que indica que conforme aumenta el diámetro la troza se va haciendo más conica, pero en proporciones no constantes; así también se aprecia que no existe relación significativa entre el diámetro y conicidad de trozas de aguano masha y shihuahuaco.

Esto quiere decir, que el diámetro en estas especies, influyen muy poco en la conicidad de las trozas, como lo indica el coeficiente de determinación (r^2), que en el caso de capirona el diámetro influye en 8.95%, en shihuahuaco en 1.12% y en aguano masha el 0.07%, pudiéndose aseverar que son otros defectos asociados con otros factores que influyen mucho más en la conicidad de las trozas de las especies shihuahuaco y aguano masha.

Tabla 08: Relación y regresión entre el diámetro y la conicidad (cm/m) de las trozas de tres especies forestales.

ESPECIES	TIPO DE ECUACIÓN	$100r^2$	r_c	r_t	Signif.
Capirona	Logarítmica	8.95	0.2991	0.275	*
Aguano masha	Lineal	0.07	0.0265	0.324	N.S
Shihuahuaco	Lineal	1.12	0.1058	0.291	N.S

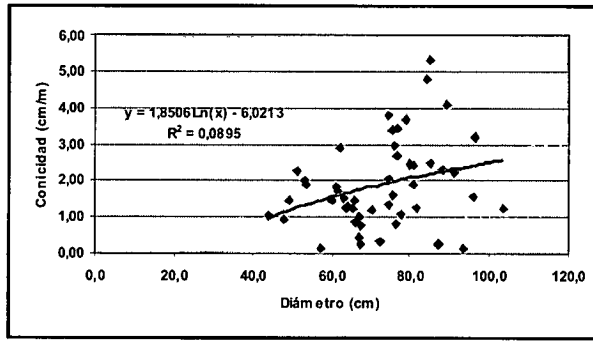


Figura 7. Relación entre el diámetro y la conicidad de las trozas de capirona.

RELACIÓN ENTRE EL DIÁMETRO Y EL AHUSAMIENTO DE LAS TROZAS DE TRES ESPECIES FORESTALES.

Tabla 09: Relación entre el diámetro y el ahusamiento (%) de las trozas de tres especies forestales.

ESPECIES	TIPO DE ECUACIÓN	$100r^2$	r_c	r_t	Signif.
Capirona	Exponencial	0.90	- 0.0949	- 0.275	N.S
Aguano masha	Logarítmica	4.20	- 0.2049	- 0.324	N.S
Shihuahuaco	Logarítmica	1.08	- 0.1039	- 0.291	N.S

En la tabla 09 se observa que no existe relación significativa entre el diámetro y el ahusamiento de trozas de las especies en mención. Esto quiere decir, que el diámetro de las trozas de estas especies, influyen muy poco en el ahusamiento de las trozas como lo indica el coeficiente de determinación (r^2), en el caso de la capirona el diámetro influye en 0.90 %, en el shihuahuaco en 1.08% y en el aguano masha el 4.20%, pudiéndose aseverar que son otros defectos asociados con otros factores que influyen mucho más en el ahusamiento de las trozas.

RELACIÓN ENTRE LA LONGITUD Y LA CONICIDAD DE LAS TROZAS DE TRES ESPECIES FORESTALES.

Tabla 10: Relación entre la longitud y la conicidad (cm/m) de las trozas de tres especies forestales.

ESPECIES	TIPO DE ECUACIÓN	$100r^2$	r_c	r_t	Signif.
Capirona	Exponencial	1.19	0.1091	0.275	**N.S**
Aguano masha	Lineal	4.53	- 0.2128	- 0.324	**N.S**
Shihuahuaco	Lineal	12.24	- 0.3499	- 0.291	*

En la tabla 10 se observa que existe relacion significativa entre la longitud y conicidad de las trozas de shihuahuaco, y la ecuación que las relaciona es una ecuación lineal inversamente proporcional (figura 8), lo que indica que cuanto mas larga es la troza la conicidad disminuye, presentando un coeficiente de determinación de 12.24%; así también se aprecia que la longitud de las trozas de capirona y aguano masha.influyen muy poco en la conicidad de las trozas, tal como lo indica el coeficiente de determinación (r^2) que en el caso de la capirona la longituid influye en 1.19% y en el aguano masha en 4.53%, pudiéndose aseverar que son otros defectos asociados con otros factores que influyen mucho más en la conicidad de las trozas de las especies estudiadas.

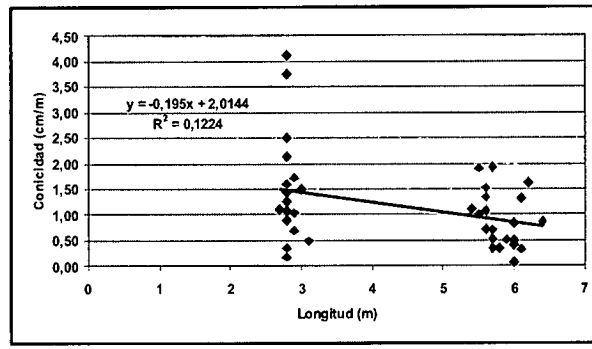


Figura 8. Relación entre la longitud y la conicidad de las trozas de shihuahuaco.

En la medida que aumenta la longitud, se incrementa la diferencia entre los diámetros en ambos extremos de la troza. Al aserrar las mismas, generalmente, gran cantidad de madera se pierde en forma de residuo. Por lo tanto, una de las formas de incrementar el coeficiente de aserrío es mediante la optimización del troceado y aserrado, produciendo lógicamente madera aserrada de dimensiones requerida Wade (1992) y Willits (1994).

RELACIÓN ENTRE LA LONGITUD Y EL AHUSAMIENTO DE LAS TROZAS DE TRES ESPECIES FORESTALES..

Tabla 11: Relación entre la longitud y el ahusamiento (%) de las trozas de tres especies forestales.

ESPECIES	TIPO DE ECUACIÓN	$100r^2$	r_c	r_t	Signif.
Capirona	Lineal	15.96	0.3995	0.275	*
Aguano masha	Lineal	3.37	0.1836	0.324	**N.S**
Shihuahuaco	Logarítmica	5.61	0.2369	0.291	**N.S**

En la tabla 11 se observa que existe una relación significativa entre la longitud y el ahusamiento de trozas de capirona, y la ecuación que les asocia es una ecuación lineal (figura 9), es decir, cuando aumenta la longitud de la troza el ahusamiento de la troza también aumenta en forma proporcional. Así también, se observa, que no existe relación significativa entre la longitud y el ahusamiento de trozas de aguano masha y shihuahuaco. Esto quiere decir, que la longitud de estas

especies, influyen muy poco en el ahusamiento de las trozas como lo indica el coeficiente de determinación (r^2); que para el shihuahuaco es 5.61% y en el aguano masha el 3.31%, pudiéndose aseverar que son otros defectos asociados con otros factores que influyen mucho más en la conicidad de las trozas de las especies en estudio.

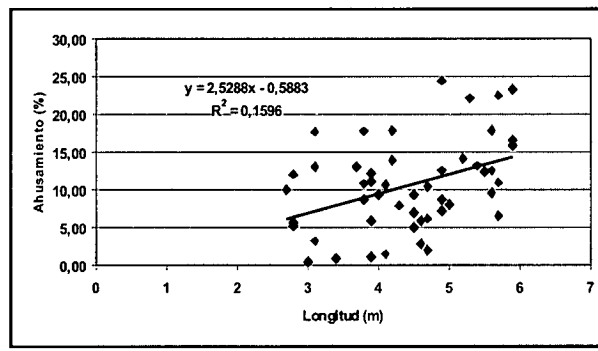


Figura 9. Relación entre la longitud y el ahusamiento de las trozas de capirona.

CONCLUSIONES

1. La conicidad de las trozas de las tres especies estudiadas presentaron conicidad baja, lo que significa que las trozas presentaron formas casi cilíndricas; los valores de las conicidades promedio fueron para capirona 1.87 cm/m, para aguano masha de 0.85 cm/m y para shihuahuaco 1.37 cm/m.

2. El ahusamiento de las trozas de las tres especies estudiadas, la capirona presentó elevado grado de ahusamiento, con un promedio de 10.64%, el shihuahuaco y el aguano masha presentaron grados de ahusamiento intermedio, con 6.40% y 4.65% respectivamente.

3. La relación entre el coeficiente de aserrío y la conicidad así como coeficiente de aserrío y el ahusamiento no son significativas en las trozas de las tres especies forestales.

4. Existe una relación significativa entre el diámetro y la conicidad de las trozas de capirona, siendo la ecuación logaritmica las que les asocia a estas dos variables, siendo su coeficiente de determinación de 8.95%;

por el contrario, no existe relación significativa entre estas variables en el caso de las trozas del aguano masha y shihuahuaco.

5. No existe una relación significativa entre el diámetro y ahusamiento de las trozas de las tres especies estudiadas.

6. Existe relación significativa entre la longitud y conicidad de las trozas de shihuahuaco, siendo la ecuación lineal inversamente proporcional la que les asocia a estas dos variables; siendo su coeficiente de determinación 12.24%; mientras que en las trozas de capirona y aguano masha estas variables no presentaron grado de asociación significativa.

7. Existe relación significativa entre la longitud y ahusamiento en las trozas de capirona, siendo la ecuación de tipo lineal directamente proporcional las que les asocia a estas dos variables, siendo su coeficiente de determinación 15.96%; mientras que en las trozas de aguano masha y shihuahuaco estas dos variables no presentan relación significativa.

8. Existen diferencias significativas entre los coeficiente de aserrío del aserrío de las trozas de las tres especies; siendo las trozas de capirona el de mayor coeficiente de aserrío con 0.74, seguido del shihuahuaco con 0.69 y aguano masha con 0.66.

BIBLIOGRAFÍA

NOLI, A. 1979. Evaluación de algunas características dasométricas y de calidad de sitio para la predicción de rendimiento. Tesis Ing. Forestal. UNALM. Lima. 153 p.

CONICYT. 2009. Tecnología de la madera. Repositorio Institucional. Chile. En línea htpp:/ri. conicyt. cl/575/propertyvalue-29106. html.

DHOTE, JEAN FRANCOIS Y ELVIRA HATSCH. 1994. Modelo de Conicidad para Sessile Oak (Quercus petrea (Matt.) (Liebl.)). Unite ENGREF-INRA de Sciencies Foresttieres. Equipo Dynamique des Systemes Forstiers, Francia: p 4-6.

ALVAREZ, D, y FERNANDO, A. (S.F). Factores fundamentales para aumentar los rendimientos de madera aserrada en aserraderos con sierras de banda. S. P.

OSORIO, E. 1987. Estudio de rendimiento de Madera rolliza a Madera aserrada en base al grado de ahusamiento. Pichanaki - Junín. Tesis Ing. Forestal. Huancayo, Perú. 101 p.

INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES. 2008. Boletín informativo. Centro de Información Forestal. Lima, Perú. 74 p.

LARSON, PH. R. 1963. Stem form development of forest trees. Society of American Foresters. Forest Science. Monograph 5. 38 p.

PROYECTO PER 78/003. 1980. Seminario sobre extracción forestal. Documento de trabajo N° 2.

PHILIP, M. 1983. Measuring trees and Forests. Divition of Forestry University of Dar. Es Salaam. África. 338 p.

CORDOVA, N. 1992. Forma de los árboles. Universidad Nacional de Ucayali. Pucallpa, Perú. 50 p.

CANANI, G. 2003. Estudio del rendimiento y su relación con el diámetro, longitud y volumen rollizo de dos especies forestales de Pucallpa. Práctica Pre Profesional. Universidad Nacional de Ucayali. Pucallpa, Perú. 36 p.

ENCALADA, R. 2008. Estudio del rendimiento y su relación con el diámetro, longitud y volumen rollizo de Dypteryx odorata (shihuahuaco) en el Complejo Industrial Maderero Pezo Villacorta Sociedad Anónima Cerrada (CIMPEVISAC)- Pucallpa. Práctica Pre Profesional. Universidad Nacional de Ucayali. Pucallpa, Perú. 25 p.

BAZAN, C. 1986. Factor de conversión en aserrío para las especies cedro y tornillo en Pucallpa .Tesis Ingeniero Forestal UNALM. Lima Perú 99p.

WADE, M. T. et al. 1992. Estimating hardwood sawmill conversion efficiency based on sawing machine and log characteristics. Forest Products Journal 42 (11-12): 21-26

WILLITS, S. (1994). "Back Bark" ponderosa pine: tree grade definition and value comparison with old-growth tree. Western Journal of Applied Forestry 9 (1) 8-13.

Eficacia y costos de tratamiento antimancha en madera rolliza y aserrada de dos especies suceptibles *Hura crepitans l.* (catahua) y *Ficus anthelmintica* mart. (oje) en la concesión david paucar nestares en puerto Zungaro – Huánuco, Pucallpa – 2009

Effectiveness and costs of treating wood stain in two round and sawn susceptible species *Hura crepitans l.* (catahua) and *Ficus anthelmintica* mart. (oje) david grant in puerto zungaro paucar nestares - Huánuco, Pucallpa - 2009

Erasmo Rosado Orneta [1] Wilfredo Bonilla Salazar [2]

RESUMEN

El estudio se realizo en madera rolliza y aserrada de las especies *Hura crepitans L.* (CATAHUA) y *Ficus anthelmintica* Mart. (OJE) en la concesión David Paucar Nestares en Puerto Zungaro – Huánuco, de Octubre del 2008 a Febrero del 2009 con la finalidad de determinar la concentración óptima de tres preservadores comerciales (octoborato, ortofenilfenol y quinolinolato 8 de cobre) para la prevención de la mancha azul en madera rolliza y aserrada, además de calcular los costos de los tratamientos. El tipo de estudio fue experimental; la muestra estuvo conformada por 70 trozas, 35 trozas por cada especie con sus respectivos testigos en madera rolliza y el mismo criterio se aplico con las tablas de madera aserrada. En la recolección de datos se tomaron los estados fitosanitarios de las trozas y tablas según la norma AWPA M5-80. Los datos se procesaron en el programa de diseño estadístico Excel. La concentración óptima en las especies tratadas fue para el quinolinolato 8 de cobre en su concentración al 3% con un costo de S/.0,36/m², para ambas especies, el ortofenilfenol obtuvo la concentración óptima en su concentración al 5%, mientras que el protector octoborato no obtuvo concentración óptima en ninguno de sus tratamientos.

Palabras clave: Mancha azul, estado fitosanitario, concentración óptima.

[1] Tesista de la Fac. Cs. Forestales - U NU.

[2] Profesor Asociado de la Fac. Cs. Forestales y Ambientales de la U NU, Ing. Forestal.

ABSTRACT

The study was conducted in roundwood and sawnwood species *Hura crepitans L.*(Catahua) and *Ficus anthelmintica* Mart. (OJE) in granting David Paucar Nestares in Puerto Zungaro - Huánuco, October 2008 to February 2009 in order to determine the optimal concentration of three commercial preservative (octoborato, 8 quinolinolate orthophenylphenol and copper) for the prevention of blue stain roundwood and sawnwood, in addition to calculating the costs of treatment. The type of study was experimental, the sample consisted of 70 logs, 35 logs for each species with their respective controls roundwood and the same applies to the boards of lumber. In the data collection took plant states of logs and boards according to AWPA standard M5-80. The data were processed with Excel statistical design. The optimum concentration of the species was treated for 8 quinolinolate copper concentration to 3% at a cost of S/.0, 36 / m^2 for both species, the optimal concentration orthophenylphenol obtained in 5% concentration, while the protective octoborato not obtain optimum concentration in any of their treatments.

Keywords: blue Mancha, plant health, optimal concentration.

INTRODUCCIÓN

En el Perú, se esta tratando de iniciar el aprovechamiento racional y en gran escala de las diferentes especies forestales de los bosques tropicales, no se conoce todavía el monto de las perdidas que ocasionan los diferentes tipos de manchado en la madera y menos se sabe acerca de los agentes fungosos que las ocasionan (BAZAN, 1970). La mancha azul constituye alteraciones realmente graves, cuando se producen en especies que no presentan diferenciación marcada entre la albura y el duramen, siendo por consiguiente toda la masa xilemática susceptible; Este es el caso de la mayoría de las maderas tropicales peruanas. (CEDINFOR, 2006).

La mancha azul no es una pudrición y por lo tanto no causa pérdida de resistencia mecánica considerable, pero sí pérdidas económicas por depreciar la madera manchada, los hongos cromógenos causantes de la mancha azul invaden las células de la albura y se nutre de las sustancias

de reserva, la coloración no desaparece con el cepillado quedando la madera definitivamente manchada (JUNAC, 1988). La posibilidad de infección existe desde que el árbol es talado hasta que la humedad desciende por debajo del 20 %, volviendo a existir la probabilidad de manchado si la madera reabsorbe la humedad perdida; Es decir, cuanto mayor sea el tiempo que transcurre hasta que concluye el secado de la madera, mayor es la probabilidad de que aparezca la mancha azul (INTI, 2007).

Como alternativas de sustitución para el tratamiento preventivo antimancha se encuentran en circulación formulaciones a base de ortofenilfenol (DIRECT600), quinolinolatos de Cobre (ANTIBLU 375®) y boratos de sodio (PROTECTOR octoborato), con distintos nombres comerciales.

Sin embargo no se ha investigado la eficacia precisa y los costos de tratamiento antimancha con los preservadores para madera rolliza y aserrada disponibles en el mercado nacional. La pregunta es ¿Es posible identificar una concentración eficaz de un preservador ambientalmente aceptable y de bajo costo para evitar el ataque de hongos de la mancha azul en madera rolliza y aserrada de madera de especies susceptibles?; Planteando como objetivo general determinar la eficacia en madera rolliza y aserrada de tres preservadores antimancha ambientalmente aceptables y como objetivos específicos: Determinar la concentración óptima de tres preservadores comerciales para la prevención de la mancha azul en madera rolliza y aserrada y además calcular los costos de los tratamientos.

MATERIAL Y MÉTODO

El tipo de estudio fue experimental evaluando el estado fitosanitario de las trozas en madera rolliza y de las tablas en madera aserrada. La muestra estuvo constituida por 35 trozas de *Hura crepitans L.* (catahua) y 35 trozas de *Ficus anthelmintica* Mart. (oje) para la madera rolliza, el mismo procedimiento fue aplicado con las tablas para el tratamiento en madera aserrada. Para la recolección de datos se tuvo en cuenta la norma AWPA M5-80 modificada por Trujillo y sus colaboradores y formatos de campo con evaluaciones diarias e independientes por preservador y especie arbórea; por un lapso de 28 días se evaluaron las trozas tratadas y las tablas tratadas estacionadas bajo cobertura, con sus respectivos testigos (ROJAS, 2005). Se determinaron valores estadísticos como desviación estándar, coeficiente de variación y

promedio de las repeticiones, los datos fueron procesados en el programa estadístico Excel.

Grado	Calificación	Descripción del Grado Sanitario de la Madera
Libre de mancha	10	La madera se encuentra completamente limpia, libre de mancha
Indicios de mancha	9	La madera presenta mancha en forma muy ligera que no llega a afectar al 10% del volumen por pieza
Presencia no definida	8	La madera presenta mancha en forma ligera no definida
Presencia definida	7	La madera es afectada en forma notoria, abarcando hasta un 30% del volumen por pieza
Incidencia parcial	3	La madera es afectada intensamente por la mancha cubriendo hasta el 60% de la superficie observada.
Incidencia total	0	La madera está completamente manchada

Fuente: Norma AWPA M5-80 modificada según Trujillo y sus colaboradores 1996.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se presenta una calificación sanitaria final, para la especie ***Hura crepitans L.*** (catahua), de 7 y 9 con el protector octoborato mostrando manchas ligeramente pronunciadas, el mismo resultado fue observado para los tratamientos empleados con el ortofenilfenol, finalmente el quinolinolato 8 de cobre muestra una calificación 9 y 10 siendo el tratamiento al 3%, la concentración optima para esta especie en madera rolliza con calificación 10 mostrando un área transversal libre de mancha, según la escala de evaluación de la Norma AWPA M5-80 modificada por (TRUJILLO y colaboradores, 1996). La evaluación de las trozas sin tratar (Testigo), de la especie ***Hura crepitans L.*** (catahua), alcanzaron una calificación final de 0 y 3, en la tercera semana se observo un crecimiento exponencial del hongo por toda la sección transversal cubriendo un 30% del área circular, en la segunda y tercera semana se presentaron días de intensas lluvias aumentando la humedad en la madera y la humedad relativa del medio, tal como lo señala (RODRIGUEZ, 1998). "bajo condiciones apropiadas de humedad y temperatura, siendo las óptimas para su crecimiento, las comprendidas entre 24 y 35 grados centígrados y humedad muy alta en la madera y en el ambiente, la proliferación del hongo cromógeno es masiva".

La figura 1 muestra la concentración optima del preservador quinolinolato 8 de cobre en el tratamiento al 3%, con un costo total de S/. 6,29 y una calificación sanitaria 10.

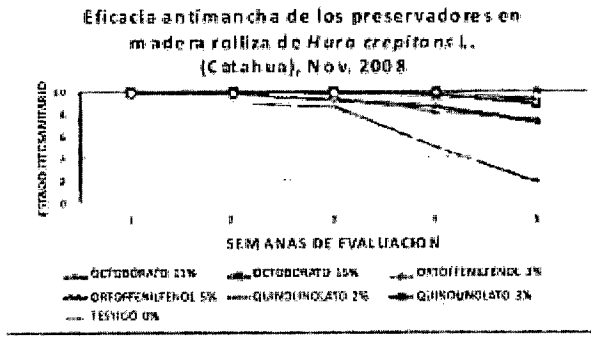


Figura 1: Eficacia de la concentración más apropiada del tratamiento antimancha con solución acuosa de los tres preservadores para madera rolliza en ***Hura crepitans L.*** (catahua).

Los ensayos realizados con la madera rolliza obtenida de los árboles de la especie ***F. anthelmintica*** **Mart.** (oje), obtuvieron resultados con el preservador ortofenilfenol, teniendo como calificación sanitaria final 10 para los dos tratamientos (3 y 5%), los tratamientos con el quinolinolato obtuvieron una calificación sanitaria final de 7 y 9, para el octoborato se obtuvo una calificación final de 9 para ambos tratamientos, el octoborato por ser una sal bórica presento deficiencia de su principio activo en días de lluvia al respecto, (TRUJILLO y colaboradores, 1996) al investigar el tratamiento antimancha en maderas susceptibles encontraron que el bórax a una concentración del 5% en madera rolliza de machín ***Quararibea cordata*** (sapote), resultó eficaz en el 100% (1039 pt equivalente a 3 trozas), con calificación 10; más, a una concentración del 3% en peso, obtuvieron resultados favorables en menor porcentaje (95.8%), con calificación 7, en cuatro semanas de evaluación.

La concentración optima tal como muestra figura 2, es para el ortofenilfenol en sus dos tratamientos llegando a tener una calificación sanitaria promedio final de 10.

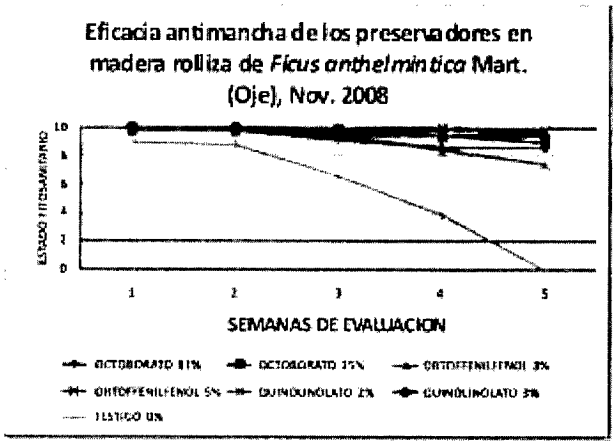


Figura 2: Eficacia de la concentración más apropiada del tratamiento antimancha con solución acuosa de los tres preservadores para madera rolliza en ***Ficus anthelmintica* Mart.** (Oje).

Al evaluar la madera aserrada se pudo observar dos (2) tratamientos óptimos para la especie ***H. crepitans L.*** (catahua), siendo así la calificación final 9 para ambos tratamientos con el octoborato, el resultado obtenido con los tratamientos del preservador ortofenilfenol fueron 9 y 10, el mismo resultado mostro el quinolinolato, siendo las concentraciones mas fuertes para ambos preservadores la concentración optima (Grafico N° 03). Por otro lado (TINTO, 2002), citado por (ROJAS, 2005), menciona que: "la distribución del preservador es uniforme a ligeramente difusa en la albura, mientras que la impregnación en el duramen es muy poco a nada posible". En los experimentos con madera aserrada se trato de obtener piezas con mayor presencia de albura que duramen, los factores que determinaron en la penetrabilidad del preservador y su principio activo, fueron el espesor de la madera (1 pulg.), su fácil manipuleo y el apilado vertical bajo sombra que evito rajaduras en la sección, sin embargo algunas tablas de la especie catahua sufrieron encorvaduras que no permitieron un apilado estable".

Al evaluar el estado sanitario del grupo testigo en madera aserrada de la especie catahua se observo que en la segunda semana se obtuvo una calificación 3, seguido de un menor índice sanitario con calificación 0 respectivamente.

La concentración optima de acuerdo al estado sanitario, lo obtuvo el preservador ortofenilfenol al 5% y el quinolinolato al 3%, sin embargo el tratamiento del quinolinolato al 3% tiene un costo total de S/. 6.59 mientras que el ortofenilfenol al 5% tiene un costo total de S/. 8,39.

De acuerdo a los costos se puede determinar que la concentración óptima es del preservador quinolinolato al 3%.

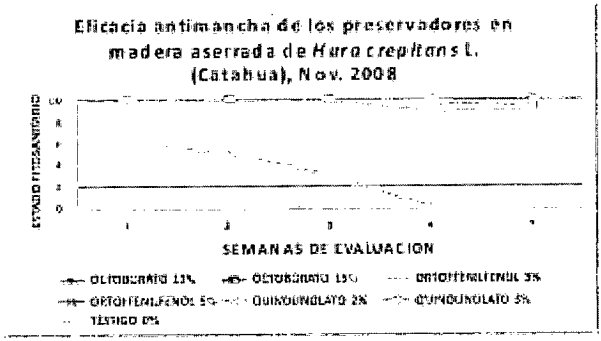


Figura 3: Eficacia de la concentración más apropiada del tratamiento antimancha con solución acuosa de los tres preservadores para madera aserrada de ***Hura crepitans L.*** (Catahua).

Para determinar la eficacia del tratamiento antimancha en madera aserrada de la especie ***Ficus anthelmintica*** **Mart.** (oje), se evaluó el estado sanitario de acuerdo a la norma antes mencionada durante 28 días, encontrándose resultados favorables. Para los preservadores como el octoborato y ortofenilfenol, se obtuvo una calificación final de 10, caso distinto ocurrió con el quinolinolato, obteniendo como calificación sanitaria final 9 y 10.

El quinolinolato, demostró ser un preservador eficaz con más de una concentración óptima específicamente en su concentración al 3%, sin embargo es necesario mencionar que al momento del aplicado y oreado, deja una coloración marrón verdosa por toda la sección de la madera que es fácilmente removida con el cepillado. Al respecto (SOLIS, 2006) da a conocer que: "el hecho de ser un compuesto cúprico hace que la madera adopte una tonalidad verdosa después del tratamiento".

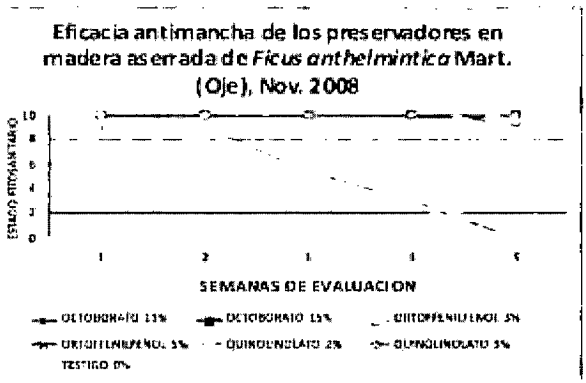


Figura 4: Eficacia de la concentración más apropiada del tratamiento antimancha con solución acuosa de los tres preservadores para madera aserrada de ***Ficus anthelmintica*** **Mart.** (oje).

CONCLUSIONES

La madera rolliza de la especie ***Hura crepitans L.*** (catahua), con el protector octoborato obtuvo una calificación sanitaria final de 7 y 9, el mismo resultado obtuvo el preservador ortofenilfenol, finalmente el quinolinolato 8 de cobre muestra una calificación 9 y 10.

La trozas sin tratar (Testigo), de la especie ***Hura crepitans L.*** (catahua), alcanzaron una calificación final de 0 y 3, en la tercera semana.

La concentración óptima del preservador quinolinolato 8 de cobre es el tratamiento al 3%, con un costo total de S/. 4,79.

La madera rolliza de la especie ***F. anthelmintica*** **Mart.** (oje), obtuvo la calificación sanitaria final 10 con el preservador ortofenilfenol para los dos tratamientos (3 y 5%), los tratamientos con el quinolinolato obtuvieron una calificación sanitaria final de 7 y 9, para el octoborato se obtuvo una calificación final de 9 para ambos tratamientos.

El octoborato no pudo desarrollar su principio fungicida debido a las condiciones inadecuadas del medio, específicamente el contacto directo de animales con las trozas tratadas y las intensas lluvias.

La concentración óptima es para el ortofenilfenol en sus dos tratamientos llegando a tener una calificación sanitaria promedio de 10.

Las trozas tratadas con quinolinolato 8 de cobre presentaban galerías y agujeros en la albura a diferencia de las demás trozas tratadas que estaban en buenas condiciones, por tal motivo su principio activo no estuvo presente en las zonas afectadas.

La madera aserrada de la especie ***H. crepitans L.*** (catahua) obtuvo la calificación sanitaria final 9 en los tratamientos con el preservador octoborato con el preservador ortofenilfenol obtuvieron una calificación final de 9 y 10, siendo el mismo resultado para el quinolinolato.

La madera aserrada de la especie ***F. anthelmintica*** **Mart.**, (oje), obtuvo la calificación sanitaria final 10 con los preservadores octoborato y ortofenilfenol; mientras que el preservador quinolinolato obtuvo una calificación final de 9 y 10 en ambos tratamientos.

El costo del tratamiento antimancha en madera rolliza de la especie ***H. crepitans L.*** (catahua), con el preservador octoborato para la concentración 11% es de S/. 1.55/m², y para el 15% S/. 1.83/m²; con el preservador ortofenilfenol la concentración al 3% tuvo un costo de S/. 0.78/m², mientras que para la concentración al 5% el costo fue de S/. 0.68/m²; con el preservador quinolinolato la concentración al 2% tuvo un costo de S/. 0.23 m², para la concentración al 3% se obtuvo un costo de S/. 0.65 m².

El costo del tratamiento antimancha en madera rolliza de la especie ***F. anthelmintica*** **Mart.**, (oje) con el preservador octobororato para la concentración 11% es de S/. 1.06/m², y para el 15% S/. 5.63/m²; con el preservador ortofenilfenol la concentración al 3% tuvo un costo de S/. 0.60/m², mientras que para la concentración al 5% el costo fue de S/. 1.24/m²; para el preservador quinolinolato la concentración al 2% tuvo un costo de S/. 0.28 m², para la concentración al 3% se obtuvo un costo de S/. 0.36 m².

El costo del tratamiento antimancha en madera aserrada de la especie oje y catahua tuvieron los mismos costos por tener las piezas de madera (tablas) similares dimensiones, el costo para el octobororato en la concentración 11% es de S/. 1.60/m², y para el 15% S/. 2.03/m²; con el preservador ortofenilfenol la concentración al 3% tuvo un costo de S/. 1.11/m², mientras que para la concentración al 5% el costo fue de S/. 1.57/m²; con el preservador quinolinolato la concentración al 2% tuvo un costo de S/. 0.69 m², para la concentración al 3% se obtuvo un costo de S/. 0.83 m².

AGRADECIMIENTO:

A la Universidad Nacional de Ucayali, mi Alma Mater, que fue mi hogar por cinco maravillosos años de esfuerzo y dedicación.

Expreso mi más profundo agradecimiento al Sr. Pelayo Paucar, por su aporte en el financiamiento para la ejecución de la presente investigación, asimismo por la oportunidad y la amistad brindada en el trayecto de la investigación.

A Industrial Química Ferre S.A. **(INQUIFESA)**, por su aporte en la facilitación de los productos e información para la ejecución de la presente investigación, asimismo al Ing. Miguel Ochoa por el apoyo incondicional en la donación de algunos productos necesarios en la investigación.

Al Ing. Wilfredo Bonilla, por los conocimientos brindados en clase, y apoyo en la elaboración de la presente investigación.

Al Ing. M. Sc. David Lluncor, por toda la colaboración prestada en este proceso, por la disposición y el tiempo que me brindó en la elaboración de este trabajo.

Al Blgo. M. Sc. Manuel Mamani, por el aporte de sus conocimientos y apoyo en parte de esta investigación.

Al Ing. Leticia Guevara, por la confianza brindada, sus valiosos consejos y por el tiempo dedicado a lo largo de la presente investigación.

A la Ing. Caroll Rojas, mi pareja, compañera y amiga de toda la vida, por su apoyo incondicional en la presente investigación.

A los miembros del jurado calificador, por sus aportes en la revisión de la investigación.

A la Lic. M. Sc. Yolanda Santos por su preocupación y motivación a seguir adelante.

A los Srs. David y Paul Paucar, por su gran amistad, compañerismo y confianza en la ejecución de la presente tesis.

Por último pero en ningún caso menos importante quiero agradecer de la manera más sincera y profunda a todas las personas involucradas en la realización de este proyecto de investigación.

BIBLIOGRAFÍA

ANAYA, Z. 1973. Preservación de postes cortos de cuatro especies de eucalipto por el método de ascensión de sales. Tesis para optar el título de Ingeniero Forestal. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. 83 pp.

BAZAN, C. 1970. Mancha azul de algunas maderas tropicales peruanas. In: Revista Forestal del Perú. Vol. 4 (1-2 pp.) Lima.

A Industrial Química Ferre S.A. **(INQUIFESA)**, por su aporte en la facilitación de los productos e información para la ejecución de la presente investigación, asimismo al Ing. Miguel Ochoa por el apoyo incondicional en la donación de algunos productos necesarios en la investigación.

BOROQUIMICA S.A.M.I.C.A.F. s.f. Conservación de la madera con el uso de boratos. México. 13 pp.

CASTILLO M., I.; BARCENAS P., C. 1998. Pentaclorofenol: Toxicología y riesgos para el ambiente. En: Madera y Bosques. Vol. 4 (2 pp.) Edit. Electrónica S.A. México D.F.

DE MAYORCA, L. 1976. Estudios de durabilidad de 17 maderas de la Región Centro Occidental de Venezuela. In: Revista Forestal Venezolana. 26 (11-17 pp.) Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de los Andes. Mérida.

DEON, G. 1990. Manual for the preservation of wood in the Tropical. Technical series Nº 3. Agricultural engineer – I.N.A. Head of the wood Preservation Division Centre Technique Forestier Tropical. 112 pp.

AGONZALES, G. 1985. Primer informe provisional sobre preservación de la madera en el Proyecto Palcazu: Desarrollo de recursos de la Selva Central del Perú Agencia para el Desarrollo Internacional (AID/PERÚ). San José. 19 pp.

----------. 1986. Preservación de la madera en el Proyecto Palcazu Desarrollo de Recursos de la Selva Central del Perú: Segundo informe preliminar. Agencia para el Desarrollo Internacional (AID/PERÚ). San José. 37 pp.

AGONZALES, R. 1998. Hongos xilófagos. En: Industrias Forestales. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. 42 pp.

----------; **BUENO, J. 1967.** Comportamiento de maderas de Tingo María (U.T.C.F.) al Tratamiento de preservación a presión. In: Revista Forestal del Perú. Vol. 1. N° 2. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima.

JUNAC. 1981. Descripción general y anatómica de 105 maderas del Grupo Andino". Ed. Carvajal S.A. Lima. 442 pp.

----------; **1988.** Manual del Grupo Andino para la preservación de maderas. Ed. Carvajal S.A. Lima. 328 pp.

----------; **1989.** Manual del Grupo Andino para el secado de maderas. Ed. Carvajal S.A. Lima. 330 pp.

----------; **NALVARTE, W.; MARMILLOD, D. s.f.** Árboles del Perú. Especies Forestales de Dantas Unidad Modelo de Manejo y Producción Forestal Dantas. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. 200 pp.

MILLONES, J. 2000. Valor Eficaz de un preservante (compuesto bórico) en el tratamiento de tres maderas comerciales de baja durabilidad natural. Tesis para optar el Título de Ingeniero Forestal. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. 115 pp.

NORMA TÉCNICA NACIONAL – INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN TECNOLÓGICA INDUSTRIAL Y DE NORMAS TÉCNICAS – 251.004. 1973. Identificación y tecnología, preservación de madera de los agentes biológicos: Glosario. Lima. 12 pp.

---------- – **251.019. 1974.** Preservación de madera: Tratamientos preservadores. Lima. 2 pp.

---------- – **251.020. 1979.** Preservación de madera: Clasificación de preservadores. Lima. 3 pp.

ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE MADERAS TROPICALES (OIMT). 1996. Utilización industrial de nuevas especies forestales en el Perú. Cámara Nacional Forestal (CNF) – Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA). Lima. 240 pp.

RENGIFO, J.; TRUJILLO, F. 1992. Durabilidad natural de la madera de nueve especies de bombacáceas. En: Revista Forestal del Perú. Vol. XIX. (1): COTESU – Redinfor – Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima.

REYNEL, C.; et. al. 2003. Árboles útiles de la Amazonia Peruana y sus usos. Un manual con apuntes de identificación y propagación de las especies. Ed. Tarea Gráfica Educativa. Lima. 509 pp.

RODRÍGUEZ B., J. 1998. Patología de la madera. Ed. Mundi Prensa. Co – edición. Fundación Conde del Valle de Salazar. Madrid. 349 pp.

ROJAS S., C. 2005. Eficacia antimancha del tetraborato de sodio decahidratado (bórax) en madera aserrada de ***Matisia bicolor*** Ducke (Sapotillo) en Pucallpa. Tesis para optar el Título de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de Ucayali. Pucallpa. 52 pp.

SOUKUP SDB, J. 1970. Vocabulario de los nombres vulgares de la flora peruana y catálogo de los géneros. Ed. Salesiana. Lima.

TRUJILLO, C.; GUEVARA, L.; OTAROLA, B. 1996. Tratamiento antimancha de maderas susceptibles. INRENA – OIMT. Proyecto ITTO PD/95/90 (F). Manejo Forestal del Bosque Nacional Alexander Von Humboldt. Doc. Técnico Nº 02-II-96. 50 pp.

YALLE P., S. 1999. Evaluación de la durabilidad natural de la ***Guazuma crinita* Mart**. (Bolaina blanca) a tres niveles, al ataque de cuatro hongos xilófagos – Pucallpa. Tesis para optar el Título de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de Ucayali. Pucallpa. 88 pp.

Estimación de volumen total de capirona (*Calycophyllum spruceanum* benth) en plantaciones al tercer año de establecimiento en la cuenca del río Aguaytía

Total volume estimate capirona (*Calycophyllum spruceanum* benth) in plantations in the third year of establishment in Aguaytía river basin

Armando Pinedo R. [1] Marco Chota I. [2]
Julio Ugarte G. [3]

RESUMEN

El estudio comprendió el análisis de seis (06) plantaciones de Capirona (***Calycophyllum spruceanum* Benth)**, representando una superficie de 2.94 ha., a los tres años de establecimiento con un distanciamiento de 2.5 x 2.5 m. en predios de agricultores en los sectores de Curimaná y San Alejandro – Cuenca del Río Aguaytía. En Curimaná se evaluó tres plantaciones tomándose datos de 85 árboles y en San Alejandro, análogamente, se evaluaron tres plantaciones registrándose 133 árboles, conformándose una muestra total de 218 árboles, con rangos diamétricos de 5.20 a 12.10 cm. de la especie en mención.

El análisis estadístico para la elección del modelo o función matemática que mostrara la mejor capacidad predictiva se hizo en base al Coeficiente de Determinación Ajustado (R^2-aj) y el Índice de Fúrnival (IF), considerándose tanto para valores de volumen total con y sin corteza.

En vista de que el análisis de varianza aplicado a los datos procedentes de ambos sectores indican que éstos son los mismos (estadísticamente iguales); aunque, en Curimaná la proporción de incremento volumétrico es menor que en San Alejandro, se determinó – en base a los datos agrupados de Curimaná y San Alejandro – que el mejor modelo matemático es Ln V = f(Ln D, Ln D^2H^2, Ln H) ó Ln V= -2.15802 + 0.047 Ln D + 0.8801 Ln D^2H^2 - 1.018 Ln H, con un R^2-aj de 94.1 % y un I.F. de 2,938 E-04, para valores con corteza; y, Ln V = f(Ln D, LnD^2H^2, Ln H) ó Ln V= -2.1523 + 1,02 Ln D + 0,3925 Ln D^2H^2 – 0,051 Ln H, con un R^2-aj de 94,2 % y un I.F. de 2,174 E-04, para valores sin corteza.

[1] Tesista. Facultad de Ciencias Forestales de la UNU.
[2] Asesor. Profesor Principal de Inventario Forestal de la UNU.
[3] Co – Asesor. Investigador Forestal. Centro Internacional de Investigación en Agroforestería (ICRAF).

De otra parte, igualmente para los valores agrupados de Curimaná - San Alejandro, se encontró el valor del factor de forma promedio equivalente a 0,56 para volúmenes totales con y sin corteza, así como incrementos de espesor de corteza directamente en función al diámetro desde 5,81 mm. hasta 7,70 mm. e inversamente en función a la altura desde 7,09 mm. hasta 5,67 mm.

Palabras clave: Plantación, capirona, tabla de volumen, productividad, validación estadísrtica.

ABSTRACT

The study included analysis of six (06) plantations Capirona (*Calycophyllum spruceanum* Benth), representing an area of 2.94 ha., Three years of establishment with a distance of 2.5 x 2.5 m. in fields of farmers in the areas of Curimaná and San Alejandro - Aguaytía River Basin. In Curimaná taking three plantations was evaluated data of 85 trees in San Alejandro, similarly, we evaluated three plantations recorded 133 trees, settling for a total sample of 218 trees, with diametric range of 5.20 to 12.10 cm. of the species in question.

Statistical analysis for the choice of model or mathematical function that showed the best predictive capacity was based on the adjusted coefficient of determination (R^2-j) and the Furnival index (FI), considering both values of total volume with and withoutcortex. Since the analysis of variance applied to data from both areas indicate that these are the same (statistically equal), although in Curimaná volume increment ratio is lower than in San Alejandro, it was determined - based on Pooled data from Curimaná and San Alejandro - the best mathematical model is Ln V = f (Ln D Ln D^2H^2, Ln H) or Ln V = -2.15802 + 0.047 Ln D + 0.8801 Ln D^2H^2 - 1,018 Ln H, with R^2-aj of 94.1% and IF of 2.938 E-04, for values with bark, and Ln V = f (Ln D, NLD $^2H^2$, Ln H) or Ln V = -2.1523 + 1.02 Ln D + 0.3925 Ln D^2H^2 - 0.051 Ln H, an R^2-j of 94.2% and IF of 2.174 E-04, for values under bark.

On the other hand, also for grouped values Curimaná - San Alejandro, found the value of the average shape factor equal to 0.56 in total volumes with and without bark, and bark thickness increases directly related to the diameter from 5.81 mm. to 7.70 mm.and vice versa depending on the height from 7.09 mm. to 5.67 mm.

Keywords: Plantation, capirona, volume table, productivity, estadísrtica validation.

INTRODUCCIÓN

El establecimiento de plantaciones como parte de un mecanismo de aprovechamiento forestal bajo diferentes sistemas y/o diseños así como diferentes finalidades es una opción adoptada a nivel mundial, a la que muchos países dedicaron especial atención, como Brasil y Chile en América del Sur, logrando que el producto de éstas represente un importante rubro en su economía nacional.

En el Perú, en la Cuenca del Río Aguaytía, el Centro Internacional de Investigación en Agroforestería – ICRAF – estableció el año 2000, plantaciones de Capirona (***Calycophyllum spruceanum* Benth)** en predios pertenecientes a agricultores y ganaderos, teniendo como uno de sus fines la domesticación de la especie mencionada a la vez de contribuir al mejoramiento de los índices ecológicos, ambientales y económicos.

En función a esto, nació la necesidad de cuantificar el nivel de productividad volumétrica de las especies forestales manejadas bajo el sistema de plantaciones, lo cual resulta indispensable para la aplicación de tratamientos silviculturales o para la realización de análisis financieros.

Los sitios de colecta – procedencia – seleccionados para extraer germoplasma (semillas) se distribuyeron en la Cuenca del Río Aguaytía distribuídos en: Río Nueva Requena, Quebrada Neshuya (C. F. B. km 49,5), Quebrada Tahuayo (C. F. B. km 72), río Curimaná, río Aguaytía, quebrada Yúrac (Aguaytía), Puerto Inca, Von Humboldt, Macuya, San Alejandro, C. F. B. (hasta el km 72), carretera a Nueva Requena, carretera a Curimaná y carretera a Tournavista.

Flores y Lao (1972), Clasifican a la Capirona de la siguiente manera:

- Reino : Vegetal
- División : Fanerógama
- Subdivisión : Angiosperma
- Clase : Dicotiledonea
- Orden : Rubiales
- Familia : Rubiaceae
- Género : Calycophyllum
- Especie : spruceanum

La Capirona (***Calycophyllum spruceanum* Benth)** es un árbol de 15 a 27 m. de tronco recto y ramificado de copa heterogénea, corteza de color marrón o verde petróleo brillante; hojas oblongas u ovado – oblongas de 9 a 17 cm. de longitud, simples, opuestas, pecioladas, penninervadas; inflorescencias terminales en cima; flores pequeñas, blancas, bisexuales y aromáticas; fruto cápsula oblonga de 8 a 11 mm. de longitud; semillas comprimidas angulosas y aladas en ambos extremos, con endospermo carnoso (Brack, 1999).

Esta especie se encuentra distribuida en los bosques tropicales de América del Sur. En el Perú se desarrolla en los departamentos de Amazonas, San Martín, Huanuco, Loreto, Madre de Dios y Ucayali. A veces crece en comunidades o manchales llamados "Capironales" en las formaciones ecológicas de bosque seco tropical (bs–T) (CONFEDERACIÓN NACIONAL DE LA MADERA, 1994).

La CONFEDERACIÓN NACIONAL DE LA MADERA (1994), indica que la madera de Capirona presenta condiciones de propiedades físicas indicadas como: Densidad básica de 0.76 g / cm^3; Contracción volumétrica de 15.00 %; Contracción tangencial de 9.00 %; Contracción radial de 5.00 % y Relación T/R de 1.8. Así mismo señala condiciones de propiedades mecánicas indicadas como: Módulo de ruptura en flexión de 723.0 kg/cm^2; Compresión paralela de 344.0 kg/cm^2; Compresión perpendicular de 47.0 kg/cm^2; Corte paralelo a las fibras de 87.0 kg/cm^2; Dureza de lados de 425.0 kg/cm^2; Tenacidad de 2.0 kg – m.

En condición seca el aire, la madera de Capirona, presenta albura de color blanco cremoso y duramen de color blanco amarillento, anillos de crecimiento diferenciados por bandas oscuras de forma regular, grano recto a ligeramente entrecruzado, textura fina y brillo medio, veteado en bandas paralelas. Madera con peso especificado básico de 0.76 (Acevedo y Kikata, 1994).

En las evaluaciones de las plantaciones de ***Calycophyllum spruceanum* Benth**, las mediciones necesarias para cubicar un árbol y calcular su volumen son costosas y lentas. Es de interés entonces el poder estimar el volumen indirectamente a través de variables más fáciles de medir como el DAP y la altura. Las relaciones que permiten lograr esto son las funciones de volumen por árbol, llamadas también tablas por razones históricas (García, 1995).

La tabla de volumen es catalogado como una representación

matemática y gráfica de la relación existente entre uno ó más parámetros cuantitativos de los árboles (Dap y altura) con el volumen maderable de los mismos, con el fin de facilitar los cálculos y resumirlos en un documento fácil de ser utilizados (Malleux, 1975).

Philip (1983), menciona que la construcción de las tablas de volumen consiste en tres partes:

- Medición de los volúmenes individuales de los árboles seleccionados que constituyen una muestra representativa de la población.
- Establecimiento de las relaciones entre las mediciones tomadas sobre los árboles y sus volúmenes.
- Elección del mejor modelo y verificación de la precisión de la tabla de volumen elaborada.

El número de muestras tomadas se basa en el hecho de que en la estimación del volumen mediante tablas, para rodales coetáneos y homogéneos se puede incluir una muestra entre 50 y 100 árboles para ecuaciones con sólo una variable independiente (Dap) y entre 80 y 150 árboles para ecuaciones con dos variables independientes (Dap y altura) (Caillez, 1980; citado por Segura y Venegas, 1999).

La presente investigación pretende contribuir al desarrollo del sector forestal en la Amazonía Peruana, con el objetivo de proveer una herramienta dasométrica de fácil aplicación que permita estimar la volumetría de *Calycophyllum spruceanum* Benth en plantaciones al tercer año de establecimiento en la Cuenca del Río Aguaytía; y específicamente:

1. Determinar una función matemática que permita representar con mayor exactitud el volumen total de los árboles.
2. Determinar el coeficiente mórfico de la especie.
3. Elaborar una tabla de volumen total como herramienta dasométrica de aplicación directa.
4. Determinar y cuantificar la relación de espesor de corteza y el volumen rollizo de *Calycophyllum spruceanum* Benth.

MATERIAL Y MÉTODO

MATERIALES:

* Motosierra	* Formatos de registros de datos	* Cinta de agua
* Cinta diamétrica	* Lápices	* Plumones.
* Cuchilla	* Calculadora	* Gasolina
* Calibrador Vernier	* Computadora	* Aceite 2T
* Sierra pequeña	* Pintura	* Camioneta

METODOLOGÍA:

ASPECTOS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO.

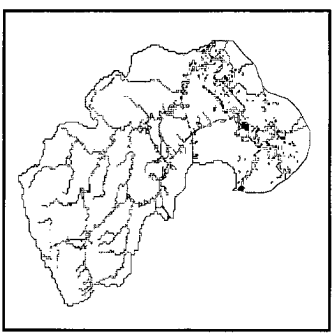


Figura 1. Área de Estudio.

El estudio se desarrolló en plantaciones de *Calycophyllum spruceanum* Benth – ensayos de procedencia – establecidos en predios de agricultores con potencial de uso forestal ubicados en sectores de la Carretera Neshuya – Curimaná y la Carretera Federico Basadre en la Cuenca del Río Aguaytía, geopolíticamente ubicadas en la Región Ucayali, Departamento de Ucayali, Provincia de Padre Abad estando en el Distrito de Curimaná incluyendo a las Plantaciones 1, 2, 3; y, en el Distrito de Irazola (San Alejandro) incluyendo a las Plantaciones 4, 5, 6.

MÉTODO DE INVESTIGACIÓN:

Se empleó el método de observación y experimentación en base al muestreo destructivo de los árboles seleccionados al azar, provenientes del raleo de las plantaciones forestales – ensayos de procedencia - de ***Calycophyllum spruceanum* Benth**.

POBLACIÓN Y MUESTRA:

El estudio se realizó agrupando a seis (06) plantaciones de ***Calycophyllum spruceanum* Benth**, que representa 2.94 ha.

a) Selección de la muestra.

Se determinó por el raleo genético aplicado a los ensayos de procedencia (plataciones).

b) Cuantificación de rasgos dasométricos

Realizado en base al seccionamiento del fuste cada 2 m. iniciándose desde el nivel del tocón hasta el inicio de la primera bifurcación o hasta el nivel de formación de la copa, de acuerdo a la Fig. 2.

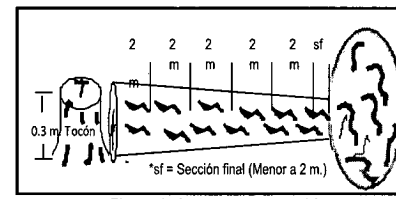


Figura 2: Seccionamiento de l fuste.

TRATAMIENTOS DE DATOS:

Cálculo de volumen.

La determinación del volumen real se realizó en base a la aplicación de las fórmulas siguientes:

a) Volumen del tocón (Vt). $\boxed{\mathbf{Vt} = 0.7854 \times d_i^2 \times L}$

b) Volumen de secciones uniformes – 2 m. (Vs_i). $\boxed{\mathbf{Vs_i} = 0.3927 \times (d_i^2 + d_s^2) \times L}$

c) Volumen de la sección final – inferior a 2 m. (Vsf). $\boxed{\mathbf{Vsf} = 0.7854 \times d_s^2 \times L}$

d) Volumen total (VT). $\boxed{\mathbf{VT} = Vt + Vs_1 + Vs_2 + ... + Vsf}$

e) Volumen del cilindro (Vc). $\boxed{\mathbf{Vc} = 0.7854 \times D^2 \times HT}$

f) Volumen de corteza (Vcort). $\boxed{\mathbf{V\ cort} = Vcc - Vsc}$

La determinación de la forma fustal de los árboles evaluados, considerando el sitio y edad de la plantación, requirió el cálculo de:

a) Cuociente de forma. $\boxed{K_i = d_i / d}$

b) Factor de forma. $\boxed{K_i = d_i / d}$

Las variables dosométricas que permitieron la realización de las relaciones alométricas lo constituyeron; como variable dependiente el volumen total; y, como variables independientes, diámetro a la altura del pecho, altura total y la combinación de éstos.

El estudio comprendió el análisis estadístico de 25 modelos matemáticos – relaciones alométricas:

Tabla 01: Modelos matemáticos para estimación volumétrica:

N°	Modelo Matemático	Referencia Bibliográfica
01	$V = f(D)$	Otárola (2002)
02	$V = f(D, D^2)$	Otárola (2002)
03	$V = f(D^2)$	Otárola (2002)
04	$V = f(D^2H)$	Otárola (2002)
05	$V = f(D^2, H, D^2H)$	Otárola (2002)
06	$V = f(D^2, DH, D^2H)$	Otárola (2002)
07	$Ln\ V = f(Ln\ D)$	Otárola (2002)
08	$Ln\ V = f(Ln\ D, Ln\ H)$	Otárola (2002)
09	$Ln\ V = f(Ln\ D^2H)$	Segura y Venegas (1993)
10	$V/D^2 = f(1/D^2, 1/D)$	Otárola (2002)
11	$V/D^2 = f(1/D^2)$	Otárola (2002)
12	$V/D^2H = f(1/D^2H)$	Otárola (2002)
13	$V/D^2 = f(1/D^2, H/D^2H)$	Otárola (2002)
14	$V/D^2H = f(1/D^2H, 1/H, 1/D^2)$	Otárola (2002)
15	$V/D^2 = f(1/D^2, H/D, H)$	Otárola (2002)
16	$V/D^2H = f(1/D^2H, 1/H, 1/D)$	Otárola (2002)
17	$V = f(D^2, DH, D, D^2H)$	Segura y Venegas (1993)
18	$V = f(D^2, H^2, D^2H^2)$	Modelo Propuesto
19	$Ln\ V = f(Ln\ D, Ln\ D^2H^2, Ln\ H)$	Modelo Propuesto
20	$Ln\ V = f(Ln\ D, Ln\ H, Ln\ DH^2)$	Modelo Propuesto
21	$Ln\ V = f(Ln\ D^2H, Ln\ D^2)$	Modelo Propuesto
22	$V = f(D^{1/2}, DH, H^2)$	Modelo Propuesto
23	$Ln\ V = f(Ln\ D^2H, Ln\ D)$	Modelo Propuesto
24	$V = f(D^4)$	Modelo Propuesto
25	$V = f(D^4, DH, H^4)$	Modelo Propuesto

Donde:

- V = Volumen total – m3.
- D = Diámetro a la altura del pecho – cm.
- H = Altura total – m.
- $\pi = 3.1416$.

El análisis estadístico de cada uno de los modelos matemáticos propuestos tuvo soporte en el software estadístico MINITAB., determinándose el análisis estadístico por la **Prueba de Fisher (F)**, el **Coeficiente de determinación ajustado (R^2- aj)**, cuya expresión matemática esta dado por:

$$R^2\text{- aj} = 1 - ((\Sigma \text{ CCE}) / (n - p)) / ((\Sigma \text{ CCT}) / (n - 1))$$

Donde:

- **CCE** = Cuadrados corregidos del error.
- **CCT** = Cuadrados corregidos del total.
- **n** = Número de observaciones incluidas en el análisis.
- **P** = Número de coeficientes en el modelo de regresión.

Y, el **Índice de Fúrnival (IF)**, expresado matemáticamente por:

i. Para un modelo en que la variable dependiente es Ln V.

$$IF = (\text{Antilog} (\Sigma \text{Ln } V / n)) * Syx$$

ii. Para un modelo en que la variable dependiente es $V/d^2 * h$.

$$IF = (\text{Antilog} (\Sigma \text{Ln } d^2 * h / n)) * Syx$$

iii. Para un modelo en que la variable dependiente es V/d^2.

$$IF = (\text{Antilog} (\Sigma \text{Ln } d^2 / n)) * Syx$$

iv. Para un modelo en que la variable dependiente es V.

$$IF = Syx$$

Donde:

- **IF** = Índice de Fúrnival.
- **Antilog** = 2.718281 (base e).
- **Syx** = Desviación estándar de la estimación.

El proceso de validación de la estimación volumétrica de los modelos estadísticos se determinó por:

a) Cálculo de residuales:

$$R_i = O_i - E_i$$

Donde:

- R_i = Valor residual.

- **Oi** = Valor observado (medición de campo).
- **Ei** = Valor estimado (por medio de modelo matemático).

a) Complementariamente se determinó el valor de tres estadígrafos:

i. Raíz del error medio cuadrático – REMC.

$$\textbf{REMC} = \sqrt{\Sigma\,(O_i - E_i)^2 / n}$$

ii. Error medio absoluto - EMA.

$$\textbf{EMA} = \frac{|\Sigma\, O_i - E_i|}{n}$$

iii. Desviación estándar de los residuos – DSR.

$$\textbf{DSR} = \frac{\Sigma\,(R_i - RMED)^2}{n}$$

iv. Diferencia agregada - DA.

$$\textbf{DA} = \Sigma\,(O_i - E_i)/n$$

En estas fórmulas O_i es un valor observado, E_i es un valor estimado y n es el número total de observaciones.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

CORRELACIÓN ENTRE LAS VARIABLES DE ESTIMACIÓN DE VOLUMEN TOTAL DE *Calycophyllum spruceanum* Benth.

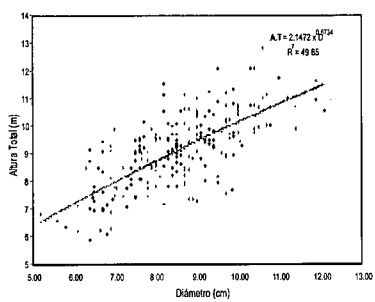


Figura 3: Correlación altura total – diámetro (DAP)

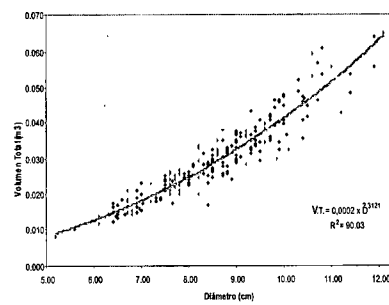


Figura 4: Correlación volumen total – diámetro (DAP)

Las Figuras 3, 4, 5 muestran una correlación altamente significativa entre la altura total y el diámetro, entre el volumen total y el diámetro, y entre el volumen total y la altura total, con grados de libertad (gl) = 216 y nivel de significancia (a) = 0.01, importante consideración para aplcar las funciones de volumen por árbol señalado asi por (García, 1995).

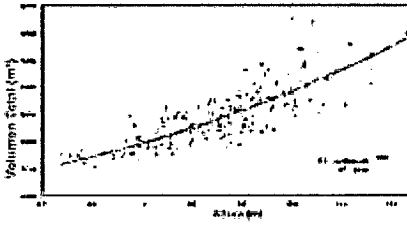


Figura 5: Correlación volumen total – altura total.

Análisis de varianza de las variables en estudio.

Tabla 02: Prueba de F (Análisis de varianza) de las variables en estudio.

Variable	Sector	Hipotesis (Ho)	G. de Libert K1	G. de Libert K2	f Obs	f 1-α*2	Conclusión
Diámetro	Curimaná / San Alejandro	$s^2_1 = s^2_2$	132	84	1.05	1.51	Hipótesis Aceptada
Altura Total	Curimaná / San Alejandro	$s^2_1 = s^2_2$	132	84	1.37	1.51	Hipótesis Aceptada
Volumen Total	Curimaná / San Alejandro	$s^2_1 = s^2_2$	132	84	1.38	1.51	Hipótesis Aceptada
Factor de Forma	Curimaná / San Alejandro	$s^2_1 = s^2_2$	132	84	1.35	1.51	Hipótesis Aceptada

*n = 133 (San Alejandro) *n = 85 (Curimaná) *α = 0.05

La evaluación realizada mediante la Prueba de F, determinó que las características dasométricas (cuantitativas) son estadísticamente similares, indicados en la tabla 02, como lo sugiere Loján (1966), citado por Segura y Venegas (1999), la tabla de volumen puede aplicarse a sectores en donde las variables dasométricas tengan igual relación de forma.

ANÁLISIS FUSTAL:

Tabla 03: Serie de ahusamiento para ***Calycophyllum spruceanum* Benth.**

Cuociente De Forma (K)	Sector		
	Curimana	San Alejandro	Curimana y San Alejandro
K 0,1	1,40	1,39	1,39
K 0,3	1,33	1,30	1,31
K 1,3	1,00	1,00	1,00
K 2,3	0,86	0,89	0,88
K 4,3	0,71	0,75	0,74
K 6,3	0,63	0,65	0,65
K 8,3	0,58	0,63	0,62
Ecu. Matemática	$CI.=1,6746e^{-0,1589H}$	$CI.=1,6125e^{-0,1443H}$	$CI.=1,6269e^{-0,1477H}$
R^2	97,41	97,24	97,04

Tabla 04: Valores de factores de forma del árbol con corteza y sin corteza.

Sector	Estadígrafo	Factor De Forma	
		Volumen Con Corteza	Volumen Sin Corteza
Curimana	Promedio	0,57	0,58
	Máximo	0,76	0,79
	Mínimo	0,43	0,43
San Alejandro	Promedio	0,54	0,54
	Máximo	0,71	0,73
	Mínimo	0,38	0,36
Curimana Y San Alejandro	Promedio	0,56	0,56
	Máximo	0,76	0,79
	Mínimo	0,38	0,36

La serie de ahusamiento dado por el Cuociente de Forma y el factor de Forma indicados en los Cuadros 3 y 4, muestran que la forma del fuste de ***Calycophyllum spruceanum*** **Benth** se mantiene en ambos sectores (Curimaná y San Alejandro) lo cual es, igualmente, corroborado por el análisis de varianza mostrado en la tabla 02, indicando condiciones similares para la estimación volumétrica como lo refiere (Prodan et al., 1997).

C) Espesor de corteza y su relación con el diámetro, altura y volumen.

Tabla 05: Variación del espesor de corteza por categoría diamétrica.

Categoría Diamétrica (cm)	Espesor de Corteza (mm) / Altura del Fuste (m)							Promedio (cm)	C.V. (%)
	0.1m	0.3m	1.3m	2.3m	4.3m	6.3m	8.3m		
6.1-7.0	6.49	6.49	6.07	5.70	5.52	5.43	4.93	5.81	9.98
7.1-8.0	6.80	6.80	6.46	6.09	5.82	5.46	4.96	6.07	12.00
8.1-9.0	7.11	7.11	6.74	6.40	6.20	5.94	6.05	6.51	7.46
9.1-10.0	7.70	7.70	7.26	6.80	6.64	6.52	6.19	6.97	8.46
10.1-11.0	7.84	7.84	7.49	7.17	7.01	6.89	6.21	7.18	8.39
11.1-12.0	8.12	8.12	7.78	7.60	7.32	7.22	-	7.70	5.16
Promedio	7.36	7.36	6.97	6.63	6.42	6.21	6.09	6.71	8.58

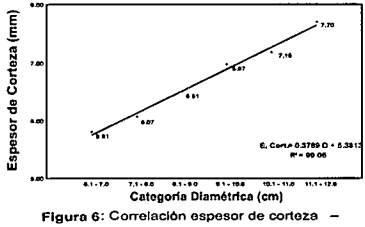


Figura 6: Correlación espesor de corteza – diámetro.

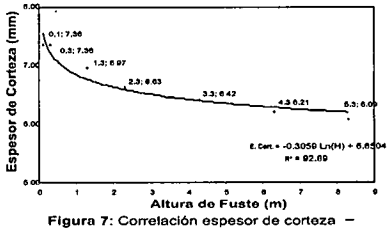


Figura 7: Correlación espesor de corteza – altura del fuste.

Independientemente del sitio o sector, la tabla 05 y las Figuras 6 y 7 muestran que el espesor de corteza aumenta en función a la clase diamétrica. De acuerdo con García (1995), como primera aproximación puede obtenerse regresiones de espesor de corteza o de la razón entre los diámetros con y sin corteza, en función del diámetro en ese punto ya que frecuentemente, esta relación entre corteza y diámetro varía a lo largo del fuste y se consiguen estimaciones más precisas incluyendo a la altura de la medición como otro predictor.

Selección de modelos matemáticos.

Tabla 06: Estadígrafos de selección de modelos matemáticos.

	Modelo Matemático Por Sector	Fuente	F	R2 Aj. (%)	Syx	H	CV (%)
volumen sin corteza	Curimaná						
	1° $LnV = \beta_0 + \beta_1 LnD + \beta_2 LnH + \varepsilon$	Prop	677.87	84.20	0.007378862	1.048 E-04	31.87
	San Alejandro						
	1° $LnV = \beta_0 + \beta_1 LnD + \beta_2 LnH + \varepsilon$	Prop	151.88	92.9	0.009925336	3.448 E-04	37.69
	Curimaná-San Alejandro						
	1° $LnV = \beta_0 + \beta_1 LnD + \beta_2 LnH + \varepsilon$	Prop	1785.72	84.2	0.009914713	2.476 E-04	36.84
volumen con corteza	Curimaná						
	1° $LnV = \beta_0 + \beta_1 LnD + \beta_2 LnH + \varepsilon$	Prop	445.84	94.1	0.008981589	2.998 E-04	34.64
	San Alejandro						
	1° $LnV = \beta_0 + \beta_1 LnD + \beta_2 LnH + \varepsilon$	Prop	157.46	97.8	0.010519153	3.340 E-04	32.63
	Curimaná-San Alejandro						
	1° $LnV = \beta_0 + \beta_1 LnD + \beta_2 LnH + \varepsilon$	Prop	1162.42	94.1	0.010246817	2.938 E-04	35.01

Los mejores estadígrafos se obtuvieron a partir de los modelos matemáticos propuestos presentando funciones Logarítmicas, así como lo sugerido por Segura y Venegas (1999) y Otárola (2002), las funciones matemáticas Logarítmicas presentan mejores estimadores estadísticos y que a su vez confieren confiabilidad a la estimación volumétrica, presentando valores en la tabla 06.

Validación de modelos matemáticos.

Tabla 07: Estadígrafos de validación de modelos matemáticos.

		Modelo Matemático Por Sector (Validación)	Fuente	RCMC	EMA	DSR	DA
Volumen Sin Corteza		Cutimaná					
	21	LnV = f (Ln D², Ln H, Ln B²)	Prop.	0,0000000778	8,0018E-0233	1,2788E-36	0,0001042
		San Alejandro					
	39	LnV = f (Ln D²H, Ln B)	Prop.	0,0014000886	0,00700579	8,484E-38	0,0001519
		Cutimaná-San Alejandro					
	18	LnV = f (Ln D, Ln D²H², Ln H)	Prop.	0,0023787778	0,0031883184	2,7058E-36	0,0001600
Volumen Con Corteza		Cutimaná					
	20	LnV = f (Ln D, Ln H, Ln DH²)	Prop.	0,0017250678	0,0018139992	2,677E-37	0,0001672
		San Alejandro					
	19	LnV = f (Ln D, Ln D²H², Ln H)	Prop.	0,0016700	0,0018	5,007E-38	0,0001620
		Cutimaná-San Alejandro					
	18	LnV = f (Ln D, Ln D²H², Ln H)	Prop.	0,0023587481	0,0021	3,115E-38	0,0001

La aplicación de medidas de ajuste estadístico tales como el coeficiente de determinación (R^2) y el error estándar de la estimación S_{yx}, considerando particularmente el análisis de la Desviación Estándar de los Residuos (DSR) permiten determinar el grado de exactitud del modelo matemático, como lo señala Prodan et al. (1997).

Tabla 08: Indicadores de productividad de ***Calycophyllum spruceanum* Benth.**

Variable	Estadígrafo	Cutimaná		San Alejandro	
		Promedio Por Arbol	Promedio Por Ha.	Promedio Por Arbol	Promedio Por Ha.
DAP (cm)	Máximo	10,45	-	12,10	-
	Mínimo	5,00		5,20	
	Promedio	7,98	-	8,92	-
H.T (m)	Máximo	11,85	-	12,50	-
	Mínimo	5,87	-	6,50	-
	Promedio	8,03	-	9,48	-
H Com (m)	Máximo	11,55	-	12,50	-
	Mínimo	9,84	-	10,35	-
	Promedio	10,42	-	10,97	-
A.B. (m2)	Máximo	0,0085	33,87	0,0115	16,40
	Mínimo	0,0024	9,84	0,0071	9,48
	Promedio	0,0050	8,00	0,0083	10,00
Vol. Tot.(m3)	Máximo	0,0486	78,76	0,0851	104,16
	Mínimo	0,0104	16,62	0,0082	13,08
	Promedio	0,0254	40,68	0,0359	52,86
I (AB/H D)	Máximo	-	1,16	-	1,44
	Mínimo	-	0,41	-	0,31
	Promedio	-	0,77	-	0,91

La productividad volumétrica, particularmente en plantaciones, es un factor que puede manejarse predeterminadamente mediante una adecuada planificación de la plantación, vale decir desde la elección de la especie; ya que, como lo señala Wadsworth (2000), el desempeño de una plantación es una respuesta no sólo a las prácticas de manejo, sino también a la calidad del sitio y a un complejo de factores climáticos, edáficos y bióticos.

DISTRIBUCIÓN DE ÁRBOLES POR CATEGORÍA DIAMÉTRICA.

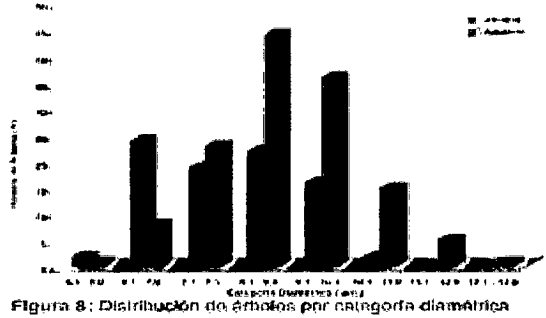


Figura 8: Distribución de árboles por categoría diamétrica

En función a la metodología desarrollada, la distribución diamétrica describe un comportamiento irregular, de distribución bimodal asimétrica hacia la derecha en Curimaná y unimodal asimétrica hacia la izquierda en San Alejandro.

El número de árboles evaluados correspondieron a 85 equivalente a 14.17 % en Curimaná y 133 equivalente a 22.17 % en San Alejandro, agrupando una muestra total de 218 árboles evaluados, considerando una población de 600 árboles por sector, lo cual resulta adecuado de acuerdo a lo sugerido por Caillez (1980), citado por Segura y Venegas (1999); Mackay (1970), citado por Estrada (1996) y Prodan et al. (1997).

CONCLUSIONES

a) Para valores sin corteza el modelo matemático seleccionado fue Ln V = f (Ln D, Ln D2H2, LnH) (Ln V = -2.1523 + 1.02 Ln D + 0.3925 Ln D2H2 - 0.051 Ln H) correspondiente a los datos agrupados de los sectores Curimaná-San Alejandro.

b) Para valores con corteza el modelo matemático seleccionado fue Ln V = f (Ln D, Ln D2H2, Ln H) (Ln V = -2.15802 + 0.047 Ln D + 0.8801

Ln D2H2 - 1.018 Ln H), igualmente, correspondiente a los datos agrupados de los sectores Curimaná-San Alejandro.

c) Los modelos matemáticos propuestos fueron los que presentaron los mejores indicadores estadísticos para la estimación de volumen total de ***Calycophyllum spruceanum*** **Benth**; sin embargo, dentro de los modelos matemáticos anterior y ampliamente utilizados, el modelo Logarítmico de SCHUMACHER es el que presenta las mejores condiciones estadísticas para el propósito antes señalado.

d) La prueba de F (Análisis de Varianza) de las variables evaluadas (dependiente e independientes) mostraron, en general $F_{obs} < F_{1-\alpha/2}$; es decir, que las características dasométricas de ***Calycophyllum spruceanum*** **Benth** se mantienen hasta la edad de tres años en la Cuenca del Río Aguaytía pudiendo considerar a las muestras tomadas en los sectores de Curimaná y San Alejandro como una sola muestra.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FLORES, S. y LAO, R. 1972. Descripción de algunas especies forestales de Jenaro Herrera – Iquitos. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 195 p.

BRACK E., A. 1999. Diccionario enciclopédico de plantas útiles del Perú. PNUD - CBC. 1° Edic. Lima, Perú. 550 p.

CONFEDERACIÓN NACIONAL DE LA MADERA. 1994. Compendio de información técnica de 32 especies forestales. Edit. Servigraf. S.R.L. Lima, Perú. 146 p.

ACEVEDO M., M. Y KIKATA, Y. 1994. Atlas of peruvian woods. Universidad Nacional Agraria La Molina – Universidad de Nagoya, Japón. 2° Edit. Lima, Perú. 202 p.

GARCÍA, O. 1995. Apuntes de mensura forestal. http://web.unbc.ca/~garcia/unpub/mensura.pdf

MALLEUX O, J. 1975. Mapa forestal del Perú. Memoria explicativa sobre el mapa forestal del Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina.

PHIPLIP, M. S. 1983. Measuring trees and forest. En Revista Forestal del Perú 13 (2) 1986: 13 – 25 p.

SEGURA, M. Y VENEGAS, G. 1999. Tabla de volumen comercial con corteza para encino, roble y otras especies del bosque pluvial montano para la cordillera de Talamananca, Cota Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Serie Técnica – Informe N° 36. Turrialba, Costa Rica. 46 p.

PRODAN, M., PETERS, R., COX, F. Y REAL, P. 1997. Mensura forestal. Proyecto IICA/ GTZ. San José, Costa Rica. 561 p.

OTÁROLA, E, FREITAS A., L., BALUARTE V., J Y LINARES B., C. 2002. Tabla de volumen total y comercial de Tornillo (***Cedrelinga catenaeformis* Ducke**) para plantaciones en Loreto. En Folia Amazónica 13 (1-2) 2002. 28 p.

WADSWORTH, F. H. 2000. Producción forestal para América Tropical. USDA. Washington, D.C. 563 p.

ESTRADA T., R. 1996. Estudio comparativo de dos modelos estadísticos para tabla de volumen comercial de ***Guazuma crinita* Mart** (Bolaina blanca) en la zona de San Alejandro. Tesis para optar el título de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de Ucayali. Pucallpa, Perú. 107 p.

Estudio comparativo de dos sierras de cinta en el aserrío de la madera *Manilkara bidentata* (a. dc.)a. chev. (quinilla colorada)

Comparative study of two in band saw wood sawmilling *Manilkara bidentata* (a. dc.) a. chev. (quinilla red)

Germán Cornejo Macarlupú [1] Manuel Iván Salvador Cárdenas [2]

RESUMEN

En el presente trabajo se evalúa la eficiencia de las sierras de banda con las características de dos perfiles de diente, uno de ellos comúnmente usado para el aserrío de maderas duras (pico de loro) y el otro obtenido en base a la experiencia de una empresa privada (Diente de lobo modificado), la última década el auge de comercialización de especies de alta densidad incentivaron la extracción y transformación de la Quinilla colorada, especie de alta densidad y de un futuro comercial muy importante, los parámetros analizados para cada perfil fueron la velocidad de alimentación, tiempo de trabajo, la altura de corte y el volumen removido, se utilizaron 80 trozas de quinilla colorada para cada perfil de diente, además se midió el área de garganta para cada perfil, en base a esto factores se podrá comprobar que perfil de diente es el mas eficiente en el aserrío de la especie utilizada.

Palabras clave: Sierras de cinta, Tipo de dientes de sierra, ***Manilkara bidentata***, Quinilla colorada.

ABSTRACT

In this paper we evaluate the efficiency of band saws with the characteristics of two tooth profiles, one commonly used for sawn hardwood (parrot beak) and the other obtained based on the experience of a company Private (Wolf tooth amended), the last decade the rise of marketing high-density species encouraged the extraction and processing of red Quinilla, kind of high density and a very important commercial future, selected parameters for each profile were feed rate, working time, the cutting height and the volume removed were used red

[1] Gerente de Perú Timber S.A.C. Ingeniero Forestal.
[2] Profesor principal Fac. Cs. Forestales y Ambientales de la UNU, Ing. Forestal, M. Sc.

quinilla 80 logs for each tooth profile also measured the throat area for each profile, based on factors that can be verified thattooth profile is the most efficient in the sawmill of the species used.

Keywords: band saws, saw-tooth type, *Manilkara bidentata*, Quinilla red.

INTRODUCCIÓN

La extracción indiscriminada de las especies forestales de alto valor comercial como el cedro, caoba e ishpingo trajo consigo la escasez de éstas en los bosques de producción, y ante la preocupación de los industriales e instituciones del sector forestal se trató de buscar nuevas especies, principalmente de alta densidad que en base a sus características estructurales fueron y son apreciadas en el mercado internacional y cuya demanda se incrementa paulatinamente.

La región Ucayali, uno de los principales centros madereros del país, no estuvo ajeno a esta problemática, y esto se refleja en el aumento de comercialización de maderas de alta densidad que según **INRENA** (2004) indica que la producción de maderas aserradas de alta densidad en el año 1997 fue de 7460.00 m^3 y la producción de maderas de alta densidad en el año 2003 fue 21131.23 m^3, habiéndose incrementado en 13671.23 m^3, notándose de esta manera un auge comercial de estas especies.

Una de las especies maderables que en los últimos años ha entrado al mercado nacional y de exportación es ***Manilkara bidentata*** (A. DC.)A. Chev. (Quinilla colorada), que se utiliza aprovechando sus cualidades de alta resistencia mecánica, textura suave y buena apariencia. Sin embargo se presentan dificultades en el aserrío y dada la abundancia de esta especie en los bosques de producción se hace necesario investigar las condiciones óptimas para el aserrío primario, teniendo como base principal la experimentación en el perfil del diente y el mejoramiento de la velocidad de alimentación que conllevará al aumento de la producción haciendo mucho más rentable el aserrío de esta especie, beneficiando especialmente a todas las empresas madereras que se dedican o pueden dedicarse a la transformación mecánica de la quinilla. Asimismo incrementará la escasa información existente acerca de este tema.

Las maderas de alta densidad, frecuentemente asociadas a alta dureza y agravadas por el grano no orientado en el eje longitudinal del árbol,

[1] Doc :Principal de la – UNU.

[2] Bach: Facultad de ciencias forestales - UNU.

presentan notables dificultades durante la transformación mecánica. En el aserrío primario, industria que abarca el 90% de la madera rolliza de la región, la falta de información acerca de las características técnicas de las herramientas de corte a utilizar hacen que la producción de madera aserrada de estas especies sea solo la especialidad de algunas empresas madereras que en base a experiencia y sobrecostos han logrado generar tecnologías exitosas.

Una de las conclusiones de la experimentación es que se necesita investigar sobre las características de los dientes de la sierra de cinta (ángulos del diente, área de garganta, paso, etc.), tratando básicamente de encontrar las características óptimas de forma y ángulos de los dientes para lograr un perfil resistente y adecuado para el aserrío de las maderas de alta densidad.

Frente a esta situación se hizo necesaria la determinación de las características técnicas de la dentadura de las sierras de cinta con el fin de obtener una mayor eficiencia y aminorar los costos en el aserrío de maderas duras y de tal manera hacer competitivo nuestros productos en los mercados internacionales.

Para un mejor entendimiento se describe algunas características de la sierra de cinta.

Forma del diente.

Bosques Amazónicos (1999) reporta que elegir la forma del diente más adecuada en función de la velocidad de corte, avance, profundidad de corte y la dureza de la madera por aserrarse es una condición imperativa para el proceso de aserrío. Las características principales por observarse son las siguientes:

Paso.- Es la distancia entre las puntas de dos dientes consecutivos. Por consiguiente el paso determina el número de dientes de la sierra.

Altura del diente.- Es la distancia entre el fondo y la punta del diente. Una regla general dice que una altura igual a la mitad del paso (ó 12 veces el espesor de la hoja) para maderas blandas y un tercio del paso (ó 10 veces el espesor de la hoja) para maderas duras satisface la mayoría de las necesidades.

Garganta.- Es el espacio o la cavidad entre los dientes que transporta y elimina el aserrín. El área de la garganta se determina copiando el diente en papel milimetrado y contando los cuadros correspondientes o empleando la fórmula siguiente:

$$\text{Área de garganta} = \frac{\text{Paso x Altura del diente}}{1.75}$$

Ancho del diente.- Es el ensanche que se da al diente para evitar roces en el corte entre el cuerpo de sierra y la madera. El ancho equivale aproximadamente al doble del espesor de la sierra y se logra recalcando o trabando el diente.

Angulos del diente.- El diente de una sierra está definido por tres ángulos cuya suma es 90° y que revisten importancia especial para la eficiencia del proceso de aserrío.

Duran & Tuset (1979) consideran que para determinar el paso más adecuado en una cinta sinfín se deben considerar los diferentes factores con los que ese paso está relacionado:

Velocidad lineal: al aumentar esta velocidad se puede aumentar el paso.

Velocidad de avance: un paso mayor permite bajar la velocidad de avance sin disminuir el rendimiento, pero esa solución puede requerir afilados más frecuentes; a la inversa, si se quiere aumentar la velocidad de avance se puede disminuir el paso, con lo que se consigue una superficie de aserrado más lisa; el aumento de velocidad implica disponer de mayor potencia.

Perfil de los dientes: este aspecto se vincula con el paso, sobre todo por dos detalles: por la garganta, que se debe tener amplitud y forma adecuadas para conseguir una buena evacuación de viruta y aserrín, y por los ángulos del diente, que aseguren buen corte y a la vez rigidez.

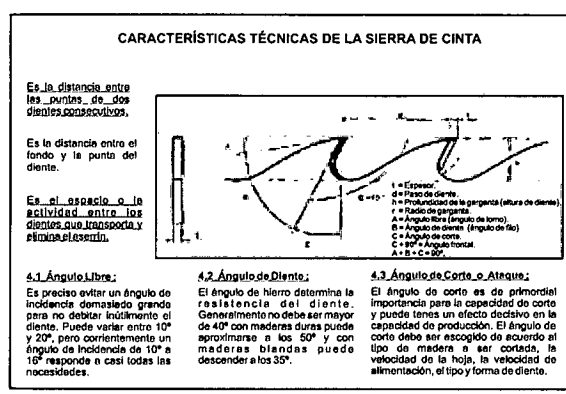


Figura 1: Características del diente.

Uso de traba o de recalcado: este último permite aumentar el paso hasta en un 40%.

El tipo de madera: las maderas duras reclaman un paso menor que las blandas; lo mismo ocurre con una madera en estado seco, respecto a la misma madera en estado húmedo; maderas abrasivas (con sales minerales en porcentaje importante) son aserradas mejor con pasos mayores.

El ancho y el espesor de la cinta se relacionan con el paso, dado que a mayor ancho y espesor el paso puede ser aumentado sin que se pierda rigidez en la cinta.

La altura de corte, es decir el diámetro cuando es aserrada madera rolliza o el espesor cuando se trata de piezas parcialmente aserradas: se recomienda mantener de tres a cinco dientes por lo menos trabajando a la vez dentro de un corte, de modo que se reparta el trabajo total y se pueda eliminar sin problemas virutas y aserrín; el aumento del paso para mayores diámetros o espesores se regula indirectamente por el mayor ancho y espesor que se requiere en las cintas.

En la siguiente tabla se resume los pasos recomendables para diferentes condiciones de trabajo, las cifras deben usarse como una orientación y se requiere la prueba y el ajuste.

Tabla 01: Pasos recomendados para sierras cinta sinfín (mm).

Ancho (mm)	Espesor (mm)	Trabado		Recalcado	
		Maderas Blandas	Maderas Duras	Maderas Blandas	Maderas Duras
125	1.07 a 1.24	38 á 40	22 a 25	44 a 45	38 a 44
150	1.24 a 1.47	40	25	45 a 50	38 a 44
180 a 200	1.47	40 a 50	25 a 30	45 a 57	44 a 51

Por otra parte, si se conoce o se fija los valores de velocidad lineal y de velocidad de avance, se puede calcular el paso por la fórmula:

$$P = \frac{60 . V . e}{A}$$

Donde:

- **P** = es el pase expresado en mm.
- **V** = es la velocidad lineal en m/seg.
- **e** = es el espesor de viruta en mm.
- **A** = es la velocidad de avance en m/min.

∞ **60 =** es una constante de conversión de segundos a minutos.

Profundidad de la garganta (Altura de diente) y área de la garganta.

UDDEHOLM (1993) sostiene que las gargantas profundas dan como resultado áreas de garganta amplias. En cualquier caso, el diente no debe ser demasiado alto, ya que de lo contrario provocara vibraciones y la sierra cinta no cortará recto.

La estabilidad del diente depende de la relación entre la altura (profundidad) y el paso. La experiencia ha demostrado que la mejor profundidad de garganta (h) es de alrededor de 1/3 del paso para dientes recalcados y ¼ del paso para dientes triscados. Si el paso de diente es mayor de 50 mm (2 pulg.), la relación deberá ser de ¼ a 1/5 respectivamente y h no deberá ser mayor de 8 a 10 veces el espesor de la hoja.

Sin embargo, si el espacio de la garganta es insuficiente el exceso de aserrín es expulsado hacia la ranura a los lados de la hoja, esto incrementa la fricción ente la hoja y la madera, resultando un aumento del consumo de energía y un sobre calentamiento, en detrimento del tensionado y la dureza de la hoja, y de la calidad de la madera cortada.

Ángulos del diente:

Ángulo libre.- Quezada (1969) considera que es preciso evitar un ángulo de incidencia demasiado grande para no debilitar inútilmente el diente. Puede variar entre 10° y 20°, pero corrientemente un ángulo de incidencia de 10° a 16° responde a casi todas las necesidades. Este ángulo debe aumentar cuando el ángulo de ataque disminuye y viceversa.

Ángulo de hierro.- UDDEHOLM (1993) sostiene que el ángulo de hierro determina la resistencia del diente y debe ser suficientemente amplio. Generalmente no debe ser mayor de 40°. Con maderas duras puede aproximarse a los 50° y con maderas blandas puede descender a los 35°.

Ángulo de corte o de ataque.- Quezada (1969) considera que con un ángulo de ataque adecuado se obtiene una mayor velocidad de avance de la madera. Su elección se hace de acuerdo a la densidad de la madera tomando como pauta un ángulo de ataque de 28° a 31° para maderas duras y de 32° a 36° para maderas blandas. En caso de encontrarse con maderas muy duras se usara un ángulo de ataque entre 25° y 28°.

El objetivo principal del presente estudio fue comparar dos perfiles

convencionales de diente como son "pico de loro" y "diente de lobo modificado", teniendo como parámetros de evaluación a: el volumen removido de aserrín (m3), tiempo de trabajo (segundos), altura de corte (pulg.) y la velocidad de alimentación (m/min.).

MATERIAL Y MÉTODO

LUGAR DE EJECUCIÓN.

El presente estudio se llevó a cabo en el aserradero PERU TIMBER S.A. C., ubicado en la Carretera Manantay Km. 6.00, en el distrito de Manantay, provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali.

MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.

El método empleado para la obtención de datos fue de tipo experimental, siguiendo los siguientes pasos: preparación de muestras, aserrío de trozas de ***Manilkara bidentata*** (A. DC.) A. Chev, control de los parámetros a evaluar en las muestras, tabulación de datos, contrastación de hipótesis y análisis e interpretación de resultados.

POBLACIÓN Y MUESTRA.

La población estuvo constituida por todas las trozas que ingresaron a la planta durante el año y sin embargo la muestra estuvo conformado por 80 trozas por tratamiento (total 160 trozas de quinilla colorada).

PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

Preparación de sierras cinta.

Las sierras cinta fueron preparadas de un fleje de 83 metros de longitud del que se obtuvieron ocho cintas de 10.30 m. de longitud cada una y 1.47 mm de espesor. Una vez obtenida la medida deseada de una cinta se procedió a realizar el biselado respectivo; luego se procedió a soldar los dos extremos de cinta con soldadura de plata, este paso se realizó en una prensa o chaflanadora con cautines. Seguidamente se llevó la cinta a la máquina de afilado, se acondicionó los perfiles de diente de acuerdo a lo establecido en el presente estudio, para el caso del perfil de diente pico de loro, se aplicó algunas características mencionadas por Ninin (1989), y en el perfil diente de lobo modificado se aplicó las características utilizadas en la empresa Perú Timber S. A. C.

Tabla 02: Perfiles y características de las ocho cintas.

Nº de cintas	Perfil de diente	Angulo de corte (°)	Angulo de hierro (°)	Angulo libre (°)	Altura del diente (mm)	Paso (mm)	Traba (mm)
4	Pico de loro	20	58	12	15	45	0.7
4	Diente de lobo modificado	20	53	17	15	45	0.7

Una vez obtenido el perfil deseado, se tensionó la cinta, luego se llevó a un banco para recalcar, seguidamente se procedió con el igualado siendo el ancho de traba para este caso 0.7 mm por lado. El paso final fue el afilado en una máquina afiladora, donde estuvo aproximadamente 30 minutos, teniendo especial cuidado en no quemar las puntas del diente ya que esto disminuiría la resistencia del acero.

Todo el procedimiento descrito de preparación de la sierra cinta se aplicó a las ocho cintas que se utilizó en el estudio de los dos perfiles de diente.

Control y evaluación de la prueba de aserrío.

Se evaluó la mayor cantidad de cintas posibles en un día, hasta que cada cinta tuviera aserradas como mínimo 20 trozas, teniendo como parámetros de evaluación a.

Velocidad de alimentación expresada en m/min.

Altura de corte expresado en pulgadas.

Tiempo de remoción expresado en segundos.

Volumen removido expresado en m^3.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

VOLUMEN DE MADERA REMOVIDA POR UNIDAD DE TIEMPO POR SIERRAS DE CINTA CON DOS PERFILES DE DIENTE.

Tabla 03: Volumen de madera removida por unidad de tiempo en el aserrío de trozas de Manilkara bidentata (A. DC.)A. Chev. Utilizando dos perfiles de diente.

PARAMETROS	UNIDAD	PERFILES DEL DIENTE	
		PICO DE LORO	DIENTE DE LOBO MODIFICADO
N° de observaciones	Trozas	80	80
Volumen promedio de madera removida	m^3/seg	0.0049162	0.0050974
Desviación estándar	m^3/seg	0.00141	0.00129
Coeficiente de variación	%	28.68	25.31

En la tabla 03 se observa que la sierra con perfil de diente "pico de loro" remueve en promedio 0.0049162 m^3 de madera por segundo con un coeficiente de variación de 28.68 %, mientras que la sierra con perfil "diente de lobo modificado" remueve 0.0050974 m^3 de madera por segundo con un coeficiente de variación de 25.31 %. Para verificar si existe diferencia significativa entre los promedios de madera removida por los dos perfiles de diente, se realizó la prueba de significación de dos medias de muestras independientes (t de Student), cuyo resultado se aprecia en la tabla 04.

Tabla 04: Prueba de significación de dos medias independientes.

PERFILES DE DIENTES	T observado	T tabular $\infty = 0.05$	Significancia
Pico de loro vs. Diente de lobo modificado	0.13411398	1.97704	N.S.

N.S = no significativo

En la tabla 04 se aprecia que el valor de T de Student observado es menor que el T de Student tabular, lo que indica que estadísticamente no existe diferencia significativa entre las medias del volumen de madera removida por unidad de tiempo obtenidos con los dos perfiles de diente (pico de loro = 0.00491 m^3 y diente de lobo modificado = 0.00509 m^3) en el aserrío de la madera *Manilkara bidentata* (A. DC.)A. Chev. (Quinilla colorada).

Es decir, que el perfil pico de loro y diente de lobo modificado remueven similar volumen de madera por unidad de tiempo, contradiciendo lo que dice Van Avermaet (s.f.), que el perfil de diente pico de loro ha sido creado para asegurar un mejor rendimiento de las hojas y una mejor evacuación del aserrín.

Si se tiene en cuenta el paso y la altura de diente en ambos perfiles (Tabla 02) se observa que ambos tienen iguales dimensiones, por lo tanto el área de la garganta será igual y el volumen de madera removida, también

igual (Bosques Amazónicos, 1999). Sin embargo, el diente "pico de loro" presenta un mayor ángulo de hierro, por lo que se infiere que este tipo de diente puede soportar un mayor esfuerzo.

RELACIÓN ENTRE LA ALTURA DE CORTE Y LA VELOCIDAD DE ALIMENTACIÓN.

De acuerdo a la Tabla 5 y a la figura 2, se observa que la relación entre la altura de corte y la velocidad de alimentación de las trozas de ***Manilkara bidentata*** (A. DC.)A. Chev. (Quinilla colorada) empleando sierras con perfil de diente pico de loro es altamente significativa, dicha relación está expresada por el valor del coeficiente de correlación (r = 0.59) y por la ecuación de regresión no lineal de tipo potencial: $VA = 169.03\ (AC)^{-0.8952}$, de donde se deduce que a medida que se incrementa la altura de corte, la velocidad de alimentación de las trozas disminuye pero no proporcionalmente; así mismo se observa el valor del coeficiente de determinación (r^2), el cual indica que la velocidad de alimentación de las trozas depende en un 34.81 % de la altura de corte y en un 65.19 % depende de otros factores tales como: la densidad de la especie (Quezada, 1969; UDDEHOLM, 1993; y Duran & Tuset, 1979), la altura y paso del diente (Bosques Amazónicos, 1999; Uddeholm, 1993; y Duran & Tuset, 1979), los ángulos de la sierra (UDDEHOLM, 1993), velocidad de corte (Duran & Tuset, 1979), tensión (UDDEHOLM, 1993) y trabado (Quezada, 1969).

Tabla 05: Análisis de regresión y correlación de las variables altura de corte y velocidad de alimentación para los dos perfiles de diente.

PERFIL DEL DIENTE	R	r^2 x 100	TIPO DE REGRESION	EXPRESION MATEMATICA *	NIVEL DE SIGNIF.
PICO DE LORO	0.59	34.81	Potencial	$VA = 169.03\ (AC)^{-0.8952}$	**
DIENTE DE LOBO MODIFICADO	0.51	25.99	Logarítmica	VA = -10.641Ln (AC) + 44.297	**

(**) = Relación altamente significativa.

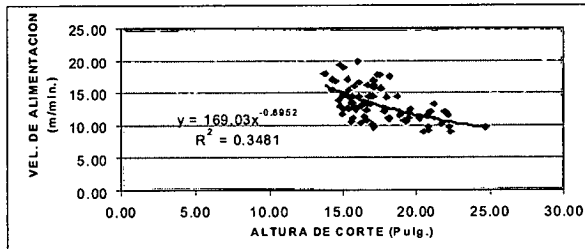


FIGURA 2. RELACION ALTURA DE CORTE y VELOCIDAD DE ALIMENTACION EN EL PERFIL "PICO DE LORO"

Del mismo modo en la tabla 5 y en la figura 3, se observa que la relación entre la altura de corte y la velocidad de alimentación de las trozas de ***Manilkara bidentata*** (A. DC.)A. Chev. (Quinilla colorada) utilizando sierras con perfil diente de lobo modificado, es altamente significativa; dicha relación está expresada por el valor del coeficiente de correlación (r = 0.51) y por la ecuación de regresión no lineal de tipo logarítmica VA = - 10.641Ln (AC) + 44.297 de donde se deduce que a medida que se incrementa la altura de corte, la velocidad de alimentación de las trozas disminuye pero no en las mismas proporciones y el coeficiente de determinación (r^2) indica que la velocidad de alimentación de las trozas depende en un 25.99 % de la altura de corte y en un 74.01 % depende de otros factores ya mencionados anteriormente.

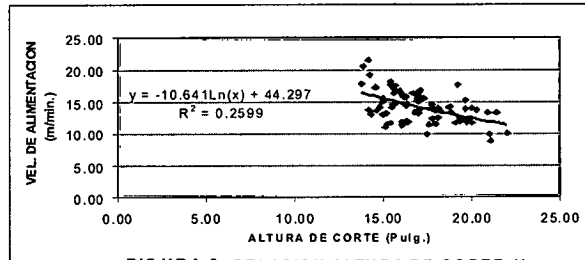


FIGURA 3. RELACION ALTURA DE CORTE Y VELOCIDAD DE ALIMENTACION EN EL PERFIL "DIENTE DE LOBO MODIFICADO"

En la figura 4 se observa la comparación de la velocidad de alimentación regresionados para los dos perfiles de diente en alturas de cortes iguales. Por la misma forma en que están relacionados los perfiles de diente pico de loro y diente de lobo modificado, en el primer perfil la velocidad de alimentación disminuye más a pesar de empezar con

mayor velocidad ya que la regla de correspondencia entre el perfil de diente y la altura de corte es una regresión de tipo potencial; mientras que la relación entre el perfil de "Diente de Lobo modificado" y la altura de corte es una regresión de tipo logarítmica.

El punto de intersección de las dos curvas regresionados mediante estos dos tipos de regresión es cuando la altura de corte es de 13 pulgadas, para dar como resultado una velocidad de alimentación de 17 m/min. Esto quiere decir que cuando la altura de corte es mayor a 13 pulgadas, la velocidad de alimentación es menor en el diente pico de loro, notándose una ligera disminución en la producción. Pero esto se puede solucionar disminuyendo el pase, ya que esta variable es inversamente proporcional a la velocidad de alimentación **(Duran & Tuset, 1979).**

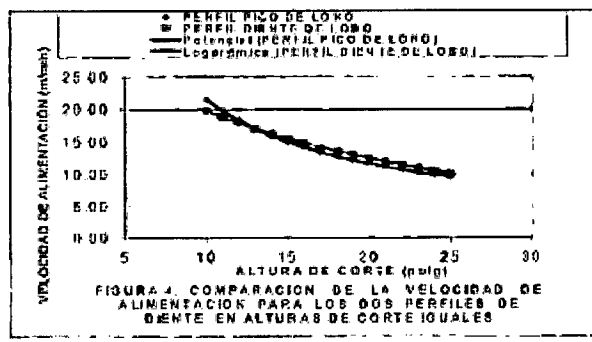


FIGURA 4. COMPARACION DE LA VELOCIDAD DE ALIMENTACION PARA LOS DOS PERFILES DE DIENTE EN ALTURAS DE CORTE IGUALES

DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE LA GARGANTA DE DOS PERFILES DE DIENTE.

Tabla 06: Volumen de la garganta de dos perfiles de diente.

PERFIL DEL DIENTE	GARGANTA		
	AREA cm^2	ESPESOR cm	VOLUMEN cm^3
Pico de loro	3.66	0.147	0.538
Diente de lobo modificado	3.895	0.147	0.5725

En el cuadro 06 se aprecia que la garganta del perfil de diente pico de loro presenta una superficie de 3.660 cm^2 y un volumen de 0.5380 cm^3, mientras que el de diente de lobo modificado presenta una superficie de 3.895 cm^2 y un volumen de 0.5725 cm^3. Esta diferencia de volúmenes

permite deducir que el perfil diente de lobo modificado alberga mayor volumen de aserrín. Por lo tanto, podemos corroborar que trabajando con este perfil, se puede dar mayor velocidad de alimentación y por consiguiente aumentar la producción, ya que tiene una garganta más amplia (UDDEHOLM, 1993).

RELACIÓN ENTRE EL TIEMPO DE REMOCIÓN Y EL VOLUMEN DE MADERA REMOVIDA.

La relación entre el volumen removido y el tiempo de trabajo para el caso del perfil de diente pico de loro está expresada por la ecuación potencial $VR = 0.0005\ (T)^{0.7536}$, cuyo coeficiente de correlación es 0.766 y el coeficiente de determinación es 58.75 % tal como se observa en la figura 5, este último coeficiente indica que el volumen removido depende en un 58.75 % del tiempo de trabajo y el 41.25 % depende de otros factores.

Tabla 07: Relación entre el volumen removido y el tiempo trabajado en los dos perfiles de diente.

PERFIL	r	r^2 x 100	TIPO DE REGRESION	EXPRESION MATEMATICA	B	NIVEL DE SIGNIFI.
PICO DE LORO	0.766	58.75	Potencial	$VR = 0.0005\ (T)^{0.7536}$		**
DIENTE DE LOBO MODIFICADO	0.806	65.02	Lineal	$VR = 0.0007 + 0.0002\ (T)$	0.0002	**

VR = Volumen removido T = Tiempo de trabajo

Para el caso del perfil diente de lobo modificado la relación es altamente significativa y está expresada por la ecuación lineal $VR = 0.0002\ (T) + 0.0007$, cuyo coeficiente de correlación es de 0.806 y el coeficiente de determinación es de 65.02 % tal como se observa en la figura 6, es decir que el volumen removido depende en un 65.02 % del tiempo de trabajo y en 34.98 % depende de otros factores.

Según el coeficiente de regresión (B) en la recta del perfil diente de lobo modificado, el volumen de madera que remueve se incrementa a razón de 0.0002 m^3/seg. en forma constante.

Comparando las relaciones entre el volumen removido y el tiempo de trabajo de ambos perfiles se nota que la mejor relación se encuentra en el perfil de diente de lobo modificado, debido a que presenta mayor área de garganta (Tabla 06) y mayor velocidad de alimentación, cuando la altura de corte es mayor a 13 pulgadas, tal como lo ilustra la figura 4, ocasionándose en consecuencia una mayor eliminación en el volumen de aserrín.

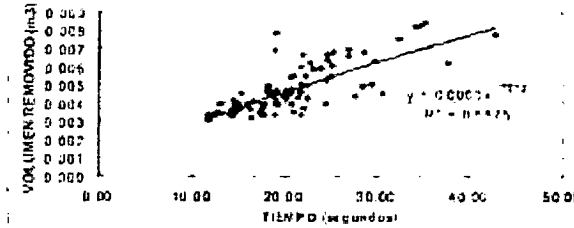


FIGURA 5. RELACION TIEMPO DE TRABAJO Y VOLUMEN REMOVIDO EN EL PERFIL "PICO DE LORO"

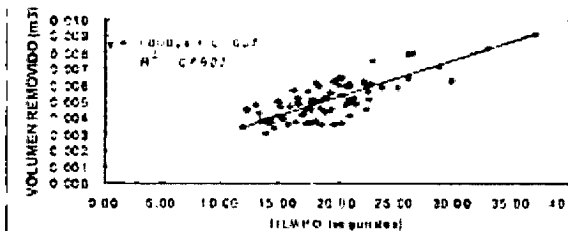


FIGURA 6. RELACION TIEMPO DE TRABAJO Y VOLUMEN REMOVIDO EN EL PERFIL "DIENTE DE LOBO MODIFICADO"

En la figura 7 se observa la comparación del volumen removido regresionado de madera con los dos perfiles de diente en tiempos iguales. En este gráfico se aprecia que a medida que aumenta el tiempo de trabajo el volumen removido por el perfil diente de lobo modificado aumenta en mayor proporción que el volumen removido por el perfil pico de Loro, pero en una diferencia muy pequeña.

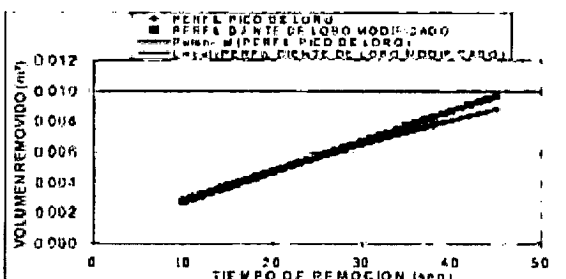


FIGURA 7: COMPARACION DEL VOLUMEN REMOVIDO DE MADERA CON LOS DOS PERFILES DE DIENTE EN TIEMPOS IGUALES

El punto de intersección entre estas dos curvas mediante estos dos tipos de regresión es cuando han transcurrido 23 segundos, tiempo en el cual el volumen removido es de 0.0053m³. A partir de 24 segundos de trabajo el volumen removido por el perfil "diente de lobo modificado" se hace mayor, en consecuencia se puede aumentar la velocidad de alimentación, ya que gargantas más amplias requieren de altas velocidades de alimentación (UDDEHOLM, 1993).

CONCLUSIONES

No existe diferencia significativa entre los dos perfiles de diente ("Pico de Loro" Vs. "Diente de Lobo Modificado") es decir el volumen removido por los dos perfiles muestran resultados estadísticamente similares.

En el perfil "Pico de Loro" se comprobó que muestra una línea de tendencia potencial ($VA = 169.03 * (HC)^{-0.8952}$), y la velocidad de alimentación depende de la altura de corte en un 34.81%. Además el grado de asociación entre ambas variables es de 0.59.

En el perfil "Diente de Lobo Modificado" igualmente se comprobó que su comportamiento en el aserrío muestra una tendencia logarítmica ($VA = -10.641 \ln(HC) + 44.297$), y la velocidad de alimentación depende de la altura de corte en un 25.99%. Además el grado de asociación entre ambas variables es de 0.5098.

Cuando la altura de corte es mayor a 13 pulgadas, la velocidad de alimentación en el perfil "Pico de Loro" disminuye por debajo que en el perfil "Diente de Lobo modificado".

En el perfil "Pico de Loro" se notó claramente una tendencia potencial ($VR = 0.0005 (T)^{0.7536}$), el volumen removido depende del tiempo trabajado en 58.75%. Además el grado de asociación entre ambas variables es de 0.7664.

En el perfil "Diente de Lobo Modificado" se puede observar una línea de tendencia lineal ($VR = -0.0002 (T) + 0.0007$), el volumen removido depende del tiempo de trabajo en un 65.02%. Además el grado de asociación entre ambas variables es de 0.8063.

Cuando el tiempo de trabajo es mayor a 23 segundos el volumen removido por el perfil "Diente de Lobo modificado" es mayor que el volumen removido por el perfil "Pico de Loro".

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

INRENA. 2004. http://www.inrena.gob.pe/iffs/cif/inf_estad/PRODUTOS_MADERABLES_1997-2003.pdf.

BOSQUES AMAZÓNICOS Nº 14. 1999. Diente, Velocidad y Avance de la Sierra de Cinta. NOTA TÉCNICA. Iquitos. Febrero - Marzo. 30 p.

DURAN, F y TUSET, R. 1979. Manual de maderas comerciales, equipos y procesos de utilización (aserradero, secado, preservación, descortezado, partículas). Montevideo. 688 p.

UDDEHOLM STRIP STEEL AB. 1993. Manual de hojas de sierra Cinta para Madera. 48 p.

QUEZADA, A. y ROSEBERRY, R. 1969. Acondicionamiento y mantención de la sierra huincha. Manual Nº 6. Instituto Forestal Santiago. 58 – 77.

O. Escobar – L. Ninim. 1989. Manual del Grupo Andino para Aserrío y Afilado de Sierras Cintas. Junta del acuerdo de Cartagena.1era Edición. 88 – 105.

VAN AVERMAET M. J. (S. f). Folleto guía del aserrador Afilador. DANCKAERT. International Brussels. Bruselas. 15 – 19.

Estudio de cuatro técnicas de trasplante a campo definitivo en plantaciones de *Guazuma crinita* (bolaina blanca) en suelos aluviales del río Aguaytía, provincia de Padre Abad – Ucayali

Study of four transplant techniques to final field plantations *Guazuma crinita* (bolaina white) in alluvial soils of river Aguaytía, province of Padre Abad - Ucayali

Renzo Martín García Oroche [1] Jorge Mori Vásquez [2]

RESUMEN

Este trabajo de investigación se ejecutó en el caserío de Vista Alegre a 87 km, al Nor Oeste de la ciudad de Pucallpa, Distrito de Curimaná, Provincia de Padre Abad, Departamento de Ucayali.

Se utilizó 360 plantones de bolaina blanca (***Guazuma crinita***) de seis meses de edad para la instalación de la plantación con las cuatro técnicas de transplante a campo abierto, y utilizando 216 plantas borde, haciendo un total de 576 plantones para el experimento.

El objetivo del presente estudio fue comparar cuatro técnicas de transplante a campo definitivo y evaluar el éxito de la plantación de bolaina blanca (***Guazuma crinita***) a campo abierto, concluyendo que: la mejor respuesta en altura se dio la técnica de Pan de Tierra y la menor en Raíz Desnuda, con incrementos mensuales de 86.13 cm y 68.42 cm respectivamente.

De acuerdo a los objetivos se determinó que no existe diferencia significativa entre las cuatro técnicas de transplante; la sobrevivencia de las plantas de Bolaina Blanca respondieron mejor en la plantación con las técnicas de Pan de Tierra con 95.4% y Stump con 92.2%, mientras que la sobrevivencia en la plantación con Pseudoestacas fue inferior a las demás técnicas empleadas, con 42.2%; todas las plantas de las cuatro técnicas de transplante empleadas en la plantación a campo abierto tuvieron buen vigor; el costo de establecimiento de plantación con las técnicas de transplante a Raíz Desnuda y Pseudoestacas

[1] Bach. en Ciencias Forestales - UNU.
[2] Profesor Asociado Fac. Cs. Forestales y Ambientales de la UNU, Ing. Forestal.

(S/. 870.00) es inferior que con las técnicas a Stump y con Pan de Tierra (S/. 880.00), mientras que el costo de mantenimiento en las cuatro técnicas son iguales (S/. 270.00).

Palabras clave: Caserío, técnico de trasplante, el campo definido, la plantación, abre el vigor de campaña, bueno, la Raíz Desnuda, el Pan de Tierra, Pseudoestacas, el Tocón.

ABSTRACT

This research was conducted in the village of Vista Alegre to 87 km, the North West of the city of Pucallpa, Curimaná District, Padre Abad Province, Department of Ucayali.

We used 360 plants bolaina white (***Guazuma crinita***) for six months for the installation of the plantation to the four transplant techniques in the open, using 216 plants edge, making a total of 576 plants for the experiment.

The aim of this study was to compare four techniques to transplant field final and evaluate the success of plantation white bolaina (***Guazuma crinita***) in the open, concluding that: the best answer for height was the technique of bread and the Earth Nude lower in root, with monthly increases of 86.13 cm and 68.42 cm respectively.

According to the objectives it was determined that there was no significant difference among the four transplant techniques, the survival of plants bolaina White responded with better planting techniques, with Pan Ground Stump with 95.4% and 92.2%, while survival on the plantation with Pseudoestacas was lower than the other techniques employed, with 42.2%; all floors of the four transplant techniques employed in the plantation in the open had good effect, the cost of planting techniques to transplant Nude and Pseudoestacas to root (S /. 870.00) is lower than with the techniques to Stump and Pan de Tierra (S /. 880.00), while the cost of maintaining the four techniques are the same (S /. 270.00).

Keywords: Caserío, technical of transplantation, definite field, plantation, open field, good vigour, Nude Root, Bread of Earth, Pseudoestacas, Stump.

INTRODUCCIÓN

El establecimiento de plantaciones mediante diversas técnicas de transplante tiene por finalidad obtener información sobre el comportamiento silvicultural inicial; se espera así determinar cual técnica de transplante es la más adecuada, de manera que se pueda disminuir los costos y el tiempo de producción de plantas, haciendo más eficiente el establecimiento de plantaciones forestales.

Con la investigación de las diferentes técnicas de establecimiento de plantones de ***Guazuma crinita*** se conocerán nuevas técnicas de propagación forestal para la especie, que puedan ocasionar significativas ganancias en el crecimiento inicial de la especie o una disminución en los costos que ocasiona el establecimiento de las plantaciones y el mantenimiento inicial del mismo, que es considerable en los primeros años de la plantación.

Con mayores de plantaciones que se pueda generar a partir de las investigaciones realizadas, permitirá abastecer el mercado y por lo tanto disminuir la presión sobre las poblaciones naturales de bolaina, disminuyendo la erosión genética que pueda ocasionar la actividad extractiva humana.

La presente investigación se enmarca dentro de la necesidad de adquirir un mayor conocimiento sobre diversos aspectos ecológicos, manejo silvicultural y rentabilidad económica de las diferentes especies con potencial comercial de nuestra región y de la amazonía, con énfasis en el establecimiento de plantaciones en suelos aluviales, aspecto que ha sido muy poco estudiado en nuestra región.

En el presente trabajo de investigación se comparó cuatro técnicas de transplante a campo definitivo y se evaluó el éxito de la plantación de bolaina blanca (***Guazuma crinita***) a campo abierto para recomendar a los silvicultores la mejor técnica de plantación y aplicarlos en los programas de reforestación.

MATERIAL Y MÉTODO

CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR DE ESTUDIO

Ubicación.

El experimento se realizó desde el mes de Agosto del 2006

hasta el mes de febrero del 2007, en el caserío de Vista Alegre, Distrito de Curimana, Provincia de Padre Abad, en el Departamento de Ucayali, dicho caserío se encuentra a 87 km, al nor-oeste de la cuidad de Pucallpa, cuyas coordenadas del caserío son los siguientes:

Latitud: 490683 UTM.

Longitud: 9071302 UTM.

La ubicación de las parcelas son los siguientes:

Parcela 1: Latitud: 469416.
Longitud: 9067465.

Parcela 2: Latitud: 469322.
Longitud: 9067335.

Parcela 3: Latitud: 469260.
Longitud: 9067367.

Se utilizaron plantas de *Guazuma crinita* Mart (bolaina blanca) procedentes del vivero del Instituto de Investigación de la Amazonía Peruana, de seis meses de almacigado y con las características del código de la familia genética (BB – 98 – 11 – 2, donde: BB = bolaina blanca; 98 = año de cosecha; 11: Lugar de cosecha y 2: sitio de cosecha).

Clima.

La temperatura promedio es 25.9°C, con una precipitación anual promedio de 2123.7 mm (SENAMHI, 2005). Los meses más lluviosos van de noviembre a abril y los menos lluviosos de mayo a octubre. La temperatura es casi estable, pero en los meses de septiembre a abril es más elevada y de mayo a agosto la temperatura es menor.

Tabla 01: Datos de precipitación y temperatura en el distrito de Curimaná (2000 – 2005).

Meses	P.P. (mm)	T (°C)
Enero	228,8	26,4
Febrero	276,3	26,4
Marzo	285,4	26,2
Abril	209,4	26
Mayo	180,2	25,4
Junio	91,4	24,5
Julio	54,6	24,3
Agosto	78,8	25,5
Septiembre	143,9	26
Octubre	146,6	26,7
Noviembre	215,3	26,7
Diciembre	213,0	26,6
TOTAL	**2123,7**	**310,7**
PROM/MES	**176,98**	**25,9**

Fuente: SENAMHI, 2005. T = Tiempo

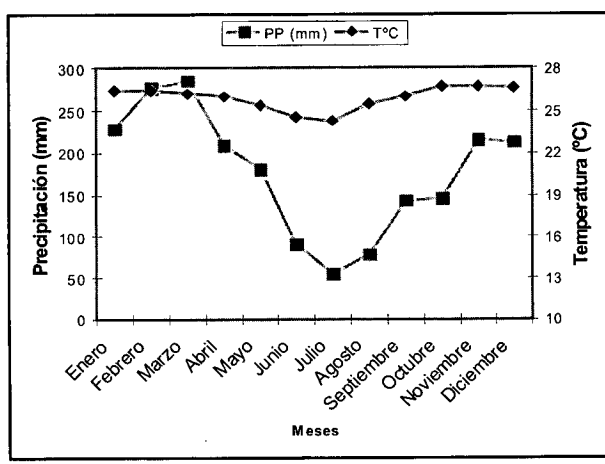


Figura 1: Promedio de Precipitación y temperatura del distrito de Curimaná (2000 – 2005. Fuente: Estación meteorológica El Maronal).

Ecología.

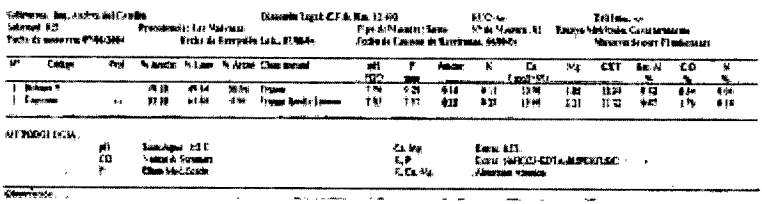
La ecología de toda la cuenca se encuentra en la zona de vida de bosque húmedo tropical (bh-t) (GOREU - IIAP, 2003).

Suelo.

Según el análisis del suelo, este presenta una textura franco arenoso, ligeramente alcalino, con un contenido medio de fósforo, acidez muy bajo, potasio bajo, con alto contenido de calcio y magnesio, capacidad de intercambio catiónico medio, saturación de aluminio insignificante, contenido de M.O. y nitrógeno bajo.

Tabla 02: Resultados del análisis de suelo de la zona de las Malvinas (distrito de Curimaná).

RESULTADO DE ENSAYO



Vegetación.

El área donde se estableció el experimento consta de tres tipos de purmas donde la primera purma tiene una edad de 1 año y tres meses donde antes hubo cultivos de fréjol, maíz, platanal, la segunda área es una purma de 5 años, donde antes hubo una plantación de plátanos, y la tercera área es un monte alto con una intervención de 5 años, con uña de gato y varias lianas en esta zona no hubo ninguna actividad agrícola.

MÉTODOS DE LA INVESTIGACIÓN.

Especie.

Se utilizó 360 plantones de bolaina blanca (*Guazuma crinita*) de seis meses de edad para la instalación de la plantación con las cuatro técnicas de transplante a campo abierto, y utilizando 216 plantas borde, haciendo un total de 576 plantones para el experimento.

Metodología.

La metodología aplicada fue experimental.

Diseño estadístico.

El diseño estadístico aplicado fue un ***"Diseño de bloques aleatorios completos al azar".***

Variables.

Independientes.

Técnicas de transplante.
Especie forestal.

Dependiente.

Porcentaje de prendimiento.
Crecimiento biométrico (altura, diámetro).
Vigor. siempre papito.
Costo de instalación.
Costo de mantenimiento inicial.

Tratamientos.

T_1 : Raíz desnuda.
T_2 : Pseudoestaca.
T_3 : St ump.
T_4 : Pan de tierra.

Área del experimento.

- Área total del experimento: 2560 m2 (40 m de ancho x 64 m de largo).

Características del diseño experimental.

- N° de tratamientos: 4.
- N° de repeticiones: 3.
- N° de unidades experimentales: 12.
- N° de plantas/ unidad experimental: 30.
- N° total de plantas: 360.
- Distanciamiento entre plantas: 2m x 2m.

PROCEDIMIENTO.

En el vivero.

- **Selección de plantas.** Las plantas utilizadas en el experimento fueron seleccionadas las mejores en cuanto a: **a)** mayor desarrollo, **b)** vigor, **c)** aspecto sanitario aceptable.

- **Aplicación de los tratamientos.** Una vez seleccionada las plantas, se separaron de acuerdo a los tratamientos (cuatro tipos de tratamientos) y se prosiguió a señalizar a las plantas para ser transportadas al sitio de

plantación, cuyas características fueron lo siguiente:

Tratamiento con raíz desnuda (T1), para este tratamiento se prosiguió a sacar de la cama de almácigo a la planta pero con los cuidados al sistema radicular, con unos paños húmedos envolviendo a la raíz de la planta y por último realizando una poda foliar para evitar la perdida de agua.

Tratamiento con Pseudoestaca (T2), para este tratamiento se obtuvo el material vegetativo de las características siguientes: la pseudoestaca tenia una longitud total de 20 cm, donde la parte radicular tenia una longitud de 5 cm, y la parte del tallo 15 cm, con la debida protección a las estacas obtenidas.

Tratamiento con stump (T3), para este tratamiento se prosiguió cortar la parte del tallo a una longitud de 20 cm.
Especie forestal.

Tratamiento con pan de tierra (T4), para este tratamiento se realizó solo la poda foliar de los plantones para evitar el shock de transporte y la transpiración de la planta.

a) **Poda.** Las plantas antes de ser transportadas a la zona de plantación se prosiguió a realizar una poda foliar para reducir el estrés de la planta que se puede originar por el transporte.

b) **Trasporte de las plantas.** Las plantas fueron transportadas desde el IIAP (km 12.200 de la carretera Federico Basadre), hasta la zona de plantación donde previamente se ubico un lugar amplio y bajo sombra para la llegada de las plantas, esto con el fin de reducir el shock de las plantas.

c) **Transporte de las plantas a campo definitivo.** Antes que las plantas fueran transportadas al campo definitivo de plantación se prosiguió a realizar las técnicas de transplante a las plantas a ser instaladas ese día, estas técnicas se realizaba de madrugada y con el cuidado especial a cada técnica sobre todo del manipuleo de las raíces y de la exposición de las mismas al aire libre, y el cuidado para su protección radicular.

En el lugar de plantación.

a) **Selección del área.** El área fue previamente seleccionada, donde se vio en primer lugar el uso previo de esa área y si se utilizó fertilizantes, o que tuvo algún tipo de mecanización en el área, esto se realizó con el fin de descartar el área y seleccionar una mejor,

quedándonos con unbosque secundario, que el agricultor abandonó y dejó empurmar.

b) **Limpieza y delimitación del área.** El área fue liberada de la vegetación existente, con las actividades de tumba, roza y picacheo de los árboles, una vez que el área fue librada de la vegetación existente se prosiguió a la delimitación del área que comprendía de 40 m x 64 m por block, teniendo un total de tres block experimentales.

c) **Preparación de estacas.** Se obtuvo estacas de aproximadamente 1.50 m, luego se prosiguió a pintarlas en el extremo de color rojo, con le fin de ubicar a la planta en la plantación, facilitando cuando las labores de mantenimiento.

d) **Poceado y plantación.** El poceado se realizaba el mismo día de la plantación donde las dimensiones del hoyo eran de 30 cm de diámetro x 30 cm de profundidad, teniendo en cuenta al momento de la plantación el desembolso de los plantones esto con las técnicas de pan de tierra y stump y que la planta quede en el centro del hoyo, cuidando que las raíces de las plantas queden expandidas esto en el caso de raíz desnuda y con las pseudoestacas solo se prosiguió a realizar una remoción en el terreno para su instalación.

Luego se prosiguió a agregar tierra superficial con material vegetal en descomposición, enseguida se cubrió con tierra que se extrajo del mismo hoyo hasta llenar el hoyo, luego se prosiguió a pisar suavemente alrededor de la planta con el fin de dar una pequeña compactación, al suelo, y finalmente se daba una protección a la planta instalada que consistía en obtener material vegetal (hojarasca) y colocarlo alrededor de la planta con el fin de evitar la resequedad del suelo y mantener por consiguiente la humedad.

e) **Mantenimiento del área de plantación.** El control de malezas en el área de experimento fue mensual y parcial, el cual consistió en la eliminación manual (machete, tijera de podar), de las hierbas y lianas que se enroscaban en la planta, que podrían ocasionar a la planta una competencia en substrato y luz. Esta eliminación de malezas se hizo a medio metro a ambos lados de la planta por cada técnica de transplante.

Evaluación.

Se evaluaron las variables porcentaje de prendimiento, crecimiento biométrico (altura y diámetro), vigor, y costo de instalación y costo de

mantenimiento inicial, la evaluación se realizó a partir de los 30 días de instalada la plantación hasta el sexto mes, con una periodicidad de 30 días, siguiendo el presente procedimiento:

El prendimiento (%). La plantación se evaluó a los 30 días de plantado, se consideró una planta prendida cuando presentó brotes nuevos con buen vigor de hojas, y también rebrotes buenos y vigorosos quedándonos con el rebrote mayor esto en el caso de pseudoestaca y stump, y se consideró planta muerta aquella que presento tallo seco. Para determinar el porcentaje de prendimiento se consideró a las 30 plantas por unidad experimental como el 100%. Se realizó el recalce de las plantas muertas con la finalidad de uniformizar el número de plantas entre los tratamientos, para evitar el efecto de la densidad de plantas en el crecimiento en altura y diámetro.

El crecimiento en altura (cm) y diámetro (mm). Para la medición de la altura de las plantas se utilizó una wincha métrica y una pequeña base de madera para uniformizar los datos obtenidos, desde la base de la planta hasta la yema terminal más alta.

Para la medición del diámetro se utilizó un vernier con la ayuda de una pequeña base de madera para uniformizar datos.

Para el caso de plantas con tratamiento con pseudoestacas y stump se evaluó la altura del rebrote mayor, las mediciones se realizaron mensualmente durante los primero seis meses.

El vigor de la plantación. El aspecto de vigor se evaluó mensualmente, donde se consideró la respuesta de las plantas a los diferentes tratamientos aplicados. Se empleó los siguiente criterios de evaluación de vigor: 1= Buen vigor, 2= Mediano vigor, 3= Bajo vigor, 4= Malo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Comparación de cuatro técnicas de trasplante en el crecimiento inicial, sobrevivencia y vigor de las plantas de bolaina blanca.

En la tabla 3 se observa el crecimiento inicial promedio de la altura y diámetro, sobrevivencia (%) y vigor de las plantas de Bolaina Blanca en cuatro técnicas de trasplante. Según esta tabla el promedio del incremento de la altura y diámetro respectivamente en la plantación a Raíz Desnuda (T_1) fue de 68.42 cm. y 2.51 cm, en la plantación con Pseudoestacas (T_2) el incremento fue de 80.61 y 2.23 cm, en la plantación con Stump (T_3) fue 78.59 cm y 2.55 cm y en la plantación con pan de tierra (T_4) fue de 86.13 cm y 2.63 cm. (figuras 2 y 3). Respecto a la sobrevivencia, en el mismo cuadro se observa que con la primera

técnica se obtuvo el 74.4%, con la segunda el 42.2%, con la tercera técnica el 92.2% y con la cuarta técnica el 95.4% de sobrevivencia (figura 4). Respecto al vigor, todas las plantas y en todas las técnicas presentaron buen vigor.

tabla 03: Crecimiento inicial de la altura y diámetro, sobrevivencia (%) y plantas de bolaina blanca en cuatro técnicas de trasplante.

Técnicas	Crecimiento inicial		Sobrevivencia	Vigor
	Altura (m)	Diámetro (cm)	(%)	
T1	68,42	2,51	74,4	Buen vigor
T2	80,61	2,23	42,2	Buen vigor
T3	78,59	2,55	92,2	Buen vigor
T4	86,13	2,63	95,4	Buen vigor

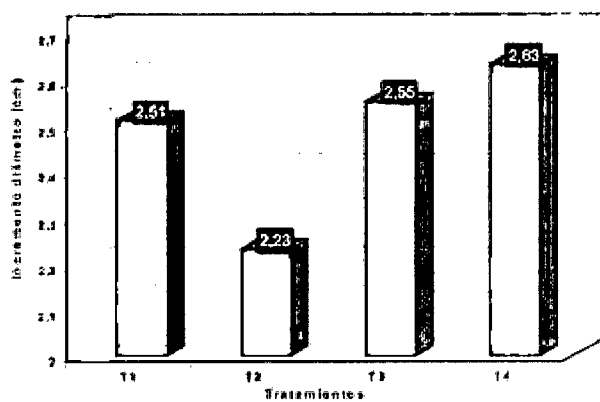


Figura 2: Incremento del diámetro de las plantas de bolaina blanca en cuatro técnicas de trasplante.

En la tabla 04 se observa el análisis de variancia del diámetro de las plantas de bolaina blanca en cuatro técnicas de trasplante. De acuerdo a la tabla existe diferencia estadística significativa entre los promedios del incremento en diámetro de los tratamientos (técnicas).

Tabla 04: Análisis de variancia del diámetro de las plantas de bolaina blanca en cuatro técnicas de trasplante.

F. V	GL	SC	CM	Fc	Ft	Significancia
Bloques	2	0,0655	0,0327	4,4794	5,14	N.S
Tratamientos	3	0,27	0,09	12,3287	4,75	*
Error	6	0,0436	0,0073			
Total	11	0,3791				

En la tabla 05 se observa la prueba de medias del diámetro (Prueba de Duncan) de cuatro técnicas de transplante. Esta tabla indica que no existe diferencia estadística entre los promedios del incremento diametral empleando las técnicas en pan de tierra, Stump y raíz desnuda, pero si existe deferencia de estas tres técnicas respecto a la técnica de pseudoestacas. Esto quiere decir que el crecimiento del diámetro es mejor empleando las tres técnicas mencionadas respecto a la pseudoestacas.

Comparando con el incremento encontrado por Carrera (1987) y Gonzáles (1993) se ve que el incremento diametral es mayor en las cuatro técnicas empleados en este ensayo, siendo la diferencia menor con respecto a la pseudoestacas. Esta diferencia puede atribuirse a la calidad de sitio, ya que el lugar donde se plantó las bolainas de este ensayo es especial para esta especie.

Tabla 05: Prueba de medias del diámetro (Prueba de Duncan) de cuatro técnicas de trasplante.

Comparación	Significancia
T4 vs T3	N.S.
T4 vs T1	N.S.
T4 vs T2	*
T3 vs T1	N.S.
T3 vs T2	*
T1 vs T1	*

En la tabla 06 se observa el análisis de variancia de la altura de las plantas de bolaina blanca en cuatro técnicas de trasplante. De acuerdo a esta tabla, no existe diferencia entre los promedios del incremento en

de las plantas empleando las cuatro técnicas de transplante. Esto quiere decir, que los incrementos son similares en las cuatro técnicas.

Comparando con el resultado encontrado por Rojas (1992) se ve el incremento en altura de las cuatro técnicas de transplante, el incremento en altura es menor. Esto se debe porque la plantación se hizo en época de verano o época de sequía (agosto), y no existía las condiciones adecuadas de precipitación en ese momento para el crecimiento de las plantas, ya que el agua es el principal factor para el crecimiento.

Tabla 06: Análisis de variancia de la altura de las plantas de bolaina blanca en cuatro técnicas de trasplante.

F.V	GL	SC	CM	Fc	Ft	Significancia
Bloques	2	979,6561	489,8281	4,3571	5,14	N.S
Tratamientos	3	492,754	164,2513	1,461	4,75	N.S.
Error	6	674,5088	112,4181			
Total	11	2146,9189				

Si se analiza el crecimiento en altura con curva de precipitación (figura 1), agosto es un mes de sequía y recién en el mes de setiembre empieza la precipitación, pero en forma moderada hasta el mes de octubre, y a partir del mes de noviembre comienza la precipitación con mayor intensidad hasta el mes de enero, no completando un ciclo completo de la relación entre el crecimiento de la altura y la precipitación de la zona. Esto es otro motivo por lo que las plantas se retardaron en su crecimiento en altura, ya que éstas deben ser sembradas en época lluviosa, tan pronto como los suelos hayan sido suficientemente humedecidos y las condiciones atmosféricas y los índices de evapotranspiración son mínimas (Lamprech, 1990; Ruíz, 2003 y FAO, 1984).

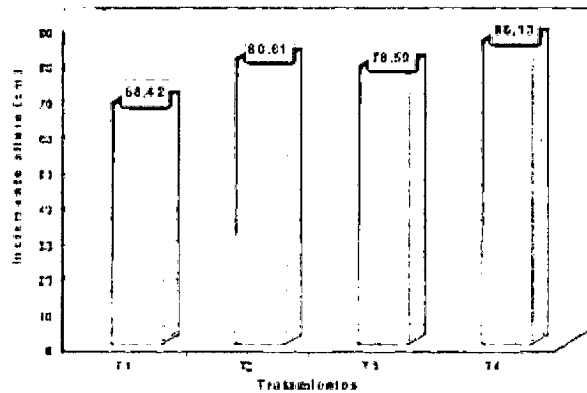


Figura 3: Incremento de altura de las plantas de bolaina blanca en cuatro técnicas de trasplante.

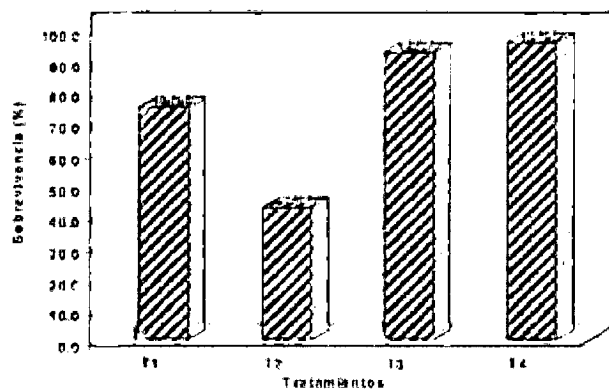


Figura 4: Porcentaje de sobrevivencia de las plantas de bolaina blanca en cuatro técnicas de trasplante.

Otro factor para el crecimiento de las plantas de bolaina blanca son las condiciones del suelo ya que el suelo de la plantación es Franco arenoso, con bajo porcentaje de arcilla (tabla 02), con pH ligeramente básico (7.96), ya que la disponibilidad de la mayoría de los elementos esenciales para las plantas depende del pH de la solución del suelo, esta medida es un índice de las condiciones del suelo. Así un pH menor de 4 indica presencia de ácidos libres y un pH menor de 5.5 podría indicar deficiencia o indisponibilidad de calcio, magnesio, fósforo y otros y un pH de 7.8 y 8.2 indica la presencia de carbonatos, por lo tanto un suelo en cualquier caso, es corrientemente valorado en términos de la concentración de iones de H^+ que expresa generalmente en su pH.

Esta alcalinidad que presenta el sitio de la plantación se debe a que existe un alto grado de saturación de bases. La presencia de sales, especialmente de calcio, magnesio y sodio en forma de carbonatos da también predominancia a los iones OH^- sobre los H^+ en la solución del suelo. Bajo estas condiciones el suelo es alcalino. La presencia de potasio y calcio en el suelo son muy bajos (0.11% y 0.06%).

La acidez del suelo es común en todas las regiones donde la precipitación es alta, lo suficiente para lixiviar apreciables cantidades de bases intercambiables de los niveles superficiales del suelo.

El fósforo del sitio de plantación es de 9.25 ppm, lo que equivale a 92.5 g/ha (tabla 02). Este fósforo es asimilado por las plantas de bolaina, ya que esta asimilación depende en grado considerable del pH del suelo. Si el pH aumenta de 5.5 a 7.5, el fósforo es asimilable por las plantas.

Respecto al prendimiento de las plantas se ve que mejor respondieron las plantas con Stump y con pan de tierra. Las plantas sembradas de pseudoestacas no respondieron como se esperaba, ya que solamente el prendimiento fue de 42.2%, seguido de las plantas a raíz desnuda (tabla 3 y figura 4) y esto se debió por la época de plantación.

Este bajo prendimiento se debe porque las pseudoestacas, presentaban al momento de plantarlas poca cantidad y mínima longitud de raíces, ya que las plantas para sobrevivir necesitan la presencia de la raíz para poder absorver los nutrientes del suelo, tal como manifiesta, Wadsworth (1976). Así mismo no existen experiencias con plantaciones a campo definitivo con pseudoestacas, ya que primeramente éstas son sometidas a cámaras de enraízamiento para que las raíces crezcan en buenas condiciones y en el terreno definitivo tengan buenas perspectivas.

Con respecto al pan de tierra, la ventaja de esta técnica está en que ésta presenta facilidades para alargar el periodo de plantación (cuando se presenta una sequía prolongada), pero lo más importante es que asegura la supervivencia, debido a que se reducen los riesgos por daños físicos y mecánicos en la parte más delicada de la planta (Ugamoto y Pinedo, 1990).

Al respecto Blaser y Díaz (1986), realizaron una comparación de cuatro diferentes métodos de plantación (raíz desnuda, pan de tierra, pseudoestaca y deshojado-raíz desnuda), para pashaco, especies de rápido crecimiento de la Amazonía Peruana, en un suelo muy degradado. Seis meses después de la instalación, el tratamiento con pan de tierra fue netamente superior en supervivencia, vigor y crecimiento de diámetro y altura, el tratamiento deshojado-raíz desnuda da mejores resultados que raíz desnuda con hojas.

Costos de establecimiento y mantenimiento de una plantación de bolaina blanca con cuatro técnicas de trasplante.

En la tabla 07 se observa los costos de establecimiento y mantenimiento de una plantación de bolaina blanca empleando las técnicas de "raíz desnuda" y "pseudoestacas". De acuerdo a esta tabla el costo de instalación fue de 870 soles y el costo de mantenimiento de la plantación por 6 meses fue de 270 soles, haciendo un total de 1140 soles en un área de 2560 m², haciendo un total de 4453.13 soles/ha, durante 6 meses.

Tabla 07: Costos de establecimiento y mantenimiento de una plantación de bolaina blanca empleando las técnicas de "raíz desnuda" y "pseudoestacas".

Actividades	Bloques			Total
	I	II	III	
A. Instalación				**870**
1. Delimitación, tala y eliminación de la estación	60	60	120	240
2. Estaqueado y pintado de estacas	30	30	30	90
3. Apertura de hoyos y sembrado de plantas	180	180	180	540
B. Mantenimiento				**270**
1. Eliminación de malezas y lianas	90	90	90	270
Costo total	**360**	**360**	**420**	**1140**

En la tabla 08 se observa los costos de establecimiento y mantenimiento de una plantación de bolaina blanca empleando las técnicas de "Stump" y "Pan de tierra". De acuerdo a este cuadro el costo de establecimiento es de 880 soles y el costo de mantenimiento parcial de la plantación por 6 meses es 270 soles, haciendo un total de 1150 soles en un área de 2560 m², haciendo un total de 4492.19 soles/ha. En estas técnicas lo que aumenta el costo es el transporte de plantas al lugar de plantación.

Tabla 08: Costos de establecimiento y mantenimiento de una plantación de bolaina blanca empleando las técnicas de "Stump" y "Pan de tierra".

Actividades	Bloques			Total
	I	II	III	
A. Instalación				880
1. Delimitación, tala y eliminación de la vegetación	60	60	120	240
2. Estaqueado y pintado de estacas	30	30	30	90
3. Apertura de hoyos y sembrado de plantas	180	180	180	540
4, Transporte				10
B. Mantenimiento				**270**
1. Eliminación de malezas y lianas	90	90	90	270
Costo total	**360**	**360**	**420**	**1150**

Haciendo una comparación con los costos reportados por Angulo (2007), se ve que el costo de instalación de esta plantación de bolaina blanca fue superior en 290.4 soles/ha empleando las técnicas de raíz desnuda y pseudoestacas, y 329.5 soles/ha cuando se emplea las técnicas de Stump y con Pan de tierra. Todo esto es solamente comparando la instalación de la plantación, sin contar el mantenimiento que se hace al mismo. Al respecto Angulo (2007) indica que el mantenimiento total de la plantación debe hacerse 3 veces por hectárea/año, empleándose para cada mantenimiento 10 jornales, haciendo un total de 30 jornales/ha/año. En este experimento el mantenimiento fue de una vez por mes, haciendo un total de 6 mantenimientos en 6 meses. Esto se debe porque las plantas en su estado inicial tienen mucha competencia con las malezas, el cual perjudica su crecimiento y hasta hace peligrar su sobrevivencia.

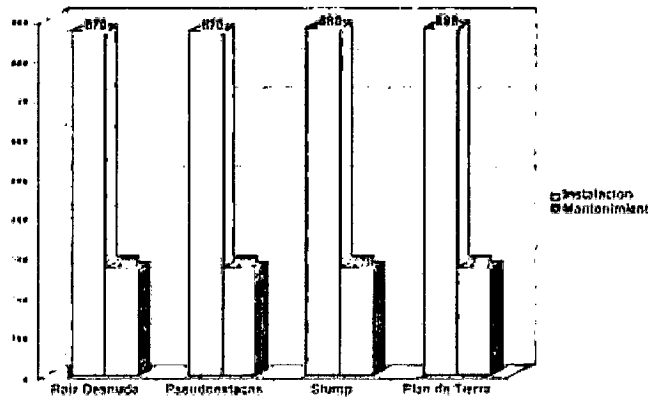


Figura 4: Costos de instalación y mantenimiento en una plantación abierto de *Guazuma crinita* empleando cuatro técnicas de transplante.

CONCLUSIONES

1. Mejores crecimientos en altura se obtuvieron con el tratamiento Pan de Tierra y las Pseudoestacas con 86.13 y 80.61 cm. respectivamente.
2. De igual manera los mejores incrementos en diámetro se obtuvieron con los tratamientos Pan de Tierra con 2.63 cm y plantación con Stump con 2.55 cm.
3. No existe diferencia significativa de sobrevivencia entre las cuatro técnicas de transplante.
4. La sobrevivencia de las plantas de bolaina blanca respondieron mejor en la plantación con Pan de Tierra con 95.4% y Stump con 92.2%, y la sobrevivencia en plantación con pseudoestacas fue inferior a las demás técnicas empleadas, con solo 42.2%.
5. Todas las plantas de las cuatro técnicas de transplante empleadas en la plantación a campo abierto tuvieron buen vigor.
6. El costo de establecimiento de plantación con las técnicas de transplante a Raíz Desnuda y Pseudoestacas (S/. 870.00) es inferior que con las técnicas a Stump y con Pan de Tierra (S/. 880.00), mientras que el costo de mantenimiento en las cuatro técnicas son iguales (S/. 270.00).

BIBLIOGRAFÍA

ÁNGULO, W. 2007. Tecnología forestal. INIA, Pucallpa, Perú. 82 p.

BLASER, J. y DÍAZ, M. 1986. Efecto de cuatro métodos de transplante en el desarrollo de la *Parkia velutina* durante los primeros seis meses de plantación. Revista Forestal del Perú. Vol XIII. N° 2. 75-83 pp.

CARRERA, G. F. 1987. Experiencias y resultados de plantaciones forestales de la zona forestal Alexander Von Humboldt. CENFOR XII. Pucallpa. 79 p.

FAO. 1983. Sistemas agroforestales en América Latina y el Caribe. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago de Chile. 119 p.

GONZÁLEZ, M. J. 1993. Mantenimiento y evaluación de crecimiento de plantaciones forestales. Pucallpa. Sub estación Experimental Alexander Von Humboldt. UNU. Pucallpa, Perú. 24 p.

GOBIERNO REGIONAL DE UCAYALI – INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE LA AMAZONÍA PERUANA. 2003. Propuesta de Zonificación Ecológica Económica de la Cuenca del Río Aguaytía. Pucallpa, Perú. 152 p.

LAMPRECH, H. 1990. Silvicultura de los trópicos. Traducido por Antonio Carrillo. República Federal de Alemania. 335 p.

FLORES, 2000. La uña de gato. Programa nacional de agroforestería y cultivos tropicales.

RUIZ 2003. Manual de Reforestación de América Tropical. Departamento de Agricultura de EE.UU. San José, Puerto Rico. 118 p.

SENAMHI. 2005. Datos climatológicos (2000 – 2005) de la Estación Meteorológica El Maronal.

UGAMOTO Y PINEDO (1987). Técnicas de transplante a campo abierto. 35 p.

WADSWORTH, F. 1976. Producción forestal para América Latina.

Factores históricos y ecológicos que influyen en la productividad de los bosques secundarios del sector medio de la cuenca del río Aguaytía, Ucayali, Perú

Historical and ecological factors influencing the productivity of secondary forests sector through the river Aguaytia, Ucayali, Perú

H. Guerra [1] M. Soudre [2]
R. Baldoceda [3] D. del Castillo [4]

RESUMEN

El objetivo del estudio fue determinar las relaciones entre la productividad y las características ecológicas; así como, del uso anterior (históricas) de los bosques secundarios del sector medio de la cuenca del río Aguaytía. El estudio se realizó en 26 bosques secundarios de entre 2 y 14 años de abandono, ubicados entre los distritos de Curimana y Nueva Requena. Se realizaron encuestas geo-esquematizadas para conocer el uso anterior del bosque, se evaluó la vegetación con parcelas de tamaño variable, y se colectó y analizó muestras de suelo en cada bosque secundario. Los datos fueron procesados y analizados empleando el modelo trifactorial ($P<0.05$) de los factores de uso anterior (liviano y fuerte) edad del bosque secundario (juvenil y maduro), tipo florístico (bolainal y bolashal) y la condición altitudinal (bajo y alto), así como sus interacciones. El uso anterior del sitio influyó sobre la productividad (densidad y volumen de *Guazuma crinita* (Bolaina blanca); así como área basal y volumen total del bosque secundario), es decir, bosques secundarios con uso anterior fuerte presentaron hasta un 49% menos productividad; además aquellos bosques secundarios con uso anterior liviano presentaron 53% más espesor de hojarasca sobre el suelo, 17,4% más arcilla, 29% más magnesio y 3,4 % menos densidad aparente, frente a los bosques secundarios con uso anterior fuerte. La tipología florística también originó efectos sobre la riqueza y diversidad del bosque secundario, así como sobre la altura dominante y volumen total de *G. crinita* Finalmente, la altura dominante y el volumen total de *G. crinita* estarían influenciados por la edad del bosque secundario. Se concluye que la jerarquía de los factores que influyen en la productividad de los bosques secundarios, estaría determinada en primer lugar por la condición altitudinal, seguido simultáneamente, por el uso anterior y la tipología florística, y finalmente por la edad de los bosques secundarios.

[1] Tesista Facultad de Ciencias Forestales de la UNU.
[2] Investigador forestal. Programa de Ecosistemas Terrestres IIAP.
[3] Profesor de Ecología Forestal de la UNU.
[4] Director de Investigación Programa de Ecosistemas terrestres IIAP.

Palabras clave: Ecología, uso anterior, sucesión secundaria, bolaina, bolianal, productividad, tipología florística.

ABSTRACT

TThe aim of this study was to determine the relationship between productivity and ecological characteristics, as well as of prior use (historical) in secondary forests of the middle sector of the river basin Aguaytía. The study was conducted in 26 secondary forests between 2 and 14 years of neglect, located between the districts of Curimana and New Requena. Surveys were conducted to find geo-sketched prior use of the forest vegetation was evaluated with variable-sized plots, and were collected and analyzed soil samples in each secondary forest. The data were processed and analyzed using the three-factor model ($P < 0.05$) from previous use factors (light and heavy) secondary forest age (young and mature), floristic type (bolainal and bolashal) and altitudinal conditions (low and high), and their interactions. The previous use of the site influenced the productivity (density and volume of *Guazuma crinita* (Bolaina white) and basal area and total volume of secondary forest), ie, secondary forests showed strong prior use up to 49% less productive; also those with prior use secondary forests had 53% more light thickness of litter on the floor, 17.4% more clay, 29% more magnesium and 3.4% lower bulk density compared to secondary forests with strong prior use. The typology also caused effects on floristic richness and diversity of secondary forest and on the dominant height and total volume of *G.crinita* Finally, the dominant height and total volume of *G. crinita* would be influenced by the age of secondary forest. We conclude that the hierarchy of factors that influence the productivity of secondary forests, would be determined primarily by the altitude condition, often simultaneously, prior use and the type flora, and finally by the age of secondary forests.

Keywords: Ecology, prior use, secondary succession, bolaina, bolianal, productivity, floristic typology.

INTRODUCCIÓN

En la región Amazónica de Perú, especialmente en el sector aluvial, emergen bosques o sucesiones secundarias que se originan por el desarrollo de una vegetación leñosa, en tierras que antes fueron usadas y abandonadas o dejadas en descanso, donde la vegetación original fue destruida por la actividad antropogénica (Finegan, 1992). En la cuenca

del río Aguaytía surgen una proporción importante de sucesiones secundarias que son dominadas por la especie Bolaina blanca (*Guazuma crinita* Mart) conocidos localmente como "bolainales".

Los bolainales se caracterizan por su relativamente rápido crecimiento y gran facilidad de regeneración natural en áreas abandonadas de diversa intensidad y período de uso antropogénico. En el sector aluvial principalmente en la parte media de la cuenca del río Aguaytía se desarrollan bolainales que son afectados por una serie de sucesos determinantes para su desarrollo y productividad. La variación florística de estas sucesiones podría estar afectada por el sustrato, uso anterior del sitio, distribución de fuentes semilleras, estrategias de diseminación de las especies, y las características intrínsecas de las mismas (finegan 1992; Gomez-Pompa & Vásquez-Yanes 1981). Sin embargo se desconoce ¿Cuál es la relación y efecto de los factores históricos (actividades humanas) y ecológicos (relieve, suelo y vegetación) sobre la productividad de estos bosques?.

El ámbito del sector medio del río Aguaytía ha sido designado por el Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, como área de investigación prioritaria y actualmente se viene realizando estudios que servirán de base para la formulación de los lineamientos del manejo forestal de los bolainales; con el propósito de tomar medidas que permitan su conservación, sin descuidar la producción contínua. En este contexto, es importante conocer el nivel productivo de estos bosques, de acuerdo a su condición biofísica y de uso, con lo cual se podrá proyectar la productividad, facilitando la capacidad de predicción y una mejor comprensión de su estado actual.

Bolaina blanca (*Guazuma crinita*) es una especie heliófita, pionera de crecimiento rápido y se ubica dentro de las zonas ecológicas bosque húmedo pre montano tropical-bosque tropical seco y bosque sub tropical muy húmedo. La precipitación anual fluctúa entre 1800 - 2500mm, la temperatura media anual de 25°C, generalmente se encuentran en terrenos planos y ondulados con pendientes suaves hasta 1000msnm (Baldoceda 1991).

Los cambios a nivel de estructura y composición del bosque sucesional, son explicados por el uso histórico de la tierra, tipo de suelo, características del terreno y el drenaje (Foster 1992, citado por García-Montiel, 2002); y la distribución sucesional del bosque está influenciado por el uso antropogénico dado a la tierra y las perturbaciones naturales.

La intensidad de uso anterior y la edad de abandono del sitio, tuvieron influencia significativa sobre cambios en las variables estructurales de la vegetación secundaria, no obstante, el impacto del uso anterior en el valor de estas variables siempre fue relativamente mayor al impacto causado por el factor edad de abandono; así mismo, las condiciones del sitio (nivel altitudinal y la pendiente promedio), y otros factores también habrían intervenido en la expresión final de sus resultados, esto significaría que los factores ecológicos por si solos no garantizarían la visualización de ciertos cambios en las características de la vegetación (Soudre, 2004). Por otro lado, Uhl *et al.* (1988) mostraron el efecto de la intensidad del uso del sitio sobre la productividad de los bosques, donde aquellos sitios que tuvieron mayor uso anterior la productividad resultó ser menor.

La productividad de estos bosques secundarios puede variar a nivel de paisaje, es decir, varia a nivel local y regional tomando en cuenta la altura promedio como indicador de la tasa de crecimiento en las sucesiones secundarias. Por otro lado, la altura dominante también mostró ser un buen indicador de la calidad del sitio (Herrera *et al.* 1999). La productividad, en términos de riqueza y composición de especies, también enmarcan las principales necesidades de información biofísica general, para establecer las bases ecológicas del manejo de bosques secundarios, ya sea para fines de producción, conservación y recuperación de biodiversidad; este análisis permitiría establecer los productos que pueden ser extraídos y cuanta diversidad será recuperada (Finegan, 1997).

La fertilidad del suelo y las condiciones edáficas, afectan en gran medida la tasa de crecimiento en sus diferentes etapas sucesionales y por ende la productividad del sitio (Moran *et al.* 1996; Herrera, 1996). En sí las condiciones particulares de cada sitio, es decir, la cubierta vegetal tendría un efecto positivo al mejorar las propiedades físicas y químicas de los suelos (Nye y Greeland 1960; Sánchez *et al.* 1995).

Los factores que afectan el desarrollo de la sucesión secundaria son la fertilidad del sustrato, el uso anterior del sitio, la distribución de fuentes semilleras y las estrategias de diseminación de las mismas, las características intrínsecas de las especies, además de la intensidad del uso anterior y la edad de abandono (Gómez-Pompa & Vásquez-Yanes 1981; Finegan 1992). Por otro lado, el fuego o quema podría influenciar fuertemente en la naturaleza de las sucesiones; así mismo, las altas temperaturas que se alcanzan durante la quema, el desarrollo de los

rebrotes y el volumen de semillas del banco del suelo se reducen significativamente (Uhl, 1987).

La edad de abandono es un factor que eleva significativamente al nivel crítico del fósforo (P) y la cantidad de biomasa de hojarasca sobre el suelo, donde el patrón general de acumulación de biomasa de hojarasca en el tiempo refleja similares efectos sobre la dinámica de nutrientes en el suelo, como el porcentaje de materia orgánica en el suelo, además el pH básico favorecería la presencia de microorganismos que ayudan en la descomposición de desechos vegetales (Soudre, 2004). La productividad, en términos volumétricos, de un rodal de Bolaina blanca de 14 años, resultó ser de 242.7 m^3/ha, evidenciando la tendencia normal en la distribución de individuos por clase diamétrica (12.8 $\leq$ *dap* 37.8 cm) (Guerra, 2007).

El presente estudio de investigación tiene por objetivo general, determinar las relaciones entre la productividad y las características ecológicas; así como del uso anterior (histórica) de los bosques secundarios establecidos en los suelos aluviales del sector medio del río Aguaytía.

MATERIAL Y MÉTODO

El estudio se desarrolló en el sector medio del río Aguaytía entre los distritos de Curimana y Nueva Requena, región Ucayali (figura 1). La superficie de la cuenca del río Aguaytía abarca aproximadamente 1'700 000 ha, de estas 10,500 ha comprenderían el ámbito de estudio; los terrenos en conjunto constituyen un escenario de planicie (0–4%), cuya altitud varía de entre 145 a 176 msnm y las precipitaciones fluctúan de entre 1500 a 3000 mm/año. Gran parte de este territorio está comprendido por una vegetación antrópica sucesional; ocupando suelos que en su gran mayoría son del tipo entisols (*Udic Isohyperthermic*) (IIAP 2003).

Se seleccionaron 26 bosques (unidades experimentales) de entre 2 a 14 años. La intensidad de muestreo fue de 10% para todas las categorías vegetativas; se establecieron y evaluaron parcelas de observación en cada bosque, siguiendo la metodología propuesta (CIFOR/CATIE/BIB, 1999), es decir, parcelas de (10 x 10 m), y sub parcelas de (5 x 5 m) y (2 x 2 m). Además se colectó e identificó las muestras botánicas necesarias.

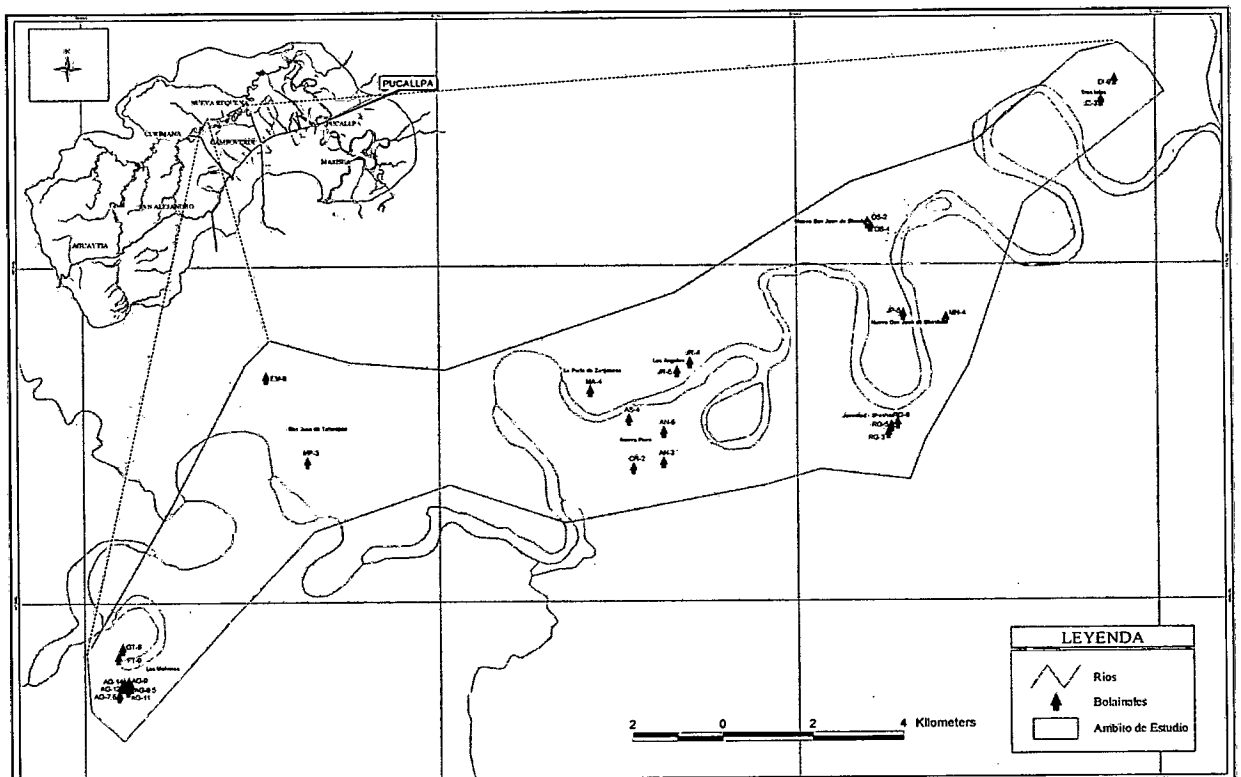


Figura 1. Mapa de localización del ámbito de estudio y ubicación de sitios de muestreo de los bosques secundarios.

La reconstrucción histórica del uso anterior se realizó mediante encuestas geo-esquematizadas a cada propietario del bosque, registrando la secuencia de actividades antes del abandono, año del desmonte y toda información relacionada al uso social y particular de cada bosque (tipos de cultivo, período de cultivo y la intensidad de uso), así como pendiente, espesor de hojarasca sobre el suelo, nivel de inundación, densidad aparente y período de desmonte, dicha información en conjunto permitió caracterizar el uso anterior. La evaluación de la vegetación consideró el nombre común de la especie, diámetro a la altura de pecho (***dap***), altura total (m), numero de individuos por especie. Finalmente, con las muestras de suelo se determinó el porcentaje de limo, arcilla y arena; pH en agua; acidez, fósforo, potasio, calcio, magnesio; saturación de aluminio; materia orgánica; nitrógeno y densidad aparente (g/cm^3).

La información registrada en la encuesta permitió el agrupamiento de variables del uso anterior (anexo 1), para lo cual se uso el método de "componentes principales" que permitió detectar las asociaciones entre las variables más influyentes en el nivel uso anterior. Luego con el análisis de conglomerados (Cluster) se identificó las dos categorías de uso (uso liviano y uso fuerte). Finalmente para determinar las diferencias entre categorías de uso se realizó un análisis multivariado (MANOVA) y prueba de comparación múltiple de medias Duncan ($P < 0.05$). En el procesamiento se uso el software Infostat, versión 2004.

La información registrada sobre vegetación fue analizada a partir de una matriz que permitió categorizar los bosques en relación a su edad:

Juvenil (< 6 años) y maduro (≥ 6 años); además, el análisis conglomerados (método Ward) permitió agrupar con base a su composición florística en dos tipos de bosques ("Bolainales" y "Bolashales") ambos fueron diferenciados a través del análisis de especies indicadoras de Dufrene y Legenbre (McCune y Grace 2002) y esquematizadas con la Ordenación Nonmetric Multidimensinal Scaling (NMS), ambos procesos se realizaron con el software PC-ORD (McCune y Mefford, 1999). Se calculó la riqueza (género, familia, especie e individuos por hectárea) y diversidad (Shannon-Wiener, Simpson y alfa de Fisher), esta última se calculo con ayuda del software

Estimates win 7.52 (Colwell, 2005), con individuos de dap ≥ 5cm. Por último, se calcularon las variables estructurales de densidad (individuos /hectárea), área basal (m^2/ha), altura media (m), altura dominante de *G. crinita* (m), volumen total de *G. crinita* (m^3/ha) y volumen total del

bosque (m^3/ha), con individuos (*dap* ≥10cm).

Se establecieron estadísticas descriptivas para cada variable en estudio, empleando el modelo trifactorial con sus respectivas interacciones. El primer factor fue la categoría de uso anterior tipificado con dos niveles: Liviano (1) y fuerte (2); el segundo fue la edad de abandono: bosque juvenil < 6 años y maduro ≥6 años; y el tercero fue los tipos florísticos (bolainal y bolashal). Estas variables fueron insertadas directamente en el modelo (Infostat, 2004). Para encontrar las relaciones entre las variables de edad, uso anterior y vegetación, se usó el análisis de correlaciones de Pearson ($P < 0.05$), y con el análisis de regresión lineal múltiple se observó las relaciones funcionales entre las demás variables en estudio, para medir su eficacia se utilizó al coeficiente de determinación (R^2).

Cabe destacar que para caracterizar las altitudes según las propiedades suelo se hizo un balance o agrupamiento equitativo en las categorías de altitud, resultando dos categorías altitudinales **a)** sector bajo (145 – 165 msnm.) y **b)** sector alto (166 a 176 msnm). Finalmente, los resultados del análisis físico y químico del suelo se realizaron en el laboratorio del INIA y fueron procesados en el diagrama de fertilidad de suelos, con ayuda del software PIAS (Zúñiga, 2007).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización del uso anterior.

Las variables de intensidad de uso agrícola, período de desmonte, densidad aparente y espesor de hojarasca sobre el suelo acumularon el 85% de la variabilidad total de las observaciones, en respectivo orden de importancia (figura 2). Asimismo, la intensidad de uso agrícola fue la variable más importante en la designación de las categorías de uso anterior, ya que correlacionó positivamente con casi todas las variables de uso como, período de desmonte y densidad aparente ($r = 0.87$ y $r = 0.43$; $P < 0.05$).

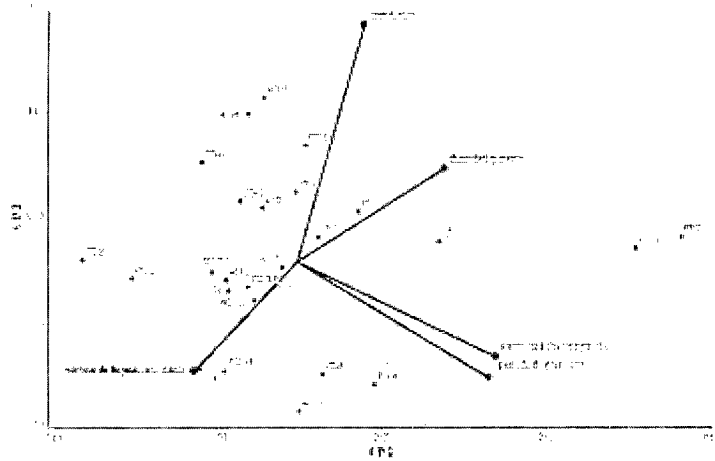


Figura 2. Análisis gráfico de componentes principales entre 26 bosques secundarios (rombos) y las variables (círculos) que definieron el uso anterior en los bosques.

La figura 3 muestra ambos grupos o categoría de uso propuestos, en el primer caso, el 53.8% de los sitios (14 bosques) tuvieron uso anterior liviano, el código de los bosques fue: 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 11, 14, 17, 19, 20 y 26 (anexo 1); en el segundo caso, el 46.2% (12 bosques) tuvieron uso fuerte y están conformados por los bosques de código: 5, 6, 12, 13, 15, 16, 18, 21, 22, 23, 24, 25 (anexo 1).

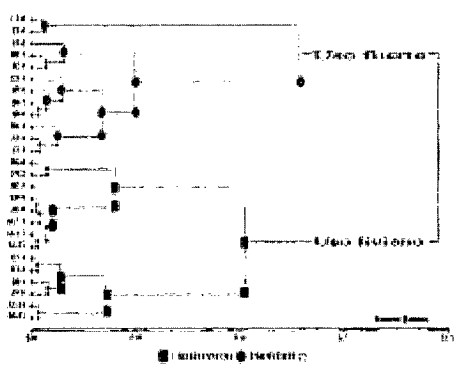


Figura 3. Dendrograma de clasificación (Cluster) con base en cinco variables cuantitativas de uso anterior para 26 bosques secundarios.

Por otro lado, el factor uso anterior tuvo influencia significativa sobre las variables de individuos por hectárea ($P < 0.05$), altura total promedio ($P < 0.05$), área basal ($P < 0.05$) y volumen total ($P < 0.05$). Además presentaron diferencias estadísticamente significativa en otras variables estructurales asociados a G. crinita, tales como individuos por hectárea ($P < 0.05$), altura dominante ($P < 0.05$) y volumen total ($P < 0.05$), cabe destacar que los bosques con uso liviano tuvieron en promedio, un 17.9% más altura total, 56% más área basal y 74.3% más volumen total que los bosques con uso fuerte (tabla 01). Similar tendencia fue reportada por Soudre (2004).

Tabla 01. Valores promedios de variables estructurales: Número de individuos por hectárea (ind/ha), dap ≥ 10cm, altura media (m), área basal (m^2 /ha) y volumen total (m^3/ha). Prueba de comparación de medias Duncan.

Factor	Categoría	VARIABLES ESTRUCTURALES											
			F		F		F		F		F		F
Edad	[illegible] (Joven)	949.17	NS	14.61	*	72.41	*	716.71	NS	11.47	NS	10.84	NS	116.33	NS
	[illegible] (Madura)	561.25		21.64		130.15		1060.83		12.22		15.33		217.33	
Uso anterior	Liviano	857.08	*	18.71	NS	140.28	*	1017.27	NS	13.21	NS	17.14	*	198.78	*
	Fuerte	653.08		15.69		71.91		760.83		11.26		10.98		114.03	
Bosque	Bolainal	692.08	NS	19.22	NS	89.15	NS	799.43	*	12.32	*	13.08	*	132.78	*
	Bolashal	817.33		18.35		148.54		1062.28		11.37		17.18		184.93	

* significativo $P < 0.05$; ** altamente significativo $P < 0.01$; NS no significativo

Caracterización de la vegetación secundaria.

El análisis de conglomerados permitió el agrupamiento en dos tipos de bosques según la similaridad florística (figura 4). Esto fue confirmado con MANOVA que mostró diferencias significativas ($P < 0.05$) entre ambos grupos de bosque. La especie indicadora para el tipo de bosque "bolainal" fue: Bolaina blanca ya que mostró el máximo valor indicador significativo ($P < 0.05$); del mismo modo, el tipo de bosque "bolashal" según el valor indicador están representados por las especies *Astrocaqum sp, Brosimun utile*, e *Inga spp.* Este resultado fue confirmado con el análisis grafico de NMS.

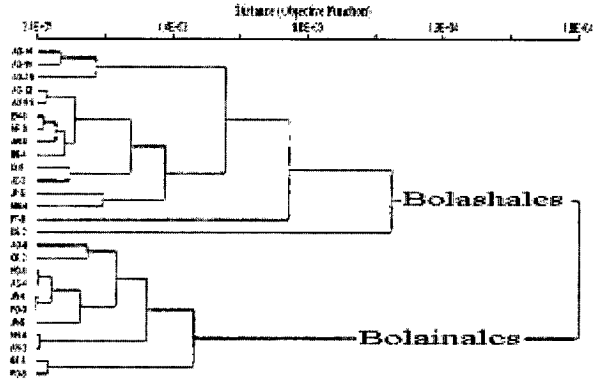


Figura 4. Dendrograma de agrupamiento para 26 bosques secundarios. Los códigos del margen izquierdo representan los bosques secundarios.

Composición florística.

En los 26 bosques estudiados se encontraron 30 especies, presentes en más de un bosque, distribuidas en 27 géneros y 18 familias. Las familias botánicas más importantes con mayor número de especies fueron: *Fabaceae* (4), *Arecaceae* (3), *Mimosaceae* (3), *Sterculaceae* (2), *Moraceae* (2), *Euphorbiaceae* (2) y *Bombacaceae* (2); asimismo las especies más abundantes son: *G. crinita, Sheelea sp, P. macrocarpa*. La primera especie destaca por su mayor abundancia y esta presente en el 100% de todos los bosques secundarios estudiados; *Sheelea sp*. fue la segunda más abundante distribuida en 81% de los bosques secundarios; seguida de *P. macrocarpa*.

Riqueza y diversidad.

El factor de "tipo florístico" fue el que influyó significativamente ($P < 0.05$; $P < 0.01$; $P < 0.001$) tanto para las variables de riqueza (especies, géneros y familia) como para las variables de índices de diversidad (fisher, shannon y simpson), siendo el bosque de tipo bolashal el más diverso, frente a los bosques secundarios del tipo bolainal. Los demás factores (edad, uso anterior y condición altitudinal), no influyeron significativamente ($P < 0.05$).

Estructura florística.

La altura dominante y volumen de *G. crinita* fueron las variables estructurales que se vieron influenciados significativamente ($P < 0.05$)

por el factor edad del bosque secundario. La densidad y volumen total de *G. crinita*, así como el área basal y volumen total del bosque secundario presentaron diferencias significativas ($P < 0.05$) debido al uso anterior, esta tendencia también fue reportada por (Uhl *et al* 1988) quienes mostraron que aquellos sitios donde el uso anterior fue mayor la productividad resulto ser menor. El tipo florístico o presencia de ciertas especies influye directamente sobre la productividad de los bosques secundarios, ya que mostró diferencias significativas ($P < 0.05$) en la densidad, altura media, área basal y volumen total del bosque secundario (tabla 01).

Los bosques secundarios muestran una tendencia a incrementar en altura, área basal, volumen del bosque y volumen de *G. crinita*, conforme avanza la edad de los mismos, correlaciones positivas significativas confirmaron este hecho ($r=0.89$, $r=0.80$, $r=0.85$, $r=0.85$; $P < 0.001$, respectivamente). La edad del bosque secundario influiría significativamente ($r=0.89$, $P < 0.05$) en la altura dominante de *G. crinita*, de acuerdo en lo mostrado en la figura 5.

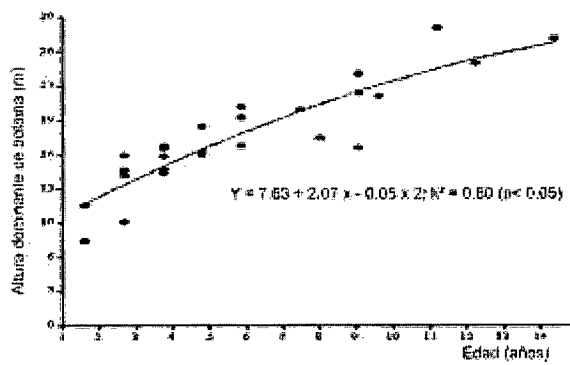


Figura 5. Relación entre la edad del bosque secundario y la altura dominante de Bolaina blanca (*G. crinita*).

Suelo en bosques secundarios.

Los suelos presentan fertilidad natural media a alta. El pH promedio obtenido fue de 7.1 con tendencia a la neutralidad, así mismo, la materia orgánica, nitrógeno orgánico, calcio, magnesio, porcentaje de saturación de bases, CICE y nitrógeno mineral fueron altos; el nivel de fosforo medio; sin embargo los niveles de acides cambiable y potasio

disponible fueron bajos a medios, estos hallazgos confirmaron lo reportado por IIAP (2003).

Efecto del uso anterior sobre la condición del suelo de los bosques secundarios.

Los resultados muestran que tanto el espesor de hojarasca sobre el suelo, densidad aparente, porcentaje de arcilla y limo presentaron diferencias significativas ($P < 0.05$) debido a las categorías de uso anterior. Los bosques secundarios que tuvieron un uso anterior liviano mostraron un 53% más espesor de hojarasca sobre el suelo frente a los bosques secundarios con uso fuerte; además de un 3.4% más densidad aparente en bosques secundarios con uso fuerte frente a bosques secundarios con uso liviano, similar comportamiento fue reportado por Uhl (1987); sin embargo, muchas veces la presencia misma del bosque secundario podría enmascarar en gran medida el efecto de uso de tierras (García-Montiel, 2002; Soudre 2004).

Efecto de la edad de abandono sobre la condición del suelo de los bosques secundarios.

Los datos revelan que la acidez intercambiable, calcio y capacidad de intercambio catiónico, presentaron diferencias significativas ($P <0.05$), debido a las categorías de edad de abandono, es decir, los bosques secundarios de edad juvenil presentaron 17% más acidez, 18% más calcio y 15% más CICE, frente a los bosques secundarios de edad madura. La edad de abandono también correlacionó negativamente con el calcio ($r=-0.45$; $P < 0.01$), esto indicaría que el calcio disponible en el suelo disminuiría conforme avanza la edad del bosque secundario. Estas diferencias posiblemente se deban a que conforme el bosque secundario es más viejo, los arboles requerirían frecuentemente de calcio y conforme se establece por más tiempo tendrían una mayor oportunidad de absorber el calcio disponible en el suelo.

Efecto de la composición florística del bosque secundario sobre la condición del suelo.

De todas las variables de suelo evaluadas, el potasio, el porcentaje de saturación de aluminio y el porcentaje de bases presentaron diferencias significativas ($P < 0.05$) debido al factor tipo florístico, es decir, los bosques secundarios tipo bolainal mostraron 35% más potasio frente al tipo bolashal; estos resultados guardan relación con el alto porcentaje de saturación de bases y posiblemente a que la vegetación dominante del bolainal no requiera frecuentemente del potasio.

Relaciones de los suelos con la productividad del bosque.

El porcentaje de arcilla correlacionó en forma negativa con la densidad aparente y la intensidad de uso agrícola (r=- 0.81, r=- 0.60; P < 0.01), esto confirmaría que las variables de uso influirían en la distribución de partículas que componen la textura del suelo, asimismo, el porcentaje de limo correlacionó positivamente con la intensidad de uso agrícola, período de desmonte y densidad aparente (r=0.58, r=0.59, r=0.45; P < 0.01). Por otro lado, el calcio correlacionó negativamente con la altura dominante de *G. crinita* y el volumen del bosque secundario (r=-0.53, r=-0.46; P < 0.01). El nivel de fósforo correlacionó de forma negativa con la altura media, densidad del bosque secundario y densidad de *G. crinita* (r=-0.54, r=-0.46, r=-0.54; P < 0.01); similar comportamiento resultó entre el nivel de potasio con los índices de diversidad (shannon), densidad y el área basal (r=- 0.55, r=-0.46 y r=-0.47; P < 0.01).

Relaciones entre las características del suelo y la clase altitudinal e los bosques secundarios.

Los resultados estimados mostraron diferencias significativas (P < 0.05) debido al factor altitudinal, donde el 77% de los bosques secundarios del sector alto (166-176 msnm) resultaron ser más productivos frente a los bosques secundarios del sector bajo (145-165 msnm). No obstante, no se encontraron diferencias significativas (P < 0.05) entre ninguna de las variables químicas del suelo, aunque para el caso de fosforo y potasio, el diagrama de fertilidad de suelos (figura 6), muestra que en el sector alto los niveles de fosforo y potasio son menores, frente a los del sector bajo, sí a esto le sumamos que el sector bajo presentó la menor productividad para *G. crinita*; por lo tanto, el fosforo y potasio no serían elementos tan críticos para el crecimiento y productividad de *G. crinita*, aunque sí sería más exigente con los niveles de materia orgánica, pH, calcio y evidentemente bajos porcentajes de aluminio.

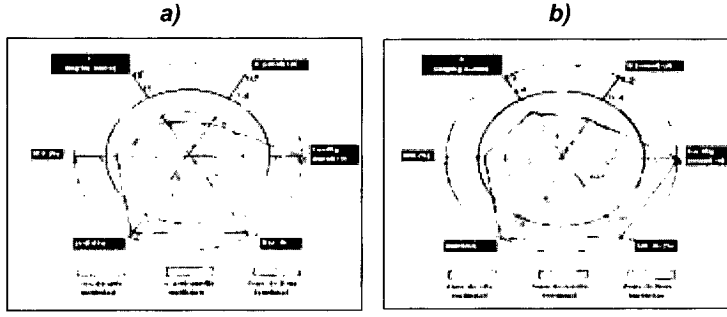


Figura 6. Diagrama de fertilidad de suelos de la cuenca media del río Aguaytía, desde el distrito de Curimana hasta Nueva Requena, Pucallpa, Perú. a) Sector Alto: 166-176msnm. b) Sector bajo: 145-165msnm.

Lo antes mencionado, se evidencia en la tabla 3, donde la productividad fue significativamente mayor en los bosques secundarios del sector alto.

Tabla 03. Valor promedio de las variables estructurales de la vegetación secundaria en función a dos categorías de altitud en 26 bosques secundarios, individuos de dap ≥10cm. Prueba de comparación Duncan ($p < 0.05$).

Factor	Categoría	Variables Estructural de la vegetación: Altura dominante de bolaina (m)	P	Volumen total de bolaina / ha	P	Número de individuos / ha.	P	Área basal (m^2/ha.)	P	Volumen total (m^3/ ha.)	P
Altitud	Sector alto (166-176msnm)	20.13	*	143.37	*	1028.42	*	17.38	*	202.74	*
	Sector bajo (145-165msnm)	15.90		80.79		765.71		11.67		122.75	

*Significativo P < 0.05

CONCLUSIONES

El uso anterior, influye negativa y significativamente ($P < 0.05$) sobre la productividad de los bosques, es decir, en términos de área basal, volumen total de la vegetación secundaria; así como la densidad y el volumen total de *G. crinita*.

La edad de abandono, influye positiva y significativamente ($P < 0.05$) sobre la altura dominante y volumen total de la especie *G. crinita*. Pero influiría negativamente ($P < 0.05$) en las propiedades químicas (acidez, calcio y capacidad de intercambio catiónico) del suelo de los bosques

secundarios, es decir, que mientras mayor sea la edad del bosque secundario (≥6 años) se absorberá más calcio disponible del suelo.

El uso anterior y la edad de abandono, simultáneamente, tienen influencia negativa ($P < 0.05$) en las proporciones de arcilla y limo, en los contenidos de pH (con tendencia a la neutralidad) y en la disponibilidad del potasio del suelo. Aunque el tipo florístico del bosque secundario, es decir, el bosque de tipo bolainal, por sí solo influye positivamente ($P < 0.05$) en los niveles de potasio disponible del suelo, porcentaje de saturación de aluminio y porcentaje de saturación de bases.

El rango altitudinal influye positiva y significativamente ($P < 0.05$) sobre las propiedades físicas y químicas de los suelos y sobre en variables estructurales de la vegetación (altura dominante y volumen total de bolaina; número de individuos por hectárea; área basal y volumen total del bosque); es decir, aunque el sector bajo presentó químicamente una fertilidad buena, la mayor productividad de *G. crinita* se presentó en el sector alto, confirmando que esta especie no requeriría de altos contenidos de fósforo y potasio. Por otro lado, no se demostró que la presencia de ciertas especies de la vegetación secundaria obedezca a determinadas prácticas antropogénicas; sin embargo, el tipo de bosque (florístico) tiene influencia significativa sobre las variables de riqueza y diversidad (familia, género, especie e índices de diversidad).

Finalmente, la jerarquía de los factores que influyen en la productividad de los bosques secundarios, estaría determinado en primer lugar por la condición altitudinal, seguido simultáneamente, por el uso anterior y la tipología florística, y finalmente por la edad de los bosques secundarios.

RECOMENDACIONES

Para una microzonificación del sitio con fines de cultivar a la especie *G. crinita*, se deberían considerar los requerimientos edafológicos adecuados para su desarrollo; así como las categorías altitudinales propuestas en este estudio, aunque la aplicación metodológica también podría extrapolarse a otros sectores de dicha cuenca.

BIBLIOGRAFÍA

BALDOCEDA, R. 1991. Silvicltura de la Bolaina blanca (*Guazuma crinita* Mill). Temas forestales. Pucallpa. 9p.

CIFOR, CATIE, BID, EMBRAPA, UCA, 1998. Protocolo de levantamiento de vegetación en bosques secundarios. Proyecto de Investigación, manejo de bosques secundarios en América Tropical. 16 p.

COLWELL, R. 2005. Software Estimates Statistical estimation of species richness and shared species form samples (disco compacto) version 5. University of Connecticut. USA.

FINEGAN, B. 1992. El potencial de manejo de los bosques húmedos secundarios neotropicales de tierras bajas. Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza, CATIE, Turrialba, Costa Rica. 27 p.

FINEGAN, B. 1997. Bases Ecológicas para el manejo de bosques secundarios de las zonas húmedas del trópico americano con énfasis sobre la producción de madera. Taller internacional sobre el estado actual y potencial de manejo y desarrollo del bosque secundario tropical en América Latina. Pucallpa-Perú. Doc. 10 CATIE. 20p.

GARCÍA-MONTIEL, D. 2002. El legado de la actividad humana en los bosques Neotropicales contemporáneos. En Puerto Rico. Ecología forestal y Management 61: 57-78p.

GÓMEZ-POMPA A; VASQUEZ-YANES C. 1981. Succesional studies of a rain forest in México. In: Forest sucession, concepts and application. Ed. By DC west, HH Shugart, D.B Botkin. Berlín, Alemania. Springer-Verlag. 246-266.

GUERRA, H 2007. Elaboración de tablas de volumen y rendimiento comercial de un rodal natural de *Guazuma crinita* Mart. (Bolaina blanca) en la zona de Malvinas, distrito Curimana, Región de Ucayali. IIAP-UNU, Practicas Preprofesionales. Pucallpa, Perú. 23p.

HERRERA, B. 1996. Evaluación del efecto de sitio en la productividad de las poblaciones de dos especies dominantes en un bosque tropical de la tercera fase de la sucesión secundaria en Costa Rica. Tesis Mg. Sc. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 152p.

HERRERA, B., CAMPOS, J., FINEGAN, B., ALVARADO, A., 1999. Factors affecting site productivity of a Costa Rican secondary rain forest in relation to Vochysia ferruginea, a commercially canopy tree species. Forest Ecology and Management 118, 73-81.

IIAP, 2003. Propuesta de Zonificación ecológica, económica de la cuenca del río Aguaytía. Pucallpa – Perú. 125p.

CINFOSTAT. 2004. Software Estadístico InfoStat (disco compacto) versión 2004. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Cordova, Argentina.

MORAN, E; PACKER, A; BRONDIZZIO, E; TUCKER, J. 1996. Restoration of vegetation cover in the Eastern Amazon. Ecological Economic 18:41-54 p.

MCCUNE, B; GRACE, J. 2002. Analysis of Ecological Communities. Gleneden Beach, Oregon, USA. 300p.

MCCUNE, B; MEFFORD, M. 1999. Software PC-ORD. Multivariate Analisys of Ecological Data (disco compacto) version 4. MjM. Gleneden Beach, Oregon, USA. 237p.

NYE, P; GREENLAND, D. 1960. The soil under shifting cultivation. Technical Communication 50. Commonwealth Bureau of soil. Harpenden, England. 156p.

SANCHEZ, PALM. CA; DAVEY CB; SZOTT LT; RUSSELL CE. 1995. Tree crops as improvers in the humid tropics? In Attributes of trees as crops plants. Ed by cannell, MG; Jackson, JE. Abbots Ripton, Huntington, England. P 327-350.

SOUDRE, M. 2004. Factores que influyen sobre las características del suelo y la vegetación secundaria regenerada en Pasturas abandonadas del Cantón de Hojancha; Guanacaste, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 111p.

UHL, C. 1987. Factor controlling succession following slash and burn agricultura in Amazonia. Journal of Ecology 75: 377-407.

UHL, C., BUSCHBACHER,R., SERRAO, E.A.S., 1988. Abandoned pastures in Eastern Amazonía. I Patterns of plant succession. Journal of Ecology 76, 663-681.

ZÚÑIGA, 2007. Programa de interpretación de análisis de suelo (PIAS). Version 1.0 beta (Demo). Pucallpa, Perú.

Reconocimiento e identificación de hongos xilófagos y cromógenos de importancia forestal en las industrias de aserrío y laminado de Pucallpa

Recognition and identification of wood decay fungi and chromogen importance of forest industries and rolling Pucallpa aserrí

Tania Magnolia Cenepo Chávez [1] Carmen Leticia Guevara Salnicov [2]

RESUMEN

En el país, pocos son los trabajos de investigación relacionados con el ataque de hongos, el objetivo principal de esta investigación es reconocer e identificar los hongos xilófagos y cromógenos de importancia forestal que causan daño a la madera en las industrias de aserrío y laminado de Pucallpa y los resultados reportar a instituciones estatales (SENASA) para que sirva de base para las medidas fitosanitarias de prevención en la importación y exportación de madera.

Se realizaron expediciones micológicas periódicas (fase de campo) para luego ser identificados (fase de laboratorio) en el Centro de Diagnóstico de Sanidad de Vegetal - Lima.

Los resultados evidencian que los géneros predominantes son las de hábitos lignocelulósicos o descomponedores de madera como *Schizophyllum, Pycnoporus, Ganoderma, Fomes*, entre otros, y existe otro grupo de hongos conocidos como cromógenos que producen manchas de diferentes colores como las azuladas del género *Lasiodiplodia*; en general, los hongos causan importantes pérdidas económicas los cuales aún no han sido cuantificados. Por otro lado, en Ucayali no existe una tradición etnomicológica que busque alternativas que conlleven a aprovechar y darle valor a este recurso.

Palabras clave: Identificación de hongos, clasificación taxonómica, xilófago, cromógeno, pudrición, basidiomycetes.

ABSTRACT

At home, there are few papers related to the attack of fungi, the main objective of this research is to recognize and identify wood decay

[1] Tesista de la Fac. Cs. Forestales - U NU.

[2] Miembro de la Asociación de Profesionales Forestales de Ucayali, Ingeniera Forestal.

fungi and forest importance chromogens to cause damage to wood in the sawmilling and laminate Pucallpa and results reported to state institutions (SENASA) to serve as the basis for *phytosanitary* measures to prevent the import and export of timber.

IMycological expeditions were conducted periodic (field phase) and then be identified (laboratory stage) at the Center for Plant Health Diagnostics - Lima.

The results show that the dominant genera are lignocellulosic habits or decaying wood as *Schizophyllum, Pycnoporus, Ganoderma, Fomes*, among others, and there is another group of fungi known as chromogens that produce spots of different colors such as blue *Lasiodiplodia* gender; in general, the fungus causes significant economic losses which have not yet been quantified. On the other hand, there is no tradition Ucayali etnomicológica to seek alternatives that lead to benefit and give value to this resource.

Keywords: Identification of fungi, taxonomic classification, xilophagous, chromogen, rot basidiomycetes.

INTRODUCCIÓN

En gran parte de la región Ucayali se observa enormes pérdidas de madera que causan los hongos y que no son tomadas con la debida importancia, es decir, su control o mitigación debido a la escasa información sobre ellos limita de manera considerable al problema que se tiene como penosa realidad en la mayoría de las industrias madereras de Pucallpa, es por ello la importancia del estudio de estos agentes bióticos, siendo necesario realizar reportes de especimenes que sean acreditados por instituciones autorizadas (SENASA) que en convenio con la UNU a través del proyecto de identificación de plagas forestales se da a conocer las identificaciones de los principales géneros que afecten a la madera.

Peraza (2001) afirma que de acuerdo con su naturaleza se dividen en hongos perfectos (Ascomicetos y Basidiomicetos) y hongos imperfectos y según el daño provocado a la madera en hongos cromógenos y hongos xilófagos.

Hongos xilófagos: Los hongos lignívoros definidos también como marcescentes, a diferencia de los hongos cromógenos, se nutren de las sustancias de las que están constituidas las paredes celulares (celulosa y lignina) provocando la destrucción completa de la madera; el resultado final de este ataque recibe el nombre de ataque de pudrición.

a) Hongos Agaricales:

- Cuerpo fructífero laminar, de consistencia generalmente suave, llamados hongos de sombrero o setas.
- Himenio con láminas o agallas. Láminas pocas veces separadas.

b) Hongos Polyporales:

- Cuerpo fructífero en estratos, de consistencia generalmente dura o coriácea, llamados hongos en repisa o casco de caballo.
- Himenio con poros o tubos. Algunas veces en forma laminar.
- Esporocarpo sésil, ungulado o aplanado y perenne, es decir, cada año produce una nueva capa himenial en estratos.
- Esporas lisas y produce una podredumbre muy típica.

Morfología de los políporos.

Robledo (2006). La taxonomía de los políporos, como la de todos los macromycetes se basa principalmente en las características morfológicas de la fructificación.

a) Tipos de Pudrición:

Pudrición parda: causada por el hongo Basidiomiceto los cuales secrecionan enzimas que destruyen la celulosa blanca, dejando intacta la lignina oscura. La madera se agrieta en forma de prisma o de cubo perdiendo su consistencia.

Pudrición blanca: es causada por hongos Basidiomiceto los cuales segregan enzimas hasta destruir no sólo la celulosa sino también la lignina. La madera queda reducida a una masa fibrosa blancuzca.

Pudrición blanda: Es causada por algunos hongos Ascomiceto y de varios hongos imperfectos. La madera se presenta en estado húmedo, esponjoso y blando y con color más oscuro.

Hongos cromógenos: Estos hongos se nutren de las sustancias de reserva (azúcares y almidones contenidos en la albura) que se encuentran en el interior de las células. Bazán (1970).

Factores que influyen en la degradación de la madera (Robledo, 2006).

- **Humedad:** Aproximadamente alrededor de un 26% de humedad con relación al peso de la madera en necesario para que comience el proceso de la degradación, alcanzando un óptimo en 40%. Estos porcentajes varían de acuerdo a las distintas especies de hongos.
- **Temperatura:** La temperatura óptima oscila entre 24-30 °C creciendo en agar. Sin embargo, el efecto de la temperatura sobre el desarrollo de los hongos en la naturaleza no es bien conocido.
- **Otros:** El contenido de nitrógeno, el pH y la anatomía de la madera también influyen en el proceso de degradación. La combinación de todos estos factores mencionados y las capacidades degradativas de las especies de hongos determinarán en última instancia la composición de las especies presentes en la madera y la magnitud del proceso de degradación.

Prospección de hongos xilófagos y cromógenos.

Según SENASA (2006) para el reconocimiento del área a trabajar se debe realizar un recorrido por las industrias de aserrío y laminado de la madera, realizándose la prospección en madera rolliza y aserrada.

El objetivo de esta investigación es reconocer e identificar los hongos xilófagos y cromógenos de importancia forestal que causan daño a la madera en las industrias de aserrío y laminado de Pucallpa con la finalidad de saber el nivel de deterioro que causan, de esta forma incentivar al estudio detallado de cada especie ya que los hongos pueden constituir pérdidas de recursos importantes; además ser partícipe del aporte que se logre otorgar al Centro de Diagnóstico de Sanidad Vegetal para que sirva de base para la implementación de medidas fitosanitarias de exportación e importación.

MATERIAL Y METODOLOGÍA

MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.

El método utilizado fue descriptivo usando las técnicas de observación, colecta de campo, manejo de especimenes y comparación especificada en la bibliografía.

PARA LA PROSPECCIÓN EN ASERRADEROS.

El estudio se realizó en 16 aserraderos y 3 laminadoras de Pucallpa ubicados en el Departamento de Ucayali, provincia de Coronel Portillo, Distritos de Manantay y Callería, seleccionados previa inspección y en función a su disponibilidad de madera rolliza y aserrada y estado sanitario de sus instalaciones (patio de trozas y patio de secado).

Reconocimiento del área a trabajar:

Se realizó un recorrido por las industrias de aserrío y laminado de la madera donde se observó a los hongos xilófagos (basidiocarpos) y cromógenos (cuerpo pulvurento).

Para el hongo:

a) Descripción macroscópica del hongo y de su hábitat.

Con la ayuda de una lupa se pudo observar ***in situ*** algunas de las características organolépticas de los hongos que atacan a la madera en troza y aserrada, donde se tomó en cuenta las siguientes características: forma, dimensión, color, contexto, himeneo, olor y otras características visibles con la lupa.

Para la descripción de su hábitat se anotó las siguientes características: clasificación de la madera (rolliza o aserrada), especie a la que ataca (hospedante), daño encontrado en la muestra, en caso de que la madera muestre síntomas de deterioro y que no se pueda observar la estructura del agente, se tomó una muestra (porción área enferma y área aparentemente sana) para su envío al laboratorio.

b) Colección y empaque de hongos.

Se obtuvo muestras con un serrucho curvo extrayendo el cuerpo fructífero del hongo y/o una parte del sustrato (madera) no

menor de 2 cm de profundidad, luego se empaquetó cuidadosamente en papel encerado; finalmente se etiquetó para su introducción en la caja de material térmico (tecnopor). En el etiquetado se tuvo en cuenta: número de muestra, localidad, fecha de colección, huésped, signo, síntoma que presentó y colector.

Se realizó un recorrido por las industrias de aserrío y laminado de la madera donde se observó a los hongos xilófagos (basidiocarpos) y cromógenos (cuerpo pulvurento).

CONDICIONES DE EMBALAJE PARA LA REMISIÓN DE MUESTRAS.

Descripción macroscópica del hongo y de su hábitat.

Con la ayuda de una lupa se pudo observar ***in situ*** algunas de las características organolépticas de los hongos que atacan a la madera en troza y aserrada, donde se tomó en cuenta las siguientes características: forma, dimensión, color, contexto, himeneo, olor y otras características visibles con la lupa.

Para la descripción de su hábitat se anotó las siguientes características: clasificación de la madera (rolliza o aserrada), especie a la que ataca (hospedante), daño encontrado en la muestra, en caso de que la madera muestre síntomas de deterioro y que no se pueda observar la estructura del agente, se tomó una muestra (porción área enferma y área aparentemente sana) para su envío al laboratorio.

Colección y empaque de hongos.

Se obtuvo muestras con un serrucho curvo extrayendo el cuerpo fructífero del hongo y/o una parte del sustrato (madera) no menor de 2 cm de profundidad, luego se empaquetó cuidadosamente en papel encerado; finalmente se etiquetó para su introducción en la caja de material térmico (tecnopor). En el etiquetado se tuvo en cuenta: número de muestra, localidad, fecha de colección, huésped, signo, síntoma que presentó y colector.

REMISIÓN DE MUESTRAS.

- Las muestras se colocaron primero en bolsas de papel a fin de mitigar la transpiración y luego en bolsas de plástico.

- Las muestras fueron refrigeradas después de su colección hasta llegar a su destino (SENASA – Lima).
- Se colocaron las muestras en una caja de material térmico (tecnopor).
- Los frutos jugosos y otros tejidos frescos suculentos o los basidiocarpos de los basidiomicetos, se limpiaron del exceso de humedad, luego se envolvieron individualmente en doble papel toalla seco. Se recomienda también colocar algún material esponjoso (papel corrugado, pedazos o bolitas de material térmico (tecnopor) entre los frutos envueltos, para evitar se movilicen dentro de la caja y se golpeen o dañen en el viaje hacia el laboratorio.
- Se identificó las muestras con etiquetas externas e internas y toda la descripción se escribió a lápiz.
- Se despacharon las muestras en días laborables y por el medio de transporte más rápido.
- Se marcó el paquete (encomienda) a nombre SENASA - Ucayali, previa coordinación para su recepción en la Unidad del Centro de Diagnóstico de Sanidad Vegetal (UCDSV) – La Molina, Lima.

Información adjunta a la muestra: Las muestras estuvieron acompañadas de la información que se solicita según la ficha de remisión de muestras formulada por SENASA.

Número de muestras remitidas: Se envió no menos de 5 muestras de material vegetal con signos y síntomas.

Envío de muestras: Finalmente las muestras recolectadas fueron enviadas al laboratorio de SENASA de Lima para el reconocimiento y/o identificación de los hongos xilófagos y cromógenos.

FASE DE LABORATORIO.

Identificación de hongos: Comprende las descripciones macroscópicas y microscópicas así como la preparación de una micoteca y trabajo de gabinete, ambos se efectuaron en los laboratorios del Centro de Diagnóstico de Sanidad de Vegetal - Lima.

Estos procesos en la fase de laboratorio se realizaron de acuerdo a las metodologías de rutina y protocolos estandarizados en los laboratorios especializados del SENASA (2006), los cuales en general fueron los siguientes:

Para el caso de basidiomicetos (*basidiocarpos*):

1. Limpieza del material.
2. Toma fotográfica.
3. Secado del material por 2 horas.
4. Sellado con bolsa plástica y congelamiento del material a 5 °C por una semana.
5. Revisión de estructuras al estereoscopio y se registran los datos de color de textura, tamaño de la fructificación y de sus partes, contexto, capa de tubos, poros por milímetro, etc. (Anexo 14). Para poder observar contexto y capas de tubos se debe partir longitudinalmente la fructificación.
6. Realizar cortes histológicos a mano alzada de la fructificación para la observación de las características microscópicas del cuerpo de fructificación (esporas, sistema hifal, basidios, etc.).
7. Previo a la realización del corte se necesita tener listo un portaobjeto con una gota del reactivo (KOH 5%, azul de lactofenol o reactivo de Melzer) y depositar los cortes sobre el reactivo químico, luego cubrir con el cubreobjetos y observar las características en el microscopio.

Para el caso de hongos microscópicos en general (basidiomycetos, ascomicetos e imperfectos) la metodología es la siguiente:

1. Limpieza y desinfección del material.
2. Revisión de estructuras al estereoscopio.
3. Colocación de parte de material afectado en cámara húmeda.
4. Cortes de material afectado para su siembra en medio de cultivo.
5. Revisión al microscopio de crecimiento del hongo en medio de cultivo o cámara húmeda.
6. Extracción de estructuras del hongo para su identificación al microscopio, siguiendo clases especializadas y/o capacitaciones para tal fin.

PROCESAMIENTO DE LOS DATOS.

Una vez reportadas la información de hongos xilófagos y cromógenos que afectaron a la madera, la tesista procedió, con asistencia técnica de los profesionales de SENASA, a realizar la respectiva clasificación taxonómica hasta el nivel de género y en algunos casos hasta especie según las claves de Magdalena Pavlich (1976),

Ryvarden y Gilbertson (1994), Sutton (1980), Barnett y Hunter (2006) y Crop Protection Compendium (2005).

Plantas industriales:

Relación de platas industriales (aserrío y laminado) donde se recolectaron las muestras.

Industrias de Aserrío

1. Aserradero Arcángel E.I.R.L.	Prolongación Washington S/N - Manantay.
2. Aserradero Los Ángeles S.A.C.	Carretera Manantay KM. 3.500.
3. Aserradero San Antonio S.R.Ltda.	Av. Santa Clara S/N.
4. Aserradero Vásquez S.R.L.	Jr. Magdalena N° 515-P.J. Sn. Fernando.
5. Aserradero Villacorta S.R.Ltda.	Carretera. Manantay N° 2.200.
6. Industrial Maderera S.C.R.L.	Carretera Federico Basadre Km. 3.700.
7. Industrializadora Peruana de Maderas S.A.C.	Carretera Federico Basadre km. 6.200.
8. Perú Timber S.A.C.	Carretera Manantay km. 6.
9. Aserradero Arbe	Carretera Manantay Km 1.
10. Forestal El Misti EIRL	Carretera Manantay 4.200.
11. Aserradero Fray Martin EIRL	Carretera Manantay 4.200.
12. Industrial Forestal Cabrera SAC	Carretera Manantay Km 4.200.
13. Aserradero Mario Pezo	Carretera Manantay Km 4.500.
14. Aserradero Ezcurra SAC	Calle Magdalena.
15. Industrial Ucayali	Carretera Federico Basadre Km 4.3.
16. Inv. Forestales San Juan SAC	Carretera Manantay Km 1.600.

Industrias de Laminado:

1. Martin Lumber S. A.	Jr. Salvador Allende N° 354.
2. Triplay Amazónico S.A.C.	Av. Centenario km. 4.500.
3. Industrial Ucayali	C. F.B. Km 4.3.

INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

materiales de campo

- Botas.
- Bolsas de papel.
- Bolsas de plástico.
- Navajas.
- Cuchillas.
- Serrucho curvo y plano.

- Machete.
- Martillo.
- Cincel.
- Libretas de campo.
- Lupa de 10X.
- Plumón indeleble.
- Algodón.
- Caja de material térmico.
- Guantes descartables.
- Alcohol 96°.
- Pinza.

EQUIPOS DE CAMPO:

- Sistema de posicionamiento geográfico.
- Brújula.
- Cámara digital.
- Medios de transporte (moto, motokar, camioneta).

MATERIALES DE ESCRITORIO:

- Lápiz y lapiceros.
- Papel bond A4.
- Tinta para impresora (de color y negra).
- Resaltador.

EQUIPOS DE ESCRITORIO:

- Calculadora.
- Computadora.
- Impresora.
- Memoria extraíble de almacenamiento.

MATERIALES DE LABORATORIO:

- Claves de identificación de hongos.
- Placas petri.
- Bisturí, hoja de afeitar.
- Portaobjetos y Cubreobjetos.
- Lejía al 2%.
- Agua destilada estéril.
- Algodón, papel secante.
- Vaso precipitado.
- Azul de Lactofenol.
- KOH 5%.
- Reactivo de Melzer.

- Esmalte sellador.
- Gotero.
- Plumón indeleble.
- Medios de Cultivo:
  Extracto de Malta Agar + Peptona + Oxitetraciclina.
  Papa Dextrosa Agar + Peptona + Oxitetraciclina.
  Papa Dextrosa Agar + Oxitetraciclina.
  Papa Dextrosa Agar + Oxitetraciclina + Benlate.

equipos de laboratorio.

- Balanza graduada.
- Estufas eléctrica con termostato regulable para alcanzar temperatura de 27 2°C.
- Microscopio de cinco aumentos 10x 20x 40x 60x 100x eléctrico.
- Estereoscopio electrico.
- Cámara de flujo laminar.
- Incubadora electrica a 25° C.
- Horno con ventilador interno eléctrico.
- Refrigeradora a 5° C.
- Selladora.

asistencia técnica y asesoría.

- Materos.
- Docentes de la Universidad Nacional de Ucayali.
- Especialistas en Micología.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN:

HONGOS XILÓFAGOS.

En los resultados obtenidos se encontró 6 especies de hongos xilófagos pertenecientes a la clase basidiomycetes y 2 a la clase himenomycetes que según la JUNAC (1989), menciona que los mayores responsables de la desintegración de la madera están constituidos por los basidiomycetes y que las especies más representativas de esta clase taxonómica se encuentran dentro de la orden Agaricales y Poriales.

Tabla 01. Clasificación taxonómica de hongos xilófagos.

REINO	Fungi	**REINO**	Fungi
PHYLUM	Basidiomycota	**PHYLUM**	Basidiomycota
CLASE	Basidiomycetes	**CLASE**	Basidiomycetes
ORDEN	Poriales	**ORDEN**	Poriales
FAMILIA	Coriolaceae	**FAMILIA**	Coriolaceae
GÉNERO	***Earliella***	**GÉNERO**	***Fomes***
ESPECIE	***scabrosa***	**ESPECIE**	***fasciatus***

REINO	*Fungi*
PHYLUM	*Basidiomycota*
CLASE	*Himenomycetes*
ORDEN	*Agaricales*
FAMILIA	*Tricholomataceae*
GÉNERO	*Pleurotus*
ESPECIE	*Ostreatus*

REINO	*Fungi*
PHYLUM	*Basidiomycota*
CLASE	*Basidiomycetes*
ORDEN	*Poriales*
FAMILIA	*Coriolaceae*
GÉNERO	*Pycnoporus*
ESPECIE	*Sanguineus*

REINO	*Fungi*
PHYLUM	*Basidiomycota*
CLASE	*Himenomycetes*
ORDEN	*Poriales*
FAMILIA	*Poliporaceae*
GÉNERO	*Perennoporia*
ESPECIE	*sp.*

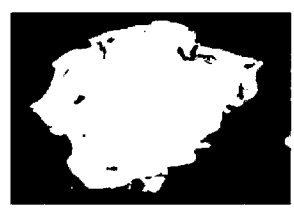
REINO	*Fungi*
PHYLUM	*Basidiomycota*
CLASE	*Basidiomycetes*
ORDEN	*Poriales*
FAMILIA	*Poliporaceae*
GÉNERO	*Dichomitus*
ESPECIE	*sp.*

REINO	*Fungi*
PHYLUM	*Basidiomycota*
CLASE	*Basidiomycetes*
ORDEN	*Agaricales*
FAMILIA	*Schizoplyllaceae*
GÉNERO	*Schizophyllum*
ESPECIE	*commune*

REINO	*Fungi*
PHYLUM	*Basidiomycota*
CLASE	*Basidiomycetes*
ORDEN	*Ganodermatales*
FAMILIA	*Ganodermataceae*
GÉNERO	*Ganoderma*
ESPECIE	*sp.*

Figura 1. Toma macroscópica del hongo xilófago.

Campo	**Laboratorio**
Earliella scabrosa	
	

Campo	Laboratorio
Fomes fasciatus	
	
Pleurotus ostreatus	
	
Pycnoporus sanguineus	
	
Perenniporia sp.	
	

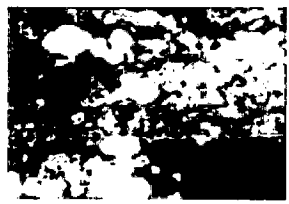
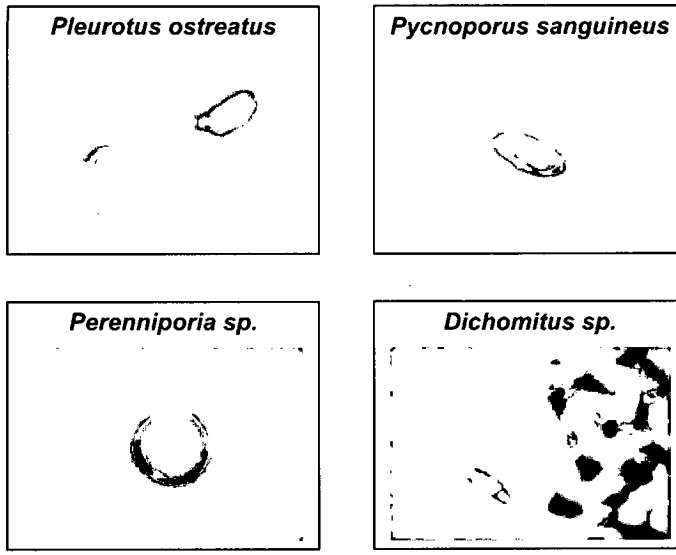
Campo	Laboratorio
Dichomitus sp.	
	
Schizophyllum commune	
	
Ganoderma sp. (Imágenes en campo)	
	

Figura 2. Toma microscópica de esporas de hongos xilófagos.

Earlliela scabrosa	*Fomes fasciatus*
	



Hongos cromógenos:

En los resultados obtenidos se encontró 3 hongos cromógenos que produjeron cambios de coloración en los tejidos de la madera que según Bazán (1970) y JUNAC (1989) éstas manchas biológicas pueden tener coloración negra, azul, roja, castaña, amarilla, marrón y gris.

Tabla 02. Clasificación taxonómica de hongos cromógenos.

REINO	*Fungi*
PHYLUM	*Basidiomycota*
CLASE	*Agaricomycetes*
ORDEN	*Corticiales*
FAMILIA	*Corticiaceae*
GÉNERO	*Athelia*
ESPECIE	*rolfsii*

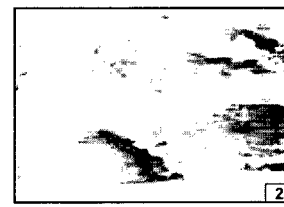
REINO	*Fungi*
PHYLUM	*Ascomycota*
GÉNERO	*Lasiodiplodia*
ESPECIE	*theobromae*
ESTATUS	*Especie anamorfo*

REINO	*Fungi*
PHYLUM	*Ascomycota*
GÉNERO	*Monilia*
ESPECIE	*sp.*
ESTATUS	*Especie anamorfo*

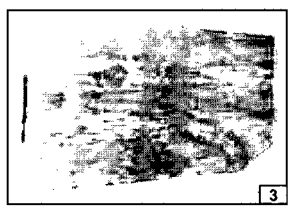
Figura 3. Toma macroscópica del huésped de los hongos cromógenos.



Virola sp.



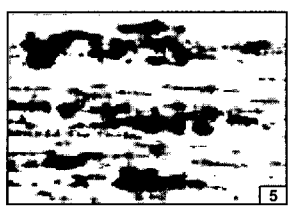
Virola sp.



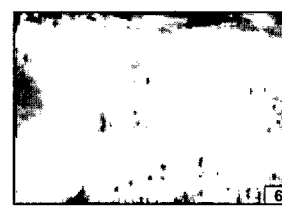
Ceiba pentandra



Guazuma crinita



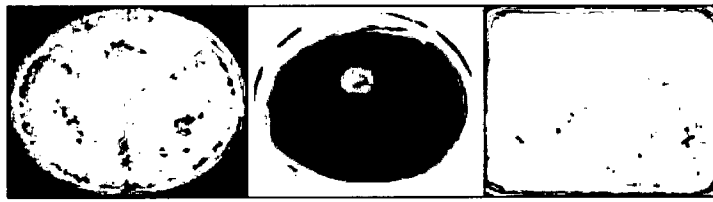
Simarouba amara



Ceiba pentandra

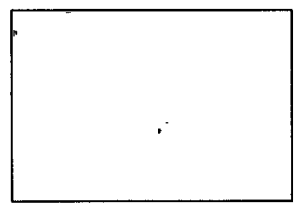
(1)Athelia rolfsii, (2-5)Lasiodiplodia theobromae, (6)Monilia sp.

Figura 4. Toma en medio de cultivo (PDA) de hongos cromógenos.

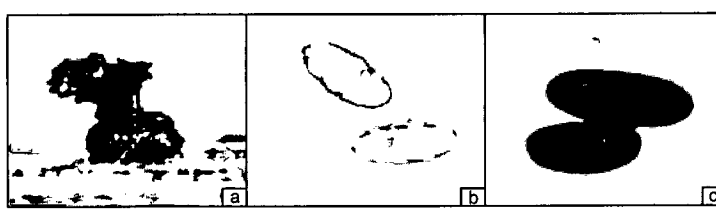


Athelia rolfsii *Lasiodiplodia theobromae* *Monilia sp.*

Figura 5. Toma microscópica de hongos cromógenos.



Hifas con septo tipo clampa (40X) – A. Rolfsii



a. Picnidia errumpente del tejido del hospedero a 90x
b. Conidias inmaduras a 20x y **c.** conidias maduras a 40x. – *L. Theobromae*

Prospección de hongos:

Se realizó el recorrido por las industrias de aserrío y se encontró fructificaciones de hongos sobre madera rolliza y aserrada, hallándose la mayoría de los hongos sobre las trozas en mal estado fitosanitario como lo indican Guevara y Llúncor (1996) al afirmar que la madera aún estando muerta otorga al hongo los nutrientes que necesita para fructificar.

CONCLUSIONES

1. Se reconocieron 8 hongos xilófagos (por causar pudriciones) y 3 hongos cromógenos (por causar cambios de coloración) en la madera.

2. Los hongos xilófagos encontrados fueron:

   Agaricales: *Pleurotus ostreatus y Schizophyllum commune*
   Polyporales: *Earliella scabrosa , Fomes fasciatus, Pycnoporus sanguineus, Perenniporia sp., Dichomitus sp. y Ganoderma sp.*

3. Los hongos cromógenos encontrados fueron: *Athelia rolfsii, Lasiodiplodia theobromae y Monilia sp.*

4. Las especies forestales afectadas por los hongos xilófagos y cromógenos fueron:.

- Bolaina (*Guazuma crinita*): *Lasiodiploda theobromae.*
- Cachimbo rojo *(Cariniana domesticata): Pycnoporus sanguineus.*
- Catahua *(Hura crepitans): Perenniporia sp.*
- Cumala *(Virola sp): Schizophyllum commune, Perenniporia sp., Athelia rolfsii, Monilia sp. y Lasiodiplodia theobromae.*
- Lupuna *(Ceiba pentandra): Earliella scabrosa, Pleurotus ostreatus, Dichomitus sp., Ganoderma sp. y Lasiodiplodia theobromae.*
- Machinga *(Brosimum sp,): Monilia sp.*
- Marupa *(Simarouba amara): Lasiodiploda theobromae.*
- Quinilla colorada *(Manilkara bidendata): Fomes fasciatus.*
- Shihuahuaco *(Dipteryx micrantha): Perenniporia sp.*

5. Casi todos los hongos pueden fructificar o esporular en madera muerta.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAZAN, S. 1970. Mancha azul de algunas maderas peruanas. In: Revista Forestal del Perú 4(1/2): 32/41. UNALM. Lima.

Crop Protection Compendium. 2005. En línea: http://www.biosecurity.govt.nz/files/biosec/consult/draft-durian-thailand-ihs-ra-spreadsheet.xls

CYBERNOME. El nomenclador de los Hongos y sus Organismos Asociados. En línea: www.cybertruffle.org.uk/cybernome/esp

GONZALES, 1974. Colección de maderas – Xiloteca Imanol Artola. En línea: www.xiloteca.net

GUEVARA L. y LLUNCOR D. 1996. Durabilidad natural y adquirida de 27 maderas tropicales en condición de campo. IN: FOLIA AMAZONICA 5(1-2):197-207.

INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES. 2001. Estadística forestal. Centro de Información Forestal. Pucallpa, Perú.37 p.

JUNAC. Junta del Acuerdo de Cartagena. 1989. Manual del grupo andino para la preservación de maderas.

PAVLICH, MAGDALENA. 1976. Ascomycetes y Basidiomycetes del Perú I con énfasis en especies de la ceja de montaña y selva tropical. Memorias del Museo de Historia Natural "Javier Prado" Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

PERAZA, F. 2001. Protección preventiva de la Madera. Boletín de información técnica. Publicaciones AITIM. Madrid, España. 11 p.

ROBLEDO, GERARDO. 2006. Curso post-congreso: Taxonomía, ecología y diversidad de políporos. Cusco, Perú. 32 p.

RYVARDEN, L & GILBERTSON, R. L. 1985. Some new combinations in the Polyporaceae. Mycotaxon 22 (2): 363-365

RYVARDEN, L & GILBERTSON, R. L. 1994. European Polypores Part 1.

SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD AGRARIA - SENASA. 2006. Manual de procedimiento de toma y envío de muestras de hongos, chromistas, bacterias y virus. Subproyecto: "Identificación e inventario de insectos, hongos y chromistas de importancia forestal en regiones de Huánuco, Junín, Lima, Loreto, Madre de Dios, San Martín y Ucayali". Lima, Perú.

SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD AGRARIA - SENASA. 2006. Proyecto: "Identificación e inventario de insectos, hongos y chromistas de importancia forestal en regiones de Huánuco, Junín, Lima, Loreto, Madre de Dios, San Martín y Ucayali". La Molina, Lima, Perú. 18 p.

BIBLIOTECA CENTRAL UNU

"El aire y el agua se agotan, los boques se reducen, muchas especies de animales se extinguen por la caza, pesca y destrucción de sus hábitats naturales ¡Protéjelas!"

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
Vicerectorado Académico
Dirección General de Investigación
Instituto de Investigación de Recursos Naturales
de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales