ISSN 1992-0415

REVISTA FORESTAL DE UCAYALI

Vol. 7 Año 2011 Nº 1



Árbol Plus de Shihuahuaco del bosque Macuya



Árbol Plus de Quinilla del bosque Macuya



Plántulas de Irapay en vivero

PUCALLPA, PERÚ

ISSN 1992-0415

REVISTA FORESTAL DE UCAYALI

Rev. For. Ucayali

Vol. 7 Año 2011 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

RECTOR

Ing. Edgar Juan Díaz Zuñiga, M.Sc.

VICERRECTOR ACADÉMICO

Ing. Roly Baldoceda Astete, M.Sc.

VICERRECTOR ADMINISTRATIVO

Ing. Jorge Raúl García Cavalie, M.Sc.

DIRECTOR GENERAL DE INVESTIGACIÓN

Ing. Mack Henry Pinchi Ramírez, M.Sc.

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

COMITÉ EDITORIAL

Ing. Manuel Iván Salvador Cárdenas, M.Sc.
Ing. Fernando Velázquez de la Cruz, M.Sc.
Ing. Rubén Dario Manturano Pérez, M.Sc.

EDITUNU
Carretera Federico. Basadre Km 6
Teléfono: (061) 573739-Anexo 203
Fax:(061) 592236
Email: dgiunu@gmail.com
Pucallpa , Perú

Diseño Gráfico: Claudia Katherine Medina Padilla
Traducción Español/Ingles: Gilberto Antonio Panduro Panduro

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.7 2011 Nº1

Anddy Christian Scharff Galán, Manuel Iván Salvador Cárdenas, Victor Augusto Araujo Abanto Roede.

"Aptitud de la Madera de Cuatro Especies del Género *Cecropia L.* (cetico) en la Fabricación de Embalaje tipo caja para Papaya en Pucallpa". 5

Braulio Ríos Carrión, Rubén Dario Manturano Pérez.

"Celeridad de Germinación con Tratamiento Físico Químico a Semilla de Testa Impermeable de las Especies *Ormosia Sp, Copaifera. Paupera,* (herzog) Dwyer y Schizolobium *Amazonicum* huber ex duke en Pucallpa - Perú". 47

Melchor Herbert Dolmos Castro.

" Derivados Químicos del Carbón Vegetal en la Amazonia Peruana Pucallpa - 1997". 63

Eduardo Santo Hidalgo Rucowa, David Gerardo Lluncor Mendoza, Manuel Iván Salvador Cárdenas.

"Determinación de la Estructura Anatómica de la Madera de *Trichilia pleeana* (a. juss) c.dc. (Uchumullaca)". 74

Manuel Iván Salvador Cárdenas, Diana Carolina Salvador Osores.

"Determinación del Factor de Espaciamiento para la Cubicación de Madera Corta". 93

Wilington Carlos Vela Marroquín, Carlos Panduro Carbajal.

"Determinación del Rendimiento y Análisis Gravimétrico del Carbón Vegetal de la Madera del Género *Dypterix* (Shihuahuaco) en un Horno Colmena". 104

Mueras Leysi, Soudre Manuel, Guerra Héctor, Limache Aparicio, Pérez F., Mesen F.

" Efecto del Sustrato, Dosis de Ácido Indolbutírico y Características Morfológicas en el Enraizamiento de Estacas Juveniles de Tornillo (*Cedrelinga cateniformis* ducke) Utilizando Propagadores de Sub - Irrigación, en Pucallpa - Ucayali, Perú". 134

Oscar Baltazar Vela, Victor A. Araujo Abanto.

"Estudio Etnobotánico y de Mercado de Productos Forestales no Maderables Extraídos del Bosque y Áreas Afines en la Ciudad de Pucallpa - Perú". 158

Melchor Herbert Dolmos Castro, Jacinto Joaquin Vértiz Osores, Robert Richard Cucho Flores.

"Evaluación de Calefactores Domésticos Reciclando el Aserrín para Uso Domestico y Tratamiento del Agua para Consumo Humano - Pucallpa, 2004". 168

Fernando Velásquez De La Cruz, Manuel Iván Salvador Cárdenas.

"Evaluación y Utilización de la Guadua Sarcocarpa Londoño & Peterson en el Bosque de la Unu - Macuya". 182

Juan Pablo Ferreyros Sánchez, Edgar Juan Díaz Zuñiga.

"Influencia de Polos de Desarrollo sobre los Patrones de Uso de la Tierra, en la Zona de Campo Verde, Pucallpa - Perú". 218

Aparicio Limache Alonzo.

"Supervivencia de Plantones Logrados por Siembra Directa en un Sistema de Reforestación Bajo Dosel Protector". 237

APTITUD DE LA MADERA DE CUATRO ESPECIES DEL GÉNERO *Cecropia L.* (CETICO) EN LA FABRICACIÓN DE EMBALAJE TIPO CAJA PARA PAPAYA EN PUCALLPA

FLAIR OF THE WOOD OF FOUR SPECIES OF THE GENUS *Cecropia L.* (CETICOS) IN MANUFACTURE OF PAPAYA PACKAGING BOX TYPE IN PUCALLPA

Anddy Christian Scharff Galán [1] Manuel Iván Salvador Cárdenas [2]
Víctor Augusto Araujo Abanto [3]

RESUMEN

El objetivo general fue determinar las propiedades físicas de la madera de *Cecropia membranacea* Trecul, *Cecropia engleriana* Snethlage, *Cecropia Polystachya* Trecul y *Cecropia sciadophylla* Mart. (ceticos) y su aptitud tecnológica para la fabricación de embalajes tipo caja para frutos de papayas. El trabajo se realizó en el laboratorio de tecnología de la madera de la Universidad Nacional de Ucayali, ubicada en la Carretera Federico Basadre Km. 6. Distrito de Callería, provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali.

Los resultados ponen en evidencia las propiedades físicas de la madera de *Cecropia membranacea* Trecul, *Cecropia engleriana* Snethlage, *Cecropia polystachya* Trecul y *Cecropia sciadophylla* Mart, como el contenido de humedad máxima, diferentes densidades y contracciones de la madera. El peso promedio de los frutos de "papaya" por caja (8.49 kilos) y el peso total promedio de las cajas cargadas de frutos (9.76 kilos).

Así mismo se encontró que los embalajes hechas de madera de *Cecropia polystachya* Trecul, presentó una resistencia a la compresión de 3618.13 kg, frente a 3000 kg exigido por la norma. Las flexiones estáticas de fondo de las cajas de las 4 especies de "cetico", presentaron valores entre 1.07 y 1.45 mm, muy por debajo del valor máximo 8 mm exigida por la Norma. Las cajas de madera de *Cecropia polystachya* Trecul, resistieron toda las pruebas de caída libre de 1.20 m de altura; mientras que las cajas de madera de *Cecropia polystachya* Trecul y de *Cecropia sciadophylla* Mart, no superaron la prueba en caída libre por la esquina de 1.80 m de altura. La madera de *Cecropia polystachya* Trecul, posee mejores propiedades físicas y mejor comportamiento a los

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

ensayos como embalaje, en consecuencia la madera de esta especie posee aptitudes para ser utilizadas en embalajes para frutas.

Palabras clave: *Cecropias*, cetico, embalajes de madera, cajas de madera, madera de cetico.

ABSTRAC

The overall objective was to determine the physical properties of the wood of *Cecropia membranacea* Trecul, Snethlage *engleriana Cecropia*, *Cecropia Cecropia polystachya sciadophylla* Trecul and Mart. (CETICOS) technology and its ability to manufacture box-type packaging for fruit papaya. The work was conducted in the laboratory of Wood Technology of the Universidad Nacional de Ucayali, located at Km 6 Carretera Federico Basadre. Callería district, province of Coronel Portillo, Ucayali department.

The results demonstrate the physical properties of the wood of *Cecropia membranacea* Trecul, Snethlage *engleriana Cecropia*, *Cecropia Cecropia polystachya* Trecul and *sciadophylla* Mart, as the maximum moisture content, different densities and contraction of wood. The average weight of the fruits of "papaya" per box (8.49 kilos) and the average total weight of the boxes full of fruit (9.76 kilos).

It also found that packaging made from wood of *Cecropia polystachya* Trecul presented a compressive strength of 3618.13 kg against 3000 kg required by the standard. The push static bottom of the boxes of the 4 species of "cetico" levels between 1.07 and 1.45 mm, well below the maximum 8 mm required by the Standard. Wooden boxes of *Cecropia polystachya* Trecul, withstood all tests of free fall of 1.20 m, while the wooden crates of *Cecropia Cecropia polystachya* Trecul and *sciadophylla* Mart, failed the test in free fall around the corner of 1.80 m high. The wood of *Cecropia polystachya* Trecul, has better physical properties and improved performance to tests such as packaging, therefore the wood of this species has skills to be used in packaging for fruit.

Key words: *Cecropias*, cetico, wood packaging, wooden boxes, wooden faceted.

INTRODUCCIÓN

Actualmente los problemas de embalaje que se plantean en los países en desarrollo en relación con el transporte de productos agrícolas dentro del mercado nacional e internacional, se vienen resolviendo satisfactoriamente mediante el uso de la madera, independientemente del desarrollo tecnológico del país; pues la fabricación de embalajes de madera puede variar desde la fase artesanal hasta la industrial y adaptarse continuamente a las necesidades del país (Catalá R, 2002).

En el Perú, específicamente en la costa se ha venido utilizando los embalajes de madera para el transporte de productos agrícolas como frutas y hortalizas, mientras que en la selva baja específicamente en la Región de Ucayali no existía la costumbre de utilizar los embalajes de madera para el transporte de productos agrícolas, sin embargo con la introducción de cultivos como el noni, camu camu, plátano de seda y últimamente la papaya, productos requeridos en el mercado nacional, se da inicio a la utilización de los embalajes de madera para su transporte a diferentes puntos del país (Valdivieso M, 2001).

De las especies forestales que han sido investigadas sus características tecnológicas de la madera, se ha encontrando diversos usos en función de sus propiedades físicas y mecánicas. Sin embargo, una de las especies que no ha merecido la atención, excepto como pulpa para papel, ha sido el "cetico", que en bosques secundarios tiene una abundancia. Hoy en día, se tiene conocimiento que la madera de cetico se usa para la fabricación de embalajes para el transporte de frutas, debido a la liviandad de su madera, ante la gran demanda que existe. (Gutiérrez V., 2001).

El "cético" es una especie de rápido crecimiento, actualmente solo se ha trabajado a nivel de género, desconociéndose si pertenece a diferentes especies. Así mismo se conoce poco de sus propiedades físicas, mecánicas y tecnológicas de la madera y por ende no permite orientar la transformación mecánica de su madera y recomendar su mejor uso, ya que en los trabajos de pulpa para papel se necesitaría una mayor inversión haciendo su elaboración más costoso de esta especie caso contrario ocurriría en la fabricación para embalaje Arellano R. (2000). De allí nace la necesidad de efectuar estudios de la madera de cuatro especies del género *Cecropia*.

En la región Ucayali, el aprovechamiento de las especies maderables proviene fundamentalmente de los bosques naturales y con especies que tienen una alta selectividad (INRENA, 2007). Por otro lado, los bosques secundarios o purmas son originados por la tumba y quema de los bosques, efectuada por la agricultura migratoria, la cual se deforestan anualmente 261,158 hectáreas. Se calcula que en a Amazonía deben existir alrededor de 8 millones de hectáreas de estas formaciones forestales, en diferentes edades o estadíos sucesionales, según el Ministerio de Agricultura - INRENA (2007); estas tierras, que alguna vez fueron exhuberantes bosques, son abandonadas luego de unos pocos años de aprovechamiento agrícola, como parte de un sistema de barbecho o descanso de las tierras, dando lugar al crecimiento de una vegetación vigorosa y pionera constituida por especies arbustivas y arbórea; las especies que se encuentran allí, tienen una alta potencialidad de variados usos y dentro de estas se encuentra la especie del género *Cecropia* (Cetico).

En un inventario realizado en la zona de Neshuya y Curimaná se registró los árboles de cetico con una abundancia (arb/ha) de 6.1 %, dominancia (arb/ha) de 9.2% y una frecuencia del 3.8 % obteniendo el IVI del 19.12 %, dando un resultado mayor la bolaina blanca (*Guazuma crinita*) con un IVI del 21.02 % (Nalvarte, 2000). En una evaluación realizada en un área de 2000 hectáreas en la zona del Bajo Shiringal (provincia de Padre Abad) se registró 38 especies con 405 m^3 siendo el género *Cecropia* (cetico) con un volumen de 32.32 m^3 (Rios J, 2006).

La madera del género Cecropia (cetico) puede constituir una alternativa de ingreso económico para los pobladores de la zonas rurales, debido a que la madera es de baja densidad, de buena trabajabilidad, razón por la que se está utilizando en la fabricación de embalajes para el transporte de frutas hacia los centros de abastos ya que anteriormente la madera se utilizó para la fabricación de papel (Gutiérrez V., 2001).

Con la investigación se pretende conocer las propiedades físicas de las maderas de las especies *Cecropia membranacea* Trecul, *Cecropia engleriana* Snethlage, *Cecropia Polystachya* Trecul y *Cecropia sciadophylla* Mart. (ceticos) y evaluar si presenta aptitud tecnológica para la fabricación de embalaje, debido a la tendencia de crecimiento de uso de embalajes para el transporte de frutas en la región de Ucayali. Dicha información también permitirá valorar aquellos bosques con abundantes árboles de cetico y en consecuencia mejorar el nivel de vida

de los pobladores rurales, generar fuente de trabajo con la transformación de la madera e incrementar información sobre el género Cecropia.

El objetivo general fue determinar las propiedades físicas de la madera de *Cecropia membranacea* Trecul, *Cecropia engleriana* Snethlage, *Cecropia Polystachya* Trecul y *Cecropia sciadophylla* Mart. (ceticos) y su aptitud tecnológica en el uso como embalajes tipo caja para frutos de papayas.

Los objetivos específicos fueron: Evaluar las propiedades físicas de la madera de *Cecropia membranacea* Trecul, *Cecropia engleriana* Snethlage, *Cecropia Polystachya* Trecul y *Cecropia sciadophylla* Mart. (ceticos) tales como contenido máximo de humedad, diferentes densidades, diferentes contracciones y relación T/R. Evaluar su aptitud tecnológica de las cuatro maderas en el uso como embalajes tipo caja para frutos de papayas, a través de su resistencia a los ensayos de compresión, flexión estática de fondo y de caída libre de 1,20 m. y 1,80 m de altura, de acuerdo a la norma.

MATERIAL Y MÉTODO

MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

Se aplicó el método experimental, la información recolectada fue sobre propiedades físicas de la madera y la resistencia a los ensayos a la resistencia a la compresión, resistencia a la caída libre y el ensayo de deflexión de fondo de las cajas de la madera de cuatro especies del género *Cecropia* L. (cetico).

POBLACIÓN Y MUESTRA

La población lo constituyó los árboles de cuatro especies del género *Cecropia* L. (cetico) del bosque del Centro de Investigación Macuya de la Universidad Nacional de Ucayali, ubicado en la margen derecha de la quebrada Cashibo, a la altura del Km. 5 margen izquierda de la carretera Fernando Belaunde Terry, tramo San Alejandro Puerto Bermúdez.

MATERIALES Y EQUIPOS:

Materiales.

Trozas de madera de cuatro especies del género C*ecropia* L. (cetico).
Cinta diamétrica.
Prensa de madera.
Pintura esmalte.
Cinta métrica de 50 m.
Tijera telescópica.
Formatos.
Pilas alcalinas.
Crayolas.
Frutos de papaya.
Dispositivos USB.

Equipos y maquinarias

1 GPS.
Motosierra.
Cámara digital.
Camión.
Aserradero de disco.
Prensa hidráulica.
Calibrador digital.
Balanza digital.
Estufa.
Prensa hidráulica.
Detector de humedad de pines aislados.
Computadora e impresora.

PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS:

Ubicación, selección y marcado de 12 árboles.

Se ubicaron seleccionaron y marcaron 12 árboles del género C*ecropia* L. (cetico) seleccionados aleatoriamente, conformado por 3 árboles de cada especie.

Extracción y transporte de trozas.

El talado de árboles se hizo con una brigada de motosierrista (motosierrista y ayudante), los fustes fueron despuntados y cortados en trozas de 0.90 cm (longitud requerida por las fabricas de embalajes). El desemboque de las trozas se hizo en forma manual, hasta el borde de la carretera de acceso al CICFOR-Macuya, tal como se aprecia en la figura 01.



Figura 01: Extracción de trozas de cetico



Figura 02: Transporte de troza

Así mismo se obtuvieron 6 rodajas de 10 y 15 cm de longitud, 2 de la parte basal, 2 de la parte media y 2 de la parte apical del fuste, con la finalidad de obtener probetas, para la determinación de las propiedades física de la madera de las 4 especies de cetico. El transporte de trozas se realizó con un camión desde el sitio de extracción hasta el patio de trozas de la planta de embalaje ubicada en el AA. HH. Nueva Magdalena – Pucallpa.

Identificación botánica de la especie.

Se realizó en el Laboratorio de Dendrología de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad Nacional de Ucayali. Las especies identificadas fueron: *Cecropia membranacea* Trecul (C1), *Cecropia engleriana* Snethlage (C2), *Cecropia Polystachya* Trecul (C3), Cecropia sciadophylla Mart. (C4).



Figura 03: *Cecropia membranacea* Trecul.



Figura 04: *Cecropia engleriana* Snethlage.

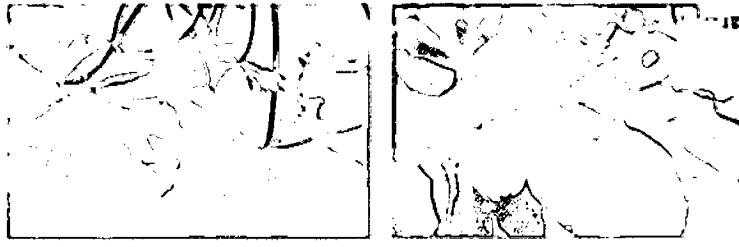


Figura 05: *Cecropia Polystachya* Trecul.

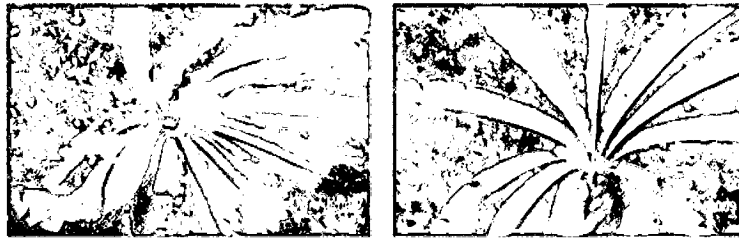


Figura 06: *Cecropia sciadophylla* Mart.

Aserrío de las trozas .

Las trozas de las cuatro especies de "cetico", fueron aserradas en una fábrica de embalajes ubicada en el AA HH Nueva Magdalena de Pucallpa. En piezas de 0.8 y 1.1 cm de espesor, 7 cm de ancho y por todo el largo de la troza.

Elaboración de embalajes.

Se diseñó el prototipo de embalaje madera (figura 08). El embalaje estuvo destinado para el transporte de frutos de papayas de la región Ucayali, producto con un crecimiento en el mercado nacional.

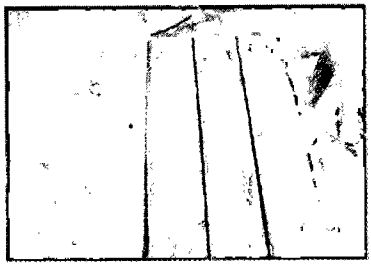


Figura 07: Madera de cuatro especies de "cético.

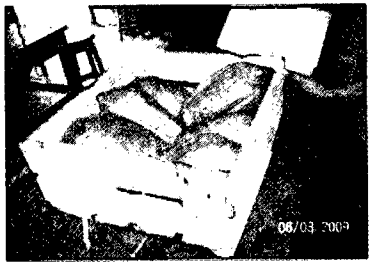


Figura 08: Prototipo de embalaje tipo caja modelo bandeja.

Las dimensiones fueron establecidas en la planta de fabricación y sobre la base de los antecedentes de embalajes utilizados en el transporte papaya en Pucallpa. Los embalajes tuvieron las siguientes dimensiones: 36 cm de ancho, 43 cm de largo y 17 cm de altura. Los embalajes fueron construidos de madera de una misma especies. Las medidas de cada una de las piezas que conformaron la caja se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 01: Dimensiones externas de las cajas.

Partes	Dimensiones en cm			Número de piezas
	Largo	Ancho	Espesor	
Bastidor	17	7	1.1	4
Lateral	43	7	0.8	4
Cabezal	36	7	1.1	4
Fondo	43	7	0.8	4

Determinación de las propiedades físicas de la madera:

a) Determinación del contenido máximo de humedad.- El contenido máximo de humedad se realizó de acuerdo a la norma **NTP 251.011.** A partir de las rodajas completamente saturadas de humedad se elaboraron probetas bien orientadas de 2 cm x, 2 cm de sección y 10 cm de largo. Estas probetas fueron pesadas, obteniéndose el peso húmedo, luego fueron secadas en una estufa a una temperatura de 103 ± 2°C, hasta conseguir un contenido de humedad de 0 % (peso seco al horno) y el contenido de humedad se calculó con la siguiente fórmula:

$$CH\% = \frac{Ph - Ps}{Ps} \times 100\%$$

Donde:

CH = Humedad de la probeta en porcentaje (%).

Ph = Peso de la probeta en estado húmedo, en g.

Ps = Peso de la probeta en estado anhidro, en g.

b) Determinación de la densidad:

Densidad saturada.- La densidad saturada se hizo de acuerdo a la norma **NTP 251.011**. Primeramente las probetas fueron pesadas, luego se determinaron los volúmenes verdes o saturados, midiendo el ancho, el espesor y la longitud de las probetas, en consecuencia se aplicó la siguiente fórmula:

$$Dh = \frac{Ph(CH>30\%)}{Vh(CH>30\%)}$$

Donde:

Dh = Densidad en estado saturado (g/cm^3)

Ph = Peso húmedo o saturado con CH > de 30 %, en g.

Vh = Volumen húmedo o saturado con CH > de 30 %, en cm^3.

- **Densidad en estado seca al aire.-** Las probetas inicialmente fueron pesadas diariamente y posteriormente en forma periódica hasta obtener el peso seco al aire (Psa); paralelamente se determinó el volumen seco al aire (Vsa). La densidad seca al aire se determinó empleando la siguiente expresión::

$$Dsa = \frac{Psa\ (CH \approx 12\%)}{Vsa\ (CH \approx 12\%)}$$

Donde:

Dsa = Densidad seca a aire (g/cm³).

Psa = peso seca al aire con CH aproximado de 12 %, (g).

Vsa = Volumen seca al aire con CH aproximado de 12 %, (cm³).

- **Densidad anhidra.-** Las probetas fueron sometidas a un secado en una estufa a una temperatura de 103°C ± 2 °C hasta un peso constante (0 % de humedad), denominado también peso seco al horno (Psh). Seguidamente se efectuó la medición de los respectivos volúmenes secos al horno. La densidad anhidra se determinó empleando la siguiente expresión:

$$Dh = \frac{Psh}{Vsh}$$

Donde:

Dh = Densidad anhidra (g/cm³).

Psh = Peso seco al horno (g).

Vsh = Volumen seca al horno (cm³).

- **Densidad básica.-** Los pesos secos al horno, al igual que los volúmenes al estado verde respectivos; permitieron determinar la densidad básica de cada una de las probetas, siguiendo la norma NTP – 251.011 y aplicando la siguiente fórmula:

$$Db = \frac{Psh\ (CH \approx 0\%)}{Vh\ (CH > 30\%)}$$

Donde:

Db = Densidad básica (g/cm3).

Psh = Peso seco al horno, (g).

Vh= Volumen saturada con CH mayor al 30 % (cm³).

a) Ensayo de contracción.- La contracción de la madera de las 4 especies del Genero *Cecropia* L. (cetico), fue determinado en función a la variación de las dimensiones del estado verde al estado anhidro, en los diferentes planos de corte y fueron hechos de acuerdo a la norma NTP xxxxxxx y aplicando las siguientes expresiones:

· Contracción tangencial.

$$\beta t\,(\%) = \frac{dht\,(CH > 30\,\%) - dst\,(CH \approx 0\,\%)}{dht\,(CH > 30\%)} \cdot 100\,(\%)$$

Donde:

βt (%) = Contracción tangencial en (%).

dht (CH > 30%) = Dimensión tangencial húmedo o saturada con CH mayor al 30 %.

dst (CH = 0%) = Dimensión tangencial seca al horno con CH. de 0 %.

· Contracción radial.

$$\beta r\,(\%) = \frac{dhr\,(CH > 30\,\%) - dsr\,(CH \approx 0\,\%)}{dhr\,(CH > 30\%)} \cdot 100\,(\%)$$

Donde:

βr (%) = Contracción radial en (%).

dhr (CH > 30%) = Dimensión radial húmedo o saturada con CH mayor al 30 %.

dsr (CH = 0%) = Dimensión radial seca al horno con CH de 0 %.

· Contracción longitudinal.

$$\beta l\,(\%) = \frac{dhl\,(CH > 30\,\%) - dsl\,(CH \approx 0\,\%)}{dhl\,(CH > 30\%)} \cdot 100\,(\%)$$

Donde:

βl (%) =Contracción longitudinal en (%).

dhl (CH > 30%) = Dimensión longitudinal húmedo o saturada con CH mayor al 30 %.

dsl (CH = 0%) = Dimensión longitudinal seca al horno con cH de 0

· **Contracción volumétrica.**

$$\beta v\ (\%) = \frac{dvh\ (CH > 30\ \%) - dvs\ (CH \approx 0\ \%)}{dvh\ (CH > 30\%)} \cdot 100\ (\%)$$

Donde:

βv (%) = Contracción volumétrica en (%).

dvh (CH > 30%) = Dimensión volumétrica húmedo o saturada con CH mayor al 30 %.

dvs (CH=0%) = Dimensión volumétrica seca al horno con CH de 0 %.

Ensayo de resistencia a la compresión de los embalajes.

Se determinó siguiendo lo establecido por la Norma UNE – EN ISO 12048. Para ello se codificaron las cajas antes de ser sometida al ensayo: los códigos utilizados fueron C1 para la *Cecropia membranacea* Trecul, C2 para la *Cecropia engleriana* Snethlage, C3 para la *Cecropia PolystNacya* Trecul y C4 para la *Cecropia sciaclophylla* Mart.; El número de repetición por especie fue denotada con las letras A, B, C y D.

Se determinaron el área que abarcaba los cuatros bastidores de cada una de las cajas codificadas, por ser en la práctica las piezas que soportan la mayor parte de la presión (comprensión paralela a las fibras). Posterior a ello las cajas fueron colocadas una por una en la prensa hidráulica y fueron sometidas a una carga continua, hasta que se fallen por cualquiera de los bastidores.

La presión ejercida por la prensa hidráulica estuvo expresada en Bares, las que fueron convertidas Kg/cm² (1 bar = 1,01972 Kg/cm²) y para determinar la resistencia a la compresión de las cajas, se utilizó la siguiente expresión:

$P = Q/A$
$Q = P \times A$

Donde:

Q = Carga que soporta la caja en kg.
P = Presión ejercida por la prensa hidráulica en kg/cm².
A = Sección de los 4 bastidores expuesta a la presión cm².

Ensayo de deflexión de fondo.

Se efectúo según la Norma UNE 49706. Las cajas codificadas, fueron pesadas conteniendo los frutos de papaya; luego fueron suspendidas de los extremos para medir la deflexión en la parte media del fondo de la caja, debido a la fuerza ejercida por la carga. Como las cajas presentaron formatos de 36 cm x 43 cm, se ajustaron al segundo valor de deflexión:

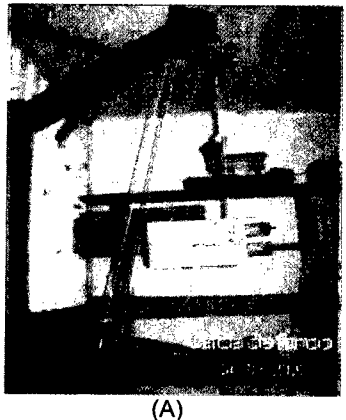
Para formatos de base 20 x 30 cm < =2 mm.

Para el resto de modelos < = 8 mm.

Ensayo de caída libre:

El ensayo se realizó bajo la norma ISO 2248. Primeramente se pesaron las cajas con carga (papayas), luego se colocaron las cajas cargadas en el equipo de caída libre. Las pruebas de caída libre se hizo siguiendo las siguientes orientaciones: de plano sobre el fondo (A), de plano sobre uno de los lados cortos (B), de plano sobre uno de los lados largos (C), y sobre una esquina de la caja (D). La altura de caída fueron dos; de 1.20 m y 1,80 m tal como establece la norma.

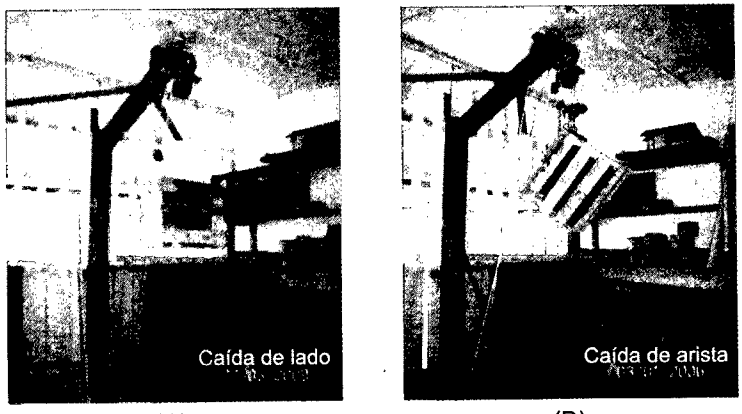
Finalmente se evaluó la resistencia a la caída libre de cada una de las cajas (cualitativamente), en donde se consideraron superada la prueba, si las cajas con el contenido o carga quedaban integras (sin desprendimiento de alguna pieza).



(A)



(B)



(C) (D)

Figura 09: Ensayo de caída libre de las cajas cargadas de frutas con orientaciones: **A)** de plano sobre el fondo, **B)** de plano sobre uno de los lados cortos, **C)** de plano sobre uno de los lados largos y **D)** sobre una esquina de la caja.

TRATAMIENTO DE LOS DATOS.

Para verificar la existencia de diferencias significativas entre ciertos parámetros evaluables cuantitativamente, como propiedades físicas de las maderas y propiedades de los embalajes construidos de madera de cuatro especies del género *Cecropia Engler* "cetico", se aplicó el análisis de varianza de un factor (AV1) para las siguientes variables. Para resolver entre maderas y/o embalajes tipo caja de madera, se aplicó la prueba de la diferencia mínima de significación (D.L.S.) para muestras con desigual número de observaciones y la prueba de Newmans y Keuls para muestras con igual número de observaciones.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA DE CUATRO ESPECIES DEL GENERO *CECROPIA L.*

Contenido de humedad máxima.

Tabla 02: Contenido de humedad máximo de la madera de cuatro especies del género *Cecropia L.*

Parámetro	Contenido de humedad máximo (%)			
	Cecropia membranacea	*Cecropia engleriana*	*Cecropia polystachya*	*Cecropia sciadophylla*
$\bar{x}$	228.96	170.96	168.53	153.03
n	12	20	10	21
s	36.59	72.02	62.24	34.81
C. V. (%)	15.98	42.13	36.93	22.75

n = N° de observaciones s = Desviación estándar C.V. = Coeficiente de variación

En la tabla 02 se aprecia que la madera de la especie *Cecropia membranacea* Trecul, es la que presenta el mayor contenido de humedad máximo, cuyo valor promedio alcanzó 228.96 % con un coeficiente de variación (C.V.) de 15.98 %; mientras que la especie *Cecropia sciadophylla* Mart registró el contenido de humedad máximo mas bajo con 153.03 %, con un coeficiente de variación de 22.75 %.

Con la finalidad de verificar si existe diferencias significativas entre los promedios del contenido de humedad máximo de las maderas de las cuatro especies de "cetico", se realizó el análisis de varianza de un factor, cuyo resumen de los resultados se detalla en la tabla 05; donde se puede apreciar que existe diferencias altamente significativas entre ellos.

Tabla 03: Resumen del análisis de varianza del contenido de humedad máximo.

	F cal.	F tab.		Signif.
		α = 0.05	α = 0.01	
Contenido humedad máximo	5.225	2.761	4.1324	**

La Prueba de la diferencia mínima de significación (D.L.S.), pone de manifiesto que el contenido de humedad máximo de la madera de *Cecropia membranacea* Trecul, difiere significativamente de las maderas de las otras tres restantes; mientras que el contenido de humedad máximo de la madera de las especie *Cecropia engleriana* Snethlage, *Cecropia polystachya* Trecul y *Cecropia sciadophylla* Mart. no difieren significativamente entre sí, tal como se puede observar en la tabla 04.

Tabla 04: Prueba de la diferencia mínima de significación (D.L.S.) del contenido máximo de humedad.

Cecropia membranacea	*Cecropia engleriana*	*Cecropia polystachya*	*Cecropia sciadophylla*
228.96 %	170.96 %	168.53 %	153.03 %

Si se compara los resultados obtenidos con lo enunciado por Cáceres (2009), quien señala que la madera en los árboles tiene un contenido de humedad máximo comprendido entre 30 y 200 %, en consecuencia se puede manifestar que de los cuatro "ceticos" la *Cecropia membranacea* Trecul sobrepasa dicho rango (228.96 %); por su parte Ananías (1989) encontró un contenido de humedad máximo para la madera de álamo de 219 %, valor que se encuentra también por encima de lo establecido por Cáceres.

El alto contenido de humedad en la madera de *Cecropia membranacea* Trecul y la variabilidad entre las cuatro especies del género *Cecropia*, confirma lo enunciado por SAGPYA (2001) cuando manifiesta que la madera de un árbol recién cortado, contiene una importante cantidad de agua, variando el contenido según la época del año, la región de procedencia y la especie forestal de que se trate. Las maderas livianas por ser más porosas, contienen una mayor cantidad de agua que las pesadas. De igual manera, la albura, por estar conformada por células cuya función principal es la conducción de agua, presenta un mayor contenido de humedad que el duramen. Esto indica que el porcentaje de agua contenido en los espacios huecos y en las paredes celulares de la madera es muy variable en el árbol vivo.

Densidad de la madera y sus variaciones.

En la tabla 05 se puede observar la densidad saturada de la madera de las cuatro especies del género *Cecropia L.* En dicho cuadro se aprecia que la madera de *Cecropia polystachya* Trecul es la que presenta densidad saturada mas alta, cuyo valor es de 0.88 g/cm³, con un coeficiente de variación de 14.01 % y la que presenta menor densidad saturada es la *Cecropia sciadophylla* Mart con 0.79 g/cm³, con un coeficiente de variación de 11.31 %, tal como lo ilustra el **figura 15.**

En la tabla 06 se muestra el resumen del análisis de varianza de un factor de las diversas densidades y en ella se aprecia que no existen diferencias significativas entre las densidades saturadas de las maderas de las 4 especies del género *Cecropia L.*

En la tabla 05 se puede observar la **densidad seca al aire o normal** de la madera de las cuatro especies del género *Cecropia L.* y en el se aprecia que la *Cecropia engleriana* Snethlage y la *Cecropia polystachya* Trecul son las que presentan densidades seca al aire o normal más altas, cuyo valor es de 0.42 g/cm³ en ambas especies, con un coeficiente de variación de 40.58 % y 16.81 % respectivamente y la que presenta menor densidad seca al aire es la especie *Cecropia membranacea* Trecul con 0.32 g/cm³, con un coeficiente de variación de 8.45 %, tal como lo ilustra la **figura 15.**

Tabla 05: Tipos de densidades de la madera de cuatros especies del género Cecropia.

Parámetro	Densidad saturada (g/cm³)				Densidad normal o seca al aire (g/cm³)				Densidad anhidra (g/cm³)				Densidad básica (g/cm³)			
	Cecropia membranacea	*Cecropia engleriana*	*Cecropia polystachya*	*Cecropia sciadophylla*	*Cecropia membranacea*	*Cecropia engleriana*	*Cecropia polystachya*	*Cecropia sciadophylla*	*Cecropia membranacea*	*Cecropia engleriana*	*Cecropia polystachya*	*Cecropia sciadophylla*	*Cecropia membranacea*	*Cecropia engleriana*	*Cecropia polystachya*	*Cecropia sciadophylla*
x̄	0.87	0.8	0.88	0.79	0.33	0.42	0.42	0.38	0.31	0.39	0.39	0.36	0.25	0.32	0.34	0.31
n	12	20	10	21	12	20	10	21	12	20	10	21	12	20	10	21
s	0.06	0.17	0.12	0.09	0.03	0.17	0.07	0.08	0.03	0.16	0.07	0.08	0.02	0.13	0.06	0.06
C. V. (%)	7.21	21.85	14.01	11.31	8.45	40.58	16.81	20.49	8.38	41.46	16.75	21.45	8.18	41	17.26	18.96

n = N° de observaciones. x̄ = Promedio
s = Desviación estándar.

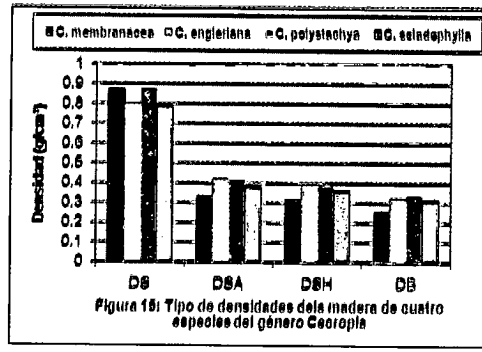


Figura 15: Tipo de densidades dela madera de cuatro especies del género Cecropia

Tabla 06: Resumen del análisis de la varianza de los tipos de densidades.

Parámetro	F cal.	F tab. $\alpha = 0.05$	Significancia
Densidad saturada	2.071	2.761	N.S.
Densidad seca al aire	1.663	2.761	N.S.
Densidad anhidra	2.080	2.761	N.S.
Densidad básica	2.608	2.761	N.S.

La tabla 06 muestra el resumen del análisis de varianza de un factor de las diversas densidades y en ella se aprecia que no existen diferencias significativas entre las densidades seca al aire de las maderas de las 4 especies del género *Cecropia L.*

Una madera cuya densidad, después de ser secada al aire, es superior a 650 kg/m^3, no debe utilizarse para embalajes y, a la inversa, no es aconsejable utilizar madera con densidad inferior a 350 kg/m^3 porque carecen de la resistencia mecánica necesaria, a menos que estén sólidamente reforzadas con clavos o grapas. La madera cuya densidad es superior a 650 kg/m^3, aunque dura y resistente, no es fácil de clavar. Resulta difícil hacer que los clavos penetren en ella correctamente0 porque se doblan antes de terminar de colocarse (UNCTAD/OMC, 2000).

De acuerdo a lo enunciado por UNCTAD/OMC (2000), la única especie de las cuatro especies del género *Cecropia L.* estudiadas que no es apta para embalajes, es la *Cecropia membranacea* Trecul, por presentar la madera una densidad seca al aire de 0.32 g/cm³.

La tabla 05 muestra la **densidad anhidra o seca al horno** de la madera de las cuatro especies del género *Cecropia L.* y en el se aprecia que la madera de *Cecropia engleriana* Snethlage y la *Cecropia polystachya* Trecul son las que presentan densidades anhidras mas altas, 0.39 g/cm³ en ambas especies, con un coeficiente de variación de 41.46 % y 16.75 % respectivamente y la que presenta menor densidad anhidra es la especie *Cecropia membranacea* Trecul con 0.31 g/cm³, con un coeficiente de variación (CV) de 8.38 %, tal como lo ilustra la **Figura 15.**

Así mismo en la tabla 06 se observa que no existen diferencias significativas entre las densidades anhidras o secas al horno de las maderas de las cuatro especies del género *Cecropia L.*

En la tabla 05 se observa la **densidad básica** de la madera de las cuatro especies del género *Cecropia L.* y en el se aprecia que la *Cecropia polystachya* Trecul es la que presenta densidad básica mas alta, con 0.34 g/cm³, con un coeficiente de variación de 17.28 % y la que presenta menor densidad básica es la especie *Cecropia membranacea* Trecul con 0.25 g/cm³, con un alto coeficiente de variación de 56.49 %, tal como lo ilustra la **figura 15.**

La tabla 08 muestra el resumen del análisis de varianza unifactorial y en ella se aprecia que no existen diferencias significativas, entre las densidades básicas de las 4 especies del género *Cecropia L.*

Existe muy poca información sobre las maderas de las especies del género *Cecropia L.*, a pesar de haberse descrito aproximadamente 80 especies de este género, tal como lo indica Silander y Lugo (1990), quienes a su vez determinaron la densidad básica de la madera del yagrumo hembra (*Cecropia schreberiana* Miq) (0.29 g/cm³), resultando un poco más pesada que la de la balsa o topa.

La variabilidad de la densidad de la madera depende de la especie y además de la edad de los árboles. La magnitud de la densidad de la madera esta estrechamente relacionada con la estructura anatómica de la madera, particularmente depende del espesor de la pared celular de las fibras según Ananías (1989).

Contracción de la madera .

En la tabla 09 se aprecia la **contracción longitudinal (CL)** de la madera de las cuatro especies del género *Cecropia L.* y en dicho cuadro se aprecia que la *Cecropia polystachya* Trecul es la que presenta contracción longitudinal mas alta, cuyo valor es de 0.78.%, con un coeficiente de variación de 20.19 % y la que presenta menor contracción longitudinal es la especie *Cecropia membranacea* Trecul con 0.54 %, con un elevado CV de 69.59 %.

En la tabla 10 se muestra el resumen del análisis de varianza de un factor de las diversas contracciones de la madera y en ella se aprecia que no existen diferencias significativas entre las contracciones longitudinales de las maderas de las cuatro especies del género *Cecropia L.*

En la tabla 09 también se puede observar contracción tangencial (CT) de la madera de las cuatro especies del género *Cecropia L.* y en dicho cuadro se aprecia que la *Cecropia membranacea* Trecul es la que presenta contracción tangencial mas alta, cuyo valor es de 17.19 %, con un coeficiente de variación de 32.06 % y la que presenta menor contracción tangencial es la especie *Cecropia sciadophylla* Mart con 8.39 %, con un CV de 22.61 %.

En la tabla 10 se muestra el resumen del análisis de varianza de un factor de las diversas contracciones de la madera y en ella se aprecia que existen diferencias altamente significativas entre las contracciones tangenciales de las maderas de las cuatro especies del género *Cecropia L.*

Tabla 11: Prueba de la diferencia mínima de significación (D.L.S.) de la contracción tangencial.

Cecropia membranacea	*Cecropia engleriana*	*Cecropia polystachya*	*Cecropia sciadophylla*
17.19	14.51	11.06	8.39
	B		

La Prueba de la diferencia mínima de significación (D.L.S.), pone de manifiesto que la madera de *Cecropia membranacea* Trecul, presenta la contracción tangencial mas alta (17.9 %) y difiere significativamente de la contracción de las otras tres maderas restantes; de igual manera la madera de *Cecropia engleriana* Snethlage presenta una contracción tangencial intermedia (14.51 %), es decir inferior al de *Cecropia membranacea* Trecul, pero superior a la contracción de las otras dos maderas restantes. Finalmente la contracción tangencial de las madera de *Cecropia polystachya* Trecul (11.06 %) y *Cecropia sciadophylla* Mart. (8.96 %) no difieren significativamente entre sí, pero son inferiores a las contracciones de los dos ceticos anteriores tal como se puede observar en la tabla 11.

Del mismo modo en la tabla 09 se observa la **contracción radial (CR)** de las maderas de las cuatro especies del género *Cecropia L*, en el cual se puede observar que la *Cecropia engleriana* Snethlage es la que presenta la mas alta contracción radial, siendo su valor promedio de 5.03 %, con un coeficiente de variación de 59.15 % y la que presenta menor contracción radial es la especie *Cecropia sciaclophylla* Mart. con 2.86 %, con un CV de 43.52 %.

Tabla 09: Contracción longitudinal, tangencial, radial y volumétrica de la madera de cuatro especies del genero *Cecropia L.*

Parámetro	Contracción de la madera (%)															
	Cecropia membranácea				*Cecropia engleriana*				*Cecropia polystachya*				*Cecropia sciadophylla*			
	CL	CT	CR	CV	CL	CT	CR	CV	CL	CT	CR	CV	CL	CT	CR	CV
x̄	0.54	17.19	4.78	23.45	0.71	14.51	5.03	21.19	0.78	11.06	3.42	15.77	0.47	8.39	2.86	12.02
n	12	12	12	12	20	20	20	20	10	10	10	10	21	21	21	21
s	0.38	5.51	2.40	6.28	0.43	4.01	2.98	6.82	0.44	3.15	1.18	4.13	0.30	1.85	1.24	2.65
CV (%)	69.59	32.06	50.31	26.78	60.15	27.61	59.15	32.16	56.49	28.49	34.51	26.19	62.32	22.01	43.52	22.08

Tabla 10: Análisis de la varianza de las contracciones de la madera de cuatro especies de cetico.

Parámetro	F cal.	F tab. α=0.05	F tab. α=0.01	Significancia
Contracción longitudinal	2.148	2.761	–	N.S
Contracción tangencial	17.783	2.761	4.1324	**
Contracción radial	4.242	2.761	4.1324	**
Contracción Volumétrica	16.559	2.761	4.1324	**

N.S. = Diferencias no significativas ** = Diferencias altamente significativas

En la tabla 10, se aprecia que existen diferencias altamente significativas, entre las contracciones radiales de las maderas de las cuatro especies del género *Cecropia L.*

Tabla 12: Prueba de la diferencia mínima de significación (D.L.S.) de la contracción radial.

Cecropia engleriana	*Cecropia membranacea*	*Cecropia sciadophylla*	*Cecropia polystachya*
5.03	4.78	3.68	2.86

La Prueba de la diferencia mínima de significación (D.L.S.), pone en evidencia que las maderas de *Cecropia engleriana* Snethlage y *Cecropia membranacea* Trecul, presentan las contracciones radiales mas altas (5.03 % y 4.78 % respectivamente), no existiendo diferencias

significativamente ellas, pero si difieren significativamente de las contracciones radiales de las especies *Cecropia polystacya* Trecul (3.68 %) y *Cecropia sciadophylla* Mart. (3.42 %). Así mismo se aprecia que no existen diferencias significativas entre las contracciones radiales de las maderas de *Cecropia membranacea* Trecul (4.78%), *Cecropia sciadophylla* Mart. (3.68 %) y *Cecropia polystachya* Trecul (3.42 %), pero las tres presentan contracciones inferiores a la contracción radial de la madera de *Cecropia engleriana* Snethlage, tal como se puede observar en la tabla 12.

Las contracciones axiales y radiales de la madera de los cuatro especies de "cetico", se encuentran dentro de los rangos establecidos por la UNIVERSIDAD CATOLICA DEL NORTE (2009), siendo mínima en la dirección axial o longitudinal sin que pase del 0.8 por ciento; de 1 a 7.8 por ciento en dirección radial, y de 5 a 11.5 por ciento, en la tangencial. Sin embargo en lo que respecta a la contracción tangencial la madera de dos especies de "cetico" superan el 11.5 %, la *Cecropia membranacea* Trecul con 17.9 % y la *Cecropia engleriana* Snethlage con 14.51 %, situación que se ajusta mejor a lo enunciado por Ananías (1989), cuando sostiene que la contracción tangencial es 1.5 a 3 veces mayor que la contracción radial.

Para el caso de embalajes UNCTAD/OMC (2000) recomienda que la contracción tangencial o la dilatación, pueden estimarse en 1/100 mm por cada tramo de 3% hasta el 30%; la contracción radial es aproximadamente la mitad .

En la tabla 09 se observa la **contracción volumétrica (CV)** de las maderas de las cuatro especies del género *Cecropia L*, en el cual se observa que la madera de *Cecropia membranacea* Trecul es la que presenta la mas alta contracción volumétrica, siendo su valor promedio de 23.45.%, con un coeficiente de variación de 26.78 % y la que presenta menor contracción radial es la especie *Cecropia sciaclophylla* Mart con 12.02 %, con un CV de 22.08 %.

En la tabla 10, se aprecia que existen diferencias altamente significativas, entre las contracciones volumétricas de las maderas de las cuatro especies del género *Cecropia L.*

Tabla 13: Prueba de la diferencia mínima de significación (D.L.S.) de la contracción volumétrica.

Cecropia membranacea	*Cecropia engleriana*	*Cecropia polystachya*	*Cecropia sciaclophylla*
23.45	21.19	15.77	12.02

La Prueba de la diferencia mínima de significación (D.L.S.), pone de manifiesto que no existe diferencias significativas entre las contracciones volumétricas de las maderas de *Cecropia membranacea* Trecul (23.45 %) y *Cecropia engleriana* Snethlage (21.19 %), presentan las contracciones más altas y difieren significativamente de las contracciones volumétricas de las maderas de *Cecropia polystachya* Trecul (15.77 %) y *Cecropia sciaclophylla* Mart. (12.43 %); así mismo se observa que no existe diferencias significativas entre las contracciones volumétricas de las maderas de *Cecropia polystachya* Trecul y *Cecropia sciaclophylla* Mart., presentando las contracciones volumétricas mas bajas de la cuatro especies de "cetico", tal como se puede observar en la tabla 13 .

La norma UNE 56.540 citado por Vigñote y Martinez (2005) establece la siguiente clasificación en función a los valores de la contracción volumétrica: contracción pequeña de 5 a 10 %, contracción mediana de 10 a 15 % y gran contracción de 15 a 20 %, por lo que las especies *Cecropia membranacea* Trecul (23.45 %), *Cecropia engleriana* Snethlage (21.19 %) y *Cecropia polystachya* Trecul (15.77 %) presentan una gran contracción y la *Cecropia sciadophylla* Mart. (12.43 %) presenta una contracción mediana.

Índice de la relación T/R.

La tabla 14 presenta el índice de la relación de la contracción tangencial / radial (T/R) de la madera de cuatro especies del género *Cecropia L.*, en el cual se puede observar que la *Cecropia membranacea* Trecul es la que presenta el índice T/R mas alto con 4.53, con un elevado C.V. de 54.72 % y la que presenta menor índice T/R es la especie *Cecropia sciaclophylla* Mart con 3.19, con un C.V. de 29.34 %, tal como lo ilustra la figura 20.

Tabla 12: Índice de la relación contracción tangencial / contracción radial (T/R).

Parámetro	Índice de la relación T/R			
	Cecropia membranacea	*Cecropia engleriana*	*Cecropia polystachya*	*Cecropia sciaclophylla*
$\bar{x}$	4.53	3.37	3.49	3.19
n	12	20	10	21
S	2.48	1.25	1.15	0.93
C. V. (%)	54.72	37.09	33.03	29.34

Con la finalidad de verificar si existe diferencias significativas entre los promedios del índice de la relación T/R de la madera de cuatro especies de "cetico", se realizó el análisis de varianza de un factor, cuyo resumen de los resultados se detalla en la tabla 15; donde se puede apreciar que no existe diferencias entre los índices de la relación T/R. .

Tabla 15: Resumen del análisis de varianza del índice de la relación T/R.

Parámetro	F cal.	F tab. $\alpha = 0.05$	Signific.
Índice de la relación T/R	2.314	2.761	N.S.

Si se compara los índices del T/R de las cuatro especies de "cetico", con la escala establecida por Rodríguez Fabián (2006), quien señala la relación T/R determina el grado de estabilidad de la madera y que para efectos prácticos recomienda los siguientes rangos: T/R < 1 madera estable,. 1< T/R < 2 madera medianamente estable y T/R > 2 madera

poco estable; por consiguiente la madera de las cuatro especies de "cetico" son poco estables.

CARACTERÍSTICAS DE LAS CAJAS DE MADERA.

En la tabla 16 se observa el peso promedio, y el volumen unitario de los embalajes tipo caja, fabricados de la madera de cuatro especies de "cetico", destinadas para el transporte de frutos de papaya.

Tabla 16: Características de los embalajes de madera.

Parámetro	Peso unitario (kg)				Volumen unitario (m^3)			
	Cecropia membranácea	*Cecropia engleriana*	*Cecropia polystachya*	*Cecropia sciadophylla*	*Cecropia membranacea*	*Cecropia engleriana*	*Cecropia polystachya*	*Cecropia sciadophylla*
$\bar{x}$	1.08	1.23	1.68	1.27	0.030	0.031	0.030	0.030
n	10	10	10	10	10	10	10	10
S	0.044	0.115	0.084	0.073	0.001	0.001	0.001	0.001
C.V. (%)	2.32	9.39	5.00	5.73	2.77	1.69	2.09	2.77

Peso de las cajas.

Las cajas que presentaron con mayor peso, fueron los fabricados a partir de la madera de *Cecropia polystachya* Trecul (1.68 kg), contrariamente la caja que presenta menor peso son las confeccionadas de la madera de *Cecropia membranacea* Trecul (1.08 kg). Las cajas fueron pesadas cuando las maderas se encontraban en equilibrio higroscópico del aire de la ciudad de Pucallpa.

Para verificar si existe diferencias significativas entre los pesos de las cajas fabricadas a partir de la madera de cuatro especies de "cetico", se realizó el análisis de varianza, cuyo resumen de los resultados lo detalla en la tabla 17, donde se puede observar que existen diferencias altamente significativas entre los pesos de la caja, construidos

de la madera de cuatros especies del género *Cecropia L.* (cetico).

Tabla 17: Resumen del análisis de varianza del peso de las cajas .

Parámetro	F cal.	F tab. α= 0.01	Signific.
Peso de las cajas	102.127	5.96	**

Tabla 18: Resumen de la prueba de Newmans y Keuls.

Cecropia membranácea	*Cecropia engleriana*	*Cecropia sciadophylla*	*Cecropia polystachya*
1.08 kg	1.23 kg	1.27 kg	1.68 kg
A	A		
	B	B	
		C	C

En la tabla 18 muestra los resultados de la prueba de Newmans y Keuls, en donde pone en evidencia que no existe diferencias entre significativas entre el peso de las cajas fabricadas con madera de *Cecropia membranacea* Trecul y *Cecropia engleriana* Snethlage, pero si difieren significativamente de los pesos de las cajas fabricadas con madera de *Cecropia sciadophylla* Mart y *Cecropia polystachya* Trecul, por presentar mayores pesos que los dos anteriores; por otro lado no existe diferencias significativas entre el peso de las cajas hechas de la madera de *Cecropia engleriana* Snethlage y *Cecropia sciadophylla* Mart las que presentan peso intermedio, sin embargo difieren significativamente del peso de las cajas fabricadas de madera de *Cecropia membranacea* Trecul de menor peso que las cajas hechas de las dos especies anteriores y del peso de la caja de *Cecropia polystachya* Trecul de mayor peso que todas las cajas confeccionadas con madera de las tres especies restantes. Finalmente no existe diferencias entre el peso de las cajas de *Cecropia sciadophylla* Mart y *Cecropia polystachya* Trecul, ambas de mayor peso que las cajas hechas de *Cecropia membranacea* Trecul y *Cecropia engleriana* Snethlage.

La variación de pesos de las cajas se debe a la densidad de la madera de cada especie, es por ello que UNCTAD/OMC (2000) recomienda que en la elección de las especies convenientes para la manufactura de embalajes debe tomarse en consideración diversos factores. Entre ellos figuran la densidad, la facilidad de clavado, la disponibilidad en el mercado, la naturaleza del contenido, la resistencia, la rigidez y la disponibilidad del material en las secciones y longitudes necesarias.

Volumen de la caja.

En la tabla 16 se observa que los embalajes tipo caja, fabricados a partir de cualquiera de las maderas de cuatro especies de "cetico" presentaron en promedio el mimo volumen, cuyo valor es de 0.30 m^3/caja.

CARACTERÍSTICAS DE LOS FRUTOS DE PAPAYA.

Diámetro y peso de los frutos de papaya (*Carica papaya* L.).

La tabla 19 muestra el peso promedio de 21 frutos de papaya (*Carica papaya* L.) con su respectivo diámetro en la parte mas ancha del fruto. El peso promedio encontrado fue de 1.833 kg, con un C.V. de 24.08 % y el diámetro promedio fue de 14.27 cm, con un coeficiente de variación de 13.42 %. Es necesario precisar que el rango del peso del fruto de papaya estuvo comprendido entre1.01 a 2.41 kilos.

Tabla 19: Peso y diámetro de frutos de papaya.

Parámetros	Peso unitario (kg)	Diámetro del fruto (cm)
$\bar{x}$	1.833	14.27
n	21	21
s	0.441	19.15
CV (%)	24.08	13.42

El peso promedio se encuentra dentro del rango establecido por Pestano B. (2001), quien indica que los frutos son bayas de diferentes formas y

tamaños, desde casi esféricos o redondeados, a cilíndricos o alargados y con pesos que oscilan entre 200 gramos y 8 kilogramos.

De acuerdo al calibre establecido por Arias y Toledo (2000), que determina el peso de la fruta de papaya y que se observa en la tabla 01, se afirma que los frutos utilizados para los ensayos corresponden a la letra a la D (1700 – 2300 gramos).

Peso de caja cargada de frutos de papaya.

La tabla 20 muestra el peso promedio de los frutos de "papaya" por caja, cuyo valor encontrado fue de 8.49 kilos, con un CV bastante bajo de 4.91 %, lo que indica que el peso de los frutos por caja es bastante homogéneo.

Con relación al peso total promedio de las cajas cargadas de frutos de "papaya", se encontró un peso de 9.76 kilos, con un CV también bastante bajo de 4.61 %, indicando que el peso de los embalajes cargados de frutos, son bastante homogéneos.

Tabla 20: Peso promedio de frutos por caja y peso total de caja más frutos.

	Cecropia membranacea			*Cecropia engleriana*			*Cecropia sciaclophylla*			*Cecropia polystacya*			***Promedio***	
Parámetros	Peso de caja (Kg.)	Peso de frutos (Kg.)	Peso caja + fruto (Kg.)	Peso de caja (Kg.)	Peso de frutos (Kg.)	Peso caja + fruto (Kg.)	Peso de caja (Kg.)	Peso de frutos (Kg.)	Peso caja + fruto (Kg.)	Peso de caja (Kg.)	Peso de frutos (Kg.)	Peso caja + fruto (Kg.)	**Peso de frutos/caja (Kg)**	**Peso de caja + frutos (Kg)**
x̄	1.03	8.28	9.31	1.19	8.31	9.51	1.5	8.8	10.3	1.34	8.58	9.92	**8.49**	**9.76**
n	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	**32**	**32**
S	0.07	0.39	0.43	0.1	0.35	0.38	0.23	0.45	0.56	0.12	0.48	0.43	**0.42**	**0.45**
C.V. (%)	6.41	4.77	4.63	8.16	4.22	3.98	15.5	5.09	5.48	8.66	5.54	4.35	**4.91**	**4.61**

Para el mercado de exportación se utilizan cajas de cartón troqueladas de una sola pieza de 4.5 kg de peso neto, que contienen de 6-12 unidades por caja según Arias y Toledo (2000); asimismo indican que la fruta se acomoda en una sola capa con el extremo peduncular hacia

abajo. Cada fruta es protegida con una manga de malla de espuma. Además indica que entre 10% y 15% del área de la caja debe considerarse para orificios de ventilación. La carga se transporta en contenedores refrigerados.

Arias y Toledo (2000) indican también que en el Perú, la papaya para el mercado mayorista se empaca en cajas de madera tipo bandeja. En éstas, se acomodan 4-9 unidades con un peso de aproximadamente 10 kg netos de fruta; peso neto ligeramente superior a lo registrado en el presente estudio, cuyo peso promedio fue de 8.49 kilos.

APTITUD DE LA MADERA DEL GENERO CECROPIA PARA LA FABRICACIÓN DE EMBALAJES.

Ensayo a la compresión.

Tabla 21: Resistencia a la comprensión de embalajes de madera de "cetico".

Nº de Ensayo	Resistencia a la compresión (kg)				
	Cecropia membranacea	*Cecropia engleriana*	*Cecropia polystachya*	*Cecropia sciadophylla*	*Carga mínima (Según Norma)*
1	2355.55	3454.81	3768.89	2198.52	
2	3454.81	3140.74	3831.70	4082.96	
3	3454.81	3297.77	4051.55	4240.00	
4	1884.44	3611.85	3140.74	2355.55	
5	2669.63	3454.81	3297.77	3611.85	
Promedio	2763.85	3392.00	3618.13	3297.77	3500

La tabla 21 y la figura 21 se pueden observar que el único embalaje fabricado a partir de la madera de la especie *Cecropia polystachya* Trecul, supera en resistencia a la compresión (3618.13 kg), a la mínima establecida por la Norma UNE-EN ISO 12048 en 3500 kg por lo tanto de acuerdo a la resistencia a la compresión la madera de la especie *Cecropia polystachya* Trecul se considera como APTA para la fabricación de embalajes. La resistencia a la compresión se debe a las propiedades físicas que presenta la madera de esta especie, observadas durante el estudio.

Los embalajes hechos de la madera de las otras tres especies de "céticos", no superan los 3500 kg establecidos por la Norma, por lo tanto se les considera como no aptas para embalajes de uso hortifrutícolas.

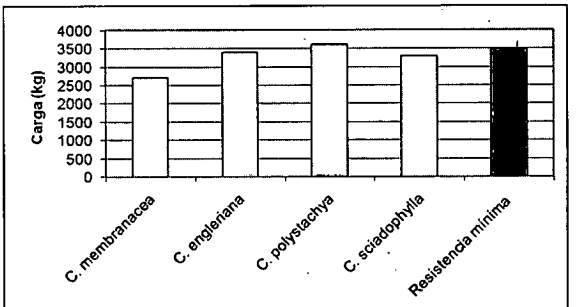


Figura 21: Resistencia a la compresión de embalejes de madera de cuatro especies de "cetico"

Resistencia a la flexión estática de fondo de los embalajes.

En la tabla 22 y la figura 22 se muestran los resultados de la resistencia a la flexión extática de fondo de los embalajes fabricados a partir de la madera de cuatro especies de "cetico". Las deflexiones estáticas de fondo de las cajas presentan valores bajos con relación a lo establecido por la Norma; las flexiones estáticas promedio fluctúan desde 1.07 mm en las cajas de *Cecropia sciadophylla* Mart, resultando en este caso las más resistentes, hasta 1.45 mm en cajas de *Cecropia membranacea* Trecul, las menos resistentes.

Ensayo a la compresión.

La flexión estática máxima exigida. por la Norma UNE 49706, para este tipo de embalaje es 8 mm, en consecuencia en este ensayo las cajas fabricadas de la madera de las cuatro especies de "cetico", satisfacen la exigencia de la norma, resultando todas aptas para embalajes. La baja flexión estática de fondo de las cajas de "cetico" se debe a su forma, que es de tipo bandeja de amplio fondo y que soporta una capa de frutos.

Tabla 22: Resistencia a la flexión estática de fondo de embalajes de madera de cuatro especies de "cetico".

Muestra N°	*Cecropia membranácea*		*Cecropia engleriana*		*Cecropia polystachya*		*Cecropia sciadophylla*		Flexión estatica max. para embalajes > 300 x 200 mm de base (mm)
	Peso de fruto (kg)	Flexión estática de fondo (mm)	Peso de fruto (kg)	Flexión estática de fondo (mm)	Peso de fruto (kg)	Flexión estática de fondo (mm)	Peso de fruto (kg)	Flexión estática de fondo (mm)	
1	7.92	1.796	7.86	1.161	8.56	1.935	7.84	0.827	= 8
2	8.62	1.783	8.60	1.837	8.87	1.195	8.59	0.992	= 8
3	8.47	1.205	8.47	1.286	8.51	1.530	8.45	0.534	= 8
4	8.81	1.019	8.80	1.927	8.92	1.484	8.77	0.846	= 8
5	8.35	1.792	7.97	1.002	9.46	1.142	8.94	1.049	= 8
6	7.56	1.185	7.92	0.945	8.34	0.628	8.19	1.812	= 8
7	8.19	1.343	8.50	1.108	9.42	1.144	9.41	0.896	= 8
8	8.34	1.504	8.39	1.115	8.34	1.536	8.47	1.596	= 8
?	8.28	1.45	8.31	1.30	8.80	1.32	8.58	1.07	= 8
S	0.395	0.311	0.351	0.376	0.448	0.388	0.475	0.424	0
C.V. %	4.77	21.40	4.22	28.94	5.09	29.28	5.54	39.71	0

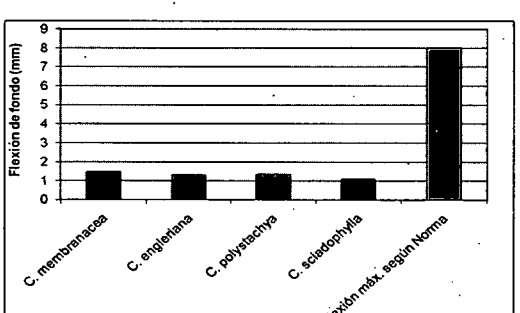


Figura 22 : Flexión estática de fondo de embalajes de cuatro especies del género *Cecropia* L. (cetico)

Ensayo de caída libre de embalaje de madera.

- **Altura de caída 1.20 m.**

En la tabla 23 se aprecia las cajas fabricadas de madera de *Cecropia membranacea* Trecul, resistieron a las caídas por el plano sobre el fondo y sobre uno de los lados más largo, mientras que las caídas de esquina y con plano sobre uno de los lados más cortos, fallaron o no superaron la prueba, destrozándose por impacto contra el piso.

Las cajas fabricadas de madera de *Cecropia engleriana* Snethlage, resistieron a las caídas por la esquina, por el plano sobre el fondo y por el plano sobre uno de los lados más largo, mientras que la caída por el plano sobre uno de los lados más cortos, fallaron o no superaron la prueba, destrozándose por impacto contra el piso.

Tabla 23: Resultado de ensayo de caída libre de cajas de madera de 1.20 m de altura.

Posición de la caja	*Cecropia membranacea*	*Cecropia engleriana*	*Cecropia polystachya*	*Cecropia sciadophylla*
Esquina	Falla	Resiste	Resiste	Falla
Plano sobre el fondo	Resiste	Resiste	Resiste	Resiste
Plano sobre uno de los lados mas largo	Resiste	Resiste	Resiste	Resiste
Plano sobre uno de los lados mas corto	Falla	Falla	Resiste	Resiste

Las cajas fabricadas de madera de *Cecropia polystachya* Trecul, resistieron a las cuatro pruebas de caída libre, resultando la madera de esta especie como la más apta para la construcción de embalajes tipo caja, para uso hortofrutícola.

Las cajas fabricadas de madera de *Cecropia sciadophylla* Mart, resistieron a las caídas por el plano sobre el fondo, por el plano sobre uno de los lados más largo y por el plano sobre uno de los lados más corto, mientras que la caída por la esquina fallaron o no superaron la prueba, destrozándose por impacto contra el piso.

- **Altura de caída 1.80 m.**

En la tabla 24 se aprecia los resultados de la prueba de caída libre de una altura de 1.80 m, de los embalajes de madera tipo caja. En el mencionado ensayo se aprecia las cajas fabricadas de madera de *Cecropia membranacea* Trecul, resistió a la caída por el plano sobre el fondo, mientras que las caídas por la esquina, por el plano sobre uno de los lados más largo y por el plano sobre uno de los lados más cortos, fallaron o no superaron la prueba, destrozándose las cajas por impacto contra el piso.

Tabla 24: Resultado de ensayo de caída libre de cajas de madera de 1.80 m de altura.

Posición de la caja	*Cecropia membranacea*	*Cecropia engleriana*	*Cecropia polystachya*	*Cecropia sciadophylla*
Esquina	Falla	Falla	Falla	Falla
Plano sobre el fondo	Resiste	Resiste	Resiste	Resiste
Plano sobre uno de los lados mas largo	Falla	Resiste	Resiste	Resiste
Plano sobre uno de los lados mas corto	Falla	Falla	Resiste	Resiste

Las cajas fabricadas de madera de *Cecropia engleriana* Snethlage, resistieron a las caídas por el plano sobre el fondo y por el plano sobre uno de los lados más largo, mientras que la caída por la esquina y por el plano sobre uno de los lados más cortos, fallaron o no superaron la prueba, rompiéndose las cajas como consecuencia del impacto contra el piso.

Las cajas fabricadas de madera de *Cecropia polystachya* Trecul y de *Cecropia sciadophylla* Mart, presentaron igual comportamiento en caída libre de 1.80 m, resistieron a tres pruebas de caída libre, solo fallaron o no superaron ó la prueba en caída libre por la esquina, rompiéndose las cajas como consecuencia del impacto contra el piso.

Las cajas fabricadas de madera de *Cecropia polystachya* Trecul, son las

que se comportaron mejor en los ensayos de caída libre, por lo tanto se puede afirmar que la madera de esta especie posee aptitudes para ser utilizadas en embalajes para frutas.

CONCLUSIONES

1. La madera de la *Cecropia membranacea* Trecul, presenta el mayor contenido de humedad máximo promedio con 228.96 % y es la que difiere significativamente de las otras tres especies *Cecropia engleriana* Snethlage (170.96 %), *Cecropia polystachya* Trecul (168.53 %) y *Cecropia sciadophylla* Mart. (153.03 %).

2. La madera de *Cecropia polystachya* Trecul, presenta la mayor densidad saturada promedio (0.88 g/cm³) y la menor densidad saturada la *Cecropia sciadophylla* Mart (0.79 g/cm³), no existiendo diferencias significativas entre las densidades saturadas de las maderas de las cuatro especies del género *Cecropia L.*

3. Las maderas de *Cecropia engleriana* Snethlage y *Cecropia polystachya* Trecul, presentan las densidades seca al aire o normal más altas (0.42 g/cm³ en ambas especies), y la menor densidad seca al aire es la *Cecropia membranacea* Trecul con 0.32 g/cm³; no existiendo diferencias significativas entre las densidades seca al aire de las maderas de las cuatro especies del género *Cecropia L.*

4. Las maderas de *Cecropia engleriana* Snethlage y *Cecropia polystachya* Trecul son las que presentan densidades anhidras más altas (0.39 g/cm³ en ambas especies) y la menor densidad anhidra la *Cecropia membranacea* Trecul con 0.31 g/cm³; no existiendo diferencias significativas entre las densidades anhidras de las maderas de las cuatro especies del género *Cecropia L.*

5. La madera de *Cecropia polystachya* Trecul presenta la densidad básica más alta con 0.34 g/cm³ y la menor densidad básica la *Cecropia membranacea* Trecul con 0.25 g/cm³; no existiendo

diferencias significativas, entre las densidades básicas de las cuatro especies del género *Cecropia L.*

6. La madera de *Cecropia polystachya* Trecul presenta la contracción longitudinal mas alta con 0.78.% y la menor contracción longitudinal la *Cecropia membranacea* Trecul con 0.54 %; no existiendo diferencias significativas entre las contracciones longitudinales de las maderas de las cuatro especies del género *Cecropia L.*

7. La madera de *Cecropia membranacea* Trecul presenta la contracción tangencial más alta con 17.19.% y la menor contracción tangencial la de la *Cecropia sciadophylla* Mart con 8.39 %, existiendo diferencias altamente significativas entre las contracciones tangenciales de las maderas de las cuatro especies del género *Cecropia L.*

8. La madera de *Cecropia engleriana* Snethlage presenta la mayor contracción radial con 5.03.%, y la menor contracción radial la de la *Cecropia sciaclophylla* Mart con 2.86 %, hallándose diferencias altamente significativas, entre las contracciones radiales de las maderas de las cuatro especies del género *Cecropia L.*

9. La madera de *Cecropia membranacea* Trecul presenta la mayor contracción volumétrica con 23.45.% y la menor contracción radial la de *Cecropia sciaclophylla* Mart con 12.02 %, existiendo diferencias significativas, entre las contracciones volumétricas de las maderas de las cuatro especies del género *Cecropia L.*

10. La madera de *Cecropia membranacea* Trecul presenta el T/R más alto con 4.53 y el menor índice T/R la de *Cecropia sciaclophylla* Mart con 3.19; no existiendo diferencias significativas entre los índices de la relación T/R de las maderas de las cuatro especies del género *Cecropia L.*

11. Las cajas de mayor peso con humedad en equilibrio higroscópico de Pucallpa, fueron los fabricados a partir de la madera de *Cecropia polystachya* Trecul (1.68 kg) y con menor peso las confeccionadas

con madera de *Cecropia membranacea* Trecul (1.08 kg); hallándose diferencias altamente significativas entre los pesos de las cajas construidos con maderas de cuatro especies del género *Cecropia L.* (cetico).

12. El peso promedio de los frutos de papaya (*Carica papaya* L.) encontrado fue de 1.833 kg, con un coeficiente de variación de 24.08 % y el diámetro promedio en la parte más ancha fue de 14.27 cm, con un coeficiente de variación de 13.42 %. El rango del peso del fruto de papaya estuvo comprendido entre1.01 a 2.41 kilos.

13. El peso promedio de los frutos de "papaya" por caja fue de 8.49 kilos, con un C.V. de 4.91 %, lo que indica que el peso de los frutos por caja es bastante homogéneo. El peso total promedio de las cajas cargadas de frutos de "papaya" fue de 9.76 kilos, con C.V. 4.61 %, lo que indica que el peso de los embalajes cargados de frutos, son bastante homogéneos.

14. El embalaje fabricado a partir de la madera de *Cecropia polystachya* Trecul, presenta una resistencia a la compresión de 3618.13 kg y es la única que supera a la mínima establecida por la Norma UNE-EN ISO 12048 en 3500 kg. Considerandose como APTA para la fabricación de embalajes.

15. Las deflexiones estáticas de fondo de las cajas fabricadas de madera de 4 especies de "cetico", presentan valores que fluctúan entre 1.07 y 1.45 mm, valores muy por debajo de la flexión estática máxima exigida. por la Norma UNE 49706 de 8 mm, en consecuencia las cajas fabricadas de la madera de las cuatro especies de "cetico", satisfacen la exigencia de la norma.

16. En la prueba de caída libre de una altura de 1.20 m, los embalajes de tipo caja, fabricadas de madera de *Cecropia membranacea* Trecul, fallaron o no superaron la prueba de caídas de esquina y con plano sobre uno de los lados más cortos; las cajas de madera de *Cecropia engleriana* Snethlage fallaron o no superaron la prueba por el plano

sobre uno de los lados más cortos; las cajas de madera de *Cecropia polystachya* Trecul, resistieron a las cuatro pruebas de caída libre y las cajas de madera de *Cecropia sciadophylla* Mart, fallaron o no superaron la prueba por la esquina, destrozándose las cajas por impacto contra el piso.

17. En la prueba de caída libre de una altura de 1.80 m, los embalajes de tipo caja, fabricadas de madera de *Cecropia membranacea* Trecul, fallaron o no superaron la prueba de caídas por la esquina, por el plano sobre uno de los lados más largo y por el plano sobre uno de los lados más cortos; las cajas de madera de *Cecropia engleriana* Snethlage fallaron o no superaron la prueba de caída por la esquina y por el plano sobre uno de los lados más cortos; las cajas de madera de *Cecropia polystachya* Trecul y de *Cecropia sciadophylla* Mart, fallaron o no superaron ó la prueba en caída libre por la esquina, rompiéndose las cajas por impacto contra el piso.

18. La madera de *Cecropia polystachya* Trecul, son las que mejores propiedades físicas y consecuencia de ello se comportaron mejor en los ensayos de resistencia a la compresión, flexión estática de fondo y caída libre de 1.20 y 1.80 m de altura, por lo tanto se puede afirmar que la madera de esta especie posee aptitudes para ser utilizadas en embalajes para frutas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Catalá, R. 2002. Importancia del envasado en la comercialización de frutas y hortalizas. Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos. Valencia, España.

Valdivieso, M. 2001. Identificación y evolución de los servicios de apoyo local en Pucallpa. Proyecto Desarrollo de Agroempresas Rurales. Consultado el 02 de mayo del 2009. Disponible en: http://www.ciat.cgiar.org/agroempresas/pdf/evaluacion_servicios_apoyo.pdf.

Gutiérrez V. 2001. Información técnica para el procesamiento industrial de 134 especies maderables de América del sur. Consultado el 03/05/09. Serie técnica XII. Bolivia. Disponible en: http://www2.fpl.fs.fed.us/publications/Bolivia_134_species.pdf.

Arellano, R. 2002. Descripción de especies forestales en bosques secundarios. Editorial McGraw-Hilll. Primera Edición. Ecuador. 76 Pág.

INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES (INRENA), 2007. Información general de plan operativo anual de concesiones en la región Ucayali. Pucallpa. Pág. 15.

Ríos J, 2006. Evaluación Integral y Estrategia para el Manejo Sostenible de los Bosques Secundarios de la Región Selva Central del Perú. Proyecto PD 138/02 Rev. 2 (F). INRENA – IITO. Perú. Pág. 2.

INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA DE LA COMPETENCIA Y DE LA PROTECCIÓN DE LA PROPIEDAD INTELECTUA (INDECOPI). 2004. Norma Técnica Peruana. Método de determinación del contenido de humedad. N° 251.010. Lima – Perú. Pág. 4.

INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA DE LA COMPETENCIA Y DE LA PROTECCIÓN DE LA PROPIEDAD INTELECTUAL (INDECOPI). 2004. Método de determinación de la densidad. N° 251.011. Lima – Perú. Pág. 7.

INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA DE LA COMPETENCIA Y DE LA PROTECCIÓN DE LA PROPIEDAD INTELECTUAL (INDECOPI). 2004. Método de determinación de la densidad. N° 251.011. Lima – Perú. Pág. 7.

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN (AENOR). Norma UNE – EN ISO 12048: Ensayos de compresión y apilamiento utilizando máquina de ensayos de compresión. Determinación de resistencia a la compresión de los embalajes

Pág. 9–11.

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN (AENOR). Norma UNE 49706: Determinación de la flexión estática del fondo. Pág. 7-8.

ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL PARA LA ESTANDARIZACIÓN (ISO). Ensayo de caída libre. Determinación a la resistencia al ensayo de caída libre. Norma ISO 2248. Pág. 6-8.

Cáceres. 2009. Madera. Consultado el 06 Enero del 2010. Disponible en: http://www.acaceres.addr.com/student_access/madera.pdfhttp://www.acaceres.addr.com/student_access/madera.pdf 2009.

Ananías Rubén. 1989. Física de la madera. Visto el 16 de Noviembre del 2009. Disponible en:

http://zeus.dci.ubiobio.cl/~ananias/apuntes_fisica_madera.pdf Departamento Ingeniería en Maderas. Universidad Del Biobio. Chile.

SAGPYA. 2001. Secado tradicional de eucalipto. Consultado el 13 de noviembre del 2009. Disponible en:

http://www.sagpya.mecon.gov.ar/new/0-0/forestacion/biblos/pdf/2001/116%20%20X_%20Secado%20tradicional%20de%20eucalipto%20Gottert.pdf Argentina.24 p.

CENTRO DE COMERCIO INTERNACIONAL UNCTAD/OMC. 2000. Diseño de envases y embalajes: Manual del utilizador profesional. Ginebra: CCI, IX, 128 p.

ASilander Susan R. y Lugo Ariel E.( ) *Cecropia schreberiana* Miq. Yagrumo hembra, trumpet-tree Visto el 16 de Noviembre del 2009. Disponible en:

http://www.fs.fed.us/global/iitf/Cecropiaschreberiana.pdf

UNIVERSIDAD CATOLICA DEL NORTE. 2009. Laboratorio de propiedades de la madera. Visto el 30 de Noviembre del 2009. Disponible en: http://www.ucn.cl/facultadesinstitutos/laboratorio/propiedades%20f%EDsicasm3.htm Chile. 9 p.

Vignote S. y Martinez I. 2006. Tecnología de la madera. Ediciones Mundi prensa. 3ra edición. Madrid. 687 p.

Rodríguez Fabián. 2006. Propiedades y acondicionamiento de la madera. Consultado el 03 de Agosto del 2009. Disponible en: http://www.todomiel.com.ar/notas/talleres/articulo_talleres.php?get_nota_id=271&get_nota_titulo=Propiedades-y-acondicionamiento-de-la-madera.

Pestano Bernardo. 2001. El Cultivo de la Papaya (Primera parte). Consultado el 03 de Agosto del 2009. Disponible en: http://www.proyectorural.org/Pestano6.htm.

Arias Ciro J. y Toledo Julio. 2000. Manual de manejo postcosecha de frutas tropicales (Papaya, piña, plátano, cítricos). Proyecto TCP/PER/6713 (a) "Técnicas mejoradas de post-cosecha, procesamiento y comercialización de frutas". Visto el 06 de Diciembre del 2009. Disponible en: http://www.fao.org/inpho/content/documents/vlibrary/ac304s/ac304s00.htm.

CELERIDAD DE GERMINACIÓN CON TRATAMIENTO FÍSICO QUÍMICO A SEMILLA DE TESTA IMPERMEABLE DE LAS ESPECIES *Ormosia SP*, *Copaifera paupera*, (Herzog) DWYER Y Schizolobium *amazonicum* HUBER EX DUKE EN PUCALLPA - PERÚ

FSPEED OF GERMINATION WITH PHYSICO - CHEMICAL TREATMENT IN TESTA WATERPROOF SEED *Ormosia SP*, *Copaifera* speciesa *paupera*, (Herzog) DWYER Y Schizolobium *amazonicum* HUBER EX DUKE EN PUCALLPA - PERÚ

Braulio Ríos Carrión [1], Rubén Dario Manturano Pérez[2]

RESUMEN

El objetivo general fue determinar el método pre germinativo físico y químico eficaz, para acelerar e incrementar el porcentaje de germinación; y los objetivos específicos fueron: acelerar la germinación de las semillas por medio de tratamientos pre germinativos físicos y químicos: como agua corriente, agua hervida, ácido sulfúrico y ácido giberélico a diferentes concentraciones; determinar el tiempo óptimo de inmersión de la semilla en agua corriente, agua hervida y determinar el tiempo óptimo de inmersión de las semillas en ácido giberélico y ácido sulfúrico a 0.5 N.

El experimento se desarrolló en el Módulo de Propagación de Plantas e Hidroponía de la Universidad Nacional de Ucayali, ubicado en el Distrito de Callería, Provincia de Coronel Portillo y Departamento de Ucayali.

Los resultados ponen en evidencia que los ensayos de inmersión en agua hervida y agua corriente influyen significativamente en la aceleración la germinación de las semillas de "copaiba". Los ensayos de Inmersión en ácido sulfúrico e inmersión en ácido giberélico influyen significativamente en la aceleración de la germinación de las semillas de "huayruro". Los ensayos de inmersión en agua hervida y uno de los ensayos en inmersión en ácido giberélico influyen significativamente en la aceleración de la germinación de las semillas de "pashaco".

Palabras clave: Celeridad de germinación, tratamiento físico químico, especies *Ormosia sp*, *Copaifera paupera*, (herzog) dwyer y *Schizolobium amazonicum* huber ex duke.

[1] Docente adscrito Fac. Cs. Forestales y Ambientales. UNU. Dr. Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible.
[2] Docente adscrito Fac. Cs. Forestales y Ambientales. UNU.

ABSTRAC

The overall objective was to determine the physical and chemical pre germination effective to accelerate and increase the germination percentage, and the specific objectives were: to accelerate the germination of seeds by pre-treatment physical and chemical germ: as tap water, boiling sulfuric acid and gibberellic acid at different concentrations, to determine the optimum time of immersion of the seed in running water, boiled water and determine the optimum time of immersion of the seeds in gibberellic acid and sulfuric acid to 0.5 N.

The experiment was conducted in the Plant Propagation Module and Hydroponics at the National University of Ucayali, located in the District of Callería, Province of Coronel Portillo and Department of Ucayali.

The results demonstrate that tests of immersion in boiling water and tap water accelerated significantly influence the germination of the seeds of "copal". Immersion tests in sulfuric acid and immersion in gibberellic acid significantly influence the acceleration of the germination of the seeds of "huayruro." The immersion tests in boiling water and an immersion test in gibberellic acid accelerated significantly influence the germination of the seeds of "pashaco".

Key words: Speed of germination, physical chemical treatment, species *Ormosia sp, copaifera. paupera*, (Herzog) Dwyer and former duke Schizolobium huber *amazonicum*.

INTRODUCCIÓN

En la amazonía peruana, las especies forestales que cuentan con estudios sílviculturales, respecto a vivero son pocos, entre ellas las denominadas "especies comerciales", sin embargo muchas de ellas sobre todo las conocidas como "potencialmente comerciales" son desconocidas su silvicultura como las especies: "copaiba" *Copaifera. paupera*, (Herzog) Dwyer "huayruro"; *Ormosia sp* y "pashaco" Schizolobium *amazonicum* Huber ex Duke.

La "copaiba" y " huayruro", son especies de interés comercial, comercializado en el mercado nacional e internacional; son usados en estructuras, muebles, molduras, pisos, laminados, tripley y carpintería;

mientras que el "pashaco" en laminado, carpintería de interiores, encofrados y embalaje, como señala Toledo y Rincón (1996); motivo por el cual su eran interés, sin embargo su silvicultura a nivel de vivero, es poco conocido especialmente en lo que repecta a la germinación.

Con las semillas de estas especies, de acuerdo a lo reportado por los especialistas de diferentes viveros del ámbito de la Región de Ucayali, tienen dificultades en su germinación por presentar una testa o tegumento impermeable y absorbente, que dificulta la germinación inmediata y obstaculiza los programas de reforestación emprendido por los Comités de reforestación en la selva del Perú.

Los tratamiento pregerminativos físico y químico para eliminar la latencia o quiescencia, son uno de los métodos mas adecuados para acelerar la germinación, comparados con la escarificación, motivo por el cual se ha ejecutado el presente estudio y que coadyuvará a solucionar el problema de germinación de éstas semillas.

En los viveros forestales de la Región de Ucayali y de la amazonía peruana, las especies conocidas con los nombres comunes de "pachaco", "huayruro" y "copaiba", tardan varios meses para germinar, lo cual causa serias dificultades para ejecutar programas de reforestación, convirtiéndose en un obstáculo para fomentar la reforestación a gran escala, con éstas especies de un potencial comercial, tanto en el mercado nacional e Internacional.

Los tratamiento pregerminativos en las especies que se ha aplicado, es una solución de alguna manera, para acelerar e incrementar el porcentaje de germinación y asegurar de esta forma una campaña de reforestación; asi mismo son de mayor efectividad por los antecedentes que se tiene, significa poco costo y uso de equipos tan sofisticados como lo empleado en el campo biotecnológico; asimismo es el tratamiento pregerminativo, donde se usan productos químicos comunes disponibles en el mercado.

Los resultados encontrados, coadyuvará en las campañas de reforestación, contribuirá a fomentar la reforestación, aumentará la demanda de mano de obra, lo que se capitalizará en un bien social y económico. Así mismo en el campo técnico y científico, contribuirá a solucionar problemas con aplicaciones de técnicas sencillas y servirá de base para efectuar trabajos relacionados con la producción de plantones

Al respecto de tratamiento pregerminativo de las semillas en "huayruro", "copaíba" y "Pashaco" para viabilizar y obtener un poder de germinación de las semillas, muy poco se han estudiado, entre ellos algunos trabajos genéricos realizados por Ríos (1998), en un estudio pregerminativo realizado en "pachaco" (Schizolobium sp), obtuvo en inmersión de agua hervida por 5 segundos y remojado por 3 días en agua natural, un porcentaje de germinación del 100 % y una velocidad de germinación promedio de 9 días después de la siembra Así mismo en inmersión en agua hervida por 10 segundos y luego remojando por 3 días en agua natural, se obtuvo un porcentaje de germinación de 80 % y una velocidad de germinación promedio de 11 días, versus otros tratamientos similares que fueron por debajo de las cantidades señaladas.

Ugamoto y Pinedo (1987), señalan que la parte esencial en el proceso de germinación es la absorción de agua; en semillas de epidermis duro es necesario aplicarles un mecanismo para que el agua penetre a la semilla y pueda iniciarse el periodo de germinación. Así realizaron tratamientos pre-germinativos en "azúcar huayo" y "gomahuayo pachaco", aplicando remojo en agua fría y caliente, ácido súlfurico, ácido clorhídrico, obteniendo un alto porcentaje de germinación y se aceleró su germinación. Escarificación mecánica con lija en "gomahuayo pachaco" y "azúcar huayo", se alcanzó un porcentaje de germinación de 98 al 100%. En "copaiba" e "ishpingo" remojando por 24 horas en agua fría se aceleró su germinación y se obtenierón un alto porcentaje de germinación.

Existen otros trabajos realizados respecto a tratamientos pregerminatívos con otras especies que presenta el tegumento impermeble y duro o coreaceo entre ellos lo reportado por Padilla (1982), Lamprecht (1954), UNA (1978) citado por Amaya (1985), recomienda para el caso de "ulcumano" y "nogal" menciona para el tratamiento pre-germinativo, para acelerar la germinación, aplicar el agua a temperatura ambiental de 1, 2, 3, y mas días, cambiando cada 24 horas. Así mismo trató la semilla sumergiendo en agua hervida por un periodo de 10 y 30 segundos, 1 minuto, 3 minutos, 6 minutos a más, dejando las semillas hasta hacerlas enfriar; también recomienda hacer las prácticas combinando agua fría y hervido. Finalmente recomienda el lavado del pericarpio duro de la semilla en ácido sulfúrico y nítrico.

En caso endocarpo gruesa, duro y fuerte, es recomendable debilitar el endocarpo por medio mecánico y químico. Los mismos autores señalan

que el ácido gíberélico, es un estimulante químico para aumentar el porcentaje, velocidad y capacidad de germinación de muchas especies, empleando de 100 - 500 ppm en 24 horas que es recomendado por Lamprecht (1954), Flinta (1960), UNA (1978), Melchior (1983), Lamprecht y Brun (1980) y Flores (1970) citado por Amaya (1985), Lombardi (1975) citado por Flores (1970), señalan que para reducir la latencia y obtener una mayor regularidad en la germinación de las semillas se puede usar tratamientos entre, ellos tenemos: tratamiento con ácido sulfúrico, usado generalmente cuando la consistencia de la testa es dura, aplicando por un corto tiempo una concentración de 10 a 100%; esto es cuanto mas concentrado es la solución, menor tiempo debe exponerse la semilla.

Chuquichaico (1972), realizó un estudio para acelerar el poder de germinación de jassi" Haplorhus peruviana Engl, aplicando agua hervida a 90 grado centígrados, ácido acético y sulfúrico a concentración de 0.5 N por 25 minutos respectivamente; y escarificando mecánicamente.

Miranda (1979), demostró que diversos ácidos diluidos como el ácido láctico, nítrico, málico, oxálico, clorhídrico y sulfuroso; también álcalis como hidrato sódico y potásico, ejercen una acción estimulante para acelerar la germinación de las semillas de acuerdo a las concentraciones que se traten.

El objetivo general fue, determinar el método pregerminativo físico y químico eficaz, para acelerar e incrementar el porcentaje de germinación; y los objetivos específicos fueron: Acelerar la germinación de las semillas por medio de tratamientos pre germinativos físico y químico: agua corriente, agua hervida, ácido sulfúrico y ácido giberélico a diferentes concentraciones; Determinar el tiempo óptimo de inmersión de la semilla en agua corriente, agua hervida en este lugar y determinar el tiempo óptimo de inmersión de las semillas en ácido giberélico y acido sulfúrico a 0.5 N.

MATERIAL Y MÉTODO

LUGAR DE EJECUCIÓN

Ubicación geopolítica.

El experimento se desarrolló en el Módulo de Propagación de Plantas e

Hidroponía de la Universidad Nacional de Ucayali, ubicado en el Distrito de Callería, Provincia de Coronel Portillo y Departamento de Ucayali. La ubicación geográfica estuvo en las coordenadas 8°05'02" Latitud Sur, 74° 29' 57" Longitud Oeste y a 154 msnm.

MATERIALES:

Semillas. Se usaron 1 020 semillas por especie, haciendo un total de 3 060 semillas para las tres especies.

Camas de almácigo. Se utilizaron 3 camas de almácigos de 5.05 m x lm; a razón de 1 cama de almaciguera por especie; las camas se acondicionaron en el módulo de propagación de plantas e hidroponía (ver gráfico de diseño experimental).

Equipos:

Una balanza analítica de precisión..
Una cámara fotográfica.
Una cocina.
Una refrigeradora.
Un reloj automático un termómetro clínico y otros.

Materiales diversos de campo:

100 g de cupravit o 10 galones formol al 1%.
Bolsas plásticas de diferentes tamaños para diferentes usos.
Una carretilla.
Útiles de escritorio.
Herramientas: machetes, martillos, picos, palas, catadores, rastrillos, carretillas. f) Rollo de malla plástica.
Sacos de plásticos de 50.
Cintas métricas de 20 m.
10 kg clavos de tamaños diferentes.
Madera: 45 tablas de 1" x 4" x 1m y 30 listones 1" x 2" x 10' para tinglado.

Insumos y reactivos:

100g de ácido giberélico.
Agitador de madera.
Bolsas de malla de cordel marino.

11 de ácido sulfúrico.
Pipeta graduada
Vaso de precipitación de 1000 ml.
Galones de agua destilada.

MÉTODOS:

El método empleado en la investigación fue experimental.

Tratamientos utilizados:

Para la celeridad del poder de germinación, se consideró 17 tratamientos para cada especie. Los tratamientos físicos (efecto del agua en el tratamiento) y químicos (efecto productos químicos en los tratamientos) considerados fueron:

Inmersión en agua fría.
Inmersión en agua hirviendo (ebullición en el medio).
Inmersión en ácido giberélico en una concentración de 1000 ppm.
Inmersión en ácido sulfúrico en una concentración de 0.5N.

Diseño experimental.

El diseño estadístico utilizado fue el "DISEÑO DE BLOQUES COMPLETOS AL AZAR" de 2 factores: Primer factor: tratamientos pre-germinativos físico – químicos con 17 variantes y segundo factor: bloques con 3 variantes.

Detalles del diseño:

Los detalles que se señala a continuación fueron aplicados para c/u de las especies:

Número de variantes del primer factor (tratamiento físico – químico): 17.

- Inmersión en agua corriente:
  - o Testigo (sin inmersión). To
  - o Inmersión en agua corriente 12 hrs. T1
  - o Inmersión en agua corriente 24 hrs. T2
  - o Inmersión en agua corriente 36 hrs. T3
  - o Inmersión en agua corriente 48 hrs. T4

- Inmersión en agua hervida:
  - o Inmersión en agua hervida 1 mín. T5
  - o Inmersión en agua hervida 2 mín. T6
  - o Inmersión en agua hervida 3 mín. T7
  - o Inmersión en agua hervida 4 mín. T8
- Inmersión en acido giberélico:
  - o Inmersión en ácido giberélico 3 hrs. T9
  - o Inmersión en ácido giberélico 6 hrs. T10
  - o Inmersión en ácido giberélico 9 hrs. T11
  - o Inmersión en ácido giberélico 12 hrs. T12
- Inmersión en ácido súlfúrico 0.5N:
  - o Inmersión en ácido sulfúrico 5 min. T13
  - o Inmersión en ácido sulfúrico 10 min. T14
  - o Inmersión en ácido sulfúrico 15 min. T15
  - o Inmersión en ácido sulfúrico 20 min. T16

Número de variantes del segundo factor (bloques): 3

Número total de tratamientos por especie: 51

Número de semillas por un tratamiento: 20

Número total de semillas por especie: 1020.

Croquis y distribución de los tratamientos.

El siguiente croquis ilustra la distribución de los tratamientos en el campo. El diseño fue similar tanto para las semillas de la "copaiba" como para el "huayruro" y el "pashaco".

I	II	III	
T15	T11	T12	
T4	T14	T8	
T1	T8	T10	
T0	T10	T16	
T2	T7	T15	
T9	T16	T13	
T6	T5	T5	
T13	T9	T9	
T10	T6	T4	
T3	T3	T11	
T5	T13	T7	
T14	T1	T6	
T7	T2	T3	
T16	T0	T2	
T11	T15	T14	
T12	T12	T1	1m
T8	T4	T0	
1m			

Análisis de varianza.

Para verificar la existencia de diferencias significativas entre los promedios del porcentaje de germinación de los 17 tratamientos pre-germinativos se realizó el siguiente modelo de análisis de la variaza.

FUENTE DE VARIACIÓN	G.L.
Entre tratamientos pre - germinativos	16
Entre bloques	2
Interacción tratamientos x bloques	32
TOTAL	50

Para resolver que tratamientos pre-germinativos difiere del testigo se empleo la Prueba de Dunnett.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

CELERIDAD DE GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE *Copaifera paupera* (Herzog) Dwyer "COPAIBA" CON 17 TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS.

Tabla 01: Porcentaje de germinación de semillas de "copaiba" con 17 tratamientos pre-germinativos durante 19 días.

TRAT.	BLOQUES			TOTAL	PROMEDIO (%)	C. V. (%)
	I	II	III			
TO	0	0	0	0	0	0
T1	5	0	10	15	5	2.96
T2	0	10	0	10	3.3	5.91
T3	70	80	75	225	75	5.91
T4	95	90	95	280	93.3	2.96
T6	80	70	55	205	68.3	14.78
T6	80	70	60	210	70	11.82
T7	75	55	65	195	65	11.82
T8	15	25	5	45	15	11.82
T9	0	5	5	10	3.3	0
T10	5	0	5	10	3.3	0
T11	5	25	15	45	15	11.82
T12	5	15	15	35	11.7	5.91
T13	10	0	15	25	8.3	5.96
T14	20	0	5	25	8.3	8.87
T15	5	0	5	10	3.3	0
T16	10	5	5	20	6.7	2.96
TOTAL	480	450	435	1365	455	
C.V. = 6.09 %						

La tabla 01 muestra el resultado de la celeridad de germinación de las semillas de "copaiba" por efecto de 17 tratamientos pre-geminativos físico - químicos, durante 19 días de ensayo. Para verificar si existen diferencias significativas entre los promedios de porcentaje de germinación, se realizó un análisis de varianza cuyo resultado se detalla en la tabla 02.

Tabla 02: Análisis de variancia de los efectos de los tratamientos en la celeridad de germinación de las semillas de "copaiba".

FUENTE DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	F obs.
Tratamientos pre-germina.	16	50.374,00	3.148,40	59.10**
Bloques	2	61.79	30.895,00	
Interacción Trat x bloq,	32	1.704,80	53.28	
TOTAL	50	52.141,00		

En la tabla 02 se aprecia que existe diferencias altamente significativas entre los promedios de porcentaje de germinación de los tratamientos pre-germinativos, para esclarecer estadísticamente que tratamientos presentan los promedios superiores o igual al testigo, se realizó la prueba de Dunnett, cuyo resultado se observa en la tabla 03.

Según la prueba de Dunnett los tratamientos que superen el 18 % de promedio de porcentaje de germinación, difieren significativamente del testigo y los tratamientos con porcentaje de germinación menor a 18 % brindan resultado similar al testigo, tal como se puede apreciar en la tabla 03.

Tabla 03: Resumen de la prueba de Dunnett.

TRATAMIENTOS	*POCENTAJE DE GERMINACION*
T4	93.33
T3	75
T6	70
T5	68.33
T7	65
T8	15
T11	15
T12	11.67
T13	8.33
T14	8.33
T16	6.67
T1	5
T2	3.33
T9	3.33
T10	3.33
T15	3.33
TO	0

Los resultados ponen en evidencia que los tratamientos T4 (inmersión de las semillas en agua corriente durante 48 hrs), T3 (inmersión de las semillas en agua corriente durante 36 hrs), T6 (inmersión de las semillas en agua hervida por 2 minutos), T5 (inmersión en agua hervida 1 minuto) y T7 (inmersión en agua hervida 3 minutos), son los tratamientos pre-germinativos que mejores resultados han proporcionado en la germinación de semillas de "copaiba" obteniéndose porcentajes de germinación comprendido entre 65 y 93.33 % en 19 días, tal como se observa en la tabla 03.

Por lo tanto se puede afirmar que los ensayos de inmersión en agua hervida y agua corriente con las variantes señaladas anteriormente, influyen significativamente en la aceleración la germinación de las semillas de "copaiba". Los otros tratamientos en inmersión en ácido giberélico y ácido sulfúrico 0.5 N, no prosperaron en semillas de "copaiba" proporcionando porcentajes de germinación por debajo de 15 %.

Al respecto Dávila (1999) por experiencia personal, ha logrado hacer germinar las semillas de "copaiba" entre 18 a 25 días.

CELERIDAD DE GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE *Ormosia sp* "HUAYRURO" CON 17 TRATAMIENTOS PREGERINAMTIVOS.

Tabla 04: Porcentaje de germinación de semillas de "huayruro" en 15 días

TRAT.	BLOQUES			TOTAL	PROMEDIO	C.V. (%)
	I	II	III			
TO	0	0	0	0	0	0
T1	25	15	15	55	18.3	5.91
T2	15	40	30	86	28.3	14.78
T3	25	40	40	105	35.0	8.87
T4	30	5	40	75	25.0	20.685
T5	40	15	10	65	21.7	17.73
T6	30	10	0	40	13.3	11.82
T7	15	25	10	50	16.7	8.87
TE	10	20	5	35	11.7	8.87
T9	45	25	25	95	31.7	11.82
T10	65	55	55	175	58.3	5.91
T11	80	55	45	180	60.0	20.686
T12	65	45	55	165	55.0	11.82
T13	80	90	95	265	88.3	8.87
T14	100	100	100	300	100.0	0
T16	90	85	45	220	73.3	26.6
T16	60	85	60	205	68.3	14.78
TOTAL	775	710	630	2116	705.00	

La tabla 04 muestra el resultado de la celeridad de germinación de las semillas de "huayruro" por efecto de 17 tratamientos pre-geminativos físico - químicos, durante 18 días de ensayo. Para verificar si existen diferencias significativas entre los promedios de porcentaje de germinación, se realizó un análisis de varianza cuyo resultado se detalla en la tabla 05.

Tabla 05: Análisis de variancia de los efectos de los tratamientos en la celeridad de germinación de las semillas de "huayruro".

FUENTE DE VARIACIÓN	G.L	S.C.	C.M.	Fobs.
Tratamientos	16	41. 081, 37	2.567,59	17.43 **
Bloques	2	620,59	310,3	2.10 n.s.
Interacción tratamiento x bloque	32	4.712,75	147,27	
TOTAL	50	46.414,71		

En la tabla 05 se aprecia que existen diferencias significativas entre los promedios del porcentaje de germinación de los tratamientos pre-germinativos, para esclarecer estadísticamente que tratamientos presentan promedios superiores o iguales al testigo, se realizó la prueba de Dunnett, cuyo resultado se observa en la tabla 06.

Según la prueba de Dunnett los tratamientos que superen el 29.92 % de promedio de porcentaje de germinación, difieren significativamente del testigo y los tratamientos con porcentaje de germinación menor a 29.92 % brindan resultado similar al testigo, tal como se puede apreciar en la tabla 06.

Tabla 06: Resumen de la prueba de Dunnett.

TRATAMIENTOS	PORCENTAJE DE GERMINACIÓN
T14	100
T13	88.3
T15	73.3
T16	68.3
T11	60
T10	58.3
T12	55
T3	35
T9	31.7
T2	28.3
T4	25
T5	21.7
T1	18.3
T7	16.7
T6	13.3
T8	11.7
T0	0

Los resultados ponen en evidencia que los tratamientos T14 (Inmersión en ácido sulfúrico 10 min.), T13 (Inmersión en ácido sulfúrico 5 min.), T15 (Inmersión en ácido sulfúrico 15 min), T16 (Inmersión en ácido sulfúrico 20 min.), T11(inmersión en ácido giberélico 9 hrs), T10 (inmersión en ácido giberélíco 6hrs), T12 (inmersión en ácido giberélico 12hrs), T3 (Inmersión en ácido sulfúrico 5 min) y T9 (inmersión en ácido giberélico 3 hrs), son los tratamientos pre-germinativos que mejores resultados han proporcionado en la germinación de semillas de "huayruro", obteniéndose porcentajes de germinación comprendido entre 31.7 y 100 % en 15 días, tal como se observa en la tabla 06.

Por lo tanto se puede afirmar que los ensayos de Inmersión en ácido sulfúrico e inmersión en ácido giberélico con las variantes señaladas anteriormente, influyen significativamente en la aceleración de la germinación de las semillas de "huayruro". Los otros tratamientos en Inmersión en agua corriente e inmersión en agua hervida, no prosperaron en semillas de "Huayruro" proporcionando porcentajes de germinación por debajo de 29 %.

Al respecto Dávila (1999), señala que el "huayruro" germina habitualmente entre 35 a 40 días, mientras que con los tratamientos ensayados en el presente trabajo se han logrado porcentajes de germinación entre 31.7 y 100 % en solo 15 días de ensayo.

CELERIDAD DE GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke "PASHACO" CON 17 TRATAMIENTOS PREGERINAMTIVOS.

Tabla 07: Porcentaje de germinación de semillas de "pashaco" en 16 días.

TRAT.	BLOQUES			TOTAL	PROMEDIO (x)	C.V. (%)
	I	II	III			
TO	0	0	0	0	0	0
T1	5	0	0	5	1.7	2.86
T2	5	20	5	30	10.0	8.67
T3	0	0	0	0	0.0	0
T4	10	10	0	20	6.7	0
T5	60	60	70	190	63.3	5.91
T6	95	85	95	275	91.7	5.91
T7	90	70	90	250	83.3	11.82
T8	90	85	65	240	80.0	14.76
T9	15	25	45	85	28.3	17.73
T10	5	20	20	45	15.0	8.87
T11	25	15	10	50	16.7	8.87
T12	25	10	10	45	15.0	8.87
T13	15	0	10	25	8.3	8.87
T14	20	5	10	35	11.7	8.87
T15	10	15	30	55	18.3	11.82
T16	10	20	30	60	20	11.82
TOTAL	480	44	49	1410	470.00	

La tabla 07 muestra el resultado de la celeridad de germinación de las semillas de "pashaco" por efecto de 17 tratamientos pre-geminativos físico - químicos, durante 16 días de ensayo. Para verificar si existen diferencias significativas entre los promedios de porcentaje de germinación, se realizó un análisis de varianza cuyo resultado se detalla en la tabla 08.

Tabla 08: Análisis de variancia de los efectos de los tratamientos en la germinación de las semillas de "pashaco".

FUENTE DE VARIACIÓN	G.L.	S.C.	C.M	FOBS
Tratamientos	16	46.150,98	2.884,44	37,92 **
Bloques	2	82,36	41,18	0,54 n.s.
Interacción tratamiento x bloque	32	2.434,31	76,07	
TOTAL	50	48.667,85		

En la tabla 08 se aprecia que existen diferencias altamente significativas entre los promedios de los porcentajes de germinación de los tratamientos pre-germinativos. Para esclarecer estadísticamente que tratamientos presentan promedios superiores o iguales al testigo, se realizó la prueba de Dunnett, cuyo resultado se observa en la tabla 09.

Según la prueba de Dunnett los tratamientos que superen el 21.51 % de promedio de porcentaje de germinación, difieren significativamente del testigo y los tratamientos con porcentaje de germinación menor a 21.51 % brindan resultado similar al testigo, tal como se puede apreciar en la tabla 09.

Tabla 09: Resumen de la prueba de Dunnett.

TRATAMIENTOS	PORCENTAJE DE GERMINACIÓN
T6	91.7
T7	83.3
T8	80
T5	63.3
T9	28.3
T16	20
T15	18.3
T11	16.7
T10	15
T12	15
T14	11.7
T2	10
T13	8.3
T4	6.7
T1	1.7
T3	0
T0	0

Los resultados ponen en evidencia que los tratamientos T6 (inmersión en agua hervida 2 min.), T7 (inmersión en agua hervida 3 min.), T8 (inmersión en agua hervida 4 min), T5 (inmersión en agua hervida 1 mín) y T9 (inmersión en ácido giberélico 3 hrs), son los tratamientos pre-germinativos que mejores resultados han proporcionado en la germinación de semillas de "pashaco", obteniéndose porcentajes de germinación comprendido entre 28.3 y 91.7 % en 16 días, tal como se observa en la tabla 09.

Por lo tanto se puede afirmar que los ensayos de inmersión en agua hervida con las variantes señaladas anteriormente y uno de los ensayos en inmersión en ácido giberélico influyen significativamente en la aceleración de la germinación de las semillas de "pashaco". Los otros tratamientos en Inmersión en agua corriente, Inmersión en ácido súlfúrico 0.5N e Inmersión en acido giberélico, no prosperaron en semillas de "pashaco" proporcionando porcentajes de germinación por debajo de 21.51 %.

En Experimentos realizado por Bockor y Palacios (1983) citado Amaya (1985), señala que el "pashaco" germina habitualmente a los 52 días, mientras en el experimento recientemente ejecutado, se logró porcentajes de germinación comprendidos entre 28.3 y 91.7 al cabo de 16 días.

CONCLUSIONES

1. Los ensayos de inmersión en agua hervida y agua corriente influyen significativamente en la aceleración la germinación de las semillas de "copaiba".

2. Los ensayos de Inmersión en ácido sulfúrico e inmersión en ácido giberélico influyen significativamente en la aceleración de la germinación de las semillas de "huayruro".

3. Los ensayos de inmersión en agua hervida y uno de los ensayos en inmersión en ácido giberélico influyen significativamente en la aceleración de la germinación de las semillas de "pashaco".

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMAYA C., J.A. 1985. Tratamiento pregerminativo de *Junglans neotropica* Diel y *Podocarpus rospigliosii* Pilger, en inmersiones de agua y ácido giberelico. Tesis para optar el título de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de Ucayali, Facultad de Ingeniería Forestal. Huancayo, Perú. 125 p.

CHUQUICHAICO S., E. E. 1972. Aceleración del poder de germinativo de *Haplorhus peruviana* Engl de Diferentes procedencias, Valle del Mantaro. Tesis para Optar el Título de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional del Centro del Perú. Perú. 41p.

DAVILA V. J. 1999. Entrevista personal. Encargado del Vivero Forestal del Comité de Reforestación de Pucallpa, Ucayali.

MIRANDA E. C. 1979. Tratamientos pre-germinativos para estimular la germinación de semillas *Caesalpinia tinctorea* HBK. Tesis optar Título de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional del Centro Perú. Huancayo, Perú. 57p.

RIOS C., B. 1998. Métodos pre-germinativos seguidos de inmersión en agua para semillas de "pachaco" (*Schizolobium* sp). Informe de prácticas pre-profesionales. UNU. Facultad de Ciencias Forestales. Pucallpa, Perú. 24p.

TOLEDO, E. y C. RINCON. 1996. Utilización industrial de las nuevas especies forestales en el Perú. INRENA. Organización Internacional de las Maderas Tropicales. Cámara Nacional Forestal. Proyecto OIMT 37/88 (1). Lima, Perú. 240p.

UGAMOTO, M. y J. PINEDA. 1987. Técnicas de producción de plantones en la Zona Forestal Alexander Von Humboldt Centro forestal y Fauna XII, Dirección de Investigación y Capacitación. Pucallpa, Perú. Documento de Trabajo No. 120p.

DERIVADOS QUÍMICOS DEL CARBÓN VEGETAL EN LA AMAZONIA PERUANA PUCALLPA - 1997

CHEMICAL DERIVATIVES OF CHARCOAL IN THE PERUVIAN AMAZON PUCALLPA - 1997

Melchor Herbert Dolmos Castro[1]

RESUMEN

El estudio fue exploratorio con el objeto de disponer de información básica para plantear el aprovechamiento de la biomasa desforestada y desaprovechada generada por la actividad forestal y la agricultura migratoria y de subsistencia en los bosques de la Amazonia peruana, a través de su reciclamiento en carbón vegetal y su conversión en sus derivados químicos, (carbón química básica). El universo fueron los bosques de la amazonia peruana, siendo el grupo de interés la actividad forestal del departamento de Ucayali, y, como testigo de comparación se tuvo a la actividad forestal de Paragonia República de Brasil. Habiéndose estimado y valorizado el daño ambiental anual, con una descarga anual de 44 TM de carbono/Há. Sobre la base de las 270 000 Há./año que tala la actividad forestal, ocasionando un daño ambiental en los suelos que llega hasta la pérdida de su fertilidad, cuya recuperación de estos suelos representan 1 200 millones de $/año , que se debe cargar al precio de la madera rolliza para compensar el daño ambiental si se continua la actividad forestal con el sistema extractivo actual que va hasta la transformación primaria en el caso del manejo de sus restos y residuos. Por otra parte, si la descarga de carbono fuese evitada reciclando la biomasa deforestada y desaprovechada en carbón vegetal, se estimo que este producto equivale a 13.2 millones de TM/año, valorizados en 5 280 millones de $/año que además de disponer de los suelos en las áreas taladas no estén contaminados por las descargas de carbono que se viene dando desde hace siglos. La valorización al carbón vegetal sólo será efectiva si se destina a la producción de sus derivados químicos básicos: sulfuro de carbono, carburo de calcio, carburo de silicio, carbón activado y gasógeno (biocombustible gaseoso). De manera que la valorización del carbón vegetal convertidos en estos producto carbón químicos básicos tienen un factor entre 3 a 7 según la opción que se convierta en sus derivados químicos básicos. Concluyendo que el carbón vegetal debe considerarse un subproducto de la actividad forestal que debe transformarse a sus derivados químicos

[1] Ing. Qco. Profesor Asociado de la Fac. Cs. Forestales y Ambientales de la UNU.

básicos a fin de hacer mas rentable (incrementando nuestro PBI entre 16 a 37%,) y concretamente sostenible la actividad forestal en los bosques naturales y en el futuro, los bosques manejados o los bosques artificiales en la Amazonia peruana.

Palabras clave: Biomasa deforestada y desaprovechada, biodegradación de biomasa vegetal, descarga de carbono, reciclamiento del carbón vegetal, derivados químicos del carbón vegetal.

ABSTRAC

He study was exploratory in order to have basic information to raise the use of biomass generarada deforested and underused by the forestry and shifting cultivation and subsistence in the forests of the Peruvian Amazon, through its recycling into charcoal and its conversion into chemical derivatives, (carbo basic chemistry). The universe were the forests of the Peruvian Amazon, with the interest group's forestry department of Ucayali, and witness of comparison had to forestry in Paragonia Republic of Brazil. Been estimated and valued environmental damage annually, with an annual discharge of 44 tons of carbon / Ha. On the basis of 270 000 Has. / year logging forestry, causing environmental damage in the soil which leads to the loss of their fertility, the recovery of these soils represent 1 200 million / year to be charge the price of roundwood to compensate for environmental damage if you continue forestry with current extraction system that goes to the primary processing in the case of handling the remains and debris. Moreover, if the discharge was avoided charcoal biomass recycling wasted deforested and charcoal, it was estimated that this product is equivalent to 13.2 million tons / year, valued at $ 5 280 million / year in addition to having the soils in cleared areas not contaminated by discharges of carbon that has been going on for centuries. Valuing the charcoal will only be effective if used for the production of basic chemical derivatives: carbon disulfide, calcium carbide, silicon carbide, activated carbon and gas generators (biofuel gas). So the recovery of charcoal carbon product converted these basic chemicals are a factor of 3 to 7 as the option to become its basic chemical products. Concluding that the charcoal should be considered a byproduct of forestry to be converted to its basic chemical products to make more profitable (increasing our GDP from 16 to 37%) and genuinely sustainable forestry in natural forests and the future, managed forests or forests in the Peruvian Amazon arartificiales.

Key words: Deforested and wasted biomass, plant biomass bibiodegradación, discharge charcoal recycling charcoal, derivatives charcoal chemical plant.

INTRODUCCIÓN

Los derivados químicos básicos del carbón, (sulfuro de carbono, carburo de silicio, carburo de calcio, carbón activado y el biocombustible gaseoso ó gasógeno) en Perú y en la mayoría de los piases latinoamericanos en la actualidad son importados debido a que el carbón mineral que utilizaban como insumo, ambieltamente ya no es recomendado por su alto contenido de azufre y es un recurso no renovable, y , la falta de carbón vegetal que se ha convertido en la alternativa mas viable, estos derivados químicos básicos. ya no se producen. Campos, R.(1995), señala que la producción de carbón vegetal en el país es exclusivamente destinada para la combustión domestica, focalizándole su producción en la amazonia debido a la prohibición del carbón vegetal de algarrobo, prohibición que se extiende hasta la carbonilla. Otero, N.(1985), concluye que los restos y desperdicios de la transformación mecánica de la madera en Pucallpa son quemados en las ladrilleras y hornos panificadores, la producción de carbón vegetal es destinada para Lima y consumo local para uso domestico como combustible. En consecuencia, la producción de los derivados químicos del carbón en Latinoamérica, tiene una limitante, el carbón vegetal. Por otra parte, Cailler, F.(1985) así como Brown, S.(1996), proporcionan modelos matemáticos para estimar el volumen forestal aprovechado de la extracción, con las estadísticas de INRENA, (1980-1996) reportadas de la producción de madera rolliza y los modelos antes citados, se pudo estimar la biomasa desforestada y desaprovechada por la actividad forestal en el periodo 80-96, resultando en promedio 87.0 millones de TM/año constituyéndose en el potencial carbonífero de nuestra amazonia, y a la vez nos permitió formular el problema del presente estudio: ¿Es posible producir derivados químicos básicos del carbón vegetal reciclando la biomasa deforestada y desaprovechada por la actividad forestal en la amazonia peruana?.

El objetivo general es disponer de información básica con el propósito de plantear el aprovechamiento de la biomasa deforestada y desaprovechada en la amazonia peruana, reciclándola en carbón

vegetal para su posterior transformación en sus derivados químicos básicos. Teniendo como objetivos específicos: la estimación de la biomasa deforestada y desaprovechada. La estimación de la conversión de esta biomasa desaprovechada en carbón vegetal. La utilización del carbón vegetal para su transformación en sus derivados químicos básicos para fomentar la carboquimica básica que identifique una oportunidad de inversión sostenible en la amazonia peruana. Finalmente, estimar la descarga de carbono en las áreas deforestadas y su impacto ambiental en los suelos, valorando el daño ambiental.

Los resultados encontrados indican que existe la disponibilidad suficiente de biomasa deforestada y desaprovechada, la viabilidad de su reciclamiento a carbón vegetal y posterior transformación en sus derivados químicos básicos, (carboquimica básica), para el mercado nacional e internacional que propiciará a nuevas instalaciones industriales dedicadas a los productos de la carboquimica intermedia y estas nuevas industrias atraerán a mas instalaciones industriales en la amazonia dedicadas a la elaboración de productos derivados de la carboquimica final. Adicionalmente el resultado ambiental se evidenciará cuando desaparezcan los efectos negativos de la huella de carbono en los suelos amazónicos en las nuevas áreas deforestadas por el reciclamiento del carbono contenido en la biomasa deforestada y desaprovechada.

MATERIAL Y MÉTODO

Materiales. Estaba constituido por la bibliografía especializada sobre el tema, reportes estadísticos de la actividad forestal en la amazonia peruana, revisión de las asignaturas dictadas en la Universidades Ucayali, Universidad Nacional Agraria de la Molina y en la Universidad Nacional del Callao. La observación realizada a las actividades forestales de extracción y transformación mecánica de la madera en la Amazonia (1982 – 1997) y kit de materiales de escritorio e impresión.

Área de Estudio. El área de estudio fue nuestra amazonia, teniendo como universo sus bosques naturales, constituyéndose la actividad forestal del Departamento de Ucayali nuestro grupo de interés, tomándose como testigo la actividad forestal de Paragonia,(Estado de Para) conocida como el centro maderero mas grande de Brasil.

Tipo de Estudio. Fue exploratorio.

Metodología. La estimación de la biomasa deforestada y desaprovechada se realizo utilizando la metodología que realizaron en Paragonia, adaptando a nuestra realidad y dinámica de deforestación en bosques naturales. La determinación de la descomposición por biodegradación de esta biomasa en carbono, se estimo utilizando el mismo factor para el sumidero de carbono cuando los vegetales secuestran el C02 de la atmósfera., con lo que se determino la descarga del carbono en las áreas deforestadas en TM/Há, a fin de estimar el daño ambiental cuyo efecto es el incremento del pH y la perdida de fertilidad. El reciclamiento de esta biomasa deforestada y desaprovechada ha tenido tres alternativas de productos: material húmico, paneles agregados y carbón vegetal.

Los derivados químicos del carbón vegetal, corresponden a los productos principales de la carboquimica básica y que los otros insumos se encuentran e nuestra amazonia, las tecnologías están disponibles y sus patentes ya prescribieron constituyéndose en conocimiento cotidiano.

RESULTADOS

Biomasa deforestada y desaprovechada por la actividad forestal.

El promedio para el periodo analizado fue de 87.9 millones de TM/año que corresponden a un área deforestada de 270 mil Hás/año.

Descarga de carbono.

La descomposición de la biomasa deforestada y desaprovechada, se reduce a 11.9 millones de TM. de carbono/año. Que representan una descarga de 44 TM. de carbono/Há.año.

Valoración del daño ambiental en los suelos.

El carbono descargado deteriora los suelos, cuya recuperación demanda 1 200 millones de $/año para las 270 mil Hás. Es decir 4 445 $/Há Deforestada.

Reciclamiento de la biomasa deforestada y desaprovechada en carbón vegetal.

Representa 13.2 millones de TM./año, de carbón vegetal, en las 270 mil Há. Valorizadas en 5 280 millones de $/año.

Derivados químicos identificados para transformar el carbón vegetal reciclado.

Sulfuro de carbono, carburo de silicio, carburo de calcio, carbón activado y biocombustible gaseoso (gasógeno).

DISCUSIÓN

La biomasa desforestada y desaprovechada que genera la actividad forestal extractiva en la amazonia peruana, es consecuencia de que para la tala forestal, el valioso esta constituido solo por la madera rolliza proveniente del fuste del árbol comercial, el resto de la biomasa del árbol es abandonada, según Callier, F.(1985), representa en promedio el 40% de la biomasa. Por otra parte, la actividad forestal, adicionalmente deforesta la biomasa de árboles no comerciales como consecuencia de las actividades preextractivas y de las propiamente extractivas, siendo un referente para América latina los estudios hechos en los bosques de Paragonia Estado de Para en Brasil, donde se evaluó la biomasa deforestada y abandonada en el bosque para facilitar la extracción de la madera rolliza, concluyendo que por cada árbol comercial extraído, se deforestan el equivalente a la biomasa de 13 árboles mas.

Sobre estos resultados se puede inferir que por cada 100 Kg. de madera rolliza comercial extraída, se abandonan en el bosque 2 238 Kg. es decir que los extractores madereros solo aprovechan el 4.3% del material lignocelulócico, desde que se empezó con esta actividad económica en los bosque naturales de la amazonia. En el caso peruano, los resultados son menores con relación a la biomasa abandona en el bosque teniendo presente que la actividad forestal extractiva en Brasil es mucho mas intensa y se ha asumido en este estudio un 18% menor. Habiéndose estimado que la biomasa deforestada y desaprovechada por la actividad forestal extractiva para el periodo 1980-1996 fue de 87.9 millones de TM/año, sobre la base de la producción de madera rolliza. Este material lignocelulócico desaprovechado es descompuesto en forma natural y

espontánea generando un daño ambiental en los suelos donde concluyo la actividad forestal extractiva. Esta situación se reduce enormemente si la extracción forestal se realiza en bosques manejados y en bosques artificiales debido a que la deforestación adicional que se realiza ineludiblemte en los bosques naturales, prácticamente sería mínima lo que incrementaría el porcentaje de aprovechamiento de la biomasa como madera pudiendo llegar hasta el 59% bajo los resultados de evaluación para los bosques de Brasil, que resultaría una fortaleza mas para que la extracción forestal en bosques manejados sea mas ventajosa debido al componente ambiental tan necesario para la siguiente siembra del bosque de manera sostenible.

Sobre la descarga de carbono en las superficies donde se desarrollaron la tala de los bosques naturales como consecuencia del desaprovechamiento y abandono de la biomasa deforestada la cual sufre procesos bioquímicos de biodegradación y descomposición, reduciendo a los componentes de esta biomasa forestal hasta su forma elemental en la cual el único material sólido que queda es el carbono que se descarga a través de las escorrentías superficiales y las escorrentías subterráneas, en ambos casos el carbono es diseminado , descargando 11.9 millones de TM de carbono cada año en las 270 mil Há/año que en promedio se deforesta que equivale a una descarga de carbono de 44 TM de carbono/Há donde se realizo la tala. El impacto ambiental de esta descarga es crítico para el suelo que tiene una relación de 10 a 15 su relación C/N y con la descarga de carbono esta relación C/N se vera incrementada que desequilibraran el habitad de los microorganismos que promueven la fertilidad del suelo degradándolo a los limites entre suelo y tierra que entre otras causas es la responsable para que los suelos deforestados tengan poca materia orgánica y no sirvan para mas de 3 a 4 cosechas de cultivos de pan llevar (suelos de último uso).

La presencia de carbono en la solución suelo, adicionalmente varia ciertas propiedades físicas pues incrementa la acides aumentando la actividad química de los componentes de las arcillas y le adiciona su carácter compactante de los suelos con escasa humedad que estrangula y deteriora las raíces de las plantas menores. En el caso de las escorrentías subterráneas que transportan el carbono descargado, llegan a la rivera de los ríos done las propiedades de resistencia del material de la rivera disminuyen y la energía del curso de los ríos los hacen deleznables sendo entre otras la causa por la que los ríos de la amazonia tienen formas meandricas.

La valoración del daño ambiental que genera las descargas de carbono, se estima en 1.200 millones de $ es decir 4.445 $/Há deforestada que consiste en la recuperación de los suelos deforestados con enmiendas de nitrógeno a fin de restablecer las relaciones de C/N en los rangos adecuados, (C/N= 12) por el incremento sufrido por la descarga de carbono, requiriéndose 650 mil TM. Nitrógeno equivalente a 2.2 millones de TM. de nitrato de amonio o 1.6 millones de TM. de urea que en el caso de la amazonia sería mas recomendable el nitrato. Los 1.200 millones de $/año se deberían cargar a los extractores madereros incrementando el precio de la madera en 199.24 $/m3.

El reciclamiento de la biomasa deforestada y desaprovechada es la alternativa mas sostenible a fin de: evitar la contaminación de los suelos deforestados y perturbar el precio nuevo de la madera por el costo de la remediación de los suelos,(impuesto ambiental) que para el caso de las maderas de baja densidad sería prohibitivo a pesar de la demanda existente o aplicar el principio de Cousse "quien contamina paga" que en otras latitudes donde la cultura ambiental es elevada, y lo pagarían pero para satisfacer la demanda de madera en los países tercermundistas se lograría elaborar tecnología que ofrezca un sustituto a la madera, tal como se hizo para sustituir el uso del algodón por el poliéster o la sustitución de la lana por el dragón, perlón u orlón que actualmente estamos usando. De manera que el reciclamiento de esta biomasa desaprovechada nos dejara las áreas deforestadas sin la huella de carbono que contamina los suelos, por esta razón se ha evaluado previamente que alternativa de reciclamiento es la mas sostenible entre: material húmico, tableros y carbón vegetal, habiendo concluido la alternativa del carbón vegetal por su significancía tecnológica, económica, ambiental y social, dado el enfoque de considerar al carbón vegetal como un producto intermedio a partir del cual puede convertirse en sus derivados químicos en una primera etapa derivados básicos, luego intermedios y carbón químicos finales dada el potencial de carbón vegetal que se dispondría estimada en 13.2 millones de TM/año valorizados en 5.280 millones de $/año. Esta valoración sería efectiva solamente si serviría de materia prima para manufacturar otros productos con mayor demanda y precio atractivo como son sus derivados carbón químicos básicos

Es oportuno indicar que utilizando el carbón vegetal para la producción de coke también sería una muy buena alternativa dado su uso en las acerias o industrias siderurgicas, pues en sus buenos tiempos Siderperú producía 400 mil TM./año de acero y por cada TM de arrabio se requiere

otra TM de coke que dada el potencial de carbón vegetal, disponible se podría rehacer la industria del acero en el Perú, como lo hacen en el Brasil con carbón vegetal de Mina Gherais, pero no ha sido considerado en el estudio pues el coke se considera un derivado físico del carbón vegetal.

Entendiendo el reciclamiento de los restos y desperdicios de cualquier actividad, se realiza con el objeto de recuperar económicamente a estos materiales, pero es mas importante cuando los restos y desperdicios son contaminantes que ocasionan daño ambiental, estaríamos dentro de un mecanismo de desarrollo limpio (MDL), que es el caso del reciclamiento de la biomasa deforestada y desaprovechada para la producción de carbón vegetal haciéndose más sostenible si es que la huella de carbón del producto reciclado lo convertimos en sus derivados químicos de tal manera que el carbono fijado en la biomasa deforestada, es contaminante, reciclada a carbón vegetal, potencialmente es contaminante si se dispone en el suelo o se utiliza como combustible a pesar que el C02 emitido puede ser nuevamente secuestrado por otra biomasa, pues para su combustión consume oxigeno del airee que ya no se recupera y que disminuye su concentración en la atmósfera generando una atmósfera menos limpia desde el punto de vista de la respiración de los seres vivos, situación que cambiaria si al carbón vegetal reciclado lo utilizaríamos como materia prima para la producción de sus derivados químicos básicos, en la que la huella de carbono tendería a desaparecer que tendría un equivalente al carbono fijado por el árbol conocido como carbono fijo y en los derivados químicos del carbón vegetal contiene un carbono móvil que no deja huella de carbono.

Los derivados químicos identificados que se pueden producir a partir del carbón vegetal, son el sulfuro de carbono, carburo de silicio, carburo de calcio, carbón activado y el biocombustible gaseoso (gasógeno). Estos productos corresponden a las sustancias mas significativas de los derivados químicos básicos del carbón vegetal, de gran demanda para uso directo o para producir derivados intermedios tales como el tetracloruro de carbono, xantatos,, amino derivados y síntesis de compuestos tío inorgánicos, a partir del sulfuro de carbono y a partir del carburo de silicio se tienen fabricación de materiales refractarios, aislantes térmicos, aislantes eléctricos de alta tensión. Del carburo de calcio se puede producir acetileno, acetaldehídos, cianamidas, cianuros y resinas.

Todos estos derivados intermedios, a mas de tener mercado pueden servir como materia prima para seguir produciendo derivados químicos finales tales como freones, polvo químico, solventes, pasta de calzado, agentes de flotación, aditivos químicos, vulcanizan tes, ácido acético, anhídrido acético, etanol (biocombustible), acetatos, caucho sintético, etileno y derivados, urea, dicloroetileno, clásticos, colorantes, entre mas de 180 productos químicos.

La valoración de estos derivados químicos básicos del carbón vegetal, depende a que derivado se refiere, en el caso de estudio, a los 5.280 millones de $/año, se convertirían en múltiplos de 2, 3, 3.3, 5 y 6 respectivamente que incrementarían nuestro PBI entre 7 a 22%. Concluyendo que el carbón vegetal debe ser considerado un subproducto de la actividad forestal que debe ser transformado en sus derivados químicos básicos, intermedios y finales para hacer realmente sostenible la actividad forestal en los bosques naturales, y en un futuro en los bosques manejados y en los bosques artificiales.

CONCLUSIONES

1. La biomasa desforestada y desaprovechada representa el 95.52% en la extracción forestal de la Amazonia Peruana y descarga 14.74 x 106 TM/año de carbono que contamina las áreas deforestadas cuyo daño ambiental se estima en 3.300 millones $ /año que deberían cargarse al precio de la madera rolliza extraída para recuperar los suelos afectados.

2. Se ha estimado que la biomasa desforestada y desaprovechada es de 109 Millones TM/Año que se constituye en un potencial subproducto de la actividad de extracción forestal para su reciclamiento en carbón vegetal para evitar el daño ambiental que permanentemente se viene dando desde que empezó esta actividad en la Amazonia.

3. El reciclamiento de la biomasa desforestada y desaprovechada como carbón vegetal es la alternativa mas realista cuyo potencial a producir llegaría a 9.51x106TM/año, valorizadas en 3,804´615,300.00 $/año.

4. La valorización del carbón vegetal reciclado es viable, si sólo si se utilizaría para la producción de sus derivados químicos básicos como sulfuro de carbono, carburo de Calcio, carburo de Silicio, carburo de

Boro, carbón activado y gasógeno que incrementarían la valoración hecha al carbón vegetal por el valor agregado conferido y la existencia del mercado nacional e internacional de alta demanda.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Callier,F. Estimación del volumen forestal y predicción de rendimientos con referencia especial a tecnologías. FAO.1985.Montreal-92 Pág.

Campos,R. Estructura de los costos de extracción y transporte de madera rolliza en selva baja PNLD/FAO/PER//81/02. PERU-1985.

Dixón,J, Análisis económico de impactos ambientales. Banco Asiatico de Desarrollo-1996.

Olazabal,L. Elaboración y aplicación de modelos matemáticos para la estimación de la biomasa. Tesis-UNALM. Perú-1995.

Situación de los bosques en el mundo. FAO-Roma-1995.

Memoria. Consulta de expertos sobre productos forestales no maderables para América latina. FAO.Chile-1996.

IIAP. Estudio de contaminación ambiental por actividades urbanas en Pucallpa-1995.

Otero,N. Estudio de los restos y desperdicios generados por las industrias de transformación mecánica de la madera en Pucallpa. Electro centro S.A.-1988.

DETERMINACIÓN DE LA ESTRUCTURA ANATÓMICA DE LA MADERA DE *Trichilia pleeana* (A. JUSS) C.DC. (UCHUMULLACA)

DETERMINATION OF THE ANATOMICAL STRUCTURE OF *Pleeana Trichilia* WOOD (A. JUSS) C.DC. (UCHUMULLACA)

Eduardo Santo Hidalgo Rucowa [1] David Gerardo Lluncor Mendoza [2]
Manuel Iván Salvador Cárdenas [3]

RESUMEN

El objetivo general fue estudiar la estructura anatómica en tres niveles del árbol, a nivel macro y microscópico de la madera de *Trichilia pleeana* (A. Juss) C.DC. (uchumullaca), para conocer las características anatómicas de esta especie y darle un uso adecuado.El trabajo se realizó en el laboratorio de anatomía de la madera de la Universidad Nacional de Ucayali,ubicada en la Carretera Federico Basadre Km. 6. Distrito de Callería, provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali.

Los resultados obtenidos ponen en evidencia las características anatómicas macroscópicas y microscópicas de *Trichilia Pleeana* (A. Juss) C.DC. (uchumullaca), como las características organolépticas, características de las rodajas. Las dimensiones promedios de las fibras (largo y ancho de fibra, lumen y pared); elemento vascular (largo y ancho); poros (diámetro tangencial),y radios (largo y ancho).

Así mismo existe diferencia en el largo y ancho de la fibra y elemento vascular entre árboles, a nivel longitudinal y a nivel transversal del fuste, más no así respecto a la orientación cardinal por qué no mostraron diferencias entre estas variables. Las dimensiones de la fibra y elemento vascular tienen la tendencia a que los elementos cercanos a la médula son largos y anchos y los elementos cercanos a los extremos son cortos y angostos. A su vez el diámetro de los poros tiende a aumentar desde la base hasta la parte superior del fuste. A causa de la variación de las características anatómicas de la misma especie se recomienda realizar estudios de investigación para su posterior aplicación tecnológica, en especies de diferente procedencia.

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

Palabras clave: Estructura anatómica, uchumullaca, nivel longitudinal, nivel transversal, rodajas, probetas, *Trichilia Pleeana* .

ABSTRAC

The overall objective was to study the anatomical structure of the tree into three levels, macro and microscopic wood pleeana Trichilia (A. Juss) C.DC. (uchumullaca) to know the anatomy of this species and its wide use adecuado.El work was done in the laboratory of wood anatomy of the Universidad Nacional de Ucayali, located at Km 6 Carretera Federico Basadre. Callería district, province of Coronel Portillo, Ucayali department.

The results highlight the gross and microscopic anatomical characteristics of *Trichilia Pleeana* (A. Juss) C.DC. (uchumullaca), the organoleptic characteristics, characteristics of the slices. The average fiber dimensions (length and fiber width, lumen and wall) vascular element (length and width), pores (diameter tangential) and radios (and wide).

Also no difference in the length and width of the fiber and vessel element between trees at the longitudinal and transverse level of the shaft, but not so with respect to the cardinal orientation why did not differ between these variables. The dimensions of the vascular elements and fibers tend to elements close to the bone are long and wide and elements near the ends are short and narrow. In turn, the pore size tends to increase from the base to the top of the shaft. Because of the variation in the anatomy of the same species is recommended research studies to further technological applications in different species of origin.

Key words: Anatomical structure, uchumullaca, longitudinal level, cross level, sliced specimens, *Trichilia Pleeana* .

INTRODUCCIÓN

El Perú cuenta con una enorme superficie territorial cubierta de bosques. Solamente siete países en el mundo tienen una extensión de bosques mayor a la que existe en el país. Lamentablemente, el potencial de los bosques naturales ha sido desaprovechado y, en vastas extensiones, el recurso ha sido depredado. (INRENA, 2007).

Por tal motivo es necesario que se contribuya con la búsqueda de mercados y la promoción de nuevas especies forestales, generando fuente de trabajo para las personas (FONDEBOSQUE, 2005).

La insuficiente información tecnológica de las maderas es una de las causas de la selectividad y de la restricción de uso por la industria (TELLO, 2007). Por tal motivo es indispensable realizar la investigación anatómica de la madera de *Trichilia pleeana* (A. Juss) C.DC. (uchumullaca).

Es por ello que el presente trabajo de investigación tuvo como objetivo general estudiar la estructura anatómica en tres niveles del árbol, a nivel macro y microscópico de la madera de *Trichilia pleeana* (A. Juss) C.DC (uchumullaca). Mientras que los objetivos específicos fueron: 1) describir la estructura anatómica de la madera 2) conocer la variación de la estructura anatómica en los tres niveles del árbol, y 3) estudiar la estructura anatómica de tres árboles de diferentes diámetros de la madera.

MATERIAL Y MÉTODO

MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.

Se utilizó el método descriptivo para ello se evaluó las características anatómicas a nivel macroscópico y microscópico de la especie *Trichilia pleeana* (uchumullaca), en base a la norma IAWA (1989).

POBLACIÓN Y MUESTRA.

La población estuvo constituida por todos los árboles de la especie *Trichilia pleeana* (A. Juss) C.D.C. (uchumullaca) ubicado en el Centro de Investigación y Capacitacion Forestal Macuya de la Universidad Nacional de Ucayali (CICFOR), y la muestra por 3 árboles.

PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS:

Selección de árboles.

Se seleccionó al azar tres árboles de diámetros diferentes, un árbol

grueso, un mediano y el tercero delgado; en función a sus características fenotípicas propias de la especie y distribución en el área. Del mismo modo se georeferenció los árboles seleccionados para saber su ubicación.

Selección de niveles.

En el árbol se consideró tres niveles: inferior, medio y superior.

Nivel I : Inferior (30 cm de la superficie).
Nivel II : Medio.
Nivel III : Superior.

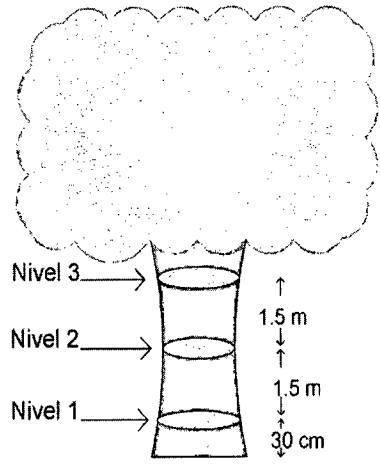


Figura 01: Niveles y distanciamiento de obtención de las rodajas.

Identificación de la especie.

Las muestras botánicas fértiles, fueron enviadas al Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de Altura (IVITA), para la identificación respectiva.

Dimensión de las rodajas.

Se obtuvieron un total de 9 rodajas de 20 cm de espesor. De estas rodajas se obtuvieron dos rodajas, una de 5 cm y otra de 15 cm de espesor, las que fueron utilizadas para la descripción macroscópica y microscópica.

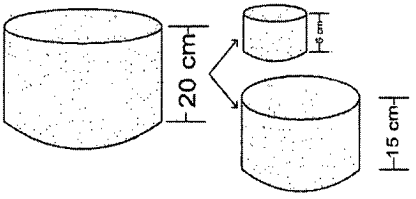


Figura 02: Dimensión de las rodajas.

Trabajo en carpintería:

Área de trabajo.

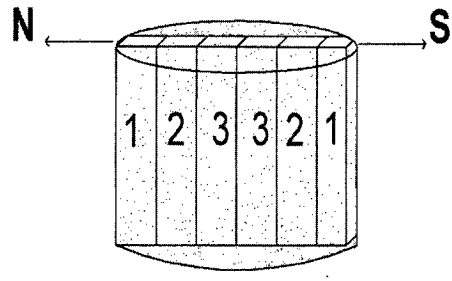
Se realizó en el taller de carpintería de la Universidad Nacional de Ucayali ubicado en la carretera Federico Basadre km 6.3.

Obtención de probetas para la descripción macroscópica.

Se utilizaron probetas de 5 x 5 x 5 cm , debidamente orientadas para la descripción del color, olor, brillo y grano, los tipos de poros, parénquima y radios.

Obtención y codificación de probetas para la descripción microscópica.

Se utilizaron probetas de 2 x 2 x 5 cm, con sus secciones debidamente orientadas, que fueron utilizadas para la obtención de tejido macerado y obtención de láminas histológicas. Las probetas se codificaron teniendo en cuenta los puntos cardinales en orientación norte y sur, enumerándose en sentido desde la corteza a la médula.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE U...
BIBLIOTECA CENTRAL
U N U

Figura 03: Dimensiones y cortes de cubos para la descripción microscópica.

Trabajos de laboratorio.

Preparación de tejido macerado.

El tejido macerado se obtuvo por el método del ácido nítrico (HNO3) al 33%.

Preparación de láminas histológicas.

Se ablandaron cubos de 1 cm^3 para la obtención de las láminas histológicas con sus tres secciones debidamente orientadas, para luego ser cortadas con el micrótomo.

Tratamiento de datos.

Para determinar la existencia de diferencias significativas entre los parámetros fibras, elementos vasculares, radios y poros a nivel microscópico cuantitativo entre árboles, entre niveles longitudinales y niveles transversales del árbol se aplicó un diseño completo al azar.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características organolépticas.

Tabla 01: Características organolépticas.

Color	10YR 8/4 Very pale brown (Marrón muy pálido)
Olor	No es distintivo
Sabor	No es distintivo
Brillo	Medio
Grano	Recto
Textura	Media
Veteado	Líneas verticales en la cara radial y arcos superpuestos en la cara tangencial

La tabla 01 presenta los resultados de las características organolépticas de la madera de *Trichilia pleeana* (A. Juss) C.DC (uchumullaca).

Características anatómicas.

Tabla 02: Características anatómicas macroscópicas.

Características	Descripción
Poros	
Visibilidad	Visibles a simple vista.
Distribución de los poros	Solitario y múltiples radiales.
Números de poros por mm^2	9 a 10 poros por mm^2
Forma de los poros	Ovalada y redonda
Tipo de porosidad	Difusa
Parénquima longitudinal	
Tipo de parénquima (sección transversal)	Paratraqueal aliforme confluente.
Visibilidad	Visibles con una lupa de 10X
Radios	
Visibilidad	Visibles con lupa de 10X
Ancho de los radios	No se puede definir
Inclusiones	Presencia de cristales entre las fibras y gomas.

La tabla 02 presenta las características anatómicas macroscópicas de la especie *Trichilia pleeana* (A. Juss) C.DC (uchumullaca), lo cual guarda cierta similitud con los resultados obtenidos por Tobías (2001) y Acevedo (1994).

Características microscópicas cualitativas.

Tabla 03: Características microscópicas cualitativas.

Variables	Características
Anillos de Crecimiento	Diferenciado.
Poros	Presenta poros solitarios y múltiples radiales, la forma de los poros es ovalada con presencia de inclusión taponando los vasos, el tipo de porosidad es difusa.
Parénquima	Parénquima paratraqueal aliforme confluente.
Radios	Homogéneos, uniseriados estratificados y biseriados estratificados.
Elemento vascular	Presenta platina de perforación simple y presencia de gomas.
Fibra	Son de forma fusiforme.

La tabla 03 presenta las características microscópicas cualitativas de los anillos de crecimiento, poros, parénquima, radios, elemento vascular y fibras de la especie *Trichilia pleeana* (A. Juss) C.DC (uchumullaca). Estos resultados son parecidos a los obtenidos por Tobías (2001) y Acevedo (1994).

Características microscópicas cuantitativas.

Tabla 04: Características microscópicas de la fibra de la madera de *Trichilia pleeana*.

VARIABLE	X	C.V.	S	MAX	MIN
Largo	1,185.41	7.4	87.75	1,402.67	959.83
Ancho	16.22	18.06	2.93	30.71	11.04
Lumen	8.34	24.12	2.01	18.74	4.65
Pared	3.93	21.86	0.86	7.48	2.25

La tabla 04 presenta las dimensiones promedios de las fibras en cuanto al largo, ancho, lumen y pared y sus demás variables estadísticas.

Tabla 05: Resumen del análisis de varianza para las fibras.

VARIABLES	DIMENSIONES DE LAS FIBRAS			
	Largo	Ancho	Lumen	Pared
Entre árboles	(**)	(*)	(**)	(NS)
Entre niveles longitudinales (rodajas)	(*)	(**)	(*)	(**)
Entre niveles transversales (probetas)	(**)	(**)	(NS)	(**)
Orientación cardinal (Norte y sur).	(NS)	(NS)	(NS)	(NS)

Altamente significativo (* *); Significativo (*), No significativo (NS).

Al aplicarse el análisis de varianza a las dimensiones de las fibras se ve que existe una tendencia a existir diferencias significativas y altamente significativas entre las variables árboles, niveles longitudinales y niveles transversales con respecto a las dimensiones de las fibras. Pero no así con respecto a la variable orientación cardinal que no presentó diferencias significativas. Esto se presenta en la tabla 05.

Al aplicar la prueba de Duncan a los ANVAS de las variables que resultaron significativas y altamente significativas, se detalla a continuación.

Entre árboles.

Tabla 06: Prueba de Duncan entre los árboles para las variables de la fibra.

Fibra	Agrupación de Duncan	Promedio (micras)	Árbol
Largo	A	1,219.54	2
	B	1,168.81	3
	B	1,164.18	1
Ancho	A	16.99	1
	B	15.80	3
	B	15.78	2
Lumen	A	9.26	1
	B	7.83	3
	B	7.81	2

En la tabla 06 se presentan los resultados de aplicar la prueba de Duncan entre los árboles para la variable de la fibra. Al comparar los tres árboles se da que las menores dimensiones de los parámetros largo, ancho y lumen se presentan en el árbol más joven y las mayores dimensiones se presentan en el árbol de mayor diámetro y altura.

Entre niveles longitudinales.

Tabla 07: Prueba de prueba de Duncan de los niveles para las variables de la fibra.

Fibra	Agrupación de Duncan	Promedio	Nivel longitudinal
Largo	A	1,202.96	2
	A	1,186.89	3
	B	1,168.49	1
Ancho	A	17.46	3
	B	15.94	1
	B	15.29	2
Lumen	A	8.75	3
	A	8.32	1
	B	7.94	2
Pared	A	4.35	3
	B	3.83	1
	B	3.61	2

Al comparar las características de los elementos en los niveles longitudinales del árbol se da que en la base las fibras son cortas y angostas con lumen y pared delgada y en la parte del ápice las fibras son cortas y anchas con lumen y pared amplia. Esto se muestra en la tabla 07.

Entre niveles transversales.

Tabla 08: Prueba de Duncan del nivel transversal para las variables de la fibra.

Fibra	Agrupación de Duncan	Promedio	Nivel transversal
Largo	A	1,220.63	2
	A	1,206.20	3
	B	1,134.01	1
Ancho	A	17.24	3
	B	16.17	2
	B	15.48	1
Pared	A	4.19	3
	A	4.03	2
	B	3.62	1

Al comparar las características de la fibra los elementos cercanos a la médula son largos y anchos y con pared gruesa y las células de los extremos son cortos, angostos y pared pequeña. Esto se muestra en la tabla 08.

Elementos vasculares.

Tabla 09: Características microscópicas del elemento vascular de la madera de *Trichilia pleeana*.

VARIABLE	X	C.V.	S	MAX	MIN
Largo	665.94	8.69	57.85	864.58	503.18
Ancho	122.96	16.95	20.85	234.35	69.87

En la tabla 09 se presentan las dimensiones promedios del elemento vascular en cuanto a su largo y ancho. Y sus demás variables estadísticas.

Tabla 10: Resumen del análisis de varianza para el elemento vascular.

VARIABLES	DIMENSIONES DE LOS ELEMENTOS VASCULARES	
	LARGO	ANCHO
Entre árboles	(* *)	(* *)
Entre niveles Longitudinales (rodajas)	(* *)	(* *)
Entre niveles Transversales (probetas)	(* *)	(* *)
Orientación Cardinal (Norte y Sur)	(NS)	(NS)

Altamente significativo (* *); Significativo (*), No significativo (NS).

En La tabla 10 se presentan que existe una tendencia a existir diferencias altamente significativas entre las variables árboles, niveles longitudinales y niveles transversales con respecto a las dimensiones del elemento vascular. Pero no así con respecto a la variable orientación cardinal que no presentó diferencias significativas.

Al aplicar la prueba de Duncan de los ANVAS de las variables que resultaron significativas y altamente significativas, a continuación se detalla:

Entre árboles.

Tabla 11: Prueba de Duncan entre árboles para las variables del elemento vascular

Elemento Vascular	Agrupación de Duncan	Promedio	Árbol
Largo	A	692.92	2
	B	667.31	1
	C	629.50	3
Ancho	A	128.87	1
	B	124.80	2
	C	113.01	3

Al comparar los tres árboles existe la tendencia de que en los árboles de mayor diámetro el elemento vascular son largos y anchos con respecto del árbol de menor diámetro y altura que sus elementos vasculares son cortos y angostos. Tal como se muestra en la tabla 11.

Entre niveles longitudinales.

Tabla 12: Prueba de Duncan entre niveles para el elemento vascular.

Elemento Vascular	Agrupación de Duncan	Promedio	Nivel longitudinal
Largo	A	682.79	2
	B	663.27	1
	B	652.11	3
Ancho	A	129.19	3
	A	128.43	2
	B	112.58	1

Al comparar las características del elemento vascular en los niveles se da que en la parte de la base las células son cortos y angostos y en la parte del ápice el elemento vascular son cortos y anchos. Esto lo plasman en la tabla 12.

Entre niveles transversales.

Tabla 13: Prueba de Duncan entre probetas para el elemento vascular.

Elemento Vascular	**Agrupación de Duncan**	**Promedio**	**Nivel transversal**
Largo	A	680.76	2
	A	672.34	3
	B	646.16	1
Ancho	A	129.12	2
	A	126.86	1
	B	110.04	3

Al comparar las características del elemento vascular los elementos cercanos a la médula son largos y cortos y el elemento vascular de los extremos son cortos y anchos. Esto se sintetiza en la tabla 13.

Poros y radios.

Tabla 14: Características microscópicas de poros y radios a nivel de especie.

VARIABLE	X	C.V.	S	MAX	MIN
Diámetro de poro	91.06	17.3	15.795	124.75	51.28
Largo de radio	288.9	35.6	102.955	522.75	83.63
Ancho de radio	15.98	27.6	4.414	33.26	8.23

La tabla 14 presenta las dimensiones promedios de las variables diámetro de poros, largo y ancho de radios, y sus demás variables estadísticas.

Tabla 15: Resumen del análisis de varianza para poros y radios.

VARIABLES	DIMENSIONES DE POROS Y RADIOS		
	DIAMETRO DE POROS	LARGO DE RADIOS	ANCHO DE RADIOS
Entre árboles	(NS)	(**)	(**)
Entre niveles longitudinales (rodajas)	(**)	(NS)	(NS)
Entre niveles transversales (probeta)	(NS)	(NS)	(NS)
Orientación Cardinal (Norte y Sur)	(NS)	(NS)	(NS)

Altamente significativo (**); Significativo (*), No significativo (NS).

En la tabla 15 se aprecia que entre árboles existe diferencias altamente significativas en el largo y ancho de radios, del mismo modo con respecto a niveles longitudinales existe diferencias altamente significativas en el diámetro de poros no encontrándose diferencias significativas entre niveles transversales y orientación cardinal.

Al aplicar la prueba de prueba de Duncan de los ANVAS de las variables que resultaron significativas y altamente significativas, a continuación se detalla.

Entre árboles.

Tabla 16: Prueba de Duncan de árboles para las variables de los radios.

Radios	Agrupación de Duncan	Promedio	Árbol
Largo de radios	A	319.37	2
	A	296.35	1
	B	240.14	3
Ancho de radios	A	17.91	1
	B	15.67	2
	C	13.90	3

Al comparar los tres árboles existe la tendencia de que en los árboles de mayor diámetro los radios son largos y anchos con respecto al árbol de menor diámetro y altura que sus elementos son cortos y angostos.

Entre niveles longitudinales.

Tabla 17: Prueba de Duncan el diámetro de los poros.

Poros	Agrupación de Duncan	Promedio	Nivel longitudinal
Diámetro de Poros	A	97.46	2
	A	95.90	3
	B	81.07	1

Al comparar las características de los poros se da que en la base el diámetro de poro es más pequeño con respecto al centro y la parte del ápice del árbol que poseen poros de mayor diámetro. Se puede observar que existe una tendencia a que a medida que aumenta la altura del árbol es mayor el diámetro de poros. Lo sintetizan en la tabla 17.

CONCLUSIONES

1. Las características organolépticas y las características anatómicas macroscópicas a nivel longitudinal y transversal en todos los arboles de *Trichilia pleeana* son similares.

2. El largo de las fibras va de 959.83 a 1402.67u, con un promedio de 1185.41u; el ancho de 11.04 a 30.71u, con un promedio de 16.22u; el lumen de la fibra de 4.65 a 18.74u, con un promedio de 8.34u y la pared de la fibra va de 2.25 a 7.48u. con un promedio de 3.93u.

3. Existe diferencias significativas en el largo, ancho, lumen y pared de la fibra entre árboles, a nivel longitudinal y a nivel transversal del fuste, más no así respecto a la orientación cardinal por que no mostraron diferencias entre estas variables.

4. Las dimensiones de la fibra, el elemento vascular y radios tiene la tendencia a que las menores dimensiones se presenta en el árbol con menor diámetro y las mayores dimensiones se presenta en los árboles con mayor diámetro.

5. El largo de la fibra y el largo del elemento vascular en el nivel longitudinal del árbol tiene la tendencia a mantenerse con similares dimensiones.

6. Las dimensiones del ancho de la fibra y el ancho del elemento vascular en el nivel longitudinal en la parte de la base son angostos y a medida que aumenta la altura del árbol el ancho de las fibras y elemento vascular son más anchos.

7. El elemento vascular varía de 503.18 a 864.58u, con un promedio de 665.94u; y el ancho varía de 69.87 a 234.35u, con un promedio de 122.96u.

8. Existe diferencias significativas en el largo y ancho del elemento vascular entre árboles, a nivel longitudinal y a nivel transversal del fuste, más no así respecto a la orientación cardinal.

9. Las dimensiones de la fibra y el elemento vascular en el nivel transversal tienen la tendencia a que los elementos cercanos a la médula son largos y anchos y los elementos cercanos a los extremos son cortos y angostos.

10. A nivel microscópico el diámetro del poro varía de 51.28 a 124.75u, con un promedio de 91.06u; el largo del radio varía de 83.63 a 522.75u, con un promedio de 288.9u; y el ancho del radio varía de 8.23 a 33.26u, con un promedio de 15.98u.

11. Existe diferencias significativas en el largo y ancho de los radios, más no así en el diámetro de poros de los árboles; en el sentido longitudinal existe diferencia en el diámetro de poros, más no así en el largo y ancho de los radios; en el sentido transversal del fuste y en las orientaciones cardinales no existe diferencia del diámetro de poros, del largo y ancho de los radios.

12. El diámetro de los poros tiende a aumentar desde la base hasta la parte superior del fuste.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acevedo, M. 1994. Yoji Kikata . Atlas de maderas del Perú. Lima - Perú 20 p.

Aróstegui, A. 1975. "Estudio tecnológico de maderas del Perú" Vol. Características tecnológicas y usos de la madera de 145 especies del país. UNALM. 300 p.

Biblioteca Profesional E.P.S. 1965. Tecnología de la madera. Ediciones Don Bosco. Barcelona, España. 530 p.

Cordova, N.; Aparicio, L. Y Salvador, I. 1998. UNU. Plan de desarrollo del centro de investigación y capacitación forestal Macuya. Pucallpa.

Daniel, E. 1982. Principios de silvicultura, Mc Grau-Hill, Mexico, 492p.

Esau,K. 1959. Anatomía vegetal. Ediciones Omega S. A. Barcelona, España 729 p.

Hinostroza,c. 1988. Estudio Biométrico de las fibras leñosas de Salix Humboldtiana Willd. Y Sambucus Peruviana H.B.K. 6 p.

IAWA 1989. List of microscopic features for hardwood identification. Internatinal Association of Woods Anatimist IAWA Bull.n.s Vol. 10: 217-332.

Katherine, E. 1959. Anatomía Vegetal . Barcelona , Ed. Omega. S.A. 729 P.

Lao,R, 1990. Proyecto de Capacitación Extención y Divulgación Forestal. Manual de identificación de especies Forestales. Gobierno SUIZO- COTESU.137 p.

Leon H, Y Espinoza De Pernia, N, 2001, Anatomía de la Madera,Universidad de los Andes, Talleres Gráficos Universitarias, Mérida, Venezuela, 397 p.

Lluncor,D. 1977. Relaciones entre las características de cepillado de algunas maderas de Venezuela y sus propiedades físico mecánicas y anatómicas.Tesis Magíster Scientiae. Mérida – Venezuela. Universidad de los Andes. 78 p.

Mora, J, 1983, Propiedades físicos mecánicas de la madera, Universidad de los andes, Facultad de ciencias forestales,Departamento de publicaciones, Merida, 50 p.

PNUD, 1982. Recopilación y análisis de estudios tecnológicos de maderas peruanas. Documento de trabajo N° 2. Lima – Perú.

Sato, A. 1976. Propiedades de trabajabilidad de la madera de doce especies del Perú. Tesis Ingeniero Forestal. UNALM. Lima-Perú.110p.

Silva, J. 2009 Determinación de las características anatómicas y propiedades físicas de la madera de la especie forestal madero negro de la región tumbes. Tumbes-Perú. 35p.

Soto, 1982. Microtécnica para madera. Universidad de la Amazonía Peruana Programa Académico de Ingeniería Forestal. Iquitos-Perú. p. 29.

Tello,G. M.T.Y. 2007.Diferenciación anatómica de la madera de Matisia bicolor ducke (zapotillo).Por niveles longitudinales del fuste. Pucallpa- Perú.

Valenzuela, w. 1985. Diseño de Estructura de Maderas. Universidad Nacional Agraria la Molina. Junio 1985. 56p.

Wilson, K. Y D. White. 1986. The anatomy of woods: is diversity and variability. Stobard & Son LTD. London. 330 p.

DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE ESPACIAMIENTO PARA LA CUBICACIÓN DE MADERA CORTA

DETERMINATION OF SPACING FACTOR FOR THE SCALING OF WOOD CHIPS

Manuel Iván Salvador Cárdenas [1] Diana Carolina Salvador Osores [2]

RESUMEN

El objetivo general del presente trabajo fue, determinar el factor de apilamiento o espaciamiento para la cubicación de madera corta .

El estudio se llevó a cabo en las instalaciones del aserradero Maderera Chino Mori, S. R L, ubicado en Jr, Magdalena con calle Carlos Mz. - Lt. 2 A.H. Santa Clara - zona Industrial - Pucallpa.

Los resultados ponen en evidencia que el factor de apilamiento para la cubicación de madera corta es de 0.83 con un coeficiente de variación de 5.40 %, la variabilidad del coeficiente de apilamiento se debe mucho al factor humano ya que el apilado se hace manualmente y va a depender de la subjetividad, de la inconstancia y de la imprecisión del estibador. Los industriales madereros de Pucallpa utilizan 0.85 como factor de apilamiento o factor de espaciamiento para cubicar madera corta, no existiendo diferencia significativa con el factor de apilamiento encontrado en el presente trabajo.

Palabras clave: Apilamiento, cubicación de madera corta, factor humano.

ABSTRAC

The overall objective of this study was to determine the stacking or spacing factor for the scaling of wood chips.

The study was conducted in Chino Mori SRL Timber sawmill facilities located in Jr, Magdalena calle Carlos Mz. - Lt. 2 A.H. Santa Clara - Industrial area - Pucallpa.

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

The results show that the stacking factor for the scaling of wood chips is 0.83 with a coefficient of variation of 5.40% coefficient of variability of stacking owes much to the human factor and the stacking is done manually and will rely on subjectivity, inconsistency and inaccuracy of the stevedore. The timber industry used 0.85 as a factor Pucallpa stacking or spacing factor to cube wood chips, with no significant difference in the stacking factor found in this study.

Key words: Stacking, scaling of wood chips, the human factor.

INTRODUCCIÓN

Las industrias de transformación primaria de productos forestales en la localidad de Pucallpa se dedican a una serie de líneas de producción como madera aserrada (comercial, corta, larga angosta y medidas especiales), fabricación de triplay y chapas decorativas así como parquet y paquetería. La actividad forestal genera un movimiento económico importante en la región, permite el incremento del PBI regional y genera el 40% de puestos de trabajos directos e indirectos, constituyéndose en la actividad líder de la Amazonia Peruana (GOREU, 2007).

El aserrío, es un proceso mediante el cual se convierte la madera en rollo en tablas, tablones, cuartones, listones y durmientes, utilizando maquinaria, equipo, recurso humano, fuentes de energía y dinero. Durante un tiempo y derivado de avances tecnológicos estos procesos se han eficientizado con el propósito de lograr una mayor producción, con una buena calidad de productos terminados y menores costos de producción, para la cual algunos aserraderos cuentan con reaserradoras o sierras múltiples.

Dentro de la comercialización de madera aserrada, se cuenta un rubro de madera corta, cuya cubicación esta dada principalmente por un factor de descuento o factor de apilado o factor de espaciamiento, en la cual se determina el volumen de un lote descontado los espacios vacíos. La interrogante inicial fue ¿El factor de apilamiento utilizado en Pucallpa es técnicamente correcto?.

Respecto a los antecedentes sobre los cálculos del volumen de estereo de madera procesada González y Cuadra (2004) manifiestan que en este cálculo, hay que tomar en cuenta las diferentes formas de apilado de la madera, con el fin de acercarnos más al volumen real transportado, uno de los factores que influye en el estibado de la madera son los espaciamientos entre las piezas y bultos. Antes de cubicar la carga debemos tomar en cuenta la forma de la carga, tales como:

- Transporte de madera cuya cara o bultos se encuentra completa o pareja.

- Transporte de madera cuya cara o bultos se encuentra incompleta o dispareja.

En el caso que se transporte madera procesada formando bultos de iguales dimensiones, el cálculo de volumen se realizará de la siguiente manera.

Para el cálculo del volumen estereo transportado en forma de bultos:

$$V = a \cdot l \cdot h \cdot fe \cdot n$$

Donde:

V: Volumen estereo transportado en metros cúbicos.
a: Ancho de la carga en metros.
l: Largo de la carga en metros.
h: Altura de la carga en metros.
fe: Factor de espaciamiento (0.90).
n: Número de bultos.

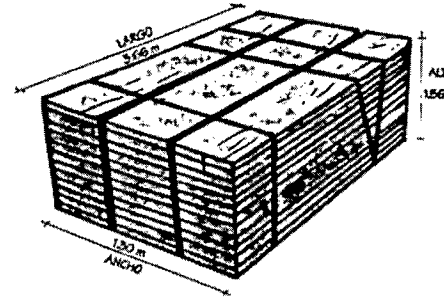


Figura 01: Apilado de madera procesada formando bultos de iguales dimensiones.

Los mismos autores indican que en el caso que se transporte madera procesada formando cargas desiguales con dimensiones diferentes, el cálculo de volumen se realizara de la siguiente manera:

$$V = a \cdot l \cdot h \cdot fe$$

Donde:

V: Volumen estereo transportado en metros cúbicos.
A: Ancho promedio de la carga en metros.
l: Largo promedio de la carga en metros.
h: Altura promedio de la carga en metros.
fe: Factor de espaciamiento o apilamiento (0.90).

Por otro lado González y Cuadra (2004) manifiestan que para la determinar el volumen de leña se utilizan medidas tradicionales como: carreta, marca, cuerda, manojo de leña etc., sin embargo la unidad básica de presentación es el metro cúbico, en donde:

· 1 Carreta: 4 pies * 9 pies * 2.5 pies= 90 p^3.
· 1 Marca: 2 varas * 2 varas * 1 vara = 4 Vrs^3 = 2.36 m^3 ap.
· 1 Cuerda: 4 pies * 4 pies * 8 pies = 128 p^3 apilado.
· 1 Manojo: 5 piezas de leña, con longitud de 1 vara.
ap: apilado.

$$V = L * A * H * 0.784$$

Donde:

V = Volumen en metro cúbico.
L = Largo de la leña en metros.
A = Ancho de la leña en metros.
H = Altura de la leña en metros.

0.784 = Factor de apilamiento o factor de espaciamiento.

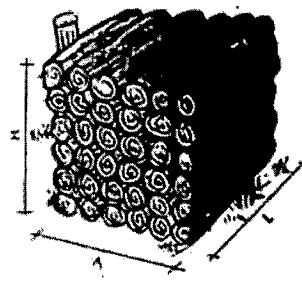


Figura 02: Apilamiento de madera redonda o leña.

CLASIFICACIÓN DE LA MADERA ASERRADA POR SUS DIMENSIONES.

Salvador (2005) clasifica a la madera aserrada por sus dimensiones en cinco categorías:

Madera comercial.- Es la madera aserrada bruta y verde, cuyas Figura dimensiones son: espesor de 2 a 4 pulgadas, ancho de 4 a más pulgadas y el largo de 6 a más pies.

Madera Corta.- Es la madera aserrada bruta y verde, cuyas dimensiones son: espesor de 2 a 4 pulgadas, ancho de 4 a más pulgadas y el largo de 2 a 5 pies.

Madera larga angosta.- Es la madera aserrada bruta y verde, cuyas dimensiones son: espesor de 2 a 4 pulgadas, ancho menores de 4 pulgadas y el largo de 6 a más pies.

Madera de medidas especiales.- Son piezas de madera aserrada bruta y verde, cuyos espesores son inferiores a 2 pulgadas y mayores de 4 pulgadas, por cualquier ancho y por cualquier largo.

Paquetería.- Se denomina comercialmente paquetería, al conjunto de piezas de madera provenientes de la recuperación de residuos de la línea de aserrío, las mismas que se encuentran formando paquetes cuyas secciones son de 6" x 6" y de longitud variable, siendo la longitud mínima 1.5 pies.

Las piezas de madera son ensunchadas en forma de paquete, facilitando de esta manera su manipuleo y su transporte.

MATERIAL Y MÉTODOS

LUGAR.

El trabajo de investigación se realizó en las instalaciones de Maderera Chino Morí, S. R. L, ubicado en Jr, Magdalena con calle Carlos Mz. – Lt. 2 A.H. Santa Clara, Distrito de Manantay, Provincia Coronel Portillo, Región de Ucayali.

MATERIALES.

- Cinta métrica.
- Útiles de escritorio.
- Marcadores o tizas.
- Formatos.
- Computadora.
- Cámara digital.
- Madera corta.
- Madera empaquetadas.

METODOLOGÍA:

Determinación del factor de apilamiento o espaciamiento de madera corta.

En el patio de acopio de productos terminados, se efectuaron mediciones de la madera corta, bajo 2 formas diferentes:

La primera forma consistió en medir las dimensiones y el volumen de cada una de las piezas que conformaron el lote y el volumen del lote se obtuvo con las siguientes fórmulas:

$$Vi = (E * A * L)/12$$

$$Vt = \sum Vi$$

Donde:

Vi = Volumen de cada pieza de madera corta componente de un lote, en Pt.

E = Espesor de cada pieza de madera corta componente de un lote, en pulg.

A = Ancho de cada pieza de madera corta componente de un lote, en pulg.

L = Largo de cada pieza de madera corta componente de un lote, en pies.

Vt = Volumen total del lote, en Pt.

La segunda forma de medir el volumen de la madera corta fue estibando el lote y luego se efectuó la medición tridimensional de dicho lote; para el cálculo del volumen se empleó la siguiente fórmula:

$$Vl = H * A * L$$

Donde:

Vl = Volumen bruto del lote, en Pt.

H = Altura del lote madera corta, en pulg.

A = Ancho del lote de madera corta, en pulg.

L = Largo del lote de madera corta, en pies.

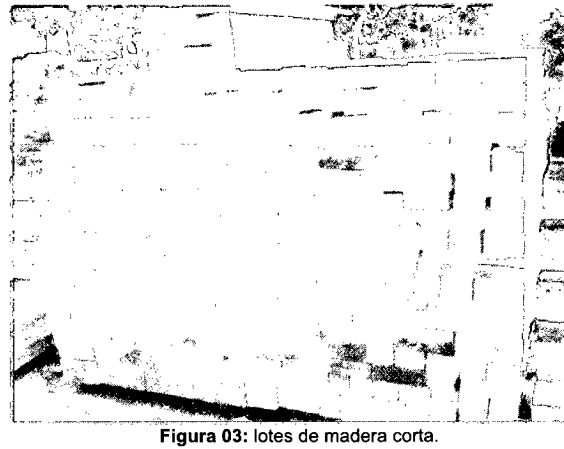


Figura 03: lotes de madera corta.

La determinación del factor de apilamiento o factor de espaciamiento de madera corta se obtuvo con la siguiente formula:

$$Fc = Vt / Vl$$

Donde:

Fc = Factor de apilamiento o factor de espaciamiento de madera corta.

Vt = Volumen total del lote de madera corta medida pieza por pieza, en pt.

Vl = Volumen bruto de madera corta medida con las dimensiones del lote, en pt.

El volumen real o neto de la madera corta se obtuvo empleando la siguiente formula:

$$Vn = H * A * L * Fc$$

Donde:

Vn = Volumen neto del lote, en Pt.

Vn = Volumen neto del lote, en Pt.

H = Altura del lote madera corta, en pulg.

A = Ancho del lote de madera corta, en pulg.

L = Largo del lote de madera corta, en pies.

Fc = Factor de apilamiento (por espacios vacíos).

RESULTADOS

DETERMINACION DEL FACTOR DE APILAMIENTO DE MADERA CORTA.

Tabla 01: Coeficiente de apilamiento de 40 lotes de madera corta.

Parámetros	Promedio	Desv. estándar	C. V. (%)
N° de lote observado	40	-----	-----
Promedio de N° de piezas/lote	44.48	50.34	113.19
Volumen real promedio por lote (pt)	182.91	219.24	119.86
Volumen promedio aparente por lote (pt)	221.19	262.75	118.79
Coeficiente de apilamiento	0.83	0.04	5.4

La tabla 01 muestra el coeficiente de apilamiento de 40 lotes de madera corta, obteniéndose como coeficiente de apilamiento promedio 0.83, con un coeficiente de de variación de 5.40 %.

El gráfico 04 ilustra el porcentaje de madera y de espacios vacíos promedios encontrados en 40 lotes de madera corta.

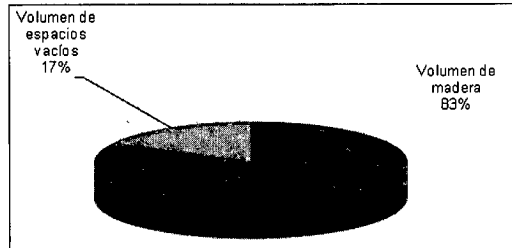


Figura 04: Volumen porcentual de madera y espacios vacíos en un lote de madera corta

En la tabla 02 se observa el factor de apilamiento utilizados por los industriales madereros de Pucallpa para la madera corta o piezas de madera con longitud menores de 6 pies, el valor de dicho factor es 0.85.

Tabla 02: Factor de apilamiento de madera corta en Pucallpa.

Producto	Volumen aparente de la madera corta		Volumen real de la madera corta		Volumen de espacios vacíos	
	Unid	%	Unid.	%	Unid.	%
Madera corta	1	100	0.85	85	0.15	15

Con el propósito de verificar si el factor de apilamiento estudiado difiere del factor de apilamiento utilizado por los industriales madereros de Pucallpa se realizó la prueba de conformidad de una media, cuyo resumen se observa en la tabla 03, no existiendo diferencias significativas entre ambos coeficientes.

Tabla 03: Prueba de conformidad del coeficiente de apilamiento promedio.

Hipótesis	T obs.	T tab.	Nivel de significancia
83 = 85	0.281	2.025	n.s.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE APILAMIENTO DE MADERA CORTA.

El factor de apilamiento o factor de espaciamiento de madera corta encontrado, tuvo un valor de 0.83 con un coeficiente de variación de 5.40 %. Es necesario precisar, que este valor indica que del volumen aparente de un lote de madera corta, el 83 % es volumen real de madera y el 17 % son espacios vacíos que se forman entre las juntas del conjunto de piezas de madera que constituye el lote.

El factor de apilamiento de madera corta utilizado por los industriales madereros de Pucallpa es 0.85, valor que fue contrastado estadísticamente con el valor encontrado en la presente practica (0.83), tal como se aprecia en el cuadro 3, determinándose que no existe diferencia significativa entre ambos valores, corroborando que el factor de apilamiento utilizado por los industriales madereros de Pucallpa, para el comercio de la madera corta es correcto. La ligera diferencia de valores se puede deber al factor humano, ya que las pilas se efectúan y según Fraipont (1991) el ser humano presenta muchas inconvenientes entre los más notorios tenemos: la subjetividad (criterios), la inconstancia de decisión (estado anímico) y la imprecisión al momento de hacer las pilas de madera corta.

Existe información sobre factor de apilamiento de madera redonda, pero muy poca sobre factor de apilamiento de madera aserrada, este factor puede variar según es grado de procesamiento de la madera, tal es así que González y Cuadra (2004) encontró un factor de espaciamiento de 0.90 para madera cepillada, de dimensiones iguales y ensunchadas, valor muy superior al 0.83 y/o 0.85 utilizado para madera aserrada, bruta y verde (Salvador 2005).

CONCLUSIONES

1. Se encontró un factor de apilamiento para la cubicación de madera corta de 0.83 con un coeficiente de variación de 5.40 %.

2. El apilado de la madera corta se realiza manualmente y la variabilidad del coeficiente de apilamiento se debe mucho al factor humano ya que la forma de apilar madera va a depender de su subjetividad, de su inconstancia y de su imprecisión.

3. Los industriales madereros de Pucallpa utilizan como factor de apilamiento o espaciamiento para cubicar madera corta 0.85.

4. No existe diferencia significativa entre los factores de apilamiento para madera corta encontrado y utilizado por los industriales madereros de Pucallpa.

5. Se elaboró una tabla de volumen de una entrada para cubicar madera de paquetería, siendo la única variable la longitud de los paquetes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FRAINPONT, L. (1992). Curs de science du bois. Faculté de Science Agronomique de Gembloux. Belgique. 110 Pg.

GONZÁLEZ Y. y CUADRA CRUZ M. 2004. Estandarización de unidades de medidas y cálculo de volúmenes de madera. Instituto Nacional Forestal. Nicaragua. 22 p.

GOREU. 2007. Goreu convoca a instituciones y productores forestales para celebrar semana forestal 2007, Revisado el 15 de diciembre del 2007. Disponible en: http://www.regionucayali.gob.pe/grrn/index.php?option=com_content&task=view&id=115&Itemid=85

SALVADOR I. 2005. Curso de aserrío de la madera. Facultad de Ciencias Forestales – UNU. Pucallpa, Perú. 53 p.

DETERMINACIÓN DEL RENDIMIENTO Y ANÁLISIS GRAVIMÉTRICO DEL CARBÓN VEGETAL DE LA MADERA DEL GÉNERO *Dypterix* (SHIHUAHUACO) EN UN HORNO COLMENA

DETERMINATION OF PERFORMANCE AND ANALYSIS GRAVIMETRIC OF THE CHARCOAL *Dypterix* GENDER WOOD (SHIHUAHUACO) IN A BRAZILIAN BEEHIVE OVEN

Wilington Carlos Vela Marroquín [1] Carlos Panduro Carbajal [2]

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en el Laboratorio de Transformación Química de la Madera de la Universidad Nacional de Ucayali, ubicado en el Km 6.200 de la carretera Federico Basadre, margen izquierdo, en las coordenadas geográficas: 8° 56' 00" de Latitud Sur, 78° 34' 00" de Longitud Oeste y a 154 m.s.n.m.

Los objetivos del presente trabajo fueron: Determinar el rendimiento en carbón de la madera del género *Dypterix*; determinar el contenido de humedad, materias volátiles, cenizas, carbono fijo, poder calorífico y tiempo de carbonización; y determinar el costo de producción del carbón vegetal.

La materia prima de la carbonización fueron residuos de madera, cuyo tamaño de muestra fue 15 toneladas, con 5 ensayos de 3 toneladas cada una, obteniéndose los siguientes resultados: los promedios de la humedad de la madera carbonizada fue 23.61 % con una densidad de 0.89 g/cm3; el proceso total de carbonización fue 11 días; el rendimiento del carbón a una temperatura de carbonización de 463 °C fue 33.39 %; la densidad del carbón 0.616 g/cm3; el contenido de humedad del carbón 3.47 %; la materia volátil 4.15 %; el contenido de cenizas 1.58 %; el carbono fijo del carbón 90.795 %; el poder calorífico del carbón 9136 kcal/kg, los cuales le dan una calificación de alta calidad; de la carbonización se obtuvo los siguiente productos: agua 23.61 %, carbón 33.39 %, tizones 4.50 % y mezcla de gases, ácido piroleñoso y alquitrán 38.50 %; el costo del carbón producido fue de 0.63 nuevo soles/Kg.

Palabras clave: Rendimiento en carbón, materia volátil, cenizas, carbono fijo, poder calorífico, tizones, ácido piroleñoso, alquitrán.

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

ABSTRAC

This research was conducted at the Laboratory of chemical transformation of wood from the Universidad Nacional de Ucayali, located at km 6200 on the road Federico Basadre, left margin, geographic coordinates: 8 ° 56 '00 "South Latitude , 78 ° 34 '00 "west longitude and 154 m.

The objectives of this study were: Determine the performance of wood charcoal Dypterix gender, determine the moisture content, volatile matter, ash, fixed carbon, calorific value and time of carbonization, and determine the cost production of charcoal.

The raw material for carbonization, were wood residues, whose sample size was 15 tons, 5 trials of 3 tons each, the following results: the average moisture was 23.61% charred wood with a density of 0.89 g/cm3, the whole process of carbonization was 11 days, the performance of coal carbonization temperature of 463 ° C was 33.39%, density 0.616 g/cm3 coal, the coal moisture content of 3.47% volatile matter 4.15%, ash content 1.58%, fixed carbon of coal 90,795%, the calorific value of coal 9136 kcal / kg, which give a high quality rating, the carbonization was obtained the following products: water 23.61% , coal 33.39%, 4.50% and brands mixture of gases, tar and pyroligneous acid 38.50%, the cost of coal produced was 0.63 new soles / kg.

Key words: Performance-carbon, volatile matter, ash, fixed carbon, heating value, brands, pyroligneous acid, tar.

INTRODUCCIÓN

El aserrío de la madera genera grandes cantidades de residuo, dentro de los cuales están el aserrín y cantoneras con un promedio de 40 a 45 %. Hoy en día, por la grave crisis económica que afronta el país y por la falta de una adecuada política forestal se ve reducido el aprovechamiento del recurso forestal. Frente a tales hechos, el industrial maderero ve truncado sus aspiraciones económicas y personales, teniendo que optar por otras alternativas siendo una de ellas la utilización de residuos producto del aserrío de la madera (Vicente, 2006).

La mayor parte del carbón vegetal se obtiene principalmente de la madera, el cual es una opción para recuperar el residuo que se ocasiona en el bosque al momento de la extracción y en la transformación primaria de la madera, es decir en los aserraderos, contribuyendo así en el crecimiento y desarrollo socio económico del poblador amazónico, sin embargo, actualmente los métodos utilizados en la producción del carbón vegetal son artesanales, ya sea en parvas o fosas de tierra, obteniendo rendimientos muy bajos entre 5 y 10 % y altamente contaminantes al ambiente (Mori, 1994).

Es por estas razones, teniendo estas desventajas, se busca obtener mejores rendimientos en la producción de carbón vegetal, a su vez aumentar el porcentaje de carbono fijo, bajando el contenido de humedad, materias volátiles y porcentaje de cenizas del carbón obtenido, generar al mismo tiempo menor impacto al ambiente, mediante la utilización de un horno colmena brasilero. Esta nueva técnica de producción de carbón vegetal nos ayudará que el producto final obtenga mejor calidad y en menor tiempo, y esto contribuirá al crecimiento y desarrollo socio económico, aumentando la calidad de vida del productor y darle mayor valor agregado a la madera.

Con la presente investigación se incrementará la escasa información sobre el comportamiento de la madera del género *Dypterix* (shihuahuaco) en la carbonización en un horno colmena brasilero, a pesar que esta especie es un recurso importante en la actividad maderera (Mori, 1994).

Asimismo respondera las siguientes preguntas: ¿cual será el rendimiento y las características gravimétricas del carbón vegetal del genero *Dypterix* producido en un horno colmena brasilero?. ¿Cuál es el costo de producción de carbón en el horno colmena brasilero en esta zona?.

Los objetivos del presente trabajo fueron: Determinar el rendimiento en carbón de la madera del género *Dypterix*; determinar el contenido de humedad, materias volátiles, cenizas, carbono fijo, poder calorífico y tiempo de carbonización; y determinar el costo de producción del carbón vegetal en un horno colmena brasilero.

MATERIAL Y MÉTODO

Equipos y materiales.

Residuos de madera (15 toneladas), petróleo, espátulas, cápsulas de porcelana, crisoles, rastrillo, pala, costales, tamiz, mortero, reloj, campana desecadora, horno colmena brasilero, estufa, mufla, calorímetro o termocupla, balanza analítica, computadora, calculadora, papel bond, lápiz, bolígrafo, corrector, borrador, etc.

Método de investigación.

Se empleó el método experimental, donde se siguió la secuencia de: observación, anotación, tabulación de datos y análisis de los resultados.

Procedimiento.

Características del horno colmena brasilero.

Está construido de ladrillo y barro, de forma semi – elipsoide, cuya base es de 2 m. de diámetro y 1.80 m de altura, con un volumen de carga de 3.77 m^3. Consta de una sola puerta de forma ojival de 80 cm. de ancho y alto de 1.65 m (Fig 1) que sirve de entrada de la madera (carga) y salida del carbón (descarga).



Figura 01: Vista frontal del horno colmena brasilero.

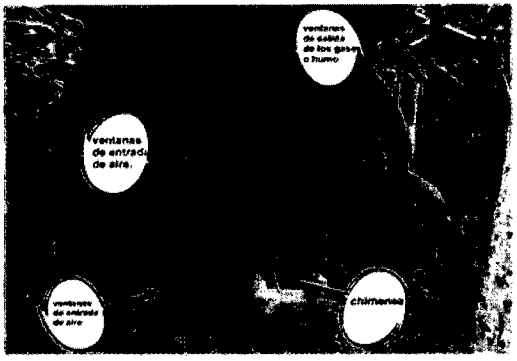


Figura 02: Vista lateral del horno colmena brasilero.

Tiene 3 chimeneas con 30 cm. de largo y 12 cm. de ancho cada uno (Fig. 02), por donde sale el humo y sirve además para verificar el término de la carbonización mediante la salida del humo blanco; 9 ventanas de entrada de aire o ventilación con 10 cm. de largo por 8 cm. de ancho (Fig. 02). Estas se ubican en la parte inferior y media del horno; y 3 ventanas de salida de gases con 10 cm de largo y 8 cm de ancho. Estas se ubican en la parte superior del horno.

Recolección de muestras.

Los residuos de madera que fueron obtenidos del despunte y cantoneo de las trozas de madera del género *Dipterix*, fueron proporcionados por los aserraderos "Virgen del Chapi" ubicado en el km 12.000 de la carretera Federico Basadre, y el aserradero "Rafael Villacorta" ubicado en la carretera Manantay km 2.000.

Acondicionamiento de la muestra.

Las muestras se acondicionaron en un ambiente adecuado en donde se le dio un apilado horizontal de tal forma que tenía una buena ventilación y acceso para bajar el contenido de humedad de la madera.

Contenido de humedad de las piezas de madera.

Para determinar el contenido de humedad de la madera se aplicó la Norma Técnica Peruana (NTP) N° 251.010.1980: que mediante esta las muestras fueron colocadas en la estufa a una temperatura de 103 +/- 2 °C para luego ser pesadas diariamente hasta obtener un peso constante, y para determinar el contenido de humedad de las piezas se aplicó la fórmula siguiente:.

$$CH = \frac{(Pha - Psa) \times 100}{Psa}$$

Donde:

CH = Contenido de humedad de la piezas expresado en porcentaje.
Pha = Peso húmedo de las piezas expresado en gramos.
Psa = Peso seco de las piezas expresado en gramos.

Determinación de la densidad de la madera.

Para determinar la densidad de la madera, se aplicó la norma NTP 251.011-1980. Se procedió a pesar la muestra, para obtener el peso (g) y se determino el volumen de la muestra aplicando el principio de Arquímedes o empuje hidrostático luego se aplico la siguiente fórmula:

$$D = \frac{M}{V}$$

Donde:

D = Densidad (g/cm3).
M = Masa (g).
V = Volumen (cm3).

Caracterización del proceso de carbonización.

En el proceso de carbonización en un horno colmena brasilero, en el cual se determinó el tiempo promedio desde el resanado o curado hasta el ensacado del carbón, se detalla enla tabla 06.

Tabla 06: Actividades en el proceso de carbonización.

ACTIVIDAD
Resanado o curado del horno.
Carga del horno - Encendido del horno.
Carbonización.
Apagado y enfriado del horno.
Enfriado .
Descarga del horno y ensacado del carbón.

Para mejor comprensión se describe cada uno de las actividades en el proceso de carbonización vegetal.

Resanado o curado.

Esta actividad se refiere al restaurado de la parte dañada que se le hace al horno, ya que en el proceso de carga, los choques de la madera con la pared interior del horno hacen que ocasionen algunas raspaduras o grietas y a veces rajaduras, esto pequeños detalles ocasionan el ingreso de aire como consecuencia alteran todo el proceso de carbonización, por eso el resanado es interno como externo.

El material utilizado para el resane o curado fue solo barro de textura franco arcilloso. Es muy importante indicar que el barro utilizado tenga la característica que al secarse no forme grietas, ayudando al sellado de los orificios y por tanto no permitirá el ingreso de aire hacia el horno.

Carga y encendido del horno.

Esta etapa la cumplen 2 trabajadores . Uno de ellos se coloca dentro del horno para ordenar la madera, tratando de ocupar de manera adecuada el espacio, y ubicando los trozos gruesos más al centro para así incrementar la temperatura del horno.

El otro trabajador alcanza la madera al que está dentro del horno. En algunas ocasiones toda la carga lo realiza sólo un trabajador; pero no es lo más común. La longitud de estos trozos depende del tamaño y la altura del horno. Los trozos no sobrepasan el metro de largo. La forma de ordenar es apilando adecuadamente tratando de que no quede muchos espacios, esto ayuda a que entre más madera y tengamos como producto más carbón.

Es necesario que se tomen en cuenta factores como la humedad, peso, tamaño y forma. Se recomienda dejar secar la madera cinco o seis semanas antes de su carbonización para hacer más eficiente el proceso.

La forma de las piezas también es importante, pues los rectos y uniformes son más fáciles de acomodar que los curvos o torcidos, los de este tipo se pueden aprovechar cortados en trozos.



Figura 03: Encendido del horno.

Encendido. Una vez cargado, el horno se debe encender con carbón ardiendo, o con trapo viejo, ayudándose con un poco de petróleo para acelerar el encendido de la madera por la parte superior de la puerta del horno (Fig. 03), luego sellarlo totalmente con ladrillo y barro, a excepción de la abertura superior y las ventanas de entrada y salida de aire.

Carbonización.



Figura 04: Carbonización.

Cabe recordar la importancia que tiene las ventanas de ventilación, ya que depende de ella la carbonización como se ve en la (Fig. 04).

El proceso de quemado y carbonización comienza una vez que la puerta del horno por donde se encendió ha sido sellada, entonces el humo empieza a salir por las chimeneas. Luego de acuerdo el avance del quemado de la madera y viendo la intensidad del humo, es decir, si el humo esta débilmente incoloro (Fig. 04) se empieza a tapar todas las ventanas de entrada de aire, esto nos indica que la carbonización terminó.

Apagado y enfriado del horno.

El apagado del horno se efectúa cuando las chimeneas ya no emanan humo negro intenso indicándonos que ya termino el quemado, es ahí donde se sella totalmente todas las ventanas. A partir de este momento y sin ninguna entrada de oxígeno, el horno se sofoca y se apaga para comenzar a enfriarse. Finalmente se deja enfriar a temperatura ambiente hasta poder manipular el carbón. Esta actividad demora 6 días. Mientras el estudio de Araya (2003) indica de 2 a 3 días el tiempo de enfriamiento, Galaz (2004) coincide con el presente trabajo de que el enfriamiento demora entre 6 y 8 días.

Aveces es necesario acelerar el enfriamiento con agua con barro, ya que esto nos ayuda también a sellar las aberturas más pequeñas que pudieran formarse por causa de la temperatura producida y a la vez es una forma de acortar el tiempo de producción, luego cada cierto tiempo se toca con la palma de la mano al contorno del horno para calcular el enfriamiento adecuado.

Descarga y ensacado del carbón.

Para realizar la descarga del horno se observo que la temperatura en la termocupla era 0°C y a su vez por seguridad palpamos con la mano la parte externa del horno, para asegurarnos que realmente este frió. Se abrió la puerta del horno lentamente. Se embolsó el carbón en sacos de 40 kilos aproximadamente. Al respecto, Araya (2003) afirma que esta operación se puede realizar en el mismo lugar, o bien puede llevarse el carbón al galpón de ensacado, con los mayores gastos que la actividad requiere.

Acondicionamiento de las muestras carbonizadas.

Las muestras obtenidas producto de la carbonización fueron almacenadas en bolsas plásticas con sus respectivos códigos de identificación para su respectivo análisis gravimétrico.

Rendimiento en carbón.

Obtenido el contenido de humedad de la madera, se descontó esta humedad a toda la carga de la madera húmeda, obteniéndose de esta manera el peso seco de la madera, es decir, 0 % de humedad.

Para determinar el peso seco del carbón, primero se determinó el peso total del carbón por cada carga, luego se tomaron seis muestras representativas para la determinación de humedad. Estas muestras se pesaron antes de ser introducidas a la estufa a una temperatura de 103 +/- 2 °C, hasta obtener un peso constante, es decir, 0 % de humedad. Con estos valores se determinó el peso seco del carbón.

Para determinar el rendimiento del carbón por cada horneada, se aplicó la siguiente fórmula:

$$\% R = \frac{\text{Peso seco del carbón (0\% de humedad)}}{\text{Peso seco de la madera (0\% de humedad)}} \times 100$$

Costo de producción.

Para el costo de producción se tuvo en cuenta el costo del horno, materia prima, mano de obra y los servicios. Estos a su vez se clasificaron en costos fijos y costos variables.

Análisis del carbón.

Para la preparación de la muestra se efectuó conforme a lo indicado en la norma ASTM D-1762. Así mismo según esta norma se procedió a efectuar la determinación del porcentaje de los componentes del carbón.

Para saber la calidad del carbón se determinó la densidad aparente, el contenido de humedad, contenido de cenizas, contenido de materiales volátiles, contenido de carbono fijo, poder calorífico del carbón producido en el horno colmena brasilero.

Densidad aparente.

Se determinó la densidad del carbón mediante la siguiente relación:

$$\text{Densidad} = \frac{\text{Peso seco al ambiente de la muestra del carbón}}{\text{Volumen de la muestra del carbón}}$$

Contenido de humedad del carbón.

El contenido de humedad se determinó según la Norma ASTM D – 1762. Del carbón obtenido se pesó 2 gramos y se colocó en un crisol de

porcelana de 31.38 g de peso, siendo llevado a la estufa a 103+/- 2 °C por 24 horas. Posteriormente se descontó el peso del crisol (31.38 g), obteniendo el peso del carbón, luego se reemplazaron los resultados en la fórmula siguiente:

$$\% Ch = \frac{(Phc - Psc)}{Phc} \times 100$$

Donde:

Ch = Contenido de humedad (%).
Phc = Peso húmedo o acondicionado del carbón.
Psc = Peso seco de las muestras del carbón.

Contenido de cenizas.

Se determinó de acuerdo a la norma ASTM D– 1762. Se pesó 5 gramos de carbón y se colocó dentro de un crisol de porcelana de 31.38 g de peso. Luego se colocó la cápsula en la mufla a una temperatura de 750 °C por un tiempo de 6 horas, hasta su incineración total, esto se comprobó observando el color blancuzco de las cenizas.

Luego se retiró el crisol con las cenizas y se colocó en la campana desecadora, y se dejó enfriar por una hora.

Se determinó el peso del crisol con las cenizas descontando el peso del crisol (31.38 g). Luego se reemplazaron los datos en la siguiente fórmula:

$$\%C = \frac{PCb}{Phc} X\ 100$$

Donde:

C = Porcentaje de ceniza del carbón (%).
PCb= peso de la cenizas blancas.
Phc= peso húmedo o acondicionado de la muestra de carbón.

Contenido de materias volátiles.

Se pesó 2 gramos de carbón y se colocó dentro de un crisol con tapa de 45.6415 g de peso.

El crisol fue colocado en la entrada de la mufla, cuyo termómetro marcaba una temperatura de 950 °C, y se dejó por un tiempo de 7 minutos. Luego se retiró el crisol y se colocó en una campana desecadora, dejando enfriar por una hora.

Posteriormente se descontó el peso del crisol (45.6415 g) para determinar el peso final de la muestra, y finalmente calcular el porcentaje de materias volátiles, con la siguiente formula establecida por Gonzáles et. al (1990):

$$\%mv = \left(\frac{Phc - Pfm}{Phc} \times 100\right) - \%h$$

Donde:

%mv = Materia volátil del carbón.
Phc = Peso húmedo del carbón.
Pfm = Peso final de la muestra.
%h = porcentaje de humedad.

Carbono fijo.

Para el cálculo del porcentaje del carbono fijo, se determinó de acuerdo a la norma ASTM D–1762, el contenido de humedad, ceniza, materia volátil, llevando a una siguiente relación:

$$\%cf = 100 - (h\% + c\% + mv\%)$$

Donde:

%cf = contenido de carbono fijo expresado en porcentaje.
h% = Contenido de humedad del carbón expresado en porcentaje.

mv% = contenido de materia volátil expresado en porcentaje.
C% = contenido de cenizas expresado en porcentaje.

Poder calorífico superior.

Esta variable se determinó en el laboratorio de espectrometría de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica en la Universidad Nacional de Ingeniería, mediante el método de la bomba Calorimétrica.

Tratamientos de datos.

La contrastación de hipótesis y la validación de objetivos se hicieron con parámetros estadísticos de medidas de tendencia central como es el promedio y medidas de dispersión como el coeficiente de variación, el valor mínimo y valor máximo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Contenido de humedad y densidad de la madera.

Tabla 07: Contenido de humedad y densidad de la madera del genero *Dypterix* (shihuahuaco).

	Contenido de humedad de la madera (%)	Densidad madera
Promedio	23.61	0.893
Max.	30.20	0.930
Mín.	16.86	0.810
C.V. (%)	26.04	4.810

En la tabla 07 se observa el contenido de humedad y densidad promedio de la madera del genero *Dipterix* (shihuahuaco) a ser carbonizada. De acuerdo a esto, el contenido de humedad varía de 16.86 % a 30.20 %, con un promedio de 23.61 % y un coeficiente variación de 26.04 %.

De acuerdo al contenido de humedad se puede aseverar que la madera estaba en un proceso de secado a temperatura ambiente, ya que este

material fue recopilado de los aserraderos que trabajan con esta especie; además el promedio de 23.61 % se acerca al 30 % del contenido de humedad de la madera proveniente de los aserraderos (FAO, 1983). Sin embargo, es recomendable secar más la madera (hasta llegar a un contenido de humedad de equilibrio), ya que la madera seca tiene mayor rendimiento en carbón que cuando está húmeda (Earl, 1975).

Así mismo en la tabla 07 se observa la densidad promedio a un contenido de humedad promedio de 23.61 %. De acuerdo a esto, la densidad varía de 0.81 g/cm^3 a 0.93 g/cm^3, con un promedio de 0.89 g/cm^3 y un coeficiente variación de 4.81 %.

De acuerdo al resultado de la investigación la densidad obtenido es ligeramente mayor que al reportado por el INRENA - ITTO (1997), cuyo valor es de 0.87 g/cm^3, esto se debe porque la densidad que reporta este autor es una densidad básica, mientras que el obtenido en el presente trabajo está a un contenido de humedad del 23.61 %.

Tiempo del proceso de carbonización.

Tabla 08: Días empleados por actividad en el proceso de carbonización.

ACTIVIDAD	DIAS
Resanado o curado del horno	1
Carga del horno - Encendido del horno	1
Carbonización	2
Apagado y enfriado del horno	6
Descarga del horno y ensacado del carbón	1
TOTAL DIAS	**11**

En la tabla 08 se observa los días empleados por cada actividad en el proceso de carbonización vegetal en horno colmena brasilero, el cual

suman 11 días, desde el resanado del horno hasta el ensacado del carbón, mientras que Mayer (1978) en su investigación de producción de carbón vegetal en hornos colmenas para uso siderúrgico determino en nueve días todo el proceso de carbonización, así mismo Pacheco (2005) en su estudio de evaluación del proceso de carbonización y calidad del carbón producido en hornos de barro determino que el proceso dura siete días con la especie Acacia caven, así mismo asevera el autor que el tiempo de carbonización depende de la materia prima.

Rendimiento en carbón de la madera del género *Dipterix*.

Tabla 09: Promedio del rendimiento del carbón de madera de shihuahuaco.

Parámetros estadísticos	Rendimiento (%)
Promedio	33.39
Max.	35.17
Mín.	32.24
C.V. (%)	3.23

En la tabla 09 se observa el promedio del rendimiento del carbón de shihuahuaco en un horno colmena brasilero, el cual varía de 32.24 a 35.17 %, con un promedio de 33.39 %, con un coeficiente de variación de 3.23 % (Fig. 05). Este rendimiento se obtuvo con una temperatura promedio de 463 °C en un lapso neto de 2 días.

El rendimiento promedio del carbón se encuentra en el rango reportados por Remigio (1983), quien trabajó con apacharama obteniendo un rendimiento de 32.89 %, machimango colorado con un rendimiento de 29.86 %, requia colorada con un rendimiento de 28.77 % y eucalipto con un rendimiento de 27.47 %;y Petroff y Doat (1978), quienes trabajaron con mezclas de maderas tropicales y mezcla de maderas frondosas francesas; todos estos autores obtuvieron rendimientos en peso que variaban de 20 % a 36.6 %.

Teniendo en cuenta la temperatura de carbonización, también el rendimiento obtenido en el presente trabajo se asemeja a los reportados por Martins (1980), quien al carbonizar *Eucaliptos grandis* reporta rendimiento de 33 % a 500 °C; Ferreira, De Almeida y Rocha (1985), quienes al carbonizar *Eucaliptos grandis* en horno eléctrico de laboratorio obtuvieron 32.79 % de rendimiento a 450 °C. Por su parte Vicente (2006) en un estudio del rendimiento del carbón de aserrín de shihuahuaco encontró su mayor rendimiento (38.77 %) a 350 °C y el menor rendimiento (30.42 %) a 550 °C.

Densidad del carbón.

Tabla 10: Promedio de la densidad del carbón de madera de shihuahuaco.

Parámetros estadísticos	Densidad (g/cm^3)
Promedio	0.616
Max.	0.660
Mín.	0.590
C.V. (%)	3.820

En la tabla 10 se aprecia que la densidad del carbón de shihuahuaco producido en un horno colmena brasilero varía de 0.590 a 0.660 g/cm^3 con un promedio de 0.616 g/cm^3 y un coeficiente de variación de 3.820 % (Fig. 06). El coeficiente de variación es bajo, debido a que las piezas de madera (en tamaño y humedad) y temperatura de carbonización es casi uniforme.

Con respecto a la densidad del carbón Matos (1981) sostiene que los parámetros que actúan en la densidad del carbón son: temperatura de carbonización y densidad de la madera de origen. Cuanto mayor es la densidad de la madera, mayor será la densidad del carbón producido. En cambio la densidad del carbón a baja temperatura suele ser más densa que el que se obtiene a alta temperatura (Earl, 1975).

Comparados con los diversos autores que se expresan sobre la densidad del carbón vegetal, la que más se asemeja es al que reporta Briane y Doat (1985), quienes en un estudio sobre carbonización vegetal encontraron la densidad más alta de 0.60 g/cm^3, y Remigio (1983), quien trabajó con apacharama, machimango colorado, requia colorada y eucalipto en un estudio de carbonización de cuatro maderas del Perú encontró la densidad más alta de 0.55 g/cm^3.

Análisis gravimétrico del carbón.

El análisis gravimétrico del carbón significa analizar el contenido de humedad, materia volátil, contenido de cenizas y carbono fijo, quienes se analizan por separado a continuación:

Contenido de humedad.

Tabla 11: Promedio del contenido de humedad carbón de madera de shihuahuaco.

Parámetros estadísticos	Contenido de Humedad (%)
Promedio	3.47
Max.	4.33
Mín.	2.13
C.V. (%)	23.34

En la tabla 11 se observa el contenido de humedad del carbón de shihuahuaco producido en un horno colmena brasilero, el cual varía de 2.13 % a 4.33 % con un promedio de 3.47 % y un coeficiente de variación de 23.34 % (Fig. 07). El coeficiente de variación es relativamente bajo, debido a que los componentes de las piezas de madera fueron sometidas a una temperatura adecuada durante la carbonización, y también porque el lugar de almacenamiento de las piezas de carbón ha sido la más adecuada.

Al respecto Aguinelio (1980) indica que la humedad del carbón depende de dos factores: la temperatura en que fue obtenida y la humedad del medio ambiente en la cual está expuesta.

Al comparar el promedio de 3.47 % obtenido en el presente trabajo se observa que se acerca al promedio reportado por Senyszyn (1973) quien encontró a 450 °C de carbonización un contenido de humedad de 4 %; así mismo el contenido máximo humedad de esta investigación está validada por lo indicado por Corado (1984) quien menciona que la humedad desaparece una vez terminada el proceso de carbonización. El grado de humedad depende de las condiciones meteorológicas y del tipo de las instalaciones de almacenamiento. A condición de que el carbón no esté en contacto directo con el agua, rara vez alcanzará una humedad superior al 5 %.

Materia volátil.

Tabla 12: Promedio del contenido de materia volátil (%) carbón de madera de shihuahuaco.

Parámetros estadísticos	Materia volátil (%)
Promedio	4.15
Max.	4.74
Mín.	3.50
C.V. (%)	10.84

De acuerdo a la tabla 12, la materia volátil del carbón de shihuahuaco producido en un horno colmena brasilero varía de 3.50 a 4.74 %, con un promedio de 4.15 %, con un coeficiente de variación de 10.84 (Fig. 08). El coeficiente de variación es bajo, debido a que los componentes de las piezas de madera como: H, C02, CO e hidrocarbonatos (Aguinelio, 1980) son relativamente homogéneos en cada una de ellas.

De acuerdo a los resultados encontrados en este trabajo se ve que el valor de esta variable es inferior a los reportados por los diversos autores que hacen mención sobre la materia volátil, sin embargo, se acerca al indicado por FAO (1983) que encontró un contenido mínimo de materia volátil de 5 %, y esto puede ser porque la constitución química de las materia volátiles no están definidos con precisión, ya que puede tratarse de compuestos formados a partir de radicales periféricos de los átomos de carbono (Briane y Doat, 1985); además, el shihuahuaco es una especie de elevada densidad, el cual se puede aseverar que es producto

del alto contenido de lignina y bajo contenido de carbohidratos, tal como mencionan Aguinelio y Batista (1980), Brito y Barrichelo (1984), FAO (1983), Martins (1980) y Petroff y Doat (1978) quienes indican que el contenido de lignina en la madera tiene un efecto positivo en el rendimiento del carbón, mientras que los polisacáridos son la principal fuente de productos volátiles.

Contenido de cenizas.

Tabla 13: Promedio del contenido de cenizas carbón de madera de shihuahuaco.

Parámetros estadísticos	Cenizas (%)
Promedio	1.58
Max.	2.12
Mín.	1.16
C.V. (%)	25.25

Aguinelio (1980) menciona que la ceniza es el residuo de óxidos minerales obtenidos por la combustión completa del carbón. El contenido de cenizas del carbón de shihuahuaco producido en un horno colmena brasilero varía de 1.16 % a 2.12 % con un promedio de 1.58 %, con un coeficiente de variación de 25.25 % (Tabla 13 y Fig. 09). El coeficiente de variación es relativamente alto, debido a que los residuos de óxidos minerales de cada una de las piezas de madera son dispersos, lo que ocasiona una elevada variación del porcentaje de cenizas. Esto es producto de que las piezas de madera provienen diferentes partes y árboles de shihuahuaco.

Estos resultados están por debajo a los obtenidos por Vicente (2006), quien en su estudio sobre carbonización de aserrín de shihuahuaco reporta 5.10 % a 450 °C y 6.01 % a 500 °C de carbonización, sin embargo, los valores obtenidos en el presente estudio están en los rangos citados por FAO (1983), Burrel (1980), Earl (1975). Esta diferencia se debe porque la presencia de los minerales de la madera inicial depende de la naturaleza del árbol o del suelo (Briane y Doat, 1985).

Carbono fijo.

Tabla 14: Promedio del contenido de carbono fijo del carbón de madera del shihuahuaco.

Parámetros estadísticos	Carbono fijo (%)
Promedio	90.80
Max.	92.43
Mín.	89.42
C.V. (%)	1.24

El carbono fijo es calculado sustrayéndose de 100 la suma de los porcentajes de humedad, materia volátil y cenizas (Aguinelio, 1980). Por tanto, matemáticamente, el carbono fijo está en función de estas variables.

El carbono fijo del carbón de shihuahuaco producido en un horno colmena brasilero varía de 89.42 % a 92.43 %, con un promedio de 90.80 %, con un coeficiente de variación de 1.24 % (Tabla 14 y Fig. 10). El coeficiente de variación es muy bajo, debido a que la cantidad de carbono es casi uniforme en cada una de las piezas de madera carbonizadas.

De acuerdo a los resultados obtenidos, el carbono fijo es mayor a los que reportan Martins (1980), quien trabajó con *Eucaliptus grandis*; Cabudivo (1990), quien trabajó con parinari colorado, shiringarana y machimango blanco; y Vicente (2006), quien trabajó con quinilla colorada, aguano masha y shihuahuaco. Pero este valor es menor al reportado por FAO (1983) quien refiere que el mayor valor del carbono fijo es 95 %.

El elevado porcentaje de carbono fijo encontrado en este trabajo se debe a los bajos valores de los otros componentes del carbón, sobre todo a la de la materia volátil, que es producto de los carbohidratos (Aguinelio y Batista, 1980; Brito y Barrichelo, 1984; FAO, 1983; Martins, 1980; y Petroff y Doat, 1978), así como al elevado porcentaje de lignina de la materia prima (Petroff y Doat, 1978). Del mismo modo, el tiempo de carbonización ó velocidad de carbonización, así como la temperatura es

otro factor por la que se eleva el porcentaje de carbono fijo. Al respecto Briane y Doat (1985) manifiestan que la composición del carbón depende de la técnica de carbonización y, en particular, de la temperatura aplicada y la duración del recocido. Con una carbonización lenta y a alta têmperatura se eliminan casi todas las sustancias volátiles, y entonces el contenido de carbono es alto (Earl, 1975).

Poder calorífico superior.

El valor calorífico del carbón vegetal es prácticamente equivalente al del carbono. La medida que da un calorímetro de bomba se considera como un indicador suficiente (Earl, 1975).

El poder calorífico del carbón se determinó en una bomba calorimétrica, el cual arrojó un promedio de 9136 Kcal/kg, (Anexo 11). El resultado obtenido en este trabajo es superior a los reportados por Ulmam (1958), quien encontró 7800 Kcal/kg; Martel (1983), 8558 Kcal/kg; Remigio (1983), de 8000 a 8665 Kcal/kg con apacharama machimango colorado y requia colorada; Earl (1975), 7.1 Kcal/g; Rivera (1987), de 7736.73 a 8755.6 Kcal/kg; Vicente (2006), 5329.23 Kcal/kg a 450 °C y 5547.57 Kcal/kg a 500 °C.

Esta diferencia de poder calorífico se debe a muchas razones, entre las cuales se puede destacar la especie, la temperatura de carbonización, la técnica de carbonización, la velocidad de carbonización. Todos estos no fueron uniformes; aún si fueran uniformes, existiría variación, ya que la composición química de la materia prima varía entre especies y dentro de la misma especie. Al respecto, Klason, citado por Kollman (1960) y Cals (1982) afirman que las oscilaciones del poder calorífico de los carbones vegetales se deben a su vez, a las variaciones considerables en su composición bruta.

Balance de materia.

Tabla 15: Balance de materia de la madera shihuahuaco al ser carbonizada.

	Productos de la carbonización	%
MADERA	Agua	23.61
	Carbón	33.39
	Tizones	4.50
	Mezcla de gases, ácido piroleñoso y alquitrán	38.50

Díaz (2001) sostiene que la ley que rige el proceso de carbonización y, todo proceso de transformación es la Ley de conservación de la materia, lo que a continuación dice: "La materia no se crea ni se destruye, sólo se transforma", es decir, la madera en la carbonización no se destruye, sólo se transforma en otros productos, es decir que ENTRADA = SALIDA + ACUMULACIONES.

Al respecto Earl (1975) afirma que al final del proceso de carbonización los productos que se origina son: ácido acético, agua, alcohol metílico, alquitrán, dióxido de carbono, monóxido de carbono, metano, hidrógeno, nitrógeno y carbón. Estos productos se pueden agrupar en: 1) gases no condensables, 2) vapores condensables que dan ácido piroleñoso crudo y breas solubles e insolubles, y 3) carbón vegetal (Panshin, 1959).

De acuerdo a estas aseveraciones en la tabla 14 se aprecia el balance de materia de la madera al ser carbonizada. Por una parte la madera (100%) entra al horno, y por efecto de la temperatura se desprende humedad en un promedio de 23.61 %, mezcla de gases, ácido piroleñoso y alquitrán en un promedio de 38.50 %, y como producto final el carbón en un promedio de 33.39 %. Otro componente que se desprende de la madera son los tizones, que viene a ser la madera no carbonizada completamente, este promedio es de 4.50 %, sumando entre todos el 100 %, que es el total que entra al horno (Fig. 11).

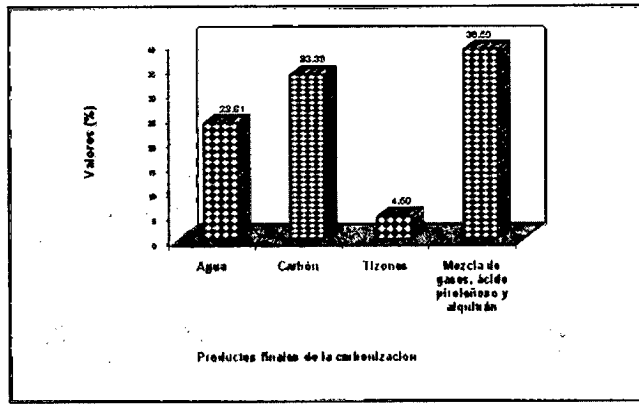


Figura 11: Promedio de los productos finales de la carbonización.

Al referirse a los productos de de destilación seca, Celsi e Iacobucci, citados por Mori (1994), determinaron 33 % de carbón, 6 % de ácido piroleñoso y 18 % de alquitrán; Brito, Barrichelo y Couto, citado por Mori (1994) encontraron 30 % a 39.4 % de carbón, 39.4 % a 50.4 % de gases condensables, y 18 % a 26.7 % de gases no condensables. Al contrastar estos resultados por los encontrados en este trabajo se puede decir que el porcentaje de carbón es casi similar, los gases condensables y no condensables es bajo respecto a los valores encontrados por estos autores en mención. Estos valores son bajos porque en este proceso de carbonización se tiene en cuenta la humedad de la madera (23.61 %) y la madera que no se carboniza completamente (4.50 %).

Análisis de costo en la producción del carbón.

Collazos (2002) expone que los costos representan los valores de los recursos reales o financieros empleados en la producción de bienes y servicios. Esto implica un sinónimo de "sacrificio", ya sea tangible o intangible, económico o financiero, social o individual, absoluto o relativo, etc. Por tal motivo en siguiente cuadro se analiza los costos en la producción del carbón vegetal producido en un horno Colmena brasilero.

Tabla 16: Participación porcentual de los costos de producción de carbón en un horno colmena brasilero.

Rubro	Costo (N.S/kg)	Participación
Costo fijo		
• Depreciación del horno	0.019	3.0
Costo variable		
• Materia prima	0.290	45.7
• Mano de obra	0.260	41.0
• Servicios	0.065	10.3
Total	**0.634**	**100.0**

En la tabla 16 se observa la participación porcentual de los costos de producción de carbón de shihuahuaco en un horno colmena brasilero, del cual se desprende que el total por kilogramo de carbón producido es de 0.634 nuevos soles. Así mismo los rubros que más influye en los costos de producción son los costos variables que suma 97.0 % del total del costo y el costo fijo solamente fue de 3.0 %. Dentro del costo variable, la materia prima y mano de obra representan los mayores costos con 45.7 % y 41.0 % respectivamente del total del costo de producción; mientras que en los costos de menor influencia está la depreciación del horno que corresponde al 3.0 % y está dentro del costo fijo. (Fig. 12).

Como se sabe la materia prima está constituida por las piezas de madera de shihuahuaco comprada a los aserraderos, mientras que la mano de obra está constituida por mano de obra en el resane del horno, carga del horno, carbonización, y descarga del horno y ensacado del carbón. Dentro del costo de mano de obra, lo que más influye son los días que dura la carbonización, cuya participación es del 60 % del costo total de la mano de obra (Anexo 10); el costo de servicios está determinado por el transporte de la madera del aserradero hacia el horno, y el costo de depreciación del horno, por el desgaste que tiene éste por el uso que se da al pasar el tiempo.

El costo de producción con este tipo horno es relativamente elevado, ya que el precio de venta del carbón del shihuahuaco es de S/. 0.60 /kg. Es decir, si se quiere hacer una empresa carbonera que compra la materia prima para producir carbón no es lo más ideal, ya que el costo de la

materia prima es el 45.7 %. La producción de este bien está dirigida a los empresarios madereros que después de aserrar su madera, transforme sus residuos en carbón. En caso contrario producir carbón para el mercado de Lima, ya que en esa zona el precio del carbón se duplica o triplica.

Así mismo el costo por kilogramo de carbón encontrado en el presente trabajo es más elevado que al encontrado por CATIE (1993) en el estudio de análisis financiero de la producción de carbón de encino, quienes determinaron para carboneras de tierra en Costa Rica el costo de producción es de 0.122 dólares, mientras que para hornos metálicos transportables es de 0.159 dólares por kilogramo. Esta diferencia se debe al costo de la materia prima, que en la actualidad el costo de madera shihuahuaco está relativamente elevado, por que es una madera que ya entró al mercado internacional.

CONCLUSIONES

1. La humedad promedio de la materia prima a ser carbonizada fue de 23.61 % con una densidad promedio de 0.89 g/cm^3.

2. El proceso total de carbonización en el horno colmena brasilero fue de 11 días.

3. El rendimiento promedio del carbón a una temperatura de carbonización de 463 °C fue de 33.39 %.

4. La densidad promedio del carbón de shihuahuaco es 0.616 g/cm^3, el cual se debe a la alta densidad de la materia prima.

5. El promedio del contenido de humedad del carbón es 3.47 %, el cual se debe a la temperatura de carbonización y el medio de almacenamiento del carbón.

6. El promedio de la materia volátil fue 4.15 %.

7. El contenido de cenizas promedio del carbón fue 1.58 %.

8. El promedio del carbono fijo del carbón fue 90.795 %, producto del alto contenido de lignina en madera.

9. El promedio del poder calorífico del carbón fue 9136 kcal/kg, debido al alto contenido del carbono fijo del carbón.

10. De acuerdo a su composición química del carbón y al poder calorífico, el carbón de shihuahuaco es de alta calidad.

11. Como resultado de la carbonización se obtuvo los siguiente productos: agua 23.61 %, carbón 33.39 %, tizones 4.50 % y mezcla de gases, ácido piroleñoso y alquitrán 38.50 %.

12. El costo del carbón producido en el horno colmena brasilero es de 0.63 Nuevo soles/Kg.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUINELIO, P. 1980. Uso da madeira para fins energeticos, teoria de carbonizacao da madeira. Fundacao Centro Tecnológico de Minas Gerais/ CETEC.(Serie de publicacoes tecnicas/SPT-001). Belo Horizonte. Pp.29-41.

AGUINELIO G. y BATISTA de OLIVEIRA.1980: "Uso de madeira para fins energéticos, teoría da carbonización da madeira". Serie publicaciones técnicas. Fundacao Centro Tecnológico de Minas Gerais/ CETEC. Belo Horizonte. Pp 29 – 47.

ARAYA, F. 2003. Caracterización de la producción de carbón en pequeños propietarios del sector fundo Riquelme, provincia de Linares, VII region Memoria Ingeniero Forestal. Universidad de Talca. Facultad de ciencias forestales. 71p.

ASTM, 1995 American Society for Testing and Materials, Anual book D – 1762 Standard tes Method for chemical analysis of wood charcoal.

BRIANE, D. et DOAT,J. 1985. Guide Technique de la carbonisation. La fabrication da charbon de bois . Agence Francaice pour la Maitrise de

L Energie Association Bois de feu – Centre Technique Forestier Tropical. France. 180 p.

BRITO, J. O. y BARRICHELO, L. 1984: "Estudio del comportamiento de las maderas de eucalipto frente al proceso de destilación seca". Boletín técnico 8. Brasil.

BURREL JUVILLAR, J. 1980 Tecnologias de tranformacao da madeira em carvao. En : uso de madeira para fins energéticos. Compilado por Wadir Resende Penedo. Belo Horizonte. Fundacao Centro Tecnológico de Minas Gerais. Serie de Publicacoes Técnicas. ISPT – 001. p. 68.

CABUDIVO, A. 1990. Rendimiento y análisis químico inmediato del carbón de tres especies forestales tropicales de la zona de Jenaro Herrera. Tesis Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Iquitos.67p.

CALS, D 1982. Biomasa, biocombustives, bioenergía. Brasil – Ministerio de Minas y Energía. Brasil, 100 p.

CATIE.1993. Técnicas de producción y calidad del carbón vegetal en los robledales de altura de Costa Rica – Turrialba 41p.

COLLAZOS, J. 2002. El estudio de mercado en los proyectos de inversión. Editorial San Marcos. Lima, Perú. 393 p.

CORADO, M. 1984. Determinación de la calidad gravimetrica de carbon vegetal, producido a partir de diferentes especies forestales y en diferentes tipos de hornos, Tesis Ingeniero Agronomo, Universidad de San Carlos de Guatemala 82p.

DIAZ, P. 2001. Balance de materia y energía. Cuarta edición Lima Perú 303p.

EARL, J.1975. Informe sobre el carbón vegetal. FAO, Roma.

FAO. 1983. Métodos simples para fabricar carbón vegetal. Dirección de RecursosForestales, Departamento de Montes. FAO - Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia.

FERREIRA VALENTE, O.; DE ALMEIDA, J.M. y ROCHA VITAL. 1985. Efeito da temperatura de carbonizacao nos rendimientos e propiedades do carvao vegetal producido. Revista Arvore (Brasil) 9 (1): 28 – 29.

GALAZ, I. 2004. Caracterización del sistema de producción de carbón de espino Acacia caven (Mol). En la comuna de Pumanque, VI Región. Memoria Ingeniero Forestal. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. 56p

GONZALES, E.; CORDOVA, R.; ASCENCIOS, E. 1990. Industrias Forestales II. Guía de práctica. Universidad Nacional Agraria la Molina. Dpto. De Industrias Foretales. Lima, Perú. 75p.

INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES (INRENA) E INTERNATIONAL TROPICAL TRIMBER ORGANIZATION (ITTO). 1997, Para el manejo del Bosque Nacional Alexander Von Humboldt. Pucallpa – Perú. 113 p.

KOLLMAN, F. 1960. Tecnología de la madera y sus aplicaciones 2da Edición. Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias al Servicio de la Madera. Madrid, 789 p.

MARTEL, D. 1983. Rendimiento y calidad de carbón y análisis de líquido piroleñoso de cuatro maderas del Perú tesis para optar el titulo de Ingeniero Forestal Universidad Nacional Agraria la Molina – Lima 78p.

MARTINS, H. 1980. Uso da madeira para fins energéticos madeira como fonte de energia. Fundacao Centro Tecnológico de Minas Gerais/ CETEC (Serie de publicacoes técnicas/SPT-001). Belo Horizonte.pp11-26.

MATOS, M. 1981. Gaseificacao de madeira e carvao vegetal, caracteriasticas dos productos da carbonzacao da madeira. Fundacao Centro Tecnológico de Minas Gerais – CETEC. (Serie de publicacoes técnicas/ STP – 0004) Belo Horizonte. pp 37- 43.

MAYER, P.M. 1978. A produgao integrada de carvao vegetal siderúrgico: Uma analise economica. Congreso ILAFA – Altos Hornos. Instituto Latinoamericano del Fierro y el Acero. (en portugués).

MORI, J. 1994. Influencia de la temperatura en los productos de destilación seca de seis maderas de la zona de Jenaro Herrera Loreto. Tesis Ingeniero Forestal. Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima, 123 p.

PACHECO, G 2005. Evaluación del proceso de carbonización y calidad del carbón de Acacia caven producidos en hornos de barro. Tesis Ingeniero Forestal, Universidad de Chile. Chile 59 p.

PANSHIN, A. 1959. Productos forestales, origen beneficio y aplicación. Ed.Salvat. S.A. Barcelona Madrid. 605 p.

PETROFF, G. et DOAT, J. 1978. « Pyrolyse des Bois Tropicaux, Influence de la composition chinique des Bois Sur les produits de Distllation ». Bois et Forets des Tropiques 177. France.

REMIGIO, D. 1983. Rendimiento y calidad del carbón y análisis del líquido piroleñoso de cuatro maderas del Perú. Tesis Ingeniero Forestal. UNA – La Molina. Lima. 78p.

RIVERA, I. 1987. Estudio de las características Físico – Químico de la madera y el carbón de once especies tropicales de Madre de Dios. Tesis Ingeniero Forestal. Universidad Nacional Agraria de la Molina – Lima 92p.

SENYSZYN, P. 1973. El carbón vegetal y la madera de eucalipto como fuente de producción. Toledo, Uruguay, Dirección Forestales Parque y Fauna División Investigación. 11p.

ULLMANN, F. 1958. Enciclopedia de química industrial (T- 9). Segunda edición Gustavo Gili S.A. Barcelona. 866p.

VICENTE, H. 2006. Efecto de la temperatura de carbonización en el rendimiento y análisis del carbón obtenido a partir del aserrín de tres especies de Pucallpa. Tesis Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de Ucayali. 74 p.

EFECTO DEL SUSTRATO, DOSIS DE ÁCIDO INDOLBUTÍRICO Y CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS EN EL ENRAIZAMIENTO DE ESTACAS JUVENILES DE TORNILLO (*Cedrelinga Cateniformis* DUCKE) UTILIZANDO PROPAGADORES DE SUB-IRRIGACIÓN, EN PUCALLPA - UCAYALI, PERÚ

EFFECT OF SUBSTRATE, INDOLBUTIRIC ACID AND MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS IN THE ROOTING OF TORNILLA JUVENILE CUTTINGS (*Cedrelinga Cateniformis* DUCK) USING SUB-IRRIGATION SPREADER IN PUCALLPA - UCAYALI, PERÚ

Mueras Leysi[1] Soudre Manuel[2] Guerra Héctor[3] Limache Aparicio[4]
Pérez F. [5] Mesen F. [6]

RESUMEN

El objetivo fue determinar el efecto del tipo de sustrato, dosis de ácido indol-3-butírico (AIB) y las características vegetativas de estacas juveniles obtenidas de tornillo (*Cedrelinga cateniformis*) de siete meses de edad, en el éxito de su enraizamiento bajo condiciones de propagador de sub-irrigación. La investigación se realizó en el vivero forestal del Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana (IIAP) en la región Ucayali, mediante dos ensayos consecutivos; en el primero, se probo cinco dosis de AIB (0, 1000, 2000, 4000 y 8000 ppm) y tres sustratos (arena fina, arena gruesa y grava fina), bajo un diseño de bloques completos al azar en parcelas divididas con cinco repeticiones; luego, utilizando el mejor sustrato (arena fina) y la mejor dosis de AIB (4000 ppm), resultante del primer ensayo, se implementó el segundo ensayo en el que se probo tres tipos de estaca (apical, media y basal), dos áreas foliares (15 y 30 cm^2) y dos longitudes de estaca (4 y 8 cm), usando el diseño de bloques completamente al azar con arreglo trifactorial (3 x 2 x 2) con tres repeticiones. Se concluye que es posible lograr un enraizamiento aceptable (70 %) con estacas juveniles de tornillo del nivel medio (tipo medio), desde 4 a 8 cm de longitud, con 30 cm^2 de área foliar, aplicando 4000 ppm de AIB en su base y puestas a enraizar en arena fina (0.1 - 0.2 mm). Se requieren condiciones ambientales promedio al interior del propagador de temperatura media (29.1 °C), humedad relativa (70.5 %), temperatura de sustrato (26.9 °C) e

[1] Bach. en Cs. Forestales de la UNU.
[2] Investigador Forestal. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), sede Ucayali.
[3] Investigador Forestal. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), sede Ucayali.

intensidad lumínica de 4,328 lux, respectivamente.

Palabras clave: *Cedrelinga cateniformis*, propagación vegetativa, enraizamiento, estacas juveniles, longitud de estaca, área foliar, sustratos.

ABSTRAC

The objective was to determine the effect of substrate type, dose of indole-3-butyric acid (IBA) and vegetative characteristics of juvenile cuttings obtained from screw (*Cedrelinga cateniformis*) of seven months, the success of rooting conditions propagator of sub-irrigation. The research was conducted in the forest nursery of the Institute for Amazonian Research (IIAP) in the Ucayali region, through two consecutive trials, the first, was tested five doses of IBA (0, 1000, 2000, 4000 and 8000 ppm) and three substrates (fine sand, coarse sand and fine gravel) under a design of a randomized complete block split plot with five repetitions, then using the best substrate (fine sand) and the best dose of IBA (4000 ppm) resulting from the first trial, second trial was implemented which was tested three types of cutting (apical, middle and basal), two leaf areas (15 and 30 cm^2) and two lengths of pole (4 and 8 cm), using the design of randomized complete block with three-factor arrangement (3 x 2 x 2) with three replications. It concludes that it is possible to achieve acceptable rooting (70%) with juvenile cuttings screw the average (average), from 4 to 8 cm in length, 30 cm^2 leaf area, using 4000 ppm IBA at the base and put to ground in fine sand (0.1 - 0.2 mm). Environmental conditions are required inside the propagator average mean temperature (29.1 ° C), humidity (70.5%), substrate temperature (26.9 ° C) and light intensity of 4.328 lux, respectively.

Key words: *Cedrelinga cateniformis,* vegetative propagation, rooting juvenile cuttings, pole length, leaf area substrates.

INTRODUCCIÓN

El tornillo (*C. cateniformis*), es un árbol nativo de la Amazonía, produce una de las maderas más emblemáticas del comercio peruano, ya que es de buena calidad, fácil trabajabilidad y muy durable, empleándose en variadas aplicaciones desde mueblería fina hasta piezas estructurales para construcción (Aróstegui y Díaz 1992, Valderrama 2003, Tello et al.,

[4] Profesor Asociado de silvicultura Fac. Cs. Forestales de la UNU.
[5] Profesor de fisiología vegetal de la Fac. Cs. Agropecuarias de la UNU.
[6] Director del banco de semillas forestales y profesor del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Costa Rica.

2004, Gonçalez y Gonçalvez 2001).

En el pasado el tornillo tuvo una importante abundancia natural que era favorecida por su regeneración agrupada "tornillales", lo cual consolidó, a su vez, una fuerte dependencia entre los cosechadores de semillas y la existencia de estas poblaciones naturales; sin embargo, actualmente se encuentra en situación vulnerable (IUCN, 2007); e incluso amenazada para algunos sectores de la Amazonía, como las reservas de Güeppi y Pacaya Samiria (PAP, 2001). En consecuencia, estaría atravesando por un severo proceso de erosión genética, es decir, la pérdida o deterioro muchas características genéticas invalorables de la especie y la disminución de su capacidad reproductiva (Loayza 2004). Adicionalmente, su semilla es muy recalcitrante, cuando está fresca alcanza porcentajes de germinación superiores al 90% (Schwyzer, 1981); pero luego de pocos días la viabilidad se reduce significativamente (Maruyama y Chung, 1987). Por lo tanto, la menor disponibilidad de tornillales y semillas limitaría la producción de plantones en la calidad y cantidad necesaria para la reforestación.

Schwyzer (1981) utilizó estacas semi-leñosas de 30 a 50 cm, procedentes de plantones sobrecrecidos de 1 a 2 m de altura y de 0.5 a 4 cm de diámetro, del vivero de Jenaro Herrera, en Loreto, las cuales se plantaron en forma vertical e inclinada a campo abierto y bajo sombra; también se trato de estimular el enraizamiento sumergiendo las estacas en agua de coco, pero ninguna estaca enraizó (0 % de enraizamiento).

Castillo (1983) uso estacas leñosas de longitud de 25 cm y diámetros de 3 a 5 cm, enterradas a 3/4 de su longitud total, con una inclinación de 45°, tratadas con Seradix-3 en polvo (AIB), en un ambiente artificial con iluminación del 30 %, temperatura de 22 a 33 °C y con humedad relativa de 90% a 100 %, obteniendo un enraizamiento de 20 %.

Claussi (1986) ensayó con diferentes tipos de estacas leñosas, procedencias y ambientes de enraizamiento del vivero de Jenaro Herrera, pero tampoco obtuvo los resultados esperados (0 % de enraizamiento).

Maruyama (1986), usó estacas leñosas de ramas de 30 cm de largo y 0.5 a 1.5 cm diámetro, enterradas a 1/3 de su longitud, las cuales se instalaron en tres ambientes, cama de vivero, cámara de enraizamiento y bosque; se evaluó dos hormonas (AIA y ANA), dos longitudes de

estaca, dos tipos de corte, dos tipos de sustratos (tierra y arena en proporción 1:1 y arena pura) y 3 procedencias (árboles maduros, árboles de regeneración natural de 3.5 años parte lignificada y parte terminal verde; pero no se obtuvo enraizamiento alguno.

Levi (1987) usó estacas leñosas de ramas terminales, de 20 cm de largo y 0.7 a 2.2 cm de diámetro, procedencia Tingo María, a los que aplico 0, 200, 400, 600 y 800 ppm, de cada estimulante hormonal (ANA, AIB y AIA), procurando alta humedad relativa y sombra de 75 % sobre el propagador; sin embargo, tampoco se obtuvo ni enraizamiento, ni callosidad en ninguno de los tratamientos (0 % enraizamiento).

Arostegui (1989) usó estacas semi-leñosas de plantones de 30 cm de longitud y de 0.8 a 2.5 cm de diámetro, de 10 y 22 meses de edad, instaladas en arena de cama de vivero y con tinglado de 75 % sombra. Luego de 90 días de evaluación, el mejor resultado lo obtuvieron las estacas basales con 15.6 % sobrevivencia, pero al igual que la mayoría de casos, ninguna enraizó (0 % de enraizamiento).

En una reciente experiencia lograron obtener resultados alentadores cercanos al 30 % de enraizamiento, usando estacas juveniles foliadas de 3 mm de diámetro, procedentes de plantones de cuatro meses, las cuales fueron instaladas sin hormona alguna y en sustrato arena en propagadores de sub-irrigación, bajo intensidad lumínica de doble malla sarán (Soudre y Portal, 2007).

En consecuencia, es posible que el uso de material juvenil con hojas (foliadas), el empleo de dosis hormonales, sustratos de buen drenaje y un mejor control de las condiciones micro ambientales de propagación las que estarían influyendo decididamente en el éxito del enraizamiento de esta especie.

Frente a este panorama, la propagación vegetativa es una alternativa prometedora para conservar la diversidad genética de germoplasma valioso del tornillo y aumentar la ganancia genética en períodos muy cortos (Zobel y Talbert, 1988); se evitaría la fuerte dependencia por semillas botánicas provenientes de rodales naturales de procedencia desconocida; se incrementarían las posibilidades de una oferta sostenible de semilla vegetativa durante todo el año y se multiplicarían los genotipos superiores de la especie que aún quedan. Cabe destacar, que durante la década de los años ochenta se realizaron varios

esfuerzos para propagar vegetativamente al tornillo, usando para ello estacas leñosas, estimulantes hormonales y ambientes de vivero, pero finalmente se obtuvo resultados poco alentadores y fue calificada como especie de muy difícil enraizamiento (Schwyzer, 1981; Castillo 1983; Maruyama, 1986; Claussi, 1986; Levi, 1987; y Aróstegui, 1989). En consecuencia, considerando la importancia de la especie y conociendo que aun no existen resultados satisfactorios para la propagación vegetativa, se planteó el objetivo de evaluar el tipo de sustrato, la dosis de ácido indolbutírico (AIB) y las características de la estaca juvenil de tornillo, en el éxito de su enraizamiento empleando propagador de sub-irrigación.

MATERIAL Y MÉTODO

Localización.

Las pruebas de enraizamiento fueron realizadas en el vivero forestal del Instituto de Investigación de la Amazonia Peruana (IIAP) en Pucallpa, Perú, localizado a 8° 22' 31" latitud sur y 74° 34' 35" longitud oeste, a una altitud de 154 msnm, con una precipitación media anual de 1773 mm, una humedad relativa promedio de 82.93 %, y una temperatura media anual de 26.44° C.

Metodología:

Primer ensayo.

Tuvo una duración de 50 días y se utilizaron 450 estacas. Se probaron cuatro dosis de AIB (1000, 2000, 4000 y 8000 ppm) y el testigo (sin dosis) y también tres tipos de sustratos: arena fina, arena gruesa y grava fina. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar (DBCA) en parcelas divididas, con cinco repeticiones, quince tratamientos y unidades experimentales de seis estacas juveniles; donde las parcelas grandes correspondieron a los diferentes sustratos y las sub-parcelas a las diferentes dosis de AIB.

Segundo ensayo.

Fue establecido una vez concluido el primer ensayo, por un periodo de 40 días, empleando para ello 360 estacas y el mejor sustrato (arena fina) y la mejor dosis de AIB (4000 ppm), resultantes del primer ensayo. En este caso se evaluaron los efectos de tres tipos de estacas juveniles (apical, media y basal), dos longitudes de estacas (4 y 8 cm) y dos áreas foliares (15 y 30 cm^2). Se utilizó un diseño completamente al azar (DBCA) en arreglo factorial 3x2x2, con tres repeticiones, 12 tratamientos y diez estacas juveniles por cada unidad experimental, para un total de 360 estacas..

Procedimiento.

Las estacas juveniles de tornillo se obtuvieron de los segmentos, definidos por los entrenudos, de plantones de siete meses producidos y manejados en el mismo vivero forestal. Las semillas empleadas procedieron de un árbol seleccionado de la plantación (P-401) del IIAP, con sede en Jenaro Herrera, Requena, Región Loreto.

Las estacas juveniles se colectaron en horas de la mañana, seleccionando las más vigorosas. Inmediatamente después de la colecta, las estacas fueron colocadas bajo sombra en un recipiente con agua, para evitar el estrés por corta y desecación. Las estacas usadas en el primer ensayo tuvieron una longitud promedio de 6 cm y se dejo una hoja, la cual fue recortada aproximadamente a la mitad hasta dejar un área de 15 cm^2.

La solución de ácido indolbutírico (AIB) fue preparada disolviendo una cantidad específica de auxina en alcohol puro (96°), con el fin de obtener la concentración deseada. La solución hormonal fue aplicada en la base de la estaca durante tres segundos y provocando la evaporación inmediata del alcohol a través de una corriente de aire generada por un ventilador común, a fin de evitar quemaduras posteriores.

Las estacas juveniles se instalaron en el propagador de sub-irrigación, basado en el diseño (figura 01).

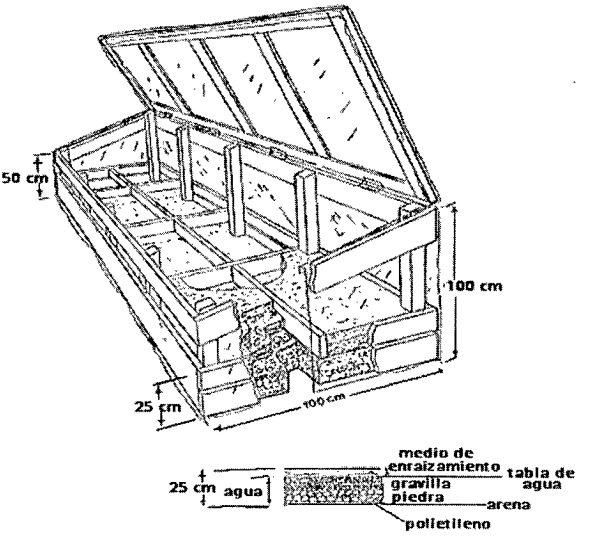


Figura 01: Propagador de sub-irrigación (Leakey et al., 1990; Longman, 1993).

Previo al establecimiento de las estacas, se hicieron pequeños hoyos en el sustrato con a una profundidad de 2 cm y a 5 x 5 cm de distancia, entre hoyos. Para disminuir la temperatura y la intensidad de luz se proporcionó sombra de 65% con malla sarán (tipo Rashell) a dos metros desde la base del propagador de sub-irrigación. Se determinó diferencias mínimas entre el pH de los tres sustratos empleados, arena fina (6.2), arena gruesa (6.8) y grava fina (6.7). Los sustratos presentaron las siguientes granolumetrías, arena fina de 0.1 a 2 mm de diámetro (tamiz N° 40), arena gruesa 1 a 2 mm (tamiz N° 20) y la grava fina 2 a 5 mm (tamiz N° 4).

La instalación de estacas juveniles, manejo y control ambiental de los propagadores de sub-irrigación fue el mismo para ambos ensayos. Adicionalmente, se observó el inicio de aparición de raíces y callos, extrayendo siempre una misma estaquilla por cada tratamiento, una vez por semana, con el propósito de determinar el momento oportuno de repique y evaluación final del ensayo. Las estacas muertas y hojas caídas se retiraron a fin de evitar posibles inconvenientes.

Finalmente, con la información registrada se generó una base de datos en el software Microsoft Excel. Se determinó la capacidad de enraizamiento de las estacas juveniles, en términos del porcentaje de enraizamiento, porcentajes de callosidad, porcentaje de sobrevivencia, longitud de raíces promedio por estaca, longitud de raíces promedio por estaca y número de raíces por estaca, las que fueron analizadas con el procedimiento (ANVA) con ayuda del software estadístico InfoStat, con los valores promedios por unidad experimental. Para la comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$). Previo al análisis de la varianza, las variables expresadas en porcentaje fueron transformadas con la función (arcsen $\sqrt{}$ %); posteriormente, para su interpretación, los valores promedios fueron convertidos a las unidades originales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Porcentaje de enraizamiento.

Siete semanas después de instalar las estacas juveniles de tornillo en el propagador de sub-irrigación, mediante el análisis de varianza se determinó la influencia significativa de la interacción tipo de sustrato*dosis de AIB, en el porcentaje de enraizamiento, es decir, que el sustrato no habría actuado independientemente, sino que el enraizamiento estaría influenciado por la acción combinada entre el tipo de sustrato y la dosis de AIB, a su vez.

La figura 02 muestra los detalles del incremento significativo en el enraizamiento obtenido en estaquillas de tornillo debido a dicha interacción, en su interpretación debe observarse los valores medios de enraizamiento debido a las cinco dosis AIB, manteniendo fijos cada uno de los tipos de sustrato. Específicamente, en arena fina el porcentaje de enraizamiento siempre fue el mejor (mayor de 40 %) con cualquiera de las cinco dosis de AIB, frente a los otros dos sustratos que obtuvieron porcentajes de enraizamiento inferiores, incluso, en combinación con la mayoría de las dosis hormonales.

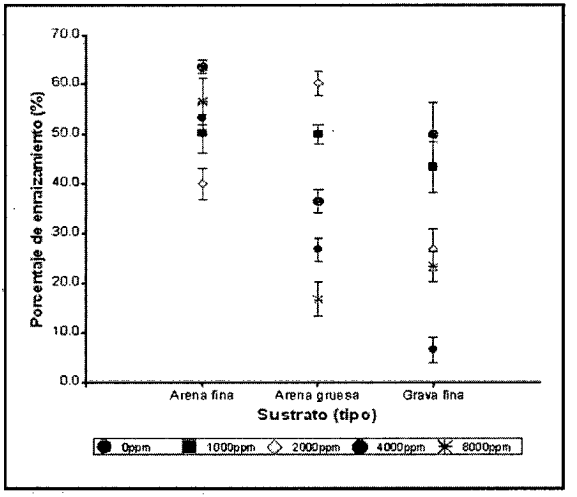


Figura 02: Interacción tipo de sustrato y dosis de AIB correspondiente al porcentaje enraizamiento de estacas juveniles de tornillo (C. cateniformis), a los 50 días en propagador de sub-irrigación.

Cuando el sustrato fue analizado independientemente el porcentaje de enraizamiento no logró superar los 52.7 % de enraizamiento, pero en respuesta a la influencia combinada de ambos factores a la vez (arena fina y 4000 ppm de AIB), se obtuvo 64 %, siendo estadísticamente similar a la dosis más alta (8000 ppm), produciendo una mejora máxima del 11.3 %. No obstante, la dependencia generada por el efecto combinado de la interacción, no permite identificar con precisión el nivel de influencia de cada factor, sí se logró deducir, para este caso, la superioridad del tipo de sustrato frente a la dosis de AIB en el enraizamiento de tornillo; esto fue posible, tras analizar la relación inversa entre el grosor de las partículas que componen el tipo sustrato y el porcentaje de enraizamiento de estacas sin aplicación de AIB (testigo), es decir, el porcentaje de enraizamiento de estacas sin hormona fue en aumento significativo, desde los sustratos más gruesos hacia los más finos, en grava fina (7 %), arena gruesa (27 %), y con arena fina (53 %), cuando no se aplico ninguna dosis, incluso, este último, estuvo cerca del tratamiento más exitoso del ensayo. Evidentemente, las estacas juveniles de tornillo sin hormona nunca dejaron de enraizar hasta en el sustrato menos adecuado (7 %), por lo tanto, se confirma que el enraizamiento de tornillo

fue influenciado de forma sobresaliente por el tipo de sustrato (tabla 01).

Es posible que el tipo de arena esté proporcionando específicamente la aireación, drenaje y soporte apropiados para que las estacas juveniles de tornillo enraícen relativamente mucho más (Wright, 1964; Hartmann y Kester, 1972; Davidson, 1974; Poggiani y Suiter Filho, 1976). El resultado concuerda con lo expresado por Quijada (1980), quien afirma que un sustrato debe garantizar una humedad sin excesos y esto se logra con una textura adecuada. La arena como medio de enraizamiento a dado buenos resultados en muchas especies, es el caso de *Gmelina arborea* (Mesén, 1992). Debido posiblemente al buen balance entre aireación y humedad de las partículas de arena en comparación con la grava (Mesén, 1998). Está demostrado que la arena es un sustrato relativamente económico, disponible y fácil de esterilizar.

Tabla 01. Prueba de Tukey (p<0,05) para el porcentaje de enraizamiento promedio de estacas juveniles de tornillo (*C. cateniformis*) por el efecto de la interacción de los factores sustrato*dosis AIB, a los 50 días en propagador de sub-irrigación.

Sustratos	Dosis AIB	Promedio (%)								
Arena fina	4000 ppm	64	A							
Arena fina	8000 ppm	60	A	B						
Arena gruesa	2000 ppm	57		B						
Arena fina	0 ppm	53		B	C					
Arena gruesa	1000 ppm	50		B	C					
Arena fina	1000 ppm	50		B	C					
Grava fina	4000 ppm	50		B	C					
Grava fina	2000 ppm	43		B	C	D				
Arena fina	4000 ppm	40			C	D	E			
Arena gruesa	0 ppm	37			C	D	E	F		
Arena gruesa	2000 ppm	27				D	E	F		
Grava fina	8000 ppm	27					E	F	G	
Grava fina	8000 ppm	23						F	G	
Arena gruesa	0 ppm	17							G	
Grava fina										H

Letras distintas indican diferencias significativas (p< 0.05).

Se advierte que las estacas juveniles de tornillo podrían haber tenido en su estructura una cantidad mínima de sustancias estimuladoras para el enraizamiento. Este último evento podría ser atribuido al contenido endógeno de auxinas que presentan las estacas en el momento de ser propagadas (Hartmann y Kester 1998). Pero no se descartaría la posibilidad de que algunas de las estaquillas control se hayan visto afectadas (contaminadas) por los fracciones remanentes hormonales del propio lecho del sustrato; en este último caso, los metabolitos y otros co-factores de crecimiento se trasladan hacia las regiones tratadas con auxinas (Phillips, 1975). Otro efecto de las auxinas en la base de la estaca asociado con la formación de raíces, es su capacidad de estimular la síntesis de ADN en ciertas células (Gaspar y Hofinger, 1988). En consecuencia, las auxinas presentes en tejidos no diferenciados de las propias estaquillas también pudieron haber favorecido la génesis de raíces en algún porcentaje, pero fue especialmente el tipo de sustrato que impulsó la mayor emisión de raíces. También quedaría demostrado que la adición dosis intermedias en la base de la estacas juveniles de tornillo es la cantidad más apropiada para fomentar el desarrollo inicial de raíces adventicias. Este hallazgo también fue corroborado por quienes usaron dosis intermedias (2000 a 4000 ppm) de AIB en sustratos arenosos para las especies *Cedrela odorata; Swietenia macrophylla; Eucalyptus deglupta; Bombacopsis quinata; Platymiscium pinnatum; Gmelina arbórea; Alnus acuminata* (Leakey et al., 1990; Díaz et al., 1991; Mesén et al., 1992 y 1996; Mesén, 1993; Mesén y Trejos, 1997 y Núñez, 1997).

En el segundo ensayo, seis semanas después de instalar las estacas juveniles de tornillo en el propagador de sub-irrigación, el análisis de varianza también detectó que el porcentaje de enraizamiento está influenciado significativamente ($p<0.05$) por el factor principal tipo de estaquilla (figura 03).

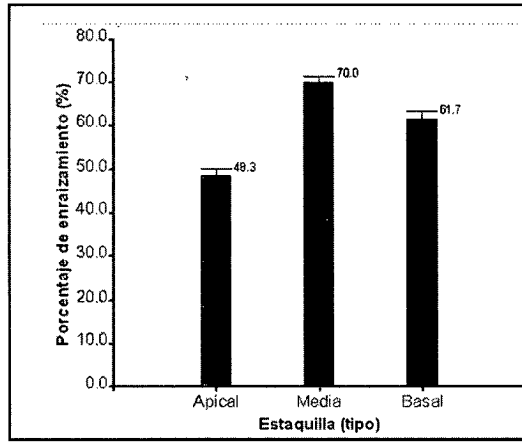


Figura 03: Variación en el porcentaje de enraizamiento de estacas juveniles de tornillo (*C. cateniformis*) debido al factor tipo de estaca, a los 40 días en propagador de sub-irrigación.

La figura 03 muestra la variación significativa en el porcentaje de enraizamiento debido a tres tipos de estacas, donde las estacas medias obtuvieron el máximo enraizamiento (70 %). Este valor de enraizamiento es muy aceptable, por estar dentro del rango mínimo (70 - 90%). Incluso, para un programa operativo de clonación (Leakey, 1987). Además, el valor enraizamiento encontrado para tornillo es destacable, respecto a otros estudios realizados en el pasado, donde fue calificada como especie de muy difícil enraizamiento (Schwyzer 1981; Castillo 1983; Maruyama 1986; Claussi 1986; Levi 1987 y Aróstegui 1989). También fue mayor a los observados en otras especies propagadas con propagador de sub-irrigación, como Gmelina arborea (Ruiz et al., 2005) y las coníferas Cupressus macrocarpa, Cupressus serpenvirens, Thuja orientalis y Chamaecyparis lawsoniana (Mateo et al., 2000).

Las estacas juveniles de tornillo presentaron la tendencia más común al enraizamiento de una gran cantidad de especies, dado que son las estacas del tipo medio y basal son las más promisorias para el enraizamiento que las apicales (Brousse y Loussert, 1980). Las estacas básales muestran mejor calidad de raíces y mayor cantidad de reservas que las estacas apicales (Soudre et al, 2008). Esto fue confirmado por

Hartmann et al., (1992), quien agrega que es debido a que en la composición química de las ramas hay marcadas diferencias desde la base a la punta. Así como, gradientes en suculencia, área foliar, edad, morfología y diferencial en el potencial de agua (Leakey, 1983). Contrariamente, solo en algunas especies, las estacas apicales muestran buen enraizamiento, esto ha sido atribuido a la mayor presencia de sustancias promotoras del enraizamiento (originadas en el ápice) y a una disímil calidad anatómica de la estaca apical para algunas especies (Mesén, 1998).

Del mismo modo, se determinó la influencia significativa ($p<0.05$) del factor principal área foliar sobre el porcentaje de enraizamiento de estacas de tornillo, donde las estacas con 30 cm^2 obtuvieron el máximo enraizamiento (68 %) frente a las estacas con área foliar de 15 cm^2 (52 %). Coincidiendo con la regla general, donde un área foliar cercana a 50 cm^2 produce los mejores resultados en el enraizamiento de muchas especies (Leakey y Mesén, 1991); y para muchas especies forestales con áreas foliares intermedias de 10 a 50 cm^2 (Mesén, 1998).

La estaca debe conservar parte de la hoja, por ser esta fuente de asimilados, auxinas y otras sustancias, vitales para la capacidad de enraizamiento (Mesén, 1998). Está relacionado con la producción de carbohidratos derivados de la fotosíntesis producción de promotores auxínicos, auxinas sinergistas (co-factores) o de nutrientes (Kamaluddin, 1996, citados por Núñez, 1997). Los promotores pueden, ser transportados a la zona de enraizamiento en la base de la estaca, puesto que las hojas maduras exportan principalmente en una dirección basipétala (Wilson, 1994 citado por Núñez, 1997). Pese a ello, la hoja también proporciona una amplia superficie para la pérdida de agua por transpiración, por estas razones las hojas deben recortarse a un tamaño tal que se logre el mejor balance entre las desventajas de la transpiración y la ventaja de la fotosíntesis (Mesén, 1998).

Una estaca juvenil sin hojas no podría arraigar y una estaca que pierde sus hojas en el transcurso del arraigue está igualmente condenada, pues aunque esté empezando a echar raíces, no podrá desarrollarse, por lo tanto, es necesario una superficie foliar mínima para asegurar la fotosíntesis precisada para satisfacer las necesidades correspondientes

al desarrollo del sistema radical y a la vida futura de estaca (Braudeau, 1981). El área foliar definitiva aparentemente resultaría de la necesidad de optimizar el balance entre los beneficios de la fotosíntesis y las desventajas de la transpiración (Leakey y Mesén 1991; Aminah et al., 1997). Esto varía entre las especies y clones, en función de niveles específicos de área foliar, espesor de hojas, la densidad estomática, la morfología de la hoja y la edad de la hoja (posición de nudo) (Leakey, 1985).

El máximo porcentaje de enraizamiento (68 %) fue logrado con 30 cm^2 de área foliar; este fue similar (70 %) al obtenido en el ensayo anterior con estacas de posición intermedia, es decir, cuantitativamente el factor tipo de estaca presentaría un grado de importancia aproximadamente similar al factor de área foliar. Por tanto, existen evidencias suficientes para demostrar que la presencia de hojas es fundamental para la sobrevivencia y el proceso de rizogenesis de esta especie y evidentemente el ideótipo de tornillo más apropiado para obtener el máximo enraizamiento estaría compuesto por estacas intermedias y de superficie foliar de 30 cm^2.

Porcentaje de callosidad.

Se comprobó la influencia altamente significativa ($p<0.05$) de la interacción entre tipos de sustratos*dosis de AIB, en el porcentaje de callosidad. Por lo tanto, serian ambos factores combinados, tanto sustrato y dosis de AIB, los que intervendrían a su vez, y no independientemente, en el porcentaje de callosidad de las estaquillas de tornillo. Destacamos que los máximos porcentajes de callosidad (superior al 30 %), siempre se originaron en presencia de arena fina, incluso, cuando las estacas no tuvieron dosis alguna de AIB fue igualmente alto (67 %). Debido a este último hallazgo, podemos afirmar que aunque el sustrato y la dosis de AIB son dependientes, queda demostrado que el sustrato arena fina tuvo el mayor grado de influencia en la generación de callos, que la propia dosis de AIB., tendencia que confirmaría la evidente influencia directa entre la poca oxigenación del sustrato y en el porcentaje de callosidad.

Existe una alta correlación positiva entre callos y raíces ($r=0.91$, $p<0.05$) en las estaquillas de tornillo, es decir, la presencia de callosidad no

perjudicó el desarrollo radicular. Además, se observó que la aparición de los callos fue en la superficie de la corteza y a lo largo de los dos primeros centímetros cercanos a la base de la estacas juveniles; en contraste, la emisión de raíces también fue en la superficie de la corteza, pero se concentró en el borde superior donde termina la masa callosa. En los vegetales leñosos, el callo suele proceder del cambium, aunque también de la corteza y médula (Strasburger, 1994). Es posible, que el propio hecho de que tanto raíces y callos tengan su propio espacio físico o anatómico bien delimitado, permita comprender que el desarrollo de ambas estructuras anatómicas son procesos autónomos, y no relacionados fisiológicamente.

En la mayoría de las plantas, la formación del callo y de las raíces son procesos independientes entre sí y cuando ocurren, simultáneamente, es debido a su dependencia de condiciones internas y ambientales similares (Hartmann y Kester, 1998). Por lo tanto, queda claro que aunque no existe una relación fisiológica entre callos y raíces del tornillo, la presencia de los callos no fue un obstáculo anatómico en la emisión de raíces, por el contrario, casi todas las estacas juveniles de tornillo que formaron callo, también llegaron a emitir raíces; evidenciando la vinculación de ambas en el tiempo de aparición, es decir, la relación entre callos y raíces es importante por la anticipación (precocidad) con la que aparecen los callos en las estacas juveniles.

El factor tipo de estaca también influyo significativamente ($p<0.05$) en el porcentaje de callosidad de estacas de tornillo. Las estacas basales y medias obtuvieron los más altos porcentajes de callosidad (72 y 73 %, respectivamente), seguidas por una marcada diferencias significativa con las apicales. Esta tendencia también es similar a la evidenciada por la relación entre el tipo de estaca y la variable analizada anteriormente (porcentaje de enraizamiento). Este último hallazgo, permitiría confirmar que la presencia de callos en las estacas de tornillo es un buen indicador inicial de la presencia futura de raíces, especialmente en estacas cercanas a la base (media y basal). En consecuencia, se confirma que la callosidad sería un buen indicador para identificar que estaquillas específicamente llegaran a emitir raíces.

Porcentaje de sobrevivencia.

Está influenciada en forma altamente significativa ($p<0.05$) por el factor principal tipo de sustrato, evidenciando un claro aumento en la sobrevivencia a medida que el diámetro de las partículas de arena son más pequeñas, arena fina (64 %), seguido por la arena gruesa (56 %) y finalmente la grava fina (32.7 %). A pesar que la arena fina fue el sustrato que retuvo mayor humedad en comparación a la arena gruesa y grava, al parecer, cualquier exceso de humedad en este mismo sustrato (arena fina) en la base de la estacas juveniles de tornillo se hubiera convertido en la principal causa de muerte, debido a su cercanía con el umbral del límite de reducción de oxigeno. Los excesos de agua alrededor de la estaca funciona como un límite (barrera) para la difusión del oxígeno alrededor de la base de la estaca, causando en el peor de los casos, anoxia y muerte de los tejidos (Loach, 1986).

Es influenciado significativamente ($p<0.05$) por el factor principal tipo de estaca manteniendo la misma tendencia que las anteriores variables (porcentaje de enraizamiento y callosidad), es decir, las estacas medias presentaron el más alto porcentaje de sobrevivencia (85 %), seguidas por las basales (79.2 %) y finalmente por estacas apicales (66 %), posiblemente, se debe a marcadas diferencias anatómicas (grado de lignificación) y fisiológicas (actividad celular y nivel de hidratación); así como, la presencia de reguladores de crecimiento endógenos y asimilados (Shiembo *et al.*, 1996 y Leakey, 1983).

El 67 % de la población total de estacas muertas (2/3 de la población) fueron afectadas hasta la mitad del período del ensayo (20 días primeros días) y el 33 % restante de estacas afectadas, en los últimos 20 días. Los principales síntomas del inicio de la muerte de las estacas siempre estuvieron anticipados por la caída de hojas (defoliación) y la inmediata "pudrición" en la zona del corte de la estaca; la pudrición fue de apariencia húmeda, suave y de tonalidad oscurecida; luego estos síntomas avanzan en forma ascendente hacia lo largo de cada estaca afectada. Es posible, que en primera instancia, el propio rasgo anatómico haya sido el más desfavorable para la estaca apical, normalmente más propensa a la marchitez. Adicionalmente, eventuales excesos de agua y falta de oxigeno alrededor de la base de la estaca también pudieron causar anoxia y muerte de los tejidos (Loach, 1986;

Haissig, 1974 citado por Núñez 1997).

El 85 % de sobrevivencia en la población de estacas de posición intermedia, puede considerarse una respuesta prometedora, considerando que el resultado más relevante obtenido en el pasado, fue de una sobrevivencia de 15.6 %, con estacas leñosas basales de tornillo (Aróstegui, 1989). No obstante, el porcentaje de sobrevivencia también se vio influenciado significativamente ($p<0.05$) debido al área foliar. Se determinó que con el área foliar de 30 cm^2 se obtuvo el máximo porcentaje de sobrevivencia (81 %), frente al 72 % de sobrevivencia obtenido por las estacas con área foliar de 15 cm^2. Por lo tanto, al haber obtenido, en este caso, una sobrevivencia máxima de 81 %, muy cercana al 85 % de sobrevivencia obtenida con estacas de posición media, permite confirmar que el ideotipo de estaca de tornillo para obtener la máxima sobrevivencia debe tener 30 cm^2 de área foliar y del tipo medio, respectivamente.

Longitud de raíz promedio por estaca.

Se confirmó la influenciada significativa ($p<0.05$) del factor principal dosis de AIB en la longitud de raíz promedio por estacas. Destacando dos grupos de dosificación hormonal ($p<0.05$), en el primer grupo, es evidente el efecto favorable de las dosis bajas a intermedias de AIB (1000 a 4000 ppm) para un mayor alargamiento de las raíces (0.98 a 1.17 cm) y de otra parte se encuentran el grupo conformado por dosis extremas (testigo y 8,000 ppm) que obtuvieron en promedio raíces 41 % más cortas (0.61 a 0.67 cm). La prueba Tuckey ($p<0.05$) permitió establecer que fueron las dosis de AIB (1000, 2000 y 4000 ppm) las que lograron estadísticamente las mayores longitudes promedio de raíces (1.20, 1.10 y 0.98 cm, respectivamente) a los 50 días; en contraste, tanto la dosis máxima (8000 ppm), como la dosis control (0 ppm) se mostraron adversas para estimular el alargamiento de la raíz. Los beneficios de la aplicación de auxinas en la división y alargamiento celular han sido demostrados ampliamente, favorecen el transporte de carbohidratos y co-factores hacia la base de la estaca, promoviendo así la iniciación y el desarrollo de las raíces (Haissig, 1974, citado por Núñez 1997). Por lo tanto, se concluye que son las dosis bajas a intermedias de AIB son suficientes para obtener raíces más largas.

También se comprobó que la influencia significativa ($p<0.05$) del factor tipo de estaca en la longitud de raíz promedio, obteniendo 0.85 cm de longitud promedio general, similar al del primer ensayo (0.9 cm), solo que en este segundo ensayo el coeficiente de variabilidad fue mejor, disminuyendo en casi 20 % (CV= 39.1 %), lo cual permite deducir que al considerar un tipo de estaca adecuada se mejorará la homogeneidad en el desarrollo longitudinal de las raíces de cada estaca. Las estacas intermedias también presentaron las mayores longitudes de raíz (1.01 cm), seguidas por las basales (0.88 cm) y finalmente por estacas apicales (0.66 cm). Por lo tanto, las estacas cercanas a la base (media y basal) favorecen el mayor alargamiento de la raíz; en contraste, las estacas apicales mostraron en promedio raíces 31 % más cortas.

Esta variable (longitud de raíz promedio) también está influenciada de forma altamente significativas ($p<0.05$) por el área foliar. De hecho, la prueba de Tuckey ($p<0.05$) para las dos áreas foliares determinó respuestas muy contrastantes para cada nivel de área foliar, encontrando que con el área foliar de 30 cm^2 se produce la máxima longitud de raíz promedio por estaca (1.09 cm), frente a los 0.62 cm obtenidos por las estacas con área foliar de 15 cm^2. En consecuencia, al igual que la sobrevivencia, también se confirma que el ideotipo de estacas de tornillo para obtener raíces más largas, en al menos 40 días, también serian estacas del tipo medio (intermedio) y 30 cm^2 de área foliar.

Número de raíces por estaca.

La dosis de AIB tiene influencia significativa ($p<0.05$) sobre el numero de raíces por estaca; mostrando uma gradiente positiva entre el número de raíces y las dosis entre 0 hasta 4,000 ppm; contrariamente con la dosis mayor (8,000 ppm) el número de raíces por estaca disminuye, e incluso es similar estadísticamente a la dosis de 2,000 ppm. En *Vochysia guatemalensis* el número de raíces producidas en las estacas aumentó con dosis crecientes de AIB desde 0% hasta 0.8% (Mesén y Trejos 1997). El objetivo de tratar con sustancias reguladoras (hormonas) es aumentar el porcentaje de estacas que formen raíces, acelerar su iniciación y aumentar la calidad, uniformidad y número de raíces por estaca (Hartmann y Kester, 1998).

Con la dosis intermedia de 4,000 ppm de AIB, se logró obtener el máximo número de raíces (3.37 raíces/estaca), en contraste a las estaca que no tuvieron AIB (0 ppm) produjeron el menor número de raíces (0.96 raíces/estaca). Leakey 1985, menciona que es deseable que las estacas tengan muchas raíces, pero tres raíces bien ramificadas y distribuidas alrededor de las estacas son suficientes. Por lo tanto, usar una dosis intermedia de AIB (4,000 ppm) es suficiente para obtener el mayor número de raíces en estacas juveniles de tornillo. El número de raíces promedio general por estacas fue de 2.2 unidades (CV= 61.2%).

Además, se determinó que el factor tipo de estaca también influye significativamente ($p<0.05$) en el número de raíces por estacas. En este segundo ensayo, el número de raíces por estaca fue de 3.5 unidades, incrementándose en 1.3 raíces por estaca, respecto al ensayo anterior (2.2 unidades), así como un coeficiente de variabilidad mucho menor (C.V= 37.5 %). No obstante, el mayor número de raíces se logró con estacas medias (4.5 unidades), las cuales son estadísticamente diferentes al grupo de estacas de rasgos "extremos", apicales (3.1 raíces) y basales (2.8 raíces); por lo que el uso de estacas medias favorece, en promedio, un 35% más raíces, respecto a las estacas del grupo extremo (apical y basal).

También se detecto la acción significativa ($p<0.05$) de la combinación longitud de estaca*tipo de estaca, donde manteniendo fijos cada uno de los tres tipos de estaquillas (apical, media y basal), las estacas de posición media de 4 y 8 cm presentaron el mejor comportamiento lográndose el mayor número de raíces por estaca (4.5 y 4.6 unidades, respectivamente). Lo propio sucedió en un estudio con estacas de posición media en la especie *Plukenetia volubilis* (sacha inchi) de 8 cm de longitud, con el que se obtuvo un valor máximo de 19 raíces por estaca (Ruiz, 2008).

No obstante, estacas de posición media de 4 y 8 cm, no tuvieron diferencias con las estacas apicales de 8 cm, por ello, las respuestas fueron muy cercanas (4.4 raíces). En este último caso, al parecer el 50% de longitud adicional en las estacas apicales habría compensado las deficiencias anatómicas, pero especialmente, la cantidad disponible de reservas de carbohidratos, considerando que las estacas apicales de 4 cm obtuvieron el menor número de raíces del ensayo (1.9 unidades). El

número de raíces producido por las estacas es altamente influenciado por la habilidad de la estaca de suplir carbohidratos, ya sea de reserva o producidos mediante fotosíntesis, al área donde surgen las raíces (Moe y Anderson, 1988, Veirskov y Anderson, 1982, citado por Mesén, 1997). Por lo tanto, en el caso de tornillo quedaría demostrado que para fomentar el mayor número de raíces es posible usar tanto estacas de 4 cm y 8 cm, indistintamente, pero cuando son estacas apicales la longitud solo debería ser de 8 cm.

Finalmente, el número de raíces por estaca de tornillo también está influenciada de forma altamente significativas ($p<0.05$) por el factor principal área foliar, con área foliar de 30 cm^2 se producen el mayor numero de raíces por estaca (4.5 unidades), frente a 2.6 raíces obtenidas por estacas con área foliar de 15 cm^2. Corroborando Del mismo modo, para obtener el máximo número de raíces (4.5), se corrobora, al igual que en los casos anteriores, que el uso de estacas de posición intermedia y 30 cm^2 de área foliar, es lo más adecuado en la definición del material vegetativo.

CONCLUSIONES

1. Se comprobó que bajo condiciones ambientales controladas de propagador de sub-irrigación.

2. Las estacas juveniles de tornillo (*C. cateniformis*) del tipo media (sección intermedia) instalada en sustrato arena fina (0.1 - 0.2 mm) y con 4,000 ppm de ácido indol-butírico AIB, tuvieron el máximo porcentaje de enraizamiento obtenido (70 %), porcentaje de callos (73 %), porcentaje de sobrevivencia (85 %), longitud de raíz promedio por estaca (1.2 cm), es decir, fueron superiores en comparación a los demás tipos de estaca (apical y basal).

3. Ambas longitudes de estaca juvenil de tornillo (*C. cateniformis*) de 4 y 8 cm, interactúan favorablemente con la estaca del tipo media, produciendo similar número de raíces por estaca (4.5 y 4.6 unidades, respectivamente).

4. La estaca juvenil de tornillo (*C. cateniformis*) de 30 cm^2 de área foliar favorece casi todas las variables de enraizamiento (porcentaje de enraizamiento, sobrevivencia, longitud de raíz promedio por estaca y numero de raíces por estaca), frente al área foliar de 15 cm^2.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aminah, H, Dick, J. y Grace, J. 1997. Rooting of *Shorea leprosula* stem cuttings decreases with increasing leaf area. Forestal Ecology and Management (Holanda). 91: 247-254.

Aróstegui, A y Díaz, M. 1992. Propagación de especies forestales nativas promisorias en Jenaro Herrera. Instituto de Investigación de la Amazonia Peruana-IIAP. Iquitos, Perú. 119 p.

Aróstegui, A. 1989. Propagación por estacas del tornillo (*Cedrelinga catenaeformis* Ducke) y goma pashaco (*Parkia igneiflora* Ducke). Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, Iquitos, Perú. 9 p.

Castillo, A. 1983. Enraizamiento de *Cedrelinga catenaeformis* Ducke, aplicando Seradix-3 y bajo diferentes condiciones ambientales en Pichanaki (Chanchamayo, Junín), Tesis Ing. Forestal UNCP, Huancayo, Perú.

Claussi, A. 1986. Propagación vegetativa del tornillo mediante enraizamiento de estacas en la zona de Jenaro Herrera, Iquitos (documento preliminar).

Davison, J. 1974. Reproduction of *Eucalyptus deglupta* by cuttings. Journal of Forestry Science. New Zeland. 4(2): 191-203.

Gonçalez, J. y Gonçalvez, M. 2001. Valorização de duas espécies de madeira *Cedrelinga catenaeformis* e *Enterolobium shomburgkii* para a indústria madeireira. Brasil Florestal, Nº 70.

Hartmann, T; y Kester, D. 1972. Propagación de plantas: principios y prácticas. Trad. Por Marino Ambrosio. La Habana. Instituto Cubano del Libro. 693 p.

_____ .1998. Propagación de plantas. Principios y práctica. Editorial Continental. México. 757 p.

International Union For Conservation of Nature and Natural Resourses (IUCN). Publicado en internet http://www.iucnredlist.org (Accesado 2007).

Leakey, B. 1987. Clonal Forestry in the tropics-A review of developments, strategies and opportunities. Commonwealth Forestry Review. Inglaterra. 66: 61-75.

Leakey, B; Mesén, F; Tchoundjeu, Z; Longman, A; Dick, J; Newton, A; Martin, A; Grace, J; Munro, C; Muthoka, N. 1990. Low technology techniques for vegetative propagation of tropical tress. En: Commonwealth Forestry Rewiew. Vol. 66; no. 1; p. 61-75.

Levi, D. 1987. Propagación por estacas del tornillo (*Cedrelinga catenaeformis* Ducke), con aplicación de estimulante del enraizamiento bajo condiciones de Tingo Maria. Universidad Nacional Agraria de la selva. Tesis para Obtener el Título Profesional de Ingeniero Recursos Naturales. Tingo Maria. 97p.

Longman, A. 1993. Árboles tropicales: manuales de propagación. Enraizamiento de estacas de árboles tropicales. London, United Kingdom: Commonwealth Science Concil. 131 p.

Maruyama, E y Chung, A. 1987. Respuesta (*Cedrelinga catenaeformis* Ducke) al almacenamiento de las semillas y comportamiento de la regeneración natural en la zona de Alexander Von Humboldt. Pucallpa, Perú. Revista Forestal del Perú Vol. XIV (1). 3 – 13.

Maruyama, E. 1986. Pruebas de enraizamiento de estacas de tornillo *Cedrelinga catenaeformis* Ducke. EE.A. Von Humboldt. Pucallpa. Perú.

Mesén, F. 1992. Hacia el desarrollo de técnica de silvicultura clonal para el pequeño finquero. Chasqui. Turrialba, Costa Rica. 28: 6-18 p.

Mesén, F. 1998. Enraizamiento de estacas juveniles de especies forestales: uso de propagadores de sub-irrigación. Serie Técnica, Manual Técnico Nº 30. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 36 p.

Phillips, I.1975.Apical dominance. Annual Review of plant Physiology.26:341-367 p.

Protected Areas Programme. 2001. Parks: Integrated conservation and Development projects. Publicadoeninternet.

http://www.iucn.org/themes/wcpa/pubs/pdfs/PARKS/park_june01.pdf.

Quijada, R. 1980. Métodos de propagación vegetativa. En mejora genética de árboles forestales. FAO. DANIDA. Sirve. Montroso. Roma, Italia. 341 p.

Schwyzer, A. 1981. El tornillo (*Cedrelinga catenaeformis*) proyecto de asentamiento rural integral Jenaro Herrera, Boletín técnico 15, Iquitos, Perú.

Soudre, M, y Portal, E. 2007. Propagación vegetativa de estaquillas de tornillo (*Cedrelinga cateniformis*) en cámaras de sub irrigación. Articulo técnico. Sub-proyecto silvicultura de bolaina en plantaciones y sucesiones secundarias en Ucayali. Programa de Ecosistemas Terrestes (PET). IIAP. Pucallpa, Perú. 8 p.

Soudre, M; Mesén, F; Del Castillo, D; Guerra, H. 2008. Memoria del curso internacional: "Bases Técnicas Para la Propagación Vegetativa de Árboles Tropicales Mediante Enraizamiento de Estaquillas" Proyecto PROVEFOR. IIAP-FINCyT. Pucallpa, Perú. 104 p.

Strasburguer, E. 1994. Tratado de botánica. Omega, Barcelona. 1068 p.

Tello, F; Quevedo, A y Gasche. 2004. Sistema de incentivos para el manejo de bosques de Loreto: El caso de los recursos forestales maderables. Informe Final. Instituto de investigación de la Amazonía Peruana. 170 p.

Valderrama, F. 2003. Plantas de .importancia económica y ecológica en el jardín botánico-Arboretum El Huayo, Iquitos. Folia Amazónica 14 (1): 159-175.

Wright, W. 1964. Mejoramiento genético de los árboles forestales. FAO. Estudios de Silvicultura y Productos Forestales. 16: 436 p.

Zobel, B y Talber, J. 1988. Técnicas de mejoramiento genético de árboles forestales. México. Ed. Limusa. 554 p.

ESTUDIO ETNOBOTÁNICO Y DE MERCADO DE PRODUCTOS FORESTALES NO MADERABLES EXTRAÍDOS DEL BOSQUE Y ÁREAS AFINES EN LA CIUDAD DE PUCALLPA - PERÚ

ETHNOBOTANICAL AND MARKET SURVEY OF - FOREST PRODUCTS NO TIMBER EXTRACTED FROM THE FOREST AND RELATED AREAS IN THE CITY OF PUCALLPA, PERÚ

Oscar Baltazar Vela[1], Victor Augusto Araujo Abanto[2].

RESUMEN

Este estudio pretende dar a conocer aquellas especies de bosques y áreas afines que pueden ser aprovechadas a través de Productos Forestales No Maderables (PFNM), así también sondear el mercado que estas tienen: para abrir la posibilidad convertir esta actividad en una alternativa económica para el propietario y poblador de las áreas boscosa y áreas afines, la información que se recopilo en todos los lugares de la ciudad de Pucallpa donde exista comercio de productos forestales no maderables por medio de entrevistas, encuestas, revisiones bibliográficas y observaciones. El inventario realizado del número de especies por familias que brindan Productos Forestales No Maderables y servicios indirectos, según entrevistas realizadas en la ciudad de Pucallpa- Perú. Noviembre 2009 – Diciembre 2010 en los principales mercados de Pucallpa, puertos, centros turísticos, ambulantes, etc. Se registró 154 especies y se reportaron 119 géneros y 57 familias. Los productos fueron agrupados por categorías de las cuales solamente Alimenticias, Medicinal, Artesanías, Material para Techar, Material para envolver, Alucinógenas, Místicos y Fibras, tenían algún tipo de mercado. La suma de todos los ingresos mensuales por cada Producto Forestal No Maderable de estos mercados de la ciudad de Pucallpa ascienden en promedio a un total de S/. 102 388 (US $ 36 215,72) entre Flora y Fauna. Estos datos reflejan la necesidad de darles un valor justo a nuestros Productos Forestales No Maderables y tener en cuenta que puede convertirse en una Fuente de trabajo más importante por su abundancia en el medio.

Palabras clave: Productos Forestales No Maderables, bosques tropicales, fuente de trabajo.

[1] Ing. Forestal, egresado de la UNU.
[2] Profesor Principal de la Fac. Cs. Forestales y Ambientales de la UNU, Ing. Forestal, M. Sc..

ABSTRAC

This study seeks to highlight those species of forest and related areas which can be exploited through Non Timber Forest Products (NTFPs), test the market so that they have: to open the possibility to convert this activity into an economic alternative for owner and resident of wooded areas and related areas, the information was collected in all parts of the city of Pucallpa where there is trade in NTFP through interviews, surveys, literature reviews and observations. The inventory made of the number of species by families who provide non-timber forest products and indirect services, according to interviews conducted in the city of Pucallpa, Peru. November 2009 - December 2010 in major markets in Pucallpa, ports, tourist, traveling, etc.. We recorded 154 species and 119 genera and 57 reported families. The products were grouped into categories which only Food, Medical, Crafts, roofing materials, packaging materials, hallucinogenic, Mystics and Fibers, had some kind of market. The sum of all monthly income per Non Timber Forest Products in these markets in the city of Pucallpa on average amounting to a total of S /. 102 388 (U.S. $ 36 215.72) between Flora and Fauna. These data reflect the need to give a fair value to our Non Timber Forest Products and note that it can become a more important source of employment for its abundance in the middle.

Key words: Non Timber Forest Products, tropical forests, source of labor.

INTRODUCCIÓN

Los bosques tropicales contienen una gran variedad de frutas silvestres, productos vegetales, animales silvestres y sub productos, los cuales juegan un rol importante en la dieta de las comunidades nativas. Muchos de ellos son colectados o cazados para ser vendidos en los mercados locales en beneficio de las familias. Además, muchas frutas silvestres son fuente excepcional de vitaminas y los animales proveen de las proteínas que la gente local necesita para subsistir. Los productos y las plantas medicinales también juegan un papel importante en la vida diaria de las comunidades nativas y la población. El reto está en combinar el conocimiento local con el conocimiento científico para poder obtener beneficios en ambas direcciones. El valor económico de estos productos

no solo puede servir como un estimulo para la conservación de los bosques, sino también como una alternativa para generar el incremento del ingreso de las comunidades locales. La cosecha de los PFNM es por lo general un proceso de simple recolección (castaña, vainas de tara, nueces, cochinilla) y de extracción de parte de plantas (hojas de coca, corteza de chuchuhuasi, látex de sangre de grado) y solo en un pequeño porcentaje se tala o corta la planta para obtener el producto requerido (palmito, uña de gato, paca). En consecuencia un manejo sostenido puede ser fácilmente implementado, con excepción de aquellos casos en que se tala la planta, donde se corre el riesgo de depredar la especie afectando seriamente su permanencia y pudiendo llegar incluso hasta su extinción. Finalmente, se considera de urgencia la necesidad de incluir en el aparato administrativo del Gobierno un control de la producción y recolección adecuada y oportunamente en el ámbito nacional, la información sobre producción, precios y comercialización, para luego ser sistematizada, evaluada. El trabajo de campo de estudio se realizo entre el mes de noviembre del 2009 hasta diciembre del 2010 los resultados que presentan son herramientas únicas para los profesionales que se encuentran en el área, y se espera que la contribución sea de gran impacto para el desarrollo forestal sostenible en el beneficio de la ciudad de Pucallpa e impulsar el desarrollo de esta Región de Ucayali.

Los objetivos fueron.

- Acopiar y evaluar el uso y mercadeo de los Productos Forestales No Maderables con comercialización actual y potencial en la ciudad de Pucallpa.

- Contribuir a la sistematización de la información sobre los productos diferentes a la madera.

- Cuantificar las especies de los Productos Forestales No Maderables según su uso.

- Sugerir sus posibles usos científicos, conocer los productos que ofrecen las diferentes especies como los servicios que prestan.

- Evaluar el mercado de los Productos Forestales No Maderables en la

ciudad de Pucallpa.

MATERIAL Y MÉTODO

ÁREA DE TRABAJO.

El área de estudio fue la ciudad de Pucallpa. La ciudad de Pucallpa se ubica en el departamento de Ucayali, cuyas coordenadas geográficas 8°22'59" de latitud sur y 74°33'0" de longitud oeste en el extremo centro-oriental del Perú, a orillas del río Ucayali, en plena selva amazónica a 154 msnm.

MUESTREO.

La entrevista se realizo a las personas que viven en las áreas rurales y dentro de áreas boscosas, etc., y a personas que venden productos provenientes del bosque por toda la ciudad.

CLASIFICACIÓN DE LOS PRODUCTOS FORESTALES NO MADERABLES (PFNM) IDENTIFICADOS EN EL ESTUDIO:

La lista de productos forestales no maderables captados con las entrevista fue clasificada de acuerdo al sistema empleada por Ocampo (1994) el cual agrupa los productos forestales no maderables (PFNM) en las siguientes categorías:

- Alimenticias.
- Medicinales.
- Productoras de fibras.
- Especias.
- Forraje y agroforestales.
- Colorantes.
- Biocidas.
- Recursos ornamentales.
- Exudados.
- Aceites esenciales.
- Pigmentos.
- Otros.

ESTIMACIONES EN LA PRODUCTIVIDAD EN LOS MERCADOS DE PUCALLPA:

Tabla 01: Metodología propuesta para realizar las estimaciones de la productividad en materia de productos forestales no maderables.

Usos	Estructura	Unidad de comercialización
Artesanías.	Frutos, pieles, cueros y cráneos.	Unidad.
Materiales para techar.	Hojas.	Unidad.
Materiales para envolver.	Hojas.	Unidad.
Alimento.	Frutos.	Peso.
Medicinal.	Frutos, hojas, raíces, semillas, cortezas, látex, etc.	Peso, volumen (litros).
Alucinógenos.	Cortezas, hojas y flores.	Peso.
Místicos.	Cortezas, hojas y flores.	Peso.
Fibras.	Látex, Vainas foliares, etc.	Peso.

CÁLCULO DE CANTIDADES, COSTOS Y GANANCIAS.

A partir de las estimaciones de producción y tomando como base los datos económicos del muestreo y demás información económica que se pudo recabar, se procede a realizar un cálculo de las utilidades e ingresos que representan el aprovechamiento de ciertos productos, que sí tienen mercado actual. Con esta información se busca generar datos preliminares acerca del valor monetario que tienen los Productos Forestales No Maderables. La tasa de cambio entre soles y dólares estadounidenses es de US $ 1.00 = S/. 2.81; valor promedio, del período en que se hicieron las encuestas. Como complemento de la información anterior, se procede a dar a conocer algunos resultados de interés que deben ser considerados a la hora de intentar manejar especies forestales con fines no maderables.

RESULTADOS

TOTAL DE INGRESOS DE FLORA EN LA CIUDAD DE PUCALLPA DE PRODUCTOS FORESTALES NO MADERABLES.

En la tabla se puede observar la cantidad de ingresos que aportan mensualmente las categorías en flora. Teniendo un total de 8 categorías

resaltantes que aportan los productos forestales no maderables en la ciudad de Pucallpa-Perú.

Tabla 02: Ingresos mensuales de productos forestales no maderables (Flora) en la ciudad de Pucallpa-Perú entre Noviembre del 2009 y Diciembre del 2010.

FLORA	S/.	US $	%
ALIMENTICIOS	21,380.00	7,195.71	39.46%
FIBRAS	15,187.00	5,423.93	11.19%
HOJAS PARA TECHAR	4,000.00	1,428.57	7.83%
ARTESANÍAS	4,030.00	1,439.29	7.89%
MEDICINALES	9,732.00	3,186.43	17.47%
ALUCINOGENAS	630.00	225.00	1.23%
MISTICAS	1,541.00	550.36	3.02%
PARA EN VOLVER	6,080.00	2,171.43	11.91%
TOTAL	**62,580.00**	**22,350.00**	**100%**

***fuente: propio de las entrevistas realizadas Nov. 2009-Dic.2010

En tabla 02 se observa que la categoría de alimenticio es la más comercializada en la ciudad de Pucallpa aportando un ingreso en ventas de S/. **21,380.00** representando el 39.46% seguido de planta medicinal que genera un ingreso de S/. **8,922.00** representando el 17.47%; las fibras con 11.19% con un ingreso de S/. **5,712.00**; para en volver dan un ingreso de S/.**6,080.00** que es el 11.91%, y por ultimo tenemos a las Hojas para techar, Místicas, Artesanías y Alucinógenas con unos ingresos de S/. **4,000.00**; S/. **1,541.00**, S/. **4,030.00**, S/. **630.00**; respectivamente y con porcentajes de **7.83%, 3.02%, 7.89%, 1.23 %** respectivamente.

TOTAL DE INGRESOS MENSUALES DE FAUNA EN LA CIUDAD DE PUCALLPA DE PRODUCTOS FORESTALES NO MADERABLES

En el siguiente tabla podemos observar los ingresos que aportan estos productos que se obtiene de los animales mensualmente en la ciudad con solo 5 categorías de productos como: pieles, cueros, cráneos, aceite y miel; que se venden en los mercados y otros lugares de la ciudad.

Tabla 03: Ingresos mensuales de Productos Forestales No Maderables (Fauna) en la ciudad de Pucallpa-Perú entre Noviembre del 2009 y Diciembre del 2010.

FAUNA	S/.	US $	%
PIELES	400.00	142.86	1.0
CUEROS	33,400.00	11,928.57	83.90
CRANEOS	1,160.00	414.29	2.91
ACEITE	1,968.00	351.43	5.62
MIEL	2,880.00	1,028.57	8.24
TOTAL	39,808.00	13,865.72	100%

Fuente: propio de las entrevistas realizadas Nov. 2009-Dic.2010.

Donde se observa que el mayor aporte de ingreso mensual es la categoría de cueros con S/. 33,400.00 con un 83.90 % de todos estos productos de animales; y seguidos de la categorías de cráneos, aceite, miel y pieles con unos ingresos de S/. 1,160.00, S/. 1,968.00, S/. 2,880.00 y S/. 400.00 respectivamente.

CONCLUSIONES

Las especies de provenientes de los bosques u otras zonas que se identificaron en las ventas de la ciudad de Pucallpa brindan 20 categorías de tipos de productos forestales no maderables: Alimenticio, Medicinal, Productoras de fibras, Artesanías, Colorantes, Biocidas, Plantas toxicas, Plantas místicas, Plantas alucinógenas, Ornamentales, Exudados, Forraje, Especies para techar, especies para envolver, cerco

vivos, especies empleadas para sombra, medicamentos veterinarios, otros con fines agroforestales, apicultura y banco de germoplasma.

En lo que respecta a la venta de **Carne Silvestre** en la ciudad de Pucallpa, no fue mucho recabar, ya que el mayor comercio informal se encuentra en el Mercado del **Jr. Libertad** dado que este tipo de actividades son ilegales penadas por ley, además la Dirección Ejecutiva Forestal y de Fauna Silvestre, a través de sus oficinas regionales y sub regionales están tratando de erradicar este comercio ilegal que se viene dando en este mercado de Pucallpa.

Los lugares de ventas o mercados no municipales (informales) en Pucallpa que ofertan los PFNM son: el Mercado de BELLAVISTA, Mercado del Jr. Libertad, el Puerto de Pucallpa (Plaza del Reloj Publico), el Puerto de Yarinacocha, el Mercado de la Hoyada, ambulantes y algunos puestos de ventas ubicados al margen de la carretera Federico Basadre y el tramo de Pucallpa- Yarinacocha.

El mercado que mas ingreso está generando en productos forestales no maderables es el mercado de **Bellavista** (Mercado no Municipal) con un ingreso de S/. **29,099.00** seguido del **Mercado 2** (Mercado Municipal) con un ingreso S/. **8,752.00**, **Puerto Principal de Pucallpa** (Mercado no Municipal) con S/. **2,630.00**, **Puerto Principal de Yarinacocha** (Mercado no Municipal) con S/. **4,200.00** por ultimo la comercialización que se dan en **Otros Mercados** y fuera de los mercados (Mercado Municipal y No Municipal) se genera un ingreso de S/. **49,312.00.**

Los Mercado que existen en la ciudad Pucallpa generan un total de aproximadamente en Productos Forestales No Maderables entre flora y fauna de S/.**102,388.00** equivalentes en moneda extranjera Norteamericana de US $ **36,215.64.**

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAUJO, V. 2008. "Curso de manejo y aprovechamiento de Productos Forestales No Maderables". Universidad Nacional de Ucayali-Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales Departamento Académico de Manejo Forestal. Pucallpa – Perú. 191pp.

BERROCAL, A. 1998. Estudio Etnobotánico y de mercado de productos no maderables de bosques secundarios en la región Chorotega, Costa Rica. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Ingeniería Forestal: Informe de práctica de especialidad. Cartago – Costa Rica. 135 pp.

IIAP, 1995. "Diagnóstico de los recursos vegetales de la Amazonía Peruana". Documento Técnico Nº 16. Iquitos - Perú. IIAP. 59 pp.

PAITAN, S., 1997. CULTIVO DE FRUTALES NATIVOS AMAZONICOS-Manual para el Extensionista; Universidad Nacional de la Amazonía Peruana (UNAP) de Iquitos – Perú. 310 p.

RÍOS, T., (2001). "Compilación y Análisis Sobre los Productos Forestales No Madereros (PFNM) en el Perú". (En la página www.rlc.fao.org/proyecto/ rla133ec/PFNM-pdf/PFNM%20Per.PDF).

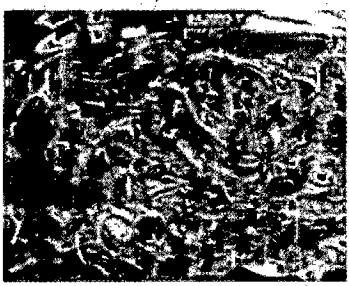
VASQUEZ, M. 1994. "Extracción y comercialización de productos forestales diferentes de la madera en el ámbito de la Unidad Forestal de Iquitos – Perú". Tesis para optar el título de Ingeniero Forestal UNAP. Iquitos - Perú. 123 pp.

PRODUCTOS DE LA FAUNA SILVESTRE (carne, cueros)









EVALUACIÓN DE CALEFACTORES DOMÉSTICOS RECICLANDO EL ASERRÍN PARA USO DOMESTICO Y TRATAMIENTO DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO - PUCALLPA 2004

EVALUATION OF DOMESTIC HEATERS FOR RECYCLING DOMESTIC USE SAWDUST AND TREATMENT OF DRINKING WATER - PUCALLPA 2004

Melchor Herbert Dolmos Castro [1] Jacinto Joaquin Vértiz Osores [2]
Robert Richard Cucho Flores [3]

RESUMEN

En este trabajo, se ha evaluado 8 niveles de diámetros para el ducto de combustión y la misma cantidad para el de admisión de aire de un calefactor casero de medidas estandarizadas, con tres repeticiones, teniendo como variable respuesta el tiempo en que un litro de agua, contenida en un vaso de precipitación, alcance la temperatura de 90°C, proponiéndose el objetivo general de evaluar la eficiencia de un calefactor doméstico reciclando el aserrín como combustible en el tratamiento de agua para consumo humano. Para ello se plantearon los objetivos específicos de determinar los tiempos de calefacción de un litro de agua a 90°C usando calefactores domésticos y determinar la relación óptima entre los diámetros de los ductos de admisión de aire y de combustión del calefactor. En los resultados obtenidos se notó que el menor tiempo usado para calentar a 90°C un litro de agua está en la intercepción de los ductos de 6 cm y de 4 cm (Combustión / admisión) con 494 segundos, estabilizándose esa relación en los siguientes para caer a 8 cm de ducto de combustión a partir de los 10 cm de ducto de admisión de aire.

Concluyendo que el tiempo promedio de calefacción de un litro de agua a 90°C usando calefactores domésticos fluctuó en un rango de 5626 segundos, teniendo un tiempo promedio mínimo de 494 segundos así como la relación óptima encontrada fue entre los ductos de admisión de aire de 04, 06 y 08 cm y los ductos de combustión de 06, 08 y 14 cm, el mismo que presentó los mejores tiempos promedios de calefacción de un litro de agua a 90°C, no presentando diferencias significativas entre sí. Finalmente se afirma que los calefactores domésticos que usan como combustible el aserrín resultan eficientes energética, económica y ambientalmente así como también constituyen una solución práctica y

[1] Profesor Asociado de la Fac. Cs. Forestales y Ambientales de la UNU.
[2] Docente de la UNIA.
[3] Docente de la UNIA

eficiente al tratamiento del agua para consumo humano.

Palabras clave: Calefactor casero doméstico, Ducto de combustión, ducto de admisión de aire, aserrín, tratamiento térmico del agua.

ABSTRAC

In this study, we evaluated 8 levels for the pipeline diameters of combustion and the same amount for the intake air heater home of standardized measures, with three repetitions, with the response variable as long as one liter of water contained in a beaker, the temperature reaches 90 ° C, proposing the overall objective of assessing the efficiency of a heating domestic recycling sawdust as fuel in the treatment of drinking water. This raised the specific objectives of determining the times of heating a liter of water at 90 ° C using domestic heating and to determine the optimal ratio between the diameters of the air intake ducts and combustion heater. In the results it was noted that the shortest time used to heat at 90 ° C one liter of water is at the intersection of ducts 6 cm and 4 cm (Combustion / admission) in 494 seconds, stabilizing the relationship in the next to fall to 8 cm of combustion product from the 10 cm air intake duct.

Concluding that the average heating a liter of water at 90 ° C using domestic heating fluctuated in a range of 5626 seconds, with an average minimum of 494 seconds and the optimal ratio found was between the pipes for air intake 04, 06 and 08 cm and the combustion products 06, 08 and 14 cm, the same as that presented the best average times of heating a liter of water at 90 ° C, showing no significant differences among them. Finally it is stated that domestic heating using sawdust as fuel energy is efficient, economical and environmentally as well as provide a practical and efficient treatment of drinking water.

Key words: Domestic home heating, Pipeline combustion air intake duct, sawdust, heat treatment of the water.

INTRODUCCIÓN

Las poblaciones urbano marginales y rurales suplen las carencias energéticas utilizando los fogones a leña, cuya combustión incompleta a

mas de los productos tóxicos que emiten, generan gran cantidad de monóxido de carbono, PM-10 y el hollín (carbono incombustible arrastrado por los gases de la combustión), que contaminan los ambientes donde se cocinan los alimentos, cuyo impacto ambiental es descargado a las madres de familia y a sus menores hijos como se ha constatado en muchos estudios realizados que determinaron que el uso de estos combustibles produce niveles inaceptables de contaminación atmosférica en el interior de la casa, manifestada en los niveles altos de concentración de carboxihemoglobina, (COHb) en la sangre cuyo efecto es la reducción del oxigeno en los tejidos. Todos estos factores afectan la calidad de la vida y reducen la longevidad. De manera que la escases de combustibles fósiles en estas poblaciones, según estimaba la UN/FAO, afecta a más de 2.4 millones de personas y la búsqueda de leña para combustible contribuye a la deforestación, erosión del suelo y en última instancia la desertificación.

Organismos internacionales y fundaciones se dedican a afrontar esta problemática habiéndose logrado introducir las cocinas mejoradas, las ecococinas, especialmente en el África y el Asia, en nuestro continente los países de Centroamérica han sido beneficiados, existiendo abundante información sobre las innovaciones realizadas, la experiencia en la extensión realizada, sin embargo en la población amazónica urbano marginal y rural se sigue utilizando la leña como combustible domestico en los fogones situación que nos ha permitido identificar el presente estudio para evaluar un calefactor casero redescubierto en la Universidad Nacional de Ucayali reciclando el aserrín como combustible a fin de disponer parámetros para su diseño y construcción casera a fin de sustituir a los fogones, con triple propósito: cocción de alimentos, conservación en caliente de los alimentos cocinados y la ebullición del agua como tratamiento térmico para consumo humano.

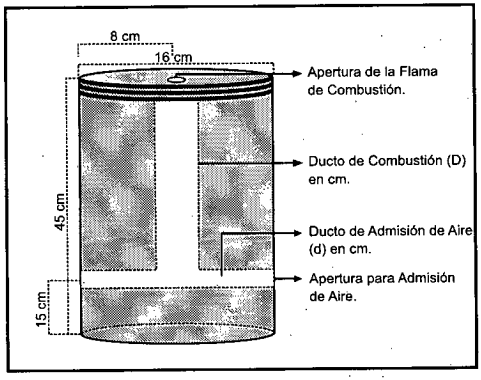
En ese sentido, se ha evaluado 8 niveles de diámetros para el ducto de combustión y la misma cantidad para el de admisión de aire de un calefactor casero de medidas estandarizadas, teniendo como variable respuesta el tiempo en que un litro de agua, contenida en un vaso de precipitación, alcance la temperatura de 90°C. El óptimo, considerado de la combinación de los niveles de los ductos, se expresó en el menor tiempo en que hizo llegar a ese límite de temperatura al agua, realizándose posteriormente un análisis de varianza con los datos al 95% de confianza, y una prueba de contrastes múltiples de Tukey con

los contrastes significativos a un nivel de 0.05.

MATERIAL Y MÉTODO

Instrumentos de recolección de datos.

Para la medición de los diámetros de los ductos de admisión de aire y diámetro de combustión se utilizó un Vernier marca Stanley de 30 cm de capacidad máxima de medición.



Para la medición de la temperatura del agua en proceso de ebullición de un litro de agua se usó un termómetro digital con brazo sensor de 20 cm, marca Control Company Digital Instrumentos, el cual presentaba las siguientes características técnicas:

- Mide desde - 20.0ºC hasta 150.0°C
- Resolución de 0.1°C
- Exactitud es ±1°C.
- La lectura de temperatura es actualizada cada 10 segundos.

Técnica de recojo, procesamiento y presentación de datos.

Los datos se recolectaron en tablas hechas sobre cuadernillos de trabajo. Se procesaron en hojas de cálculo virtuales del programa Microsoft Excel. Los datos descriptivos se presentaron en tablas y gráficos de líneas.

Análisis de la Información.

Los datos de cada una de las variables se contrastaron mediante un análisis de varianza (ANOVA) de acuerdo al modelo general univariante, usando el paquete estadístico SPSS V.18.

RESULTADOS

Como se indicó anteriormente, la variable respuesta fue el tiempo (expresado en segundos) en que, cada combinación de ductos (tratamiento), los calefactores de aserrín hacían llegar a 90°C a un (01) litro de agua. Los promedios de los tratamientos se resumen en la tabla 01.

Tabla 01: Relación de los ductos de admisión de aire y de combustión evaluados en los calefactores de aserrín. Pucallpa 2004.

DUCTO DE COMBUSTIÓN (D)	DUCTO DE ADMISIÓN DE AIRE (d)							
	1cm	2cm	4cm	6cm	8cm	10cm	12cm	14cm
1cm	2,306.6	760.0	3,461.3	2,316.0	1,233.0	6,120.0	1,852.7	1,815.3
2cm	1,450.0	684.4	1,350.7	1,460.7	1,220.3	2,536.0	2,712.7	2,271.0
4cm	830.0	621.6	673.3	835.7	991.3	1,130.0	1,037.3	1,037.3
6cm	1,000.0	756.2	494.0	675.0	921.3	830.0	868.7	868.7
8cm	1,010.0	857.8	632.0	1,021.3	660.0	740.0	647.0	647.0
10cm	1,104.0	567.6	659.0	1,104.0	851.3	1,430.0	747.3	752.0
12cm	710.0	592.8	721.0	716.7	576.7	1,430.0	663.3	747.3
14cm	675.0	518.4	544.7	1,006.7	1,066.7	850.0	750.3	750.3

Como se observa, la relación entre los ductos de admisión de aire y de combustión de los calefactores hace evidente la jerarquía de tres medidas de ductos de combustión: la de 6 cm, 8 cm y la de 14 cm de diámetro.

En la curva de mínimos tiempos (realizada sobre la Tabla 01.), se nota que el menor tiempo usado para calentar a 90°C un litro de agua está en la intercepción de los ductos de 6 cm y de 4 cm (Combustión/admisión) con 490 segundos, estabilizándose esa relación en los siguientes para caer a 8 cm de ducto de combustión a partir de los 10 cm de ducto de admisión de aire.

En la siguiente figura se muestra el comportamiento del tiempo en que llega a 90°C un litro de agua, calentado con un calefactor a distintos diámetros de ducto de admisión de aire y de combustión. Obsérvese que a partir de los 6 cm de diámetro de ducto admisión de aire combinado con ductos de 1 y 2 cm de diámetro del de combustión se presentan los mayores tiempos de llegada a los 90°C transformándose, en consecuencia, como los tratamientos más deficientes. Es más uniforme para los siguientes tratamientos.

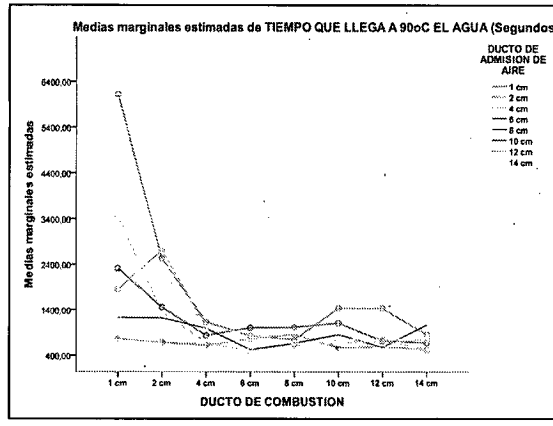


Figura 01: Comportamiento de los ductos de admisión de aire y de combustión evaluados en los calefactores de aserrín. Pucallpa 2004.

En la Figura 02, se muestra el comportamiento de los valores en un gráfico de dispersión, apreciando que la línea de tendencia presenta una inflexión a partir del ducto de combustión de 8 cm de diámetro, iniciando nuevamente el ascenso. Como la eficiencia de la variable respuesta está representado por el menor tiempo en que un litro de agua llega a 90°C, entonces el punto de inflexión de la curva será considerado como el mejor tratamiento.

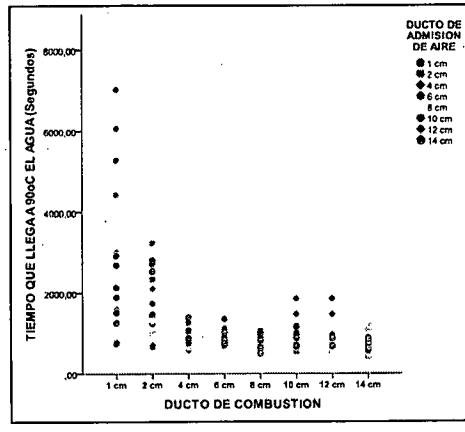


Figura 02: Comportamiento de los ductos de admisión de aire y de combustión en un diagrama de dispersión de valores evaluados en los calefactores de aserrín. Pucallpa 2004.

Tabla 02: Análisis de varianza para los datos del tiempo que llega a 90°C 1 L de agua en calefactores de aserrín con distintos diámetros de ductos de admisión de aire y de combustión. Pucallpa 2004.

Variable dependiente: TIEMPO QUE LLEGA A 90°C EL AGUA (Segundos).

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	1.429E8	63	2267564.476	25.534	0.000
Intersección	2.462E8	1	2.462E8	2772.258	0.000
DUCTO_COMBUSTION * DUCTO_ADMISION	5.534E7	49	1129396.507	12.718	0.000
DUCTO_COMBUSTION	6.731E7	7	9615325.395	108.274	0.000
DUCTO_ADMISION	2.021E7	7	2886979.340	32.509	0.000
Error	1.137E7	128	88805.872		
Total	4.004E8	192			
Total corregida	1.542E8	191			

*. *R cuadrado = 0.926 (R cuadrado corregida = 0.890)*

En la Tabla 02 se observa que la significancia (valor p) en el caso de la variable ducto de combustión es igual a 0.000 al igual que para el caso de los ductos de admisión de aire y la intercepción de ambas. Indicando que todos los contrastes analizados son significativos al 95%, teniendo que rechazar todas las hipótesis nulas y aceptar las alternas. En otras palabras, producto del ANOVA se concluye que:

- En promedio, los tiempos de evaluación a 90°C de los distintos diámetros del ducto de combustión son diferentes.

- En promedio, los tiempos de evaluación a 90°C de los distintos diámetros del ducto de admisión de aire son diferentes.

- El efecto combinado de los diámetros de los ductos de combustión y el de admisión de aire provoca diferencias en el tiempo de evaluación a 90°C del agua.

DISCUSIÓN

Los promedios de los tiempos obtenidos para llegar a 90°C, que se detallan en la Tabla 01, representan diferentes flujos de calor que se genera a diferentes relaciones D/d condicionadas en la parte experimental, es decir tienen como denominador común la misma cantidad de calor, que demanda el agua para subir su temperatura a 90°C. Sin embargo, se evidencia tres grupos de datos obtenidos frente al total de resultados que representan los menores tiempos y por tanto los mayores flujos calóricos, correspondiendo a los ductos de combustión de 6, 8 y 14 cm. de diámetro con los ductos de admisión de aire de: 4, 6 y 8 cm, 1 y 2 cm, y, 10, 12 y 14 cm de diámetro. Considerando para fines prácticos sólo los ductos de combustión de 4, 6 y 8 cm. de diámetro se tomarían las relaciones D/d mas óptimas, que en este caso corresponderían a las razones 1.5, 1 y 0.8, 0.66, 0.57 respectivamente. Se descarta las relaciones con los ductos de combustión de 14 cm para los ductos de admisión de aire debido a que abarcan más del 80% de la capacidad para cargar con aserrín al calefactor y, además, demandarían mayor presión para densificar y mantener estable al aserrín en calefactor durante la combustión. Con este mismo criterio, no se consideraría a los ductos de admisión de aire de 12 y 14 cm. De manera que para efectos de diseño del calefactor como resultado del presente estudio se considerarían los ductos de combustión de 6 y 8 cm para los ductos de admisión de aire de 4, 6 y 8 cm y el de 8 cm de ducto de combustión con, solamente, el ducto de admisión de aire de 10 cm.

Los tiempos de combustión óptimos seleccionados, termodinámicamente indican que bajo estos flujos calóricos la combustión del aserrín se lleva a cabo con el exceso de aire suficiente y

necesario, puesto que a mayor exceso de aire, mayor tiempo para el mismo flujo calórico debido a que la demanda calórica que absorbe el nitrógeno en exceso es mayor y se disminuye el calor que absorbe el agua (en este caso un litro para llegar a 90°C) (**Stoyver, J. 1978**).

Ahora comparando el menor tiempo que tardó en llegar a 90°C a un litro de agua (494 segundos = 8.23 minutos), con el mejor tiempo de Winiarski y Hughes (**2001**) en cocinas de leña mejoradas y Cruz Guerrero, A. (**2004**) con el mismo tipo de cocinas, quienes obtuvieron 13.23 y 14.89 minutos respectivamente, afirmaremos que hay diferencia considerable, en contraste con lo obtenido por Pacheco (**2004**), quien, probando tres tipos de cocinas a leña, obtuvo como mejor tiempo, hasta 90°C, 9.33 minutos pudiendo indicar que los calefactores evaluados en este trabajo no están tan lejos de este resultado.

Las relaciones obtenidas nos permitirán tener presente estos rangos a fin de cargar con aserrín al calefactor para las variaciones D/d entre 1 hasta 1.5 (para el diámetro de admisión de aire de 6 cm) teniendo combustión completa, con 0% de CO, libre de humos y libre de partículas suspendidas, y de igual manera cuando las relaciones D/d estén entre 0.57 a 0.8 para el ducto de admisión de aire de 8 cm a diferencia de los resultados obtenidos por Larry Winiarski y Nancy Hughes (2004) cuando evaluaron una ecococina de última generación a leña. La combustión completa implica además que, en las cenizas, solamente se encontrará ceniza oxidada que es un perfecto encalante para los suelos ácidos de la Amazonia. A diferencia que cuando se quema un residuo de aserrín o cualquier residuo de la madera al aire libre las cenizas contienen carbono incombustible que es contaminante de los suelos, por incrementar las relaciones C/N (Carbono/Nitrógeno) (**Herbert M, Karam A. y Parent L. 1991**).

Las cocinas mejoradas son dispositivos que varían de las chimeneas con las capillas para extraer humo, hasta las cocinas solares parabólicas sofisticadas. Los científicos, los trabajadores sociales y los empresarios han avanzado esta tecnología a un punto donde existen modelos listos para la difusión masiva, y por otra parte cientos de miles de estas cocinas ya se están usando con innovaciones mejoradas bajo criterios ambientales limpios Se ha demostrado que las metodologías han facilitando la incorporación en su cultura de estos dispositivos en poblaciones del Tercer Mundo. (**Jeffrey L. Wartluft. 1998**). En esa perspectiva, las tecnologías alternativas para cocinar son las

herramientas más importantes que tenemos para reducir el sufrimiento del ser humano y relevar la degradación ambiental. En este contexto, los calefactores caseros para uso domestico evaluados, se constituyen en una alternativa muy importante en la Amazonia, dado su versatilidad se uso, disponibilidad del combustible que permite ser utilizados no solo en la cocción de alimentos sino el guardar los alimentos en caliente y además sirven para hervir el agua para consumo humano.

Numerosos estudios demuestran claramente una relación directa entre las prácticas tradicionales de cocinar y los problemas de salud probados, tales como: dolencias respiratorias, cataratas, monóxido en la circulación sanguínea de mujeres embarazadas, cáncer de pulmón, quemaduras, agua contaminada y carencia de la nutrición, debido a la carencia del combustible, sobrecarga de trabajo en mujeres y niños que buscan el combustible y que respiran partículas en aire contaminado del interior. La enfermedad respiratoria aguda (IRA) es el asesino número uno de niños menores de 5 años de edad en América Central. Para centenares de millones de gente, los ingresos utilizados en la compra del combustible reducen el poder adquisitivo para el alimento, afectando la nutrición y el bienestar general. La muerte y la discapacidad es el resultado de permitir prácticas tradicionales de cocción. (**National Center for Infecctions Diseases 2004**), sin embargo en nuestro país no existe ningún reporte serio que revele los detrimentos en la salud de la población, producto de la sobreexposición al humo de los fogones y cocinas tradicionales, situación que, si bien es cierto no ha sido tratado protagónicamente aquí, no deja de ser un tema importante de salud pública.

El pueblo mundial se ha unido bajo una bandera para convenir ciertos niveles mínimos de la vida, establecidos como las metas del milenio. Los programas de cocinas mejoradas contribuyen perceptiblemente al logro de algunas de las metas como:

1. Erradicar la extrema pobreza y el hambre.
2. Reducir mortandad en los niños.
3. Mejorar la salud maternal.
4. Asegurar sustentabilidad ambiental.
5. Desarrollar una alianza global para el desarrollo mejorado. (Sánchez. 2002).

En ésta óptica la propuesta de la optimización de los calefactores, motivo de este trabajo, podrían enmarcarse bien en el cumplimiento de estos objetivos mundiales, sin embargo es necesario anotar que más depende del grado de difusión y aplicación de esta tecnología en la población, especialmente la urbano marginal y rural. En esta discusión hemos visto que las cocinas mejoradas alivian problemas serios que tienen que ver con: salud, ambiente, economía, así como agrega valor a las vidas de mujeres y de niños en el mundo en vías de desarrollo. (**GIRA. 2004**).

Según los datos del Banco Central de Reserva del Perú (2003), en el país, entre 1999 al 2003, la extracción y producción de madera rolliza y madera aserrada generó en promedio un volumen de 110,800 m3/año de restos y residuos, correspondiéndole al aserrín 19944 m3 y 261 000 Ha/año de bosques deforestados y suelos degradados, por lo que actualmente en la Región de Ucayali se dispone de 2 millones de hectáreas para reforestar.

Actualmente en muchos países del mundo se está utilizando al aserrín como biomasa fuente de energía, así Barros (**1994**) y Grez, et al (**1992**) señalan que en Chile el aserrín es usado principalmente como combustible y en menor escala en la fabricación de tableros, briquetas y bloques, sin embargo reporta que sus volúmenes siguen incrementándose.

En este trabajo se fomentó el uso de estos subproductos del sector forestal siendo compatible con el mantenimiento del medioambiente con el fin de promover el rehúso sostenible en la misma actividad forestal para dar continuidad al concepto de sumidero de Carbono de los bosques y disponer de una estrategia energética alternativa para el mejor aprovechamiento de los residuos evitando la contaminación de las cuencas y suelos de la zonas aledañas a las industrias de transformación de la madera.

Por otro lado, el nivel de riesgos para la salud humana resultante de la cloración del agua es difícil de determinar. Los estudios epidemiológicos hasta ahora realizados no son suficientes para poder distinguir entre el peligro de contraer cáncer por la cloración frente al alto riesgo por consumo de agua contaminada con microorganismos patógenos. Debe considerarse que no todas las aguas superficiales son aptas para su cloración directa sin tratamiento y para su uso posterior para consumo

humano. Su selección depende de la demanda de cloro, pues las características del agua influyen en la formación de compuestos organoclorados que, en altas concentraciones, podrían tener efectos adversos en la salud (**Reiff. 1996**), en contraposición a la propuesta de este trabajo de investigación que busca, como efecto colateral, hacer de la cocción del agua, el tratamiento ideal que evitará los efectos negativos de la cloración, ya que, al hacer más eficiente el sistema de combustión y teniendo combustible gratuito no habrá excusa para no hervir, con mayor frecuencia, el agua para consumo humano.

Se arriba a las siguientes conclusiones:

- El tiempo promedio de calefacción de un litro de agua a 90°C usando calefactores domésticos fluctuó en un rango de 5626 segundos, teniendo un tiempo promedio mínimo de 494 segundos.

- La relación óptima encontrada fue entre los ductos de admisión de aire de 04, 06 y 08 cm y los ductos de combustión de 06, 08 y 14 cm, el mismo que presentó los mejores tiempos promedios de calefacción de un litro de agua a 90°C, no presentando diferencias significativas entre sí.

- Con los ductos mejor evaluados de los calefactores, se puede hervir el agua haciendo el tratamiento térmico para consumo humano viable técnicamente y óptimo económicamente, por tanto sostenible en los hogares especialmente los focalizados en las áreas rurales y urbano marginales de la amazonia.

Finalmente se afirma que los calefactores domésticos que usan como combustible el aserrín resultan eficientes energética, económica y ambientalmente así como también constituyen una solución práctica y eficiente al tratamiento del agua para consumo humano con costos mínimos que los convencionales y sin riesgos a la salud en los ambientes del hogar, pudiendo construirse caseramente incluso con capacidades mayores para la atención comunal de alimentos y agua tratada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Sánchez, N. F. Alternativas de desinfección del agua. Reporte Técnico de vigilancia. 2 (5). México 1977. www.infonetlsld.cu/instituciones/4/RTB/rtb0597.

Nacional Center For Infections Diseases, Prácticas saludables. USA. 2003.

Reiff. F. M. El estado de la desinfección del agua potable en América Latina y el Caribe. Erase Castro editores. La calidad de agua potable en América Latina OPS/OMS. Washington D.C. EEUU. 1996.

Carrasco, S. Metodología de la Investigación científica. Primera edición. Editorial San Marcos. Lima. Perú. 2003.

Casley, D. J. y K. Kumar. Project Monitoring and Evaluation in Agriculture, Washington, D.C., Banco Mundial. 1990. [Citado 18 de Jul]. Disponible en : www.amazon.co.uk).

Montgomery D. Diseños y análisis de experimentos. Editorial LIMUSA. SA. de CV Wiley. Primera edición. México. 2003.

Stoyver, J. 1978. Introducción a la Ingeniería Termodinámica. Editorial Reverté. 3° reimpresión. España.

Winiarski, L. y Hughes, N. (2001). StoveTeam International, Eugene, Oregon USA, con una comunidad en el sur de Guatemala ayudando a ensamblar cocinas ecológicas, muy pronto en El Salvador, gracias a la intervención del Ing. Winiarski, proyección: 10.000 cocinas para el periodo 2008-2009.

Cruz Guerrero, A. Estudio de Validación del Ecofogón "Justa". Asociación para el Fomento Dendroenergético – PROLEÑA. México D.F. 2004.

Pacheco, Pedro. Diseño, Construcción y Medida de la Eficiencia de un Prototipo de Cocina Rural para su Uso Funcional en las comunidades Campesinas de la Cordillera Negra de Ancash. Tesis

de Pregrado. Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo. 2004.

Winiarski, L. y Hughes, N. Testing Results of the Ecocina Cooking Stove from El Salvador. Aprovecho Research Center. USA. March 5th, 2004.

Herbert, M., Karam, A. y Parent, L. Mineralization of nitrogen and carbon in soil emended with composted manure. Biological Agricultural and Horticulture. 1991; 7 (4): 349-361.

Wartluft, Jeffrey L. La Estufa del Aserrín de dos tambores. VITA El Boletín 51029-Bk Técnico. USA. 1998.

GIRA - Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada A. C. Estufa Patsari. Modelo a base de Ladrillo Rojo. México. Junio 2004.

Banco Central de Reserva del Perú – Sede Regional Iquitos. Síntesis Económica de Ucayali. Boletín del Departamento de Estudios Económicos: 2003. Mayo: 24 – 25.

Barros P., Elaboración de bloques de aserrín-cemento [Tesis pregrado - Escuela de Ingeniería Forestal] Chile: Universidad Austral de Chile; 1994. 90 p.

Grez R y Gerding V. Producción de humus y sustrato para el cultivo de vegetales en base al aprovechamiento de corteza de especies nativas chilenas en su condición de residuo de la industria de astillas. [Fondo de Desarrollo Científico y Tecnológico: Fondecyt] Valdivia - Chile: Facultad de Ciencias Forestales; Universidad Austral de Chile. Área de nutrición y Suelos forestales; 1992. 15 p.

EVALUACIÓN Y UTILIZACIÓN DE LA *Guadua sarcocarpa* Londoño & PETERSON EN EL BOSQUE DE LA UNU - MACUYA

EVALUATION AND UTILIZATION OF THE *Guadua sarcocarpa* Londoño AND PETERSON IN THE UNU FOREST - MACUYA

Fernando Velásquez De La Cruz [1] Manuel Iván Salvador Cárdenas [2]

RESUMEN

La Universidad Nacional de Ucayali cuenta con un bosque primario de 2,469 ha, denominado Centro de Investigación y Capacitación Forestal - Macuya (CICFOR - Macuya), una parte del bosque presenta una dominancia de *Guadua sarcocarpa* una especie de bambú, que no ha sido estudiado y tampoco se reporta en el Mapa de Clasificación por Tipo de Bosques. La extensión total del bosque con predominancia del bambú es de 317 has, encontrándose dentro del bosque de la UNU una extensión de 67 ha.

El objetivo general del presente estudio fue la identificación botánica, localización, evaluación y utilización de esta especie de bambú.

La investigación se desarrolló en el CICFOR - Macuya y en el Laboratorio de Tecnología de la Madera de la Universidad Nacional de Ucayali. En el bosque se instaló 2 parcelas de muestreo de 1 hectárea cada una, en la primera se registraron 101 clones de bambú dispersos, con 901 culmos muertos y 355 vivos en etapa de regeneración, sobre una fisiografía predominante de colinas bajas con pendiente muy empinada (25-50%). En la segunda hectárea se registraron 66 clones diferenciados de bambú, con 585 culmos muertos y 88 vivos, pero con extensas zonas de regeneración, una alta densidad de cañas delgadas y una baja densidad de árboles maduros, que lo convierte en un bosque abierto, sobre una fisiografía predominante de lomadas de pendiente ligeramente inclinada (2 - 4%) a moderadamente empinada (15 - 25%).

Los resultados de la investigación pone en evidencia que la especie ha sido clasificada como *Guadua sarcocarpa* Londoño & Peterson. La longitud promedio del culmo o tallo, alcanza los 9.46 m, el diámetro máximo promedio alcanza los 4.05 cm, el número promedio de nudos

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

por metro lineal de culmo es de 2.21 nudos, el espesor promedio del culmo es de 0.90 cm. La humedad en la caña completamente verde está por el orden de 62.58 %, el contenido de humedad de las cañas seca al aire o en equilibrio higroscópico con el medio, está en el orden 18.47 %. La densidad media seca al aire (densidad normal) alcanza un valor promedio de 0.66 g/cm^3, mientras que la densidad básica media está por los 0.56 g/cm^3. La resistencia promedio a la compresión paralela, a la compresión perpendicular, a la tracción paralela y a la tracción perpendicular a la fibras, es de 363 kg/cm^2, 41 kg/cm^2, 3514 kg/cm^2 y 8 kg/cm^2 respectivamente. La resistencia promedio a la cizalladura o al corte paralelo a las fibras sin nudos, es de 62 kg/cm^2, el modulo de elasticidad en flexión promedio es de 149.158 kg/cm^2 y el modulo de ruptura en flexión promedio es de 535 kg/cm^2.

Palabras clave: *Guadua sarcocarpa*, bambú, culmo, tracción perpendicular, compresión perpendicular, tracción paralela.

ABSTRAC

The National University of Ucayali has a primary forest of 2.469 ha, called the Center for Forestry Research and Training - Macua (CICFOR - Macua), part of the forest has a dominance of one species *sarcocarpa Guadua* bamboo, which has not been studied and not reported in the Map Index Types of Forests. The total length of the bamboo forest with predominance is 317 hectares, being within the forest of the UNU an extension of 67 ha.

The overall objective of this study was the botanical identification, location, evaluation and use of this species of bamboo.

The research was conducted in CICFOR - Macua and the Laboratory of Wood Technology of the Universidad Nacional de Ucayali. In the forest sample plots installed 2 of 1 hectare each, were recorded in the first 101 clones of bamboo scattered, with 901 dead and 355 live culms stage of regeneration, on a dominant landform of low hills with very steep slope (25-50%). In the second hectare were 66 different clones of bamboo culms with 585 dead and 88 alive, but with extensive areas of regeneration, a high density of thin rods and a low density of mature trees, making it an open forest on a dominant landform hills slope gently sloping (2 - 4%) to moderately steep (15 - 25%).

The results of the investigation shows that the species has been classified as Londoño & Peterson *sarcocarpa Guadua*. The average length of the culm or stem, reached 9.46 m, the mean maximum diameter reaches 4.05 cm, the average number of knots per linear meter of culm is of 2.21 knots, the average thickness of the culm is 0.90 cm. The moisture in the reed completely green is the order of 62.58%, the moisture content of air-dried reeds or hygroscopic equilibrium with the environment, is in the order 18.47%. The average density of dry air (normal density) reaches an average value of 0.66 g / cm^3, while the average basic density is 0.56 for g / cm^3. The average resistance to compression parallel to compression perpendicular to the traction parallel and tension perpendicular to the fibers is 363 kg / cm^2, 41 kg / cm^2, 3514 kg / cm^2 and 8 kg / cm^2 respectively. The average resistance to shear or cut parallel to the fibers without knots, is 62 kg / cm^2, the modulus of elasticity in flexion average of 149,158 kg / cm^2 and modulus of rupture in bending average is 535 kg / cm^2.

Key words: *Guadua sarcocarpa*, bamboo culm, perpendicular tensile, compression perpendicular, parallel traction.

INTRODUCCIÓN

El año 1982 el Proyecto Especial Pichis Palcazu encargó a la Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN) el estudio de los recursos naturales del ámbito del proyecto. ONERN elaboro el Mapa de Clasificación por Tipo de Bosques en base a fotografías aéreas pancromáticas a escala 1,20.000 y transectos de muestreo. En este estudio no se reporta la presencia de este tipo de bosque dominado por la especie *Guadua sarcocarpa*, porque las características de la fotografía aérea, no permiten la detección en forma conspicua de esta especie y también porque tiene una reducida extensión y dispersión en esta zona. La Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN) realizó una serie de estudios de evaluación en la selva de los departamentos de Ucayali, Junín, Cuzco y madre de Dios, utilizando imágenes de satélite, que se resumen en el Mapa Forestal del Perú, en el que consignan una superficie de 3,997.800 hectáreas (3.111% del territorio nacional) cubierto por Paca, que constituye 3 veces la superficie cubierta por la palmera Aguaje. De este total 1,903.500 hectáreas (1.481%) se encuentran en la región Ucayali.

Una de las grandes sorpresas reveladas gracias al mapeo satelital de la vegetación de la cuenca amazónica, fue el descubrimiento de grandes extensiones de bosques dominados por bambú en el sudoeste amazónico. Aunque estos bosque cubren más de 180.00 Km^2, un área tres veces mayor que el tamaño de Costa Rica (Nelson 1994, Saatchi *et al.* 2000), y dominan las más grandes extensiones de tierras vírgenes tropicales en el planeta, la biología de su fauna y flora permanece prácticamente desconocida (Silman *et al*, 2003).

La Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales del Perú, reporta la existencia de "manchales" de bambú llamados localmente "Paca" a partir del estudio Inventario, Evaluación e Integración de los Recursos Naturales de la Zona Esperanza - Chandles - Yaco en el año 1980, mediante el uso del imágenes de satélite Landsat MSS. El canal MSS-7 muestra en forma clara y precisa un conjunto de manchas blanquecinas, que contrasta con otras más oscuras. Durante el reconocimiento de campo se comprobó que corresponden a sectores donde predomina la Paca (ONERN, 1980).

En un estudio en Madre de Dios se reportó que la especie *Pseudobombax septenatum* y especies de los géneros *Cordia* (Boraginaceae), *Bixa* (Bixaceae), *Ochroma* (Bombacaceae), *Cecropia* (Cecropiaceae) y *Alchornea* (Euphorbiaceae), todas con estrategias de regeneración con alta demanda de luz, prevalecían en las subparcelas con bastantes tallos de bambú (Silman et al, 2003). Las especies arbóreas más comunes que conviven con la Paca son Shimbillo, Pashaco, Tangarana, Uvilla, Requia, Chimicua, Yanchama y otros (INRENA, 1996).

En el estudio Evaluación Forestal de Pacales (*Guadua sp*) en la zona del Alto Tahuamanu - Madre de Dios con Fines de Manejo Sostenible, se encontró 113 especies de árboles y 3 especies de Guadua: *G. sarcocarpa*, *G. weberbaueri* y *G. aff. Angustifolia*. El bambu *G. sarcocarpa* registro un promedio de 993 cepas, con un total de 2050 culmos por ha, el 35% lo constituyen culmos maduros, 18.4% culmos sobremaduros y 1064 culmos aprovechables por ha. El 29.1% de los culmos se encuentran en estado de rebrote. El volumen aprovechable por culmo de 10 metros de longitud es de 0.0035 m^3, multiplicado por 1.064 culmos aprovechables resulta en un volumen de 3.99 m^3 por ha. Las especies forestales mas comunes son la Huangana casha, Ajos quiro, Oje, sapotillo, Uvilla, Cashapona, Amasisa, Chimicua, Requia,

Moena y Pashaco (Alarcón, 2008).

Las cañas de Paca generalmente alcanzan alturas máximas promedio de 20 m (zona del río Urubamba) y diámetros máximos hasta de 10 cm. En aquellas áreas donde la concentración de Paca es casi pura, se vuelve impenetrable y solo es posible encontrar árboles solitarios que emergen distantes unos de otros. Así por ejemplo, en los inventarios forestales realizados en las zonas de pacales densos, se ha encontrado hasta 4.000 cañas/ha y hasta 10 árboles/ha y en las zonas donde existe más o menos un equilibrio entre cañas y árboles, se estima la existencia de 600 a 1.000 cañas/ha y un promedio de 50 árboles/ha a partir de los 10 cm de dap. Los árboles que se encuentran entre los pacales son ligeramente más altos, delgados y deformes, probablemente limitados por la competencia que ejerce la gran cantidad de rizomas que emiten estas gramíneas gigantes (INRENA, 1996).

Los "pacales" luego de su floración, mueren y son reemplazados inmediatamente por los hijuelos que existen en su base, los cuales repiten el ciclo por varios periodos, hasta que finalmente la parte aérea desaparece totalmente y entra en un periodo de latencia, para luego aparecer después de un tiempo, por las semillas diseminadas en el bosque o los rizomas existentes (INRENA, 1996).

Las márgenes de los bosques de bambú, aunque claramente definidos y visibles desde el aire y en las imágenes de satélite, no corresponden a unidades geológicas y topográficas, por el contrario, los límites del bosque de bambú pueden ser encontrados en cualquier formación de suelos y en cualquier topografía en la imagen satelital. Las áreas particularmente densas de bambú, fueron encontradas en suelos más arenosos, sueltos y profundos. Esto es particularmente evidente en los suelos arenosos jóvenes, existentes en la divisoria alta y empinada, entre los ríos Manu y de Las Piedras, la cual aparenta estar dominada por rodales de bambú muy densos. (Silman et al, 2003).

El objetivo general del presente estudio, fue la evaluación y utilización de la *Guadua sarcocarpa*, una especie de bambú que crece en forma dominante en parte del lindero sur del CICFOR - Macuya. Los objetivos específicos fueron: identificar la especie, estimar la extensión total, actualizar el Mapa de Clasificación por tipo de bosques, estimar el número de clones (matas, cepas), número de culmos (cañas, tallos) por clon, clase de topografía y suelos en el área dominada y la

determinación de las propiedades físicas y mecánicas de la especie.

MATERIAL Y MÉTODO

ÁREA DE ESTUDIO.

Esta ubicado en el área del Centro de Investigación y Capacitación Forestal - Macuya (CICFOR – Macuya), de la Universidad Nacional de Ucayali, ubicado a la altura del kilómetro 5 de la Carretera Fernando Belaúnde Terry, entre las coordenadas Geográficas 8° 52' 15" y 8° 56' 09" de Latitud Sur, 75° 01' 17" y 74° 57' 46" de Longitud Oeste, a 215 m. sobre el nivel del mar, en el distrito de Irazola, provincia de Padre Abad, departamento de Ucayali (Figura 01).

El CICFOR - Macuya abarca una superficie de 2,469.70 ha y se encuentra en la zona de vida Bosque muy húmedo - Premontano tropical (bmh-PT), una temperatura media anual de 23.5 °C, con muy poca variación entre máximos y mínimos a lo largo del año. La humedad relativa promedio anual es de 85 %, la precipitación anual varia entre 2.000 y 2.500 mm, que incluye un periodo seco y otro lluvioso que corresponde a los meses de noviembre a marzo, la evapotranspiración potencial es de aproximadamente 1.300 mm.

MATERIALES Y EQUIPOS.

Machetes, lampa, cinta métrica de 50 metros, cinta métrica de 5 metros, imágenes de satélite Landsat, de radar SRTM, Carta Nacional digital escala 1,100.000, USB, CD, Computador, GPS Garmin 60CSx, brújula Suunto, clinómetro Suunto, cámara digital 12x.

Para la determinación de las propiedades físico - mecánicas se emplearon: Prensa universal, calibrador digital, estufa eléctrica, balanza de precisión, sierras de disco, lijas, probetas de "Paca" y cámara digital .

METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DE LOS PACALES.

Clasificación del bosque de paca.

Con el software Arcview 3.2 se delimitó primero el área del CICFOR -

Macuya, luego para ubicar y clasificar el parche de bosque dominado por la paca, se digitalizó esta área en la imagen de satélite Landsat TM Bandas 4, 5, y 6 del año 2000. Con esta clasificación se obtuvo la extensión total del parche, y la extensión del área del CICFOR - Macuya.

La fisiografía del terreno se determinó, analizando las curvas de nivel cada 40 metros de la carta Nacional a escala 1:100,000, pero se obtuvo mejores resultados con la imagen y los datos topográficos XYZ del Radar SRTM, bajados de Internet con el software Global Mapper. Los datos XYZ se procesaron con el software Arcview 3.2, para generar curvas de nivel cada metro.

Evaluación de la paca.

El camino de acceso al parche de "paca, estuvo constituido por una trocha de 2 metros de ancho, que sirve de lindero sur atraviesa en forma transversal al bosque de paca. Debido a que es difícil y peligroso abrir transectos (trochas de acceso), en bosques densos de"paca" espinoso con tallos presionadas, se optó por instalar las parcelas de muestreo, en forma paralela hacia el borde izquierdo de la trocha.

Las parcelas de muestreo de 10 x 100 m (1.000 m2 = 0.1 ha.), se instalaron a partir de la primera mata de Paca, que se encontró en el transecto. Las matas se ubicaron con un GPS, se contó el número de clones (matas) por parcela, el número de culmos (cañas) vivos y muertos por clon, el diámetro y la altura promedio de las cañas y la fisiografía predominante en la parcela.

Identificación botánica.

Se recolectó muestras de herbario de "paca" en el mes de octubre del 2007. Se tomaron muestras de las diferentes estructuras morfológicas como culmos, hojas caulinares, ramas, follaje e inflorescencia y se preservaron en solución FAA: (25 % de formol, 25 % de alcohol de 96 ° y 50 % de agua). Posteriormente las muestras fueron secadas en estufa y se enviaron al Herbario de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, para su clasificación.

Estudio del suelo.

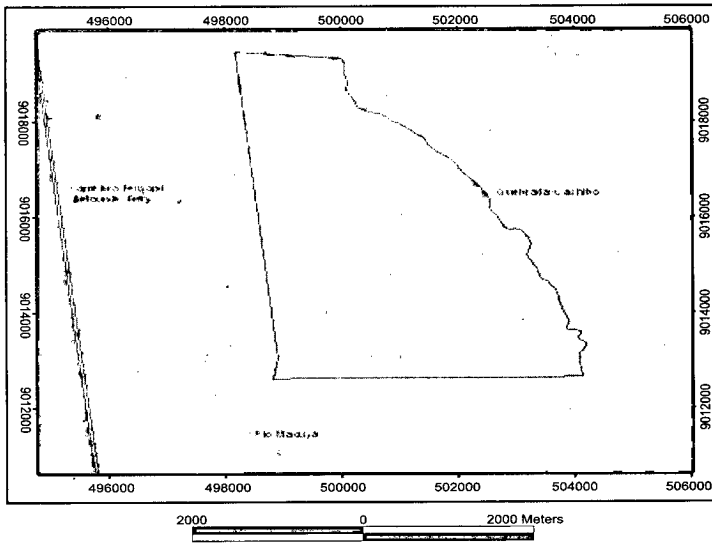
El estudio de suelos se realizo, abriendo una calicata en el pacal de

mayor densidad. Las muestras se analizaron en el laboratorio de Análisis de suelos y tejido vegetal del Instituto de Investigación Agraria INIA - Pucallpa.

La metodología de análisis que emplea el laboratorio es la siguiente:

Ph : Suelo/agua 1:2.5.
CO : Nelson & Sommers.
P : Olsen modificado.
Ca, Mg : Extracc. KCL.
K; P : Extracc. Na HCO3-EDTA-SUPERFLOC.
K, Ca, Mg : Absorción atómica.
D. apar. : PIAZ-EDZ.

FIGURA 01: MAPA DE UBICACIÓN DEL CICFOR - MACUYA



METODOLOGÍA DE LA DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS

Morfología del culmo o tallo.

Se evaluó algunas características morfológicas del tallo o culmo de la *Guadua sarcocarpa* L. & P. tales como: Longitud y diámetro máximo del culmo, número de nudos por metro lineal, distancia entre nudos, conicidad y espesor de la pared del tallo.

Propiedades físicas.

a) Determinación del contenido de humedad.

La medición del contenido de humedad se hizo utilizando el método de la diferencia de peso. Se tomaron 15 probetas de "paca" que fueron pesados individualmente en una balanza electrónica, con una precisión de 0.0001gr, luego fueron dejados bajo techo para un secado natural durante 30 días, estas fueron pesadas para determinar el contenido de humedad seca al aire.

Seguidamente las mismas probetas fueron pesadas e introducidas en una estufa a una temperatura de 103 ± 5 °C durante 48 horas y luego fueron pesados nuevamente para determinar el contenido máximo de humedad de la Paca. El porcentaje de contenido de humedad se calculó con la siguiente ecuación.

$$\%CH = \frac{(PH - PS) \times 100}{PS}$$

Donde:

CH = Contenido de humedad en %.
PH = Peso húmedo en g.
PS = Peso seco en g.

b) Determinación de la densidad.

Se calcularon el volumen verde de las probetas, luego se dejaron bajo

techo durante 30 días, se pesaron las probetas para determinar la masa y seguidamente fueron introducidas en una estufa a una temperatura de 103 ± 5 °C durante 48 horas. Concluido el secado se peso nuevamente para obtener el peso anhidro; con toda la información se procedió a calcular la densidad con la formula siguiente:

$$D = M/V$$

Donde:

D = Densidad en g.
M = Masa en g.
V = Volumen en cm^3.

Ensayo de propiedades mecánicas.

La caracterización mecánica del tallo de *Guadua sarcocarpa* L. & P. (paca) se hizo empleando la Norma del Instituto Colombiano de Normas técnicas (INCONTEC) (Arboleda et al, 1997; Aricapa et al, 1999; Gonzáles, 2005).

a) Ensayo de compresión paralela a las fibras.

El ensayo de compresión paralela a las fibras se realizó utilizando la Norma INCONTEC 784 y la disposición y dimensiones de la probeta se ilustra en la figura 02.

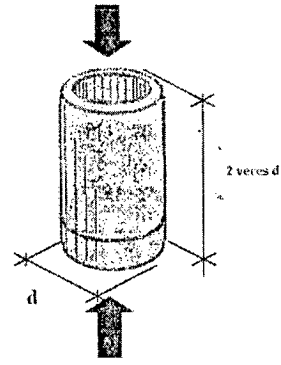


Figura 02: Dimensiones de la probeta de compresión paralela a la fibra.

b) Ensayo de compresión perpendicular a la fibra.

La Norma INCONTEC 785 fue utilizada para el ensayo de compresión perpendicular a la fibra; el diseño de la probeta se ilustra en la figura 03.

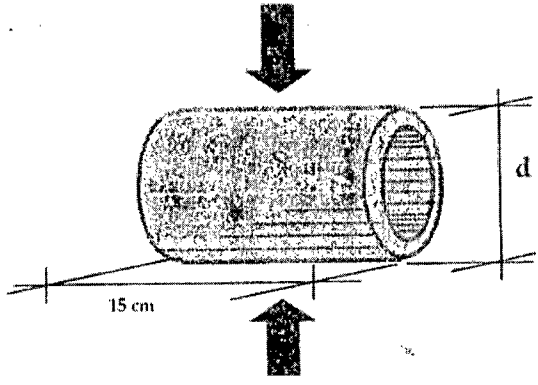


Figura 03: Dimensiones de la probeta de compresión perpendicular.

c) Ensayo de tracción paralela a la fibra.

El ensayo de tracción paralela a la fibra se realizó bajo la norma INCOTEC 944 y la disposición y dimensiones de la probeta se ilustra en la figura 04.

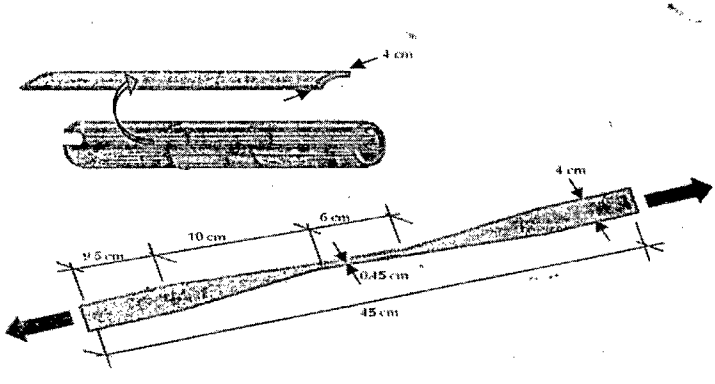


Figura 04: Dimensiones de la probeta de tracción paralela a la fibra.

d) Ensayo de tracción perpendicular a la fibra.

El ensayo de tracción perpendicular a la fibra se realizó utilizando Norma INCONTEC 961 y el diseño de la probeta se ilustra en la figura 05.

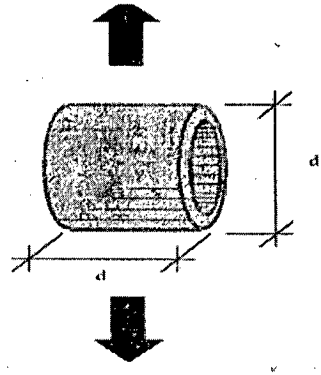


Figura 05: Dimensiones de la probeta de tracción perpendicular a la fibra.

e) Ensayo de flexión estática.

Para el ensayo de flexión estática se utilizó la Norma INCONTEC 663. La disposición y dimensiones de la probeta se ilustran en la figura 06.

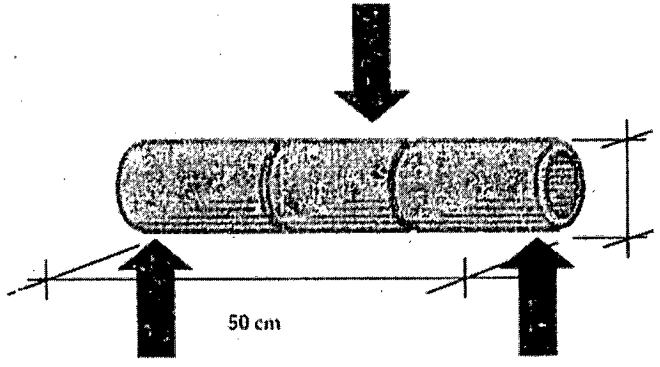


Figura 06: Configuración de la probeta del ensayo a flexión.

f) Ensayo de cizallamiento paralelo a la fibra.

El ensayo de cizallamiento paralelo a la fibra se realizó con la norma INCONTEC 775. La figura 07 muestra las disposiciones y dimensiones de las probetas.

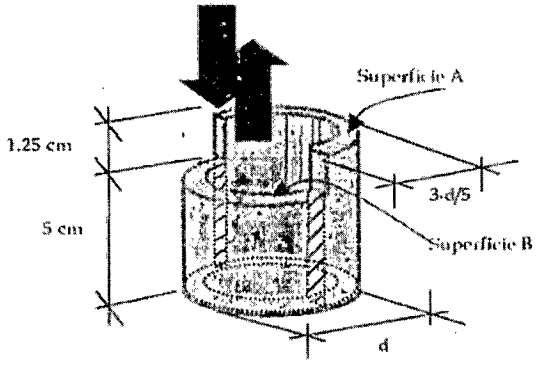


Figura 07: Dimensiones de la probeta para el ensayo de cizallamiento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

TAXONOMIA.

La muestra vegetal fue clasificada en el Herbario de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos como: *Guadua sarcocarpa* Londoño & Peterson y tiene la siguiente posición taxonómica, según el Sistema de Clasificación de Cronquist (1988): División: Magnoliophyta, Clase: Liliopsida, Subclase: Commelinidae, Orden: Cyperales, Familia: Poaceae, Genero: *Guadua*, Especie: *Guadua sarcocarpa* Londoño & Peterson. Nombre vulgar: "Paca".

DESCRIPCIÓN BOTÁNICA.

Perennes; cespitoso. Rizomas cortos; paquimorfos. Culmos arqueados; 1000 - 2000 cm de largo; 80 - 100 mm diámetro; Leñosas; con espinas en los nudos. Entrenudos del culmo terete; de paredes delgadas, 40 - 90 cm de longitud; color verde claro. Nudos del culmo sin evidente cresta

supra-nodal; pubescente. Ramas laterales dendroides; intravaginal. Brote complemento 1. Rama complementaria, más delgado que el tallo. Vainas del culmo deciduos; pulberulo; sin auriculas. Vaina del culmo lígula de 2-3 mm de alto; ciliadas. vaina del culmo triangular; erecto; 3 – 9 cm de largo, pubescentes; mucronado. 7 a 9 hojas por rama. Lamina foliar reticulada, glabras en la superficie o puberulo. Pelos setosos orales; deciduos, 10 mm de largo. Collar con lígula externa. Base de la hoja ampliamente redondeada, conectado a la vaina con un peciolo breve; Pecíolo 0.6 – 0.8 cm de largo, pecíolo glabro. Hojas lanceoladas; 13 a 24 cm de largo, 18 - 35 mm de ancho. Hojas con venación secundaria 17 a 19 venas; con venas transversales bien definidas. Superficie de la hoja papilosa; glabros o pubescentes. Ápice acuminado.

Inflorescencia bractifera; escasa; laxa, con brácteas glumaceas subtendientes; brácteas 6-10 mm de largo, con yemas axilares en la base de la espiguilla. Espiguillas fértiles sesiles. Espiguillas fértiles que comprende 4-8 floretes, con una raquilla estéril, o con disminución de flores en el ápice. Espiguillas lanceoladas; comprimido lateralmente; 10-17 mm de largo; que se rompen en la madurez; disarticulado debajo de cada flor fértil. entrenudos de la raquilla 5 - 9 mm de largo; oscurecida por lemas; pubescente.

2 Glumas; persistente; similares; mas pequeñas que la espiguilla; brillante. Gluma superior lanceolada; 6 - 16 mm de largo, coriáceas, sin quillas; 11 - 17 nervaduras. Las nervaduras laterales de la gluma superior con venas cruzadas. Superficie de la Gluma superior puberulenta, ápice agudo.

Lemas fértiles lanceoladas; 20 - 35 mm de largo, coriáceas, brillantes, sin quilla; de 25 - 30 nervaduras. Superficie de la Lema puberula; piloso, ápice agudo; mucronado. Palea de 25 mm de largo; 9 - 10 nervaduras, Quillas aladas; conspicuamente alado, Superficie pubescente; peludo en la parte de atrás. Flores estériles apicales que parecen fértiles, sin embargo son subdesarrollados.

Flores con 3 lodiculas, 9 -11 mm de largo; nervados; ciliados. 6 Anteras, 15 - 20 mm de largo. 3 estigmas. Ovario completamente pubescente. Fruto cariopside con pericarpio carnoso; oblongo o ovoide; 15 - 60 mm de largo; completamente peludo. Endospermo líquido. Se encuentra distribuido en América del Sur y oeste de Brasil (Clayton et al. 2006).



Figura 08: Clon de *Guadua sarcocarpa* L. & P.



Figura 10: Frutos de *Guadua sarcocarpa* L. & P. P



Figura 09: Hojas de *Guadua sarcocarpa* L. & P.



Figura 11: Hojas, frutos y espinas de *Guadua sarcocarpa* L. &.

CLASIFICACIÓN Y SUPERFICIE DEL BOSQUE DE PACA.

El bosque con dominancia de Paca, presenta en la imagen de satélite una coloración verde amarillo, esta clasificación se comprobó con la imagen del Google Earth. La coloración característica se debe a que parece un bosque secundario joven, con pocos árboles maduros y escasa regeneración de especies arbóreas.

En las primeras parcelas de muestreo en el bosque de colina baja, *Guadua sarcocarpa* L & P presenta una baja densidad de clones por ha., baja densidad de culmos por clon y la altura de crecimiento de los culmos alcanzan alturas máximas de 10 metros, por lo que los clones son ocultados por las copas de los árboles y no llegan a modificar la reflectancia de la imagen de satélite, de tal manera que no se puede

identificar su presencia en este tipo de bosques.

La extensión total del bosque con predominancia del bambú es de 317 has, encontrándose dentro del bosque de la UNU una extensión de 67 has (figura 01).

ECOLOGÍA.

En el área de estudio *Guadua sarcocarpa* Londoño & Peterson crece en diversos hábitat, encontrándose asociado en pequeñas matas al bosque maduro en los bosques colinosos. Se estableció 2 parcelas de 1 hectárea cada una, divididos en 20 subparcelas de 0.1 ha, a lo largo de 2 kilómetros del lindero sur del CICFOR - Macuya. Las coordenadas UTM de inicio de la primera subparcela son 9 012 633 mN y 501 840 mE y se termino en las coordenadas 9 012 639.5 mN y 503 840 mE.

Tabla 01: Numero de Clones, culmos vivos y muertos.

	Clones	Culmos muertos	Culmos vivos	Total culmos	Promedio Culmos por clon
Primera Ha	101	901	355	1.256	12
Segunda Ha	66	585	88	673	10
Total	167	1.486	443	1.929	11

En la primera hectárea de muestreo se registraron 101 clones dispersos, con 901 culmos muertos y 355 vivos en etapa de regeneración, con una altura promedio de 3 metros (Figura 13). Los clones se encuentran aislados unos de otros, conformando el sotobosque del bosque primario, los culmos se apoyan unos a otros doblándose, pocos se apoyan en los árboles cercanos. La fisiografía predominante es de colinas bajas con pendiente muy empinada (25-50%) (Figura 14).

La segunda hectárea de muestreo presenta 66 clones diferenciados, con 585 culmos muertos y 88 vivos en etapa de regeneración. La fisiografía predominante es de lomadas de pendiente ligeramente inclinada (2-4%) a moderadamente empinada (15-25%) (Figura 15).

Comparado con la primera hectárea, hay un menor número de clones diferenciados, pero hay extensas zonas de regeneración, con una alta

densidad de tallos delgados de aproximadamente 2 metros de altura y algunas que sobresalen, de aproximadamente 3 metros de altura (Figura 16). Esta condición lo convierte en un bosque abierto, con una baja densidad de árboles maduros, mayormente de especies de bosque secundario, entre los que se encuentran Yacushapana amarilla, Bolaina negra, Gomahuayo pashaco, Palisangre blanco, Huimba blanca, Tangarana negra, Hualaja, Ana caspi, Almendro, Copaiba y Tahuari negro (Figura 17).

Se registro un menor número de culmos vivos de Paca no maduros, que culmos muertos, presumiendo que hayan muerto el año anterior o en el mismo año 2007. Debido a esta condición no se puede comparar el numero de culmos por ha, con otros estudios realizados por que se encuentran en proceso de regeneración.



Figura 13: Regeneración de *Guadua sarcocarpa* L. & P. en colinas bajas



Figura 14: Clones de *Guadua sarcocarpa* L. & P. en colinas bajas.



Figura 15: Clones de *Guadua sarcocarpa* L. & P. en lomadas ligeramente empinadas.



Figura 16: Zona de regeneración de *Guadua sarcocarpa* L. & P.

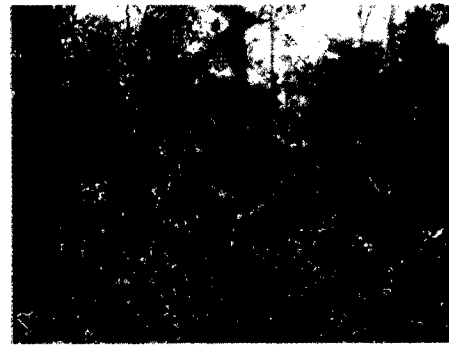


Figura 17: Bosque abierto en lomadas con baja densidad de árboles maduros.

SUELOS.

Del análisis del mapa de suelos del estudio de ONERN, 1982, se aprecia que el bosque dominado por bambú se encuentra en 4 diferentes consociaciones de suelos, consociacion Cashivo (Cs), Tanrilla (Ti), Sira (Si) y Shutashari (Sh).

Las primeras matas de Paca se encuentran en forma dispersa, en las coordenadas UTM 9 012 633 mN y 501 840 mE, en suelos clasificados como consociacion Cashivo, localizados en colinas bajas de pendiente muy empinada (25-50%), moderadamente profundos; pardo amarillento sobre tonalidades grises y rojizas; arcilloso; pH 4.9-5.3.

Siguiendo el muestreo se presentan matas de Paca en mayor densidad, en estado de regeneración, en la misma consociacion, pero en lomadas de pendiente moderadamente inclinada (4-8%) a moderadamente empinada (15-25%).

Un menor numero de matas, pero en mayor estado de desarrollo, se encuentran en suelos clasificados como consociacion Tanrilla, en los valles intercolinosos de la quebrada Pacal, moderadamente profundos; pardo amarillento sobre tonalidades grises y rojizas; franco arcilloso-arcilla; pH 5.1-5.5.

Se presentan amplias zonas de regeneración de Paca, con cañas de 3 metros de altura, en suelos clasificados como consociacion Sira, en lomadas de pendiente ligeramente inclinada (2-4%) a moderadamente empinada (15-25%), en suelos moderadamente profundos; rojos; arcilla; pH 4.5-4.9.

Por ultimo la mayor área de bambú se encuentra sobre suelos de la consociacion Shutashari (Sh), en colinas bajas y lomadas de pendiente muy inclinada (8-75%), moderadamente profundo, pardo amarillento sobre tonalidades rojizas, franco arcilloso-arcilla, pH 4.5-4.9.

La calicata para el estudio de suelos se abrió en las coordenadas UTM 9 012 635 mN y 502 490 mE, en suelos de la consociacion Cashivo, con pendiente ligeramente inclinada (2-4 %) (Figura 18).

El análisis de las muestras en el Laboratorio del INIA dio como resultado suelos clasificados en el sistema Soil Taxonomy (USDA-NRCS) 1998, Orden Alfisols, Suborden Udalfs, Gran Grupo Paleudalfs, Subgrupo Typic Paleudalfs, clase textural franco arcilloso-arcilla; pardo-pardo amarillento sobre tonalidades grises; pH 4.9-5.5 (Tabla 02).

El parche de bambú en estudio es de poca extensión y no tiene conexión con otros parches de bambú cercanos, pero se comprueba que crece en diferentes unidades de suelos y fisiografía, prefiriendo las zonas planas o ligeramente inclinadas, donde presenta mayor densidad.

RESULTADO DE ENSAYO

Solicitante: Fernando Velásquez de la Cruz (UNU) Dirección Legal: UNU Cultivo Anterior: -.- Cultivo a Instalar: -.-
Solicitud: SU0079-EEAP-07 Procedencia: Bosque macuya Tipo de Muestra: Suelo Nº de Muestra: 05 Ensayo Solicitado: Caracterización
Fecha de muestreo: 30/10/07 Fecha de Recepción Lab.: 18/12/07 Fecha de Emisión de Resultados: 27/12/07 Muestreado por: El Solicitante

Nº	Código	Prof.	% Arcilla	% Limo	% Arena	Clase textural	pH H2O	P Ppm	Acidez Cmol(+)/Lt	K Cmol(+)/Lt	Ca Cmol(+)/Lt	Mg Cmol(+)/Lt	CICE Cmol(+)/Lt	Sat. Al %	% Sat. De Bases	M.O %	N %	D. Apr. g/cm3
1	M-1	-.-	32.48	29.28	38.24	Franco Arcilloso	5.53	2.41	0.80	0.19	16.25	1.58	18.82	4.25	95.75	3.68	0.17	1.33
2	M-2	-.-	34.48	27.28	38.24	Franco Arcilloso	4.94	2.03	2.60	0.20	10.62	1.32	14.74	17.64	82.36	2.54	0.11	1.32
3	M-3	-.-	40.48	23.28	36.24	Arcilla	5.28	2.79	1.60	0.11	11.30	1.25	14.26	11.22	88.78	1.96	0.09	1.30
4	M-4	-.-	44.48	19.28	36.24	Arcilla	5.10	0.76	1.40	0.09	12.26	0.99	14.73	9.50	90.50	1.32	0.06	1.28
5	M-5	-.-	54.48	19.28	26.24	Arcilla	5.24	0.25	1.20	0.09	16.93	1.32	19.53	6.14	93.86	1.28	0.06	1.23

METODOLOGIA: Métodos analíticos para suelos y tejido vegetal usados en el trópico húmedo: Autores, Q.F Olinda Ayre V. y Q.F Rafael Román Lima - Perú 1992

pH : Suelo/agua : 1:2.5
CO : Nelson&Sommers
P : Olsen Modificado

Ca, Mg : Extrac. KCL
K, P : Extrac. NaHCO3-EDTA-SUPERFLOC
K, Ca, Mg : Absorción Atómica
D.Apr. : PIAS-EDZ

En el perfil de la calicata no se ha encontrado señales de la existencia de carbón, a pesar que antiguamente, esta fue una zona de asentamiento de los nativos Cashibos y que probablemente haya sido utilizada como zona de cultivo, lo cual es comprobado porque se encuentran utensilios de molienda hechos de piedra, en las cercanías de este parche de bosque de Paca.

MORFOLOGIA DE LA *Guadua sarcocarpa* Londoño & Peterson (PACA).

Longitud y diámetro máximo del culmo.

Tabla 03: Longitud y diámetro del culmo.

Muestra N°	Longitud (m)	Diámetro máximo (cm)
1	9.1	4.2
2	8.3	4.33
3	10	3.82
4	8.9	3.63
5	11	4.27
Media	9.46	4.05
C. V. (%)	11.15	7.60

En la tabla 03 se aprecia que la longitud promedio del culmo o tallo de *Guadua sarcocarpa* Londoño & Peterson (paca), alcanza los 9.46 m pudiendo esta media variar en un 11.15 % (figura 19); la longitud promedio encontrada es similar a la longitud (10 m) encontrada para esta misma especie en Madre de Dios por Alarcón G. (2008). Así mismo el diámetro máximo promedio alcanza los 4.05 cm, siendo su coeficiente de variabilidad de 7.6%. La *Guadua angustifolia* presenta culmos erectos de 10-30 m de altura y de 10 a 20 cm de diámetro, superando ampliamente a los valores dasométricos de la *Guadua sarcocarpa* (Joung y Judd, 1992).

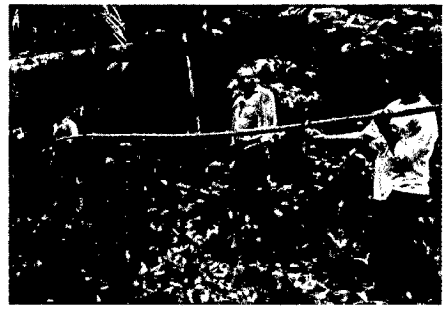


Figura 19: Longitud del culmo de *Guadua sarcocarpa* L. & P.

Nudos, conicidad y espesor del culmo o tallo.

Tabla 04: Características del culmo de paca.

Muestra Nº	Nudos/m	Distancia entre nudos (m)	Conicidad mm/m	Espesor $\bar{x}$ de la pared (cm)
1-1	2.4	0.42	-0.76	0.94
1-2	1.6	0.63	2.04	0.74
1-3	1.6	0.63	2.93	0.57
2-1	2.8	0.36	-1.53	1.16
2-2	2.8	0.36	5.09	1.06
2-3	2.0	0.50	3.82	0.75
3-1	2.0	0.50	2.04	1.28
3-2	3.2	0.31	0.51	0.98
3-3	2.4	0.42	3.82	0.64
4-1	2.8	0.36	-2.80	0.83
4-2	2.0	0.50	0.25	0.75
4-3	1.6	0.63	0.25	0.69
5-1	2.4	0.42	-3.82	0.98
5-2	1.6	0.63	1.02	1.05
5-3	2.0	0.50	1.53	1.14
$\bar{X}$	2.21	0.48	-	0.90
C.V. (%)	23.5	23.2	-	23.36

a) Número de nudos por metro y distancia entre nudos.

El la tabla 04 muestra que el número promedio de nudos por metro lineal de tallo es de 2.21 nudos, con un coeficiente de variación de 23.5 %. Por consiguiente se observa también que la distancia promedio entre nudos es de 48 cm, con un coeficiente de variación de 23.2 %, tal como se observa en la figura 20, mientras que en la *Guadua angustifolia* presenta una distancia promedio entre nudos de 20.25 a 34.83 cm (Londoño et al, 2002), resultando la *Guadua sarcocarpa* con mayor distanciamiento entre nudos.



Figura 20: Nudos en el culmo de la *Guadua sarcocarpa* L. & P.

b) Conicidad del culmo.

En la misma tabla 04 se aprecia que la conicidad del culmo de paca presenta dos tipos de conicidad, la negativa que por lo general presenta la parte basal del culmo, es decir el diámetro aumenta de abajo hacia arriba y este incremento en diámetro varía entre 0.76 y 3.82 mm por metro de culmo o tallo y a partir aproximadamente de un metro de altura la conicidad se hace positiva es decir el diámetro del culmo disminuye de la base hacia el ápice con valores comprendidos entre 0.25 y 5.09 mm por metro de tallo. Este fenómeno hace que los culmos sean delgadas y arqueadas (figura 21), y no gruesas y erectas como la *Guadua angustifolia* o el bambú (Joung y Judd, 1992).

c) Espesor de la pared del culmo.

La tabla 04 también indica el espesor promedio del culmo de paca cuyo valor es de 0.90 cm con un coeficiente de variación 23.36 %; hay que precisar que una de las características del culmo de la *Guadua sarcocarpa* es que es hueca y pared delgada, similar a la *Guadua amplexifolia* cuyo espesor del tallo está comprendida entre 0.82 a 1.82 cm (Londoño et al, 2002).

PROPIEDADES FÍSICAS DE LA *Guadua sarcocarpa* Londoño & Peterson (PACA).

Contenido de humedad máxima y seca al aire de la caña.

La tabla 05 muestra el contenido de humedad máxima promedio de las cañas de la paca, la humedad en la caña completamente verde está por el orden de 62.58 % con un coeficiente de variación de 25.3 %. Así mismo se aprecia el contenido de humedad de las cañas seca al aire o en equilibrio higroscópico con el medio, está en el orden 18.47 %, con un coeficiente de variación de 6.3 %, lo que nos indica que la humedad seca al aire es más homogénea que el contenido de humedad máxima.

Tabla 05: Contenido de humedad del culmo.

Muestra	C.H. máxima (%)	C.H. seca al aire (%)
1-1	47.74	15.91
1-2	54.06	18.76
1-3	70.14	18.92
2-1	55.86	18.56
2-2	49.94	20.45
2-3	56.18	17.65
3-1	46.58	19.3
3-2	61.17	18.22
3-3	49.03	17.8
4-1	59.86	19.57
4-2	54.45	17.78
4-3	63.03	20
5-1	82.13	19
5-2	91.72	17.86
5-3	96.77	17.3
$\bar{X}$	62.58	18.47
C.V. %	25.3	6.3

Densidad.

En la tabla 06 se observa que la densidad media seca al aire (densidad normal) de los culmos de *Guadua sarcocarpa* "paca", alcanza un valor

promedio de 0.66 g/cm³ con un coeficiente de variación de 18.97 %; mientras que la densidad básica media está por los 0.56 g/cm³, con un coeficiente de variabilidad de 18.73 %. Si se compara el valor obtenido con la densidad básica de la *Guadua angustifolia* (0.58 g/cm³), determinada por Schwab (1990) se puede decir que la densidad de estas dos Guaduas son similares.

Tabla 06: Densidad del culmo.

Muestra	Densidad seca al aire (g/cm³)	Densidad básica (g/cm³)
2.1	0.56	0.49
3.1	0.79	0.66
4.1	0.62	0.52
2.2	0.68	0.56
4.2	0.63	0.54
5.2	0.89	0.76
1.3	0.52	0.44
2.3	0.56	0.48
4.3	0.69	0.58
X̄	0.66	0.56
C.V. %	18.97	18.73

PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA *Guadua sarcocarpa* Londoño & Peterson (PACA).

Compresión paralela a las fibras.

La resistencia promedio a la compresión paralela a las fibras de la *Guadua sarcocarpa* L. & P. es de 363 kg/cm², con un coeficiente de variación de 11.9 %; este valor de resistencia es ligeramente superior a la resistencia de la *Guadua amplexifolia* de México (259 a 335 kg/cm²) encontrado por Espuna y Sánchez (2008).

La compresión paralela a las fibras de la *Guadua*, manifiesta una resistencia menor comparada con la de tensión, comportamiento que se

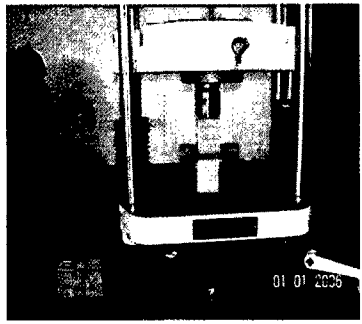
debe a la ausencia de radios medulares y cambium que caracterizan los tejidos presentes en la madera. La guadua presenta un tejido constituido por fibras longitudinales que manifiestan separación en el momento de aplicación de la fuerza aunado con la presencia de los nudos o perforaciones. Formaciones compuestas reflejan un aumento en la resistencia (González, 2005).

Tabla 07: Propiedades mecánicas de la paca.

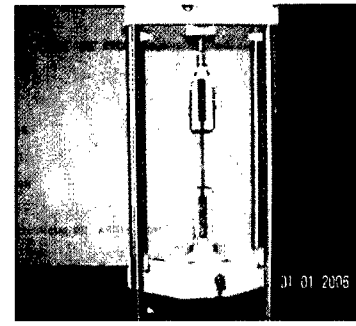
Muestra N°	Compresión (kg/cm²)		Tracción (kg/cm²)		Cizallamiento (kg/cm²)	Flexión (kg/cm²)	
	Paralela	Perpendi.	Paralela	Perpendi		MOE	MOR
1	341	53	2877	7	46	230602	890
2	274	58	3678	12	83	152892	526
3	411	41	4467	6	64	11436	400
4	321	24	3095	6	47	226257	733
5	391	45	3655	11	66	110946	410
6	390	31	2998	7	74	124247	593
7	372	25	3939	7	41	108963	337
8	390	40	3635	8	80	116751	521
9	380	55	3280	6	55	160306	404
$\bar{X}$	363	41	3514	8	62	149158	535
C.V. %	11.9	30.6	14.4	29.6	25.1	32.6	33.7

Compresión perpendicular a las fibras.

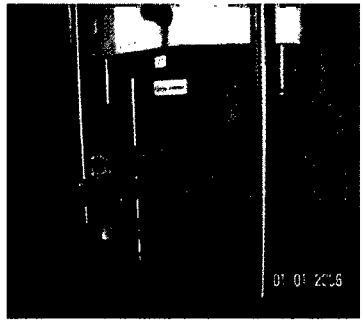
La resistencia promedio a la compresión perpendicular a la fibras de la *Guadua sarcocarpa* L & P es de 41 kg/cm², con un alto coeficiente de variación de 30.6 %, pudiendo afirmarse que la resistencia es baja. La alta variabilidad se puede considerar que es consecuencia de la variabilidad y heterogeneidad del material vegetal usado en los estudios como también a los parámetros de operación y medida con los cuales se realizaron los respectivos ensayos. Si se compara el valor encontrado para esta especie con la resistencia a la compresión perpendicular a las fibras (aplastamiento) encontrada por Martínez (2006) para *Guadua macana* (23 kg/cm² calificada como muy baja), se afirma que la *Guadua sarcocarpa* presenta mayor resistencia que la *Guadua macana*. La resistencia a la compresión perpendicular es baja, debido a que el ensayo simula una aplicación de carga a un cilindro hueco, el mismo que se deformaría con facilidad.



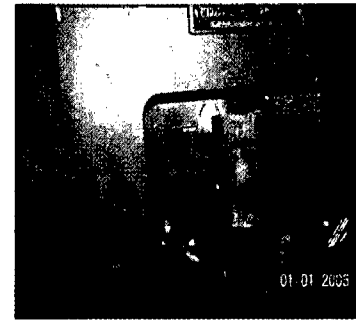
Compresión Perpendicular



Tracción Paralela



Flexión Estática



Cizallamiento

Figura 22: Ensayos mecánicos de la Guadua sarcocarpa L. & P. (paca).

Tracción paralela a las fibras.

La resistencia promedio a la tracción paralela a la fibras de la *Guadua sarcocarpa* L & P es de 3514 kg/cm², con un bajo coeficiente de variación de 14.4 %, Las diferencias pueden ser consecuencia de la variabilidad y heterogeneidad del material vegetal usado en los estudios como también a los parámetros de operación y medida con los cuales se realizaron los respectivos ensayos este valor comparado con el esfuerzo en tensión paralela al grano (1945 kg/cm²) encontrado por Ciro, Osorio y Vélez (2005) para la *Guadua angustifolia* Kunth de Medellín (Colombia);

mientras que Bárbaro (2007) indica que la resistencia a la tracción paralela al grano del "bambú" pueden alcanzar valores comprendidos entre 3068 y 3843 kg/cm².

La resistencia a la tracción paralela a las fibras son bastantes altas si se tiene en cuenta que el acero A36 tiene un esfuerzo de fluencia de 2530 kg/cm² y un esfuerzo último del orden de 4000 kg/cm²; por esta razón se conoce a la guadua como el acero vegetal. La resistencia a la tracción en la pared externa es más alta que en pared completa, debido a dos razones: la primera de ella es que la parte exterior es dura debido a incrustaciones de sílice, lignina y cutina y la segunda se debe a que la cantidad de fibras es mayor en la parte externa de la guadua que en la parte interna (Takeuchi, 2007).

Tracción perpendicular a las fibras.

La resistencia promedio a la tracción perpendicular a la fibras de la *Guadua sarcocarpa* L & P es de 8 kg/cm², con un alto coeficiente de variación de 29.6 %. Si se relaciona este valor encontrado, con los valores obtenidos por Pacheco (2006) en probetas sin nudos de *Guadua angustifolia* Kunth (7.57 kg/cm²) se puede afirmar que la resistencia a la tracción perpendicular a las fibras en ambas especies son similares.

Así mismo Pacheco (2006) encontró valores de resistencia a la tracción perpendicular a las fibras en *Guadua angustifolia* K. en probetas con nudos, cuyos valores estuvieron comprendidos de 9.87 a 10.95 kg/cm², superando en 25 % al de *Guadua sarcocarpa* pero en probetas sin nudo.

Cizallamiento o corte paralelo a la fibra.

La resistencia promedio a la cizalladura o al corte paralelo a las fibras de la *Guadua sarcocarpa* L & P. sin nudos, es de 62 kg/cm², con un coeficiente de variación de 25,1 %. Si se relaciona este valor con el valor encontrado por Ciro, Osorio y Vélez (2005) para la *Guadua angustifolia* cuyo valor es de 56,8 kg/cm², se puede afirmar que ambas especies presentan comportamiento al cizallamiento similar. Así mismo Castrillon y Malaver (2004) encontraron el valor de cizallamiento mas alto para Guadua angustifolia K. de 79,9 kg/cm² superior al de *Guadua sarcocarpa* L. & P.

Flexión estática.

a) Módulo de elasticidad (MOE).

El modulo de elasticidad en flexión promedio de la *Guadua sarcocarpa* L. & P. es de 149.158 kg/cm², con un alto coeficiente de variación de 32,6 %; la alta variabilidad se debe a lo manifestado por González, Montoya y Bedoya (2007) quienes sostienen que el módulo de elasticidad varía con la edad del tallo, es decir de verde a sobre maduro. Estos autores determinaron el módulo de elasticidad (MOE) en flexión de la *Guadua angustifolia*, para culmos maduros y sobre maduros cuyos valores estuvieron comprendido entre 115 507 y 154 447 kg/cm², rango que incluye el MOE de la *Guadua sarcocarpa* L. & P.

b) Módulo de ruptura (MOR).

El modulo de ruptura en flexión promedio de la *Guadua sarcocarpa* L. & P. es de 535 kg/cm², con un alto coeficiente de variación de 33.7 % (de 337 a 890 kg/cm²); la alta variabilidad se debe a lo manifestado por González, Montoya y Bedoya (2007) quienes sostienen que el módulo de ruptura varía con la edad del tallo, es decir de verde a sobre maduro. Estos autores determinaron el módulo de elasticidad (MOR) en flexión de la *Guadua angustifolia*, para culmos maduros y sobre maduros cuyos valores estuvieron comprendido entre 1000 y 1452 kg/cm², rango que es superior al MOR de la *Guadua sarcocarpa* L. & P., pero que está mucho mas próximo al modulo de ruptura (740 kg/cm²) obtenido por Vélez (2007) para *Guadua angustifolia* de Colombia.

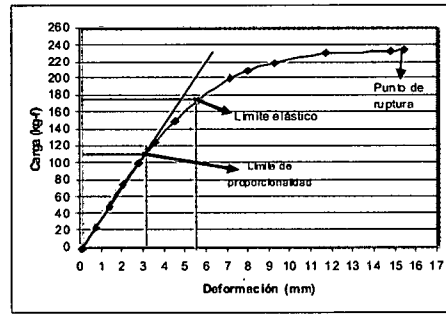


Figura 23: Curva carga - deformación del tallo de *Guadua sarcocarpa* L. & P.

POSIBLES USOS Y APLICACIONES DE LA Guadua sarcocarpa (PACA).

El uso de de los tallos de *Guadua Sarcocarpa* L. & P. se puede utilizar para la construcción de edificios, estructuras, acabados, cerramientos, canales, escaleras, barandas, etc., siempre se ha ampliado al campo "industrial" para la elaboración de muebles, objetos, artesanías, actualmente se destaca la elaboración de muebles "modernos" en guadua. En países con una tradición milenaria con bambú como es el caso de China, India y Japón, el bambú es utilizado para la fabricación de pulpa de papel y en la producción de artes hasta los tres años de edad (Vélez, 2007).



Figura 24: Estructura de tallos de paca.



Figura 25: Diseño de muebles con tallo de paca.

CONCLUSIONES

1. La especie ha sido clasificada como *Guadua sarcocarpa* Londoño & Peterson.

2. La extensión total del bosque con predominancia del bambú es de 317 has, encontrándose dentro del bosque de la UNU una extensión de 67 has.

3. En la primera hectárea de muestreo se registro 101 clones dispersos de bambú, con 901 culmos muertos y 355 vivos en etapa de regeneración, sobre una fisiografía predominante de colinas bajas

con pendiente muy empinada (25-50%).

4. En la segunda hectárea de muestreo se registro 66 clones diferenciados de bambú, con 585 culmos muertos y 88 vivos, pero con extensas zonas de regeneración, en el que se presenta una alta densidad de cañas delgadas y una baja densidad de árboles maduros, que lo convierte en un bosque abierto, sobre una fisiografía predominante de lomadas de pendiente ligeramente inclinada (2-4%) a moderadamente empinada (15-25%).

5. El bosque de bambú en estudio es de poca extensión y no tiene conexión con otros bosques de bambú cercanos, pero se comprueba que crece en diferentes unidades de suelos y fisiografía, prefiriendo las zonas planas o ligeramente inclinadas, donde presenta mayor densidad.

6. La longitud promedio del culmo o tallo de *Guadua sarcocarpa* Londoño & Peterson (paca), alcanza los 9.46 m pudiendo esta media variar en un 11.15 %, el diámetro máximo promedio alcanza los 4.05 cm, siendo su coeficiente de variabilidad de 7.6 %.

7. El número promedio de nudos por metro lineal de culmo es de 2.21 nudos, con un coeficiente de variación de 23.5 %, la distancia promedio entre nudos es de 48 cm, con un coeficiente de variación de 23.2 %.

8. La conicidad del culmo de *Guadua sarcocarpa* Londoño & Peterson (Paca) presenta dos tipos de conicidad, la negativa que por lo general se presenta en la parte basal del culmo, es decir el diámetro aumenta de abajo hacia arriba y este incremento en diámetro varía entre 0.76 y 3.82 mm por metro de culmo o tallo y a partir aproximadamente de un metro de altura la conicidad se hace positiva es decir el diámetro del culmo disminuye de la base hacia el ápice con valores comprendidos entre 0.25 y 5.09 mm por metro de culmo.

9. El espesor promedio del culmo de la *Guadua sarcocarpa* Londoño & Peterson (paca) es de 0.90 cm con un coeficiente de variación 23.36 %.

10. El contenido de humedad máxima promedio de las cañas de la paca, la humedad en la caña completamente verde está por el orden de 62.58 % con un coeficiente de variación de 25.3 %. Así mismo se aprecia el contenido de humedad de las cañas seca al aire o en equilibrio higroscópico con el medio, está en el orden 18.47 %, con un coeficiente de variación de 6.3 %.

11. La densidad media seca al aire (densidad normal) de los culmos de *Guadua sarcocarpa* "paca", alcanza un valor promedio de 0.66 g/cm^3 con un coeficiente de variación de 18.97 %; mientras que la densidad básica media está por los 0.56 g/cm^3, con un coeficiente de variabilidad de 18.73 %.

12. La resistencia promedio a la compresión paralela a las fibras de la *Guadua sarcocarpa* L. & P. es de 363 kg/cm^2, con un coeficiente de variación de 11.9 %.

13. La resistencia promedio a la compresión perpendicular a la fibras de la *Guadua sarcocarpa* L & P es de 41 kg/cm^2, con un alto coeficiente de variación de 30.6 %.

14. La resistencia promedio a la tracción paralela a la fibras de la *Guadua sarcocarpa* L & P es de 3514 kg/cm^2, con un bajo coeficiente de variación de 14.4 %.

15. La resistencia promedio a la tracción perpendicular a la fibras de la *Guadua sarcocarpa* L & P es de 8 kg/cm^2, con un alto coeficiente de variación de 29.6 %.

16. La resistencia promedio a la cizalladura o al corte paralelo a las fibras de la *Guadua sarcocarpa* L & P. sin nudos, es de 62 kg/cm^2, con un coeficiente de variación de 25.1 %.

17. El modulo de elasticidad en flexión promedio de la *Guadua sarcocarpa* L. & P. es de 149.158 kg/cm², con un alto coeficiente de variación de 32.6 %.

18. El modulo de ruptura en flexión promedio de la *Guadua sarcocarpa* L. & P. es de 535 kg/cm², con un alto coeficiente de variación de 33.7 % (de 337 a 890 kg/cm²).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALARCÓN, G. (2008). Evaluación forestal de pacales (Guadua spp) en la zona del Alto Tahuamanu – Madre de Dios con fines de manejo sostenible. Consultado el 02 de Febrero del 2009. Disponible en: http://www.monografias.com/trabajos58/evaluacion-forestal-pacales/evaluacion-forestal-pacales2.shtml.

ARBOLEDA. M; DÁVILA, P; GARCÍA, J. 1997. "Manual de diseño para construcción en *Guadua macana*". Proyecto de Grado (Ingeniero Civil). Universidad del Valle, Facultad de Ingenierías. Santiago de Cali, 127p.

ARICAPA, F.; QUIJANO, A y VERGARA, I. 1999. "Manual para el diseño en Guadua cebolla, basado en el aprovechamiento de las propiedades físico – mecánicas". Proyecto de Grado (Ingeniero Civil). Universidad del Valle, Facultad de Ingenierías. Santiago de Cali, 1999, 210p.

GONZALEZ S. 2005. Diseño modelo de vigas de concreto reforzado con tallos de Guadua (bambucreto), *Guadua angustifolia* Kunth". Tesis (MSc in Engineering: Civil Engineering). Newport International University, School of Engineering, 225p.

BÁRBARO, G. 2007. Transformación e industrialización del bambú. Consultado el 10 de abril del 2009. Disponible en. http://www.green-box-design.com/articoli/bambu-2.pdf. Barcelona. 15 p.

CLAYTON, W; HARMAN, K y WILLIAMSON, H. 2006. The online World Grass Flora. Consultado el 08 de Noviembre del 2006. Disponible en http://www.kew.org/data/grasses-db.html.

CRONQUIST, A. 1988. The evolution and clasification of flowering plants. Second Edition. The New York Botanical Garden. 500 p.

ESPUNA, J y SÁNCHEZ, M. 2008. Propuesta experimental de losas y cubiertas de bambú concreto para viviendas de interés social en el sur de Tamaulipas: primera etapa, determinación de las propiedades físico mecánicas de la *Guadua amplexifolia*. Consultado el 23 de marzo del 2009. Disponible en: http://www.turevista.uat.edu.mx/Volumen%203%20numero%202/PRIMER%20FORO%20UNIVERSITARIO/ARQ-03.swf México.

GONZÁLEZ, H, MONTOYA, J y BEDOYA J. 2007. Resultados del ensayo a flexión en muestras de bambú de la especie *Guadua angustifolia* Kunth. Scientia et Technica Año XIII, No 35, Agosto de 2007. Universidad Tecnológica de Pereira. ISSN 0122-1701 503.

INRENA (Instituto Nacional de Recursos Naturales). 1996. Guía Explicativa del Mapa forestal 1995. Ministerio de Agricultura. Instituto Nacional de Recursos Naturales.

INRENA (Instituto Nacional de Recursos Naturales). 2000. Manejo y aprovechamiento de la Paca (*Guadua sarcocarpa*) en la zona de Iberia – Iñapari. Ministerio de Agricultura. Instituto Nacional de Recursos Naturales.

LONDOÑO, X. 1989. Estudio Botánico, Ecológico, Silvicultural y Económico Industrial de las Bambusoideas de Colombia. Cespedesia, Vol. Nº 59-1990.

LONDOÑO, X y JUDSIEWICZ, E.J. 1991. A new especies of *Guadua, Guadua calderoniana*, (Poaceae: Bambuseae), with notes on the genus in Bahia, Brazil. Novon 1: 27-32.

LONDOÑO; X, TAMAYO, GC; RIAÑO, NM; LÓPEZ, Y. 2002. Characterization of the anatomy of *G. angustifolia* (Poaceae: Bambusoideae) culms. The Journal of the American Bamboo Society. 16(1):18-31 .

MARTÍNEZ, E. 1992. Puentes en do mayor. Congreso Mundial De Bambú/*Guadua*.

NELSON, B.W. 1994. Natural forest disturbance and change in the Brazilian Amazon. Remote Sensing Reviews 10: 105-125.

ONERN (Oficina Nacional de Evaluación de los Recursos Naturales). 1980. Inventario evaluacion e integración de los recursos naturales en la ZONA Esperanza-Chandles –Yaco. Informe y Mapas. ONERN, Lima. 229 paginas.

PACHECO, C. 2006. Resistencia a la tracción perpendicular a la fibra de la Guadua angustifolia. Consultado el 12 de marzo del 2009. Disponible en:

http://www.diplomadoguadua.com/documentos/09.pdf. Universidad Nacional de Colombia Facultad de Ingeniería. Bogotá.

PARODI, L. 1959. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Imprenta López. B.A. Argentina.

SAATCHI, S; PODEST, E y HOLT, J. 2000. Mapping land cover types in the Amazon Basin using 1 Km JERS-1 mosaic. Internacional Journal of remote Sensing 21: 1201-1234.

SILMAN, M; ANCAYA, E Y BRINSON, J. 2003. Los bosques de Bambu en la Amazonia occidental. En Alto Purus. Biodiversidad, Conservación y Manejo. Impresso Grafica S.A. Lima Perú.

TAKEUCHI, C. 2007. Comportamiento estructural de la Guadua angustifolia. Uniones en guadua. Consultado el 22 de enero del 2009. Disponible en: http://www.bambubrasileiro.com/arquivos/Comportamiento%20estructural%20de%20la%20Guadua%20Angustifolia%20-%20Caori%20Takeuchi.pdf. Universidad Nacional de Colombia.

VELEZ, S. 2007. La Guadua angustifolia "el bambú colombiano. Consultado el 15 de febrero del 2009. Disponible en: http://www.tdr.cesca.es/TESIS_UPC/AVAILABLE/TDX-0205108-154624//06_ESD_Cos_pp_35_81.pdf.

YOUNG, SM: JUDD, WS. 1992. Systematics of the Guadua angustifolia complex (Poaceae: Bambusoideae). Annals of the Missouri Botanical Garden. 79(4):737-769 .

INFLUENCIA DE POLOS DE DESARROLLO SOBRE LOS PATRONES DE USO DE LA TIERRA, EN LA ZONA DE CAMPO VERDE, PUCALLPA - PERÚ

INFLUENCE OF DEVELOPMENT POLES ON THE USE PATTERNS OF SOIL IN CAMPO VERDE DISTRICT PUCALLPA – PERÚ

Juan Pablo Ferreyros Sánchez[1] Edgar Juan Díaz Zuñiga[2]

RESUMEN

Se determinó el impacto de la influencia de polos de desarrollo sobre los patrones de uso de la tierra en la zona de Campo Verde y se identificó los diferentes tipos de colonos que se encuentran en los ejes carreteros.

El área de estudio está ubicada en el distrito de Campo Verde, provincia de Coronel Portillo; abarcando doce caseríos distribuidos en los alrededores de la ciudad de Campo Verde (capital del distrito de Campo Verde). Para el estudio se tomó en cuenta, el eje de partida la ciudad de Campo Verde hasta un radio de quince y medio kilómetros; despreciando el radio de 0.5 Km. por considerarse zona urbana, las vías principales de acceso son: las carreteras Tournavista, Nueva Requena y Federico Basadre.

Para el levantamiento de la información se usó encuestas semi estructuradas; la información fue procesada en una base de datos de EXCEL y luego analizada en el programa SAS. Para los datos cuantitativos, se identificó cuatro vectores propios para determinar los componentes principales, para los datos cualitativos se realizó un análisis de correspondencia y para determinar la relación entre las variables se realizó un análisis de correlación múltiple a una probabilidad de ocurrencia del 99%; el cálculo de las regresiones está dado a 99% de probabilidad. Para complementar el análisis se realizó un análisis por zonas, radios del área de estudio y a nivel de pueblo.

Como resultados se ha encontrado en la zona de Campo Verde el principal patrón de uso del suelo es pasto con 20.88% en segundo lugar pasto-chacras con 12.24%. La cobertura que ocupa mayor área son los pastizales que representa el 57.7% del área total, y las purmas con 17.10%, además esta conversión es respaldada por la concepción de los

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

colonos que la ganadería es una actividad rentable. Se identificó seis tipos de colonos, predominando los del tipo finquero que representa el 46.9%.

Palabras clave: Polos de desarrollo, uso de la tierra, zona de Campo Verde.

ABSTRAC

Assessed the impact of the influence of development zones on patterns of land use in the area of Campo Verde and identified different types of settlers who are in the highway axis.

The study area is located in the Campo Verde district, province of Coronel Portillo, covers twelve villages spread around the city of Campo Verde (district capital of Campo Verde). For the study took into account the axis of starting the city of Campo Verde to a radius of fifteen and a half miles, ignoring the radius of 0.5 km was considered urban area, the main access roads are roads Tournavista, New Requena Federico Basadre.

For the gathering of information used semi - structured surveys, information was processed in an Excel database and then analyzed in SAS. For quantitative data, we identified four eigenvectors to determine the major components for qualitative data analysis was carried out of correspondence and to determine the relationship between variables was analyzed multiple correlation with a probability of occurrence of 99%; the calculation of regressions is given to 99% probability. To complement the analysis was analyzed by area, spoke of the study area and village level.

As a result found in the area of Campo Verde the main pattern of land use is pasture with 20.88% in second pastoral farms with 12.24%. With the largest coverage area are grasslands which represents 57.7% of total area, and fallow land with 17.10%, this conversion is also supported by the conception of the settlers that farming is a profitable activity. We identified six types of settlers, predominantly type farmer representing 46.9%.

Key words: Poles of development, land use, area of Campo Verde.

INTRODUCCIÓN

La Amazonía peruana desde décadas atrás ha sido punto principal de actividades extractivas y de políticas que impactaron en el uso de los suelos; la décadas de 1980 – 1990 fue uno de los períodos más intensos de deforestación de la Amazonía, causada principalmente por la aparición de los proyectos especiales (PE) de colonización de la Amazonía Peruana.

Entre las estrategias que atrajo la migración de la población andina hacia el oriente y que aceleró el proceso de deforestación, se tiene la estrategia amazónica peruana de la década de los años 80 que incluía incentivos para las empresas deseosas de invertir en las zonas más alejadas del país, declarando a la región de la selva como zona libre de impuestos.

Este proceso de migración e incentivos propició el crecimiento urbano desordenado y el cambio de uso del suelo, obteniéndose áreas con altos porcentajes de deforestación y degradación del suelo próximo a las ciudades y vías de acceso, ya que no se tuvo una política de ordenamiento territorial clara que articule la política del estado con el plan de desarrollo de las regiones.

El distrito de Campo Verde, es un claro ejemplo del impacto sobre los bosques y suelos de las políticas gubernamentales incentivadas a la fecha. Esta zona, orientada principalmente a la actividad ganadera y la agricultura, con perspectivas de crecimiento y desarrollo y una tendencia de urbanización, es punto de atención de muchos proyectos de inversión y desarrollo.

Basado en lo anterior, en esta investigación tiene como objetivo general determinar el impacto de la influencia de polos de desarrollo sobre los patrones de uso de la tierra en la zona de Campo Verde. Y como objetivos específicos se tiene: determinar los principales patrones de uso de la tierra; determinar los principales tipos de cobertura; identificar las principales variables que influyen en el cambio de uso de la tierra; identificar tipos de pequeños productores en la zona de estudio.

En el contexto general de la Amazonía: Se a identificado las principales causas de la deforestación. Los bosques amazónicos han sido punto de atención para las actividades extractivas y depredadoras; esto incentivada por políticas inadecuadas como la colonización de la Amazonía en 1945, "estimulada por el estado peruano a través de la construcción de carreteras y la promoción de actividades agropecuarias", también la denominada "época del caucho" que da inicio en 1880, entre otras (SITURISMO, 2008). El incremento de la población andina, cada vez con menos posibilidades de tener tierras para vivir, como única opción, le queda migrar a la selva y posesionarse del bosque, inicialmente en forma ilegal, luego en forma legal.

En la década 1980 - 1990 se produjo una de las etapas más intensas de la deforestación de la Amazonía, los Proyectos Especiales (PE) de Colonización de la Amazonía Peruana se encontraban en fase de ejecución, siendo su principal objetivo la promoción de la ocupación planificada del territorio y la articulación regional a través de la carretera marginal de la selva, incrementar la producción y productividad del agro, la ampliación de la infraestructura vial, estas zonas que en su mayoría presentan actualmente porcentajes altos de deforestación (EISA, 2008).

También debe considerarse que la estrategia amazónica peruana de los años 80 incluía importantes incentivos para las empresas deseosas de invertir en las zonas más alejadas del país, como por ejemplo la Ley 15600 aplicada hasta diciembre de 1990 donde se declaró a la región de la selva ubicada debajo de los dos mil metros de altitud como zona libre de impuestos por un plazo de quince años a partir de 1965, lo que atrajo la migración de la población de la sierra hacia el oriente.

Si bien la actividad forestal no es la única ni la principal responsable de la migración, pues resulta evidente que es la búsqueda de tierras para la agricultura lo que mayoritariamente motiva a los emigrantes (PIU, H. 2005). Donde los bosques aprovechados por extracción selectiva suelen ser más apropiados para conversión a la agricultura.

Contexto general de la Región Ucayali.

El departamento de Ucayali se localiza en la zona central y oriental del territorio peruano, fue creado el 18 de junio de 1980; ocupa 7.97 % del territorio nacional, en el que vive el 1.58% de la población del país; la pobreza monetaria cifra en Ucayali el 45% y en extrema pobreza 15.8% (INEI, 2007).

Según la Estación Meteorológica de la UNU (2007), los datos promedio de 19 años con temperatura promedio de máximas es de 31.5°C, con una media anual de 25.7° C; el régimen de precipitación es irregular de 1 622.9 mm/año. La evapotranspiración promedio es 578.5 mm/año y evapotranspiración potencial de 1817.8 mm/año.

Murray y Packham describen proyectos de desarrollo en la región Ucayali que incentivaron la ganadería para combatir la deforestación, pero que han fracasado por ignorar los aspectos sociales de las decisiones de los agricultores a adoptar o negar tecnologías (LEHRER, et al 2003).

Contexto general del distrito de Campo Verde: creación y ubicación.

El distrito de Campo Verde fue creado por Ley N° 23416, el 01 de Junio de 1982. Geográficamente el distrito está ubicado a: 8° 29' 45" Latitud Sur y 75° 48' 00" Longitud Oeste.

Está comprendido dentro de la provincia de Coronel Portillo, departamento Ucayali, la capital distrital se ubica a ambas márgenes de la carretera Federico Basadre, a 34 Km. al Sur Oeste de la ciudad de Pucallpa, y a 751 Km. de la ciudad de Lima, De la capital distrital parte la carretera hacia el distrito de Honoria que se encuentra a 42 Km., y hacia el distrito de Tournavista que se encuentra a 60 Km., y también parte hacia el distrito de Nueva Requena que se encuentra a 19 Km., a orillas del río Aguaytía.

El distrito de Campo Verde tiene una extensión territorial de 1 548.87 Km^2; su territorio se extiende a lo largo y ancho de la carretera Federico Basadre, que se inicia desde el Km. 14.5 hasta el Km. 60 y, por los principales ramales, entrando por la carretera a Tournavista llega hasta el Km.12 en la quebrada Agua Blanca y, entrando por la carretera Nueva

Requena hasta el cruce con la quebrada Riquintay en el Km.11, siguiendo su curso hasta su desembocadura en el río Aguaytía, y desde allí aguas arriba hasta la desembocadura del río Neshuya, en el caserío San Francisco de Neshuya.

Población y migración en Campo Verde.

El ámbito distrital de Campo Verde cuenta con 66 asentamientos rurales, y una localidad urbana que es la capital distrital. Tiene una población estimada por el INEI en el año 2007, de 13 515 habitantes, de los cuales el 31.49% reside en la centros urbanos, y el 68.51% reside en los 66 caseríos rurales, tiene una tasa de crecimiento poblacional del 1.36%.

Existe alta migración desde las zonas de San Martín, Huánuco, Junín, Ayacucho, provincia de Puerto Inca, Padre Abad, y de los ríos Ucayali y Pachitea como consecuencia de las inundaciones y desbordes (Municipalidad Distrital de Campo Verde, 2004).

Perdida de Cobertura Vegetal.

Perdida de cobertura vegetal en el área de la carretera a Tournavista ha sido bastante extensa alcanzando el 52% del área de estudio al año 2000. Los niveles de deforestación son críticos si se considera además la fragmentación de hábitats y la persistencia de la presión sobre el bosque hasta la actualidad, como se esperaba la zona más afectada al inicio (1963) corresponde al núcleo de colonización de Tournavista con una deforestación del 14% (WWF, 2003).

MATERIAL Y MÉTODO

Localización del área de estudio.

El distrito de Campo Verde se encuentra localizado al suroeste de la provincia de Coronel Portillo, el centro poblado de Campo Verde está ubicado en la longitud 74°48'16.8" y latitud 8°28'31.8, en el Km. 34 de la carretera Federico Basadre, Tiene una altitud de 200 m.s.m.m.

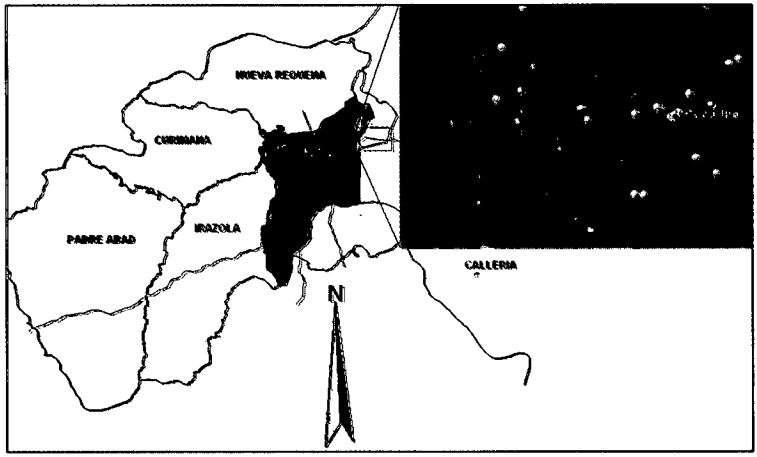


Figura 01: Localización del área de estudio con respecto a los demás distritos de la Región de Ucayali.

En el estudio se tomó en cuenta, como eje de partida la ciudad de Campo verde tomando un radio de quince y medio (15.5 Km) kilómetros y donde no se consideró los primeros 0.5 Km de radio por tratarse de zona urbana, tomando como vías principales de acceso la carretera a Tournavista, Nueva Requena y la Federico Basadre.

Para la toma de muestras los límites de los radios fueron: la carretera Federico Basadre considerado desde el km 18.5 hasta el Km 49.5; y en las vías secundarias Nueva Requena y Tournavista hasta el Km 15.5 de cada una.

Tabla 01: Ubicación de las zonas y ejes carreteros.

Zona	Carretera	Kilómetros	Observaciones
I	Federico Basadre	18.5 – 33.5	Vía Principal
II	Federico Basadre	34.5 – 49.5	Vía Principal
II	Nueva Requena	0.5 – 15.5	Ramal de la vía principal
IV	Tournavista	0.5 – 15.5	Ramal de la vía principal

Elaboración: Propia.

Criterios de selección para la investigación:

- **La ciudad de Campo Verde.** Se consideró al distrito de Campo Verde, por que presenta una ubicación geográfica estratégica para el desarrollo sostenible, suficientes tierras para la actividad agropecuaria, altos índices de deforestación, existencia de recursos mineros (ripio, arena, arcilla, oro) en canteras, por su cercanía a la ciudad de Pucallpa (polo de desarrollo de la Amazonía).

- **La ciudad de Pucallpa**. Por ser la capital regional y polo de desarrollo principal de la región de Ucayali y puerto principal donde convergen diferentes actividades económicas de la región debido a su ubicación geográfica estratégica; la ciudad de Campo Verde, por ser la capital del Distrito de Campo Verde y estar en la parte céntrica de dicho distrito el cual consideramos que tiene impacto sobre las actividades económicas productivas que desarrollan los colonos.

- **Límites del área de estudio.** Se inició del estudio desde el Km 18.5 de la carretera Federico Basadre porque desde este punto se observa que disminuye la intensidad de zonas urbanas y asentamientos humanos a los márgenes de la carretera.

- **Rango de 5 Km.** Se consideró que tomando como muestra un pueblo será representativo de toda el área que se encuentre dentro de este rango y que la variación no será significativa en los patrones de uso de la tierra.

- **Tiempo de establecimiento del colono.** Se considera el horizonte de 3 años, para determinar los patrones de uso del suelo que es el tiempo que un agricultor puede modificar su predio en base a su forma de trabajo, además por considerarse que es más fácil que el agricultor recuerde las actividades realizadas en ese horizonte de tiempo además se consideró que tengan residencia permanente en el lugar y pertenecer al centro poblado o caserío que se encuentre dentro de la selección.

- **Centros poblados y selección de muestras.** Se tuvo como criterio de selección los pueblos más cercanos a los ejes carreteros; obteniéndose 4 pueblos más cercanos de cada vía principal y secundaria considerada para el presente estudio; las cuales serán divididas en tres rangos para la selección de los pueblos; de cada

pueblo seleccionado se entrevistaron a 8 colonos por pueblo o centro poblado, obteniendo un total de 96 muestras, de las cuales se descartaron 3 muestras por no tener consistencia en la información, como se muestra en la tabla 06.

- **Perfil de los entrevistados.** Se tuvo como criterio evaluar a los colonos que tengan las siguientes características: El poblador más antiguo del caserío o centro poblado, que tenga permanencia en el lugar (es decir que viva en el caserío), que tenga presencia activa y sea reconocido por los demás pobladores, que pueda dar razón de otros informantes claves en el caserío muestreado; en caso de estar en asentamiento humano que sea mayor de 20 años. Para la identificación de los pobladores con estas características se ubicó primero a una autoridad o morador antiguo que nos identifique a los demás pobladores según su antigüedad.

Tabla 02: Distribución de las muestras válidas por poblado seleccionado.

Distancia desde la ciudad de Campo Verde (Km.)	N° centros poblados entrevistados	N° de colonos por centro poblado	N° colonos encuestados (distancia a la ciudad)
0.5 – 5.5	4	8	32
5.6 – 10.5	4	8	31
10.6 – 15.5	4	8	30
Total	12		93

Fuente: Aplicación de la encuesta a informantes, Junio del 2009.
Elaboración: Propia.

Metodología.

El método de investigación es descriptivo, y analítico, obtenido a través de informantes claves de colonos a lo largo de la carretera Federico Basadre y sus vías secundarias Tournavista y Nueva Requena.

Los datos recolectados en las encuestas fueron puestos en formato EXCEL y el análisis se realizó con el programa de análisis multivariante SAS y desde una general hasta una específica (distrito de estudio, relación distancia - centro poblado, a nivel de pueblo y por tipo de pequeño productor).

Análisis multivariante de las variables.

En el análisis multivariante se trata de interpretar la relación entre las variables más representativas y sacar conclusiones generales sobre la zona de Campo Verde; para este análisis se hizo uso de tablas, gráficos y base de datos en el programa EXCEL que se usó para correr el programa SAS y realizar el análisis multivariante, seleccionando las variables más representativas para el estudio; el análisis se realizó con todas las variables cuantitativas y cualitativas de la encuesta semi estructurada, este proceso se le conoce como limpieza de variables, y tiene cuatro etapas:

a) En la limpieza de datos cuantitativos, se identificó cuatro vectores propios para determinar los componentes principales; con los componentes principales se encontró las variables que más aportan significativamente.

b) Para la limpieza de los datos cualitativos se realizó un análisis de correspondencia para identificar las variables que más contribuyen al estudio, con el análisis del Chi cuadrado.

c) Luego para determinar la relación que existe entre las variables seleccionadas, se realizó un análisis de correlación múltiple a una probabilidad de ocurrencia del 99%; para este análisis se usó el análisis de correlación de Pearson.

d) Para el cálculo de las regresiones se hizo la regresión entre todas las variables, hasta identificar la regresión más significativa para el análisis. El análisis de regresión está dado para todas las relaciones a un 99% de probabilidad, con nivel de significancia de $p < 0.0001$.

Análisis de los tipos de coberturas y patrones de uso del suelo.

En este parte del análisis se obtendrá información de los cuadros generados con el EXCEL los que serán analizados y procesados para obtener resultados complementarios al análisis multivariante.

Análisis de la relación "distancia - centro poblado": Por zonas y radios, distantes a la ciudad de Campo Verde.

Se analizaron los patrones de uso de la tierra tomando en cuenta la

distancia de los centros poblados a la ciudad de Campo Verde (radios) y la ciudad de Pucallpa (zonas), tomando como referencia tablas y figuras obtenidas de los datos de campo, en los ejes carreteros: Federico Basadre, Tournavista y Nueva Requena. Del mismo modo se hizo el análisis por radios de cada 5 Km, partiendo de la ciudad de Campo Verde.

Análisis a nivel de pueblo.

Se hizo el análisis tomando en consideración la información de cada pueblo en forma independiente basándose en las distintas coberturas que presentan cada uno; para los datos de los patrones de uso del suelo se trabajó con gráficos y tablas dinámicas del EXCEL.

Análisis a nivel de tipos de pequeños productores.

En este análisis se hizo una tipología de los pequeños productores, clasificándolos de acuerdo a sus actividades económicas que realizan dentro y fuera de sus parcelas para identificar la relación de uso del suelo que existe entre cada tipo de agricultor.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Análisis multivariante de las variables: análisis de correlación múltiple.

El área total del predio en el presente se relaciona en forma positiva con la variable porcentaje de área con pasto en 39% y en forma negativa con la variable porcentaje de área de chacras en 49%.

La antigüedad en la zona se relaciona en forma negativa con la variable Pueblo en 37%. Los caseríos más antiguos se encuentran en el margen del eje de la carretera Federico Basadre y más próximos a la ciudad de Pucallpa. Aunque hay excepciones en el distrito de Campo Verde que la antigüedad es determinado por otros factores.

El porcentaje de área con bosque primario se relaciona en forma negativa con la variable patrones de uso del suelo en 57%. El área con bosque primario cubre el 11.4% del total, estas escasas áreas con

bosques primarios residuales conservan su estructura y su cercanía a la ciudad de Pucallpa y Campo Verde, es debido al mal drenaje que impidió el desarrollo de actividades agrícolas y ganaderas.

El porcentaje de área con purmas se relaciona en forma negativa con la variable porcentaje de área con pasto en 42% y en forma positiva con la variable patrones de uso del suelo en 60%.

El área ocupada por purmas en el presente (17.1%) es inferior al área de los pastizales (57.7%), alentando el proceso de conversión de purmas a cultivos agrícolas y luego a pastizales; indicando al igual que con los bosques primarios la relación inversa de los pastizales con las purmas.

El porcentaje de área con pasto se relaciona en forma negativa con la variable Porcentaje de área con chacras en 67% y en forma positiva con la variable Pueblo en 55%.

Es evidente que la actividad ganadera ha restado interés en las actividades agrícolas (cada vez con menos áreas); así mismo los suelos con pastizales presentan un estado de deterioro que dificulta su uso para la agricultura.

¿Qué proyecto desearía que se desarrolle en su fundo? se relaciona en forma positiva con la variable ¿Qué piensas hacer con su bosque en el futuro? en 43%.

El 31.2% de los colonos no tienen bosque en sus parcelas, del otro grueso el 14% pretenden conservar sus bosques que aún les quedan y solo el 2% piensan en la reforestación como una alternativa viable. Dentro del cambio de uso al que esta propenso la zona de estudio, la agricultura tiene aceptación del 26% y la ganadería con 14%, que son los más impulsados por las diferentes instituciones en la zona.

Análisis de Regresiones.

La variable Instituciones que llegaron a la zona influye en 38% sobre la variable proyectos desarrollados en la zona, a un nivel de significancia de $p< 0.0001$, ello indica que cuantas más instituciones se presentaron en la zona, existieron mayor número de proyectos que se desarrollaron, esta afirmación se da a una probabilidad del 99%.

La variable ¿Qué piensas hacer con tu bosque? influye en 18% sobre la variable ¿Qué proyecto desearía que se desarrolle en la zona?, lo que determina que en la mayoría de casos el destino de los bosques está ligado a los diferentes proyectos promocionados por las instituciones, esto genera expectativa en los colonos que actúan convencidos que el cambio de uso de sus suelos mejorará sus medios de vida.

La variable Pueblo influye en 31% sobre el porcentaje de área de pasto; se encontró una fuerte actividad ganadera en pueblos de vías secundarias, donde los pastizales cubren del 70% al 90% de los predios, disminuyendo la densidad de pastos cuanto más se alejan de la ciudad de Pucallpa, y donde las actividades agrícolas adquieren mayor importancia.

La variable pueblo influye en 15% sobre la variable porcentaje de área de chacra; la presión de la ganadería va disminuyendo de acuerdo a la distancia de la ciudad y empieza a aparecer otros cultivos (yuca, palma aceitera, maíz, otros) como en la zona de la carretera Federico Basadre a partir del km. 47 y la carretera Nueva Requena.

Análisis de los tipos de coberturas y patrones de uso del suelo.

a. Patrones de uso de los suelos.

Se ha encontrado en el área de estudio diferentes patrones de uso del suelo, entre ellos los que ocupan mayor superficie son "Pasto" (20.88%) y "Pasto-chacras" (12.24%); ocupando el menor área los patrones de uso "Bosque primario - chacras y Bosque primario-purmas" con 0.63% cada uno. El área de la muestra corresponde a 2,377.9 ha (23.779 km^2), la cual se proyectó para todo el distrito de Campo Verde que corresponde 1,548.87 Km^2, como se muestra en la tabla 03.

Tabla 03: Principales patrones de uso del suelo en el distrito de Campo Verde.

N°	Patrones de Uso	Área (Km^2)	%
1	Bosque primario-chacras	9.76	0.63
2	Bosque primario-pasto	140.48	9.07
3	Bosque primario-pasto-chacras	53.90	3.48
4	Bosque primario-pasto-reforestación	48.63	3.14
5	Bosque primario-purmas	9.76	0.63
6	Bosque primario-purmas-pasto	78.22	5.05
7	Bosque primario-purmas-pasto-chacras	151.01	9.75
8	Chacras	75.28	4.87
9	Huerto	1.86	0.12
10	Pasto	323.25	20.87
11	Pasto-chacras	189.58	12.24
12	Pasto-chacras-reforestación	74.04	4.78
13	Purmas	48.63	3.14
14	Purmas-chacras	109.66	7.08
15	Purmas-pasto	85.81	5.54
16	Purmas-pasto-chacras	149.00	9.62
	Total proyectado para el distrito	1,548.87	100.00

Fuente: Aplicación de la encuesta a informantes, Junio del 2009.
Elaboración: Propia.

b. Tipos de coberturas.

Como tipo de cobertura, el mayor área es ocupada por los "Pastos" que representa el 57.7% del área total, seguido de "Purmas" con 17.10%, las coberturas de menor área son "Reforestación y Huertos" con 0.34% y 0.12% respectivamente; como se aprecia en la tabla 04. Los datos obtenidos comparado con los datos reportados por la Municipalidad Provincial de Coronel Portillo (2006), tiene una aproximación ya que se reportaron las áreas con pastizales deteriorados ocupan más del 50% de la zona.

Tabla 04: Área ocupada por las principales coberturas en el distrito de Campo Verde.

N°	Tipo de Cobertura	Área (Km ^{2})	%
1	Bosque Primario	177.04	11.43
2	Purmas	264.55	17.08
3	Pasto	892.61	57.63
4	Chacras	207.55	13.40
5	Huerto	1.86	0.12
6	Reforestación	5.27	0.34
	Total	1,548.87	100.00

Fuente: Aplicación de la encuesta a informantes, Junio del 2009.
Elaboración: Propia.

Análisis de los diferentes tipos de colonos o pequeño productor, identificados en el área de estudio:

Se tipificó a seis tipos de colonos en el ámbito de estudio, como se observa en la figura 07, los cuales están clasificados según las actividades que desarrollan dentro y fuera de sus fundos o predios, como son: Empleado del estado (3%), empresario (3%), auto empleado (12%), comerciante (13%), Jornalero (23%) y Finquero (solo se dedica a su parcela) 46%.

Los resultados evidencian que el mayor porcentaje de los colonos son del tipo Finquero los que se dedican exclusivamente a las actividades relacionadas a sus predios como la agricultura, ganadería y otras actividades pecuarias; dependiendo de sus predios para su subsistencia.

Los tipos de colonos menos frecuentes son los del tipo Empleado del estado (3%) y los Empresarios (3%); los colonos del tipo empresario están más orientados a la diversificación productiva de sus predios o fincas y la estabilidad del uso de sus suelos; los ingresos generados en sus predios son destinados a otras inversiones fuera de sus predios. La tabla 05 presenta la tipificación realizada para los colonos de la zona de Campo Verde, como también las características que diferencian uno de otro.

Tabla 05: Tipificación de los colonos según las actividades que desarrollan dentro y fuera de su fundo.

N°	Tipo	Definición
1	Jornalero	Aquel colono que posee un fundo pero su principal ingreso económico y de subsistencia está ligado a un jornal diario y no de actividades económicas provenientes de su predio.
2	Finquero	Aquellos que desarrollan diferentes actividades en su fundo (agricultura y ganadería principalmente), siendo la principal fuente de ingresos la que perciben de su predio.
3	Empleado del estado	Colono que mantiene una relación laboral con el estado, el cual le proporciona un sueldo que viene a ser su principal ingreso; entre otras actividades de menor relevancia desarrolladas en su predio.
4	Comerciante	Su principal fuente de ingresos es por la comercialización de diferentes productos no necesariamente provienen de su parcela; conservan sus fundos por la agricultura que desarrollan para autoconsumo y eventualmente por la venta de sus cosechas.
5	Auto empleado	Aquellos que crean sus propios puestos de trabajo fuera de sus predios (constructor de galpones, juguería, costurero, carpintero, otros.), no dependen de las actividades en sus parcelas.
6	Empresario	Tienen la característica de combinar las diferentes actividades dentro de sus predios y generando otros espacios para el trabajo y manteniendo la sostenibilidad de sus sistemas; no dependen de sus predios para su subsistencia.

Fuente: Aplicación de la encuesta a informantes, Junio del 2009.
Elaboración: Propia.

Actividades productivas en que invertirían los colonos en caso de acceder a un préstamo.

La agricultura se presenta como primera intensión de los colonos, aceptado por el 31.2%, como se observa en la tabla 06. Otra parte representativa el 26.9% opta por la ganadería; y el 15.1% presenta la tendencia de salir de sus parcelas para realizar actividades económicas ya que no visionan desarrollo dentro de sus parcelas.

Tabla 06: Actividades productivas en que invertirían en caso de acceder a un crédito.

N°	Proyección para inversión	%
1	Reforestación	1.1
2	No quiero ningún préstamo	5.4
3	No sabe	7.5
4	Actividades Pecuarias y agricultura	12.9
5	Negocios fuera del fundo	15.1
6	Ganadería	26.9
7	Agricultura	31.2
	Total	100.0

Fuente: Aplicación de la encuesta a informantes, Junio del 2009.
Elaboración: Propia.

CONCLUSIONES

1. El principal patrón de uso del suelo en el distrito de Campo Verde es "Pasto" con 20.88% en segundo lugar el patrón de uso "Pasto-chacras" con 12.24%.

2. El tipo de cobertura que ocupa mayor superficie son los "Pastos" con 57.7% y las "Purmas" con 17.10% del área total.

3. Los pueblos que presentan mayores superficies con pastos son los pueblos de los ejes secundarios Tournavista y Nueva Requena, que llegan a ocupar hasta el 90% del área.

4. No se encontró relación en los patrones de uso de la tierra entre los caseríos de los radios de 5.5, a 15.5 km, de la ciudad de Campo Verde.

5. No existe un patrón de uso de la tierra directamente relacionado a la cercanía de la ciudad de Pucallpa.

6. Entre otros factores que determinan el cambio de uso de la tierra, tenemos: la fisiografía, bajo poder adquisitivo, políticas de gobierno (incentivos tributarios y proyectos especiales), incendios.

7. El 71% de los colonos aceptaría el cambio de uso de sus suelos, con especial interés en actividades agrícolas y pecuarias y solo el 1.1% se interesan en la reforestación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRACK, A. Y MENDIOLA, C. 2006. Ecología del Perú. Web Site: http://www.peruecologico.com.pe/lib_c18_t10.htm. Caracterización del departamento de Ucayali.

EISA, 2008. Deforestación; Web Site: http://www.mtc.gob.pe/implementacion/transportes/asuntos/proyectos/pvis/tramo_3/eisa/4.6_Deforestacion.pdf.

INEI, 2007. Censos. Web Site: http://censos.inei.gob.pe/Censos2007/PagCensos_Queescenso1.asp.

LEHRER, N., AREVALO, L., LUNA, M. 2003. Limitantes para el desarrollo sostenible en la Amazonía peruana desde el punto de vista de los agricultores. SEPIA X, tema II. Pucallpa, 31p.

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CORONEL PORTILLO, 2006. Plan de acondicionamiento territorial de la provincia de Coronel Portillo" Tomo I. Web Site: http://peru.blogalaxia.com/post/ubicacion+geografica+de+loreto.

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CAMPO VERDE. 2004. Plan estratégico de desarrollo concertado – Actualizado año 2004 del Distrito de Campo Verde. Perú, 29 p.

PANEL DE BIOLOGÍA. 2006. Semana 36. Recursos Naturales y Actividades Económicas de Ucayali. Web Site:

PORTAL AGRARIO. 2006. Ministerio de Agricultura. República del Perú. Web Site: http://www.minag.gob.pe/rrnn_e_cap.shtml.

PEREZ S. Y AGUILAR F. (2004). Los centros de las ciudades en el desarrollo económico y la cohesión social. Aportes, Revista de la Facultad de Economía, BUAP, Año IX, Número 27, Septiembre-Diciembre de 2004.

PIU, H. (2005). El saneamiento legal y la formalización de la propiedad predial: acercamiento a su vinculación con el sistema forestal peruano en la amazonía peruana. Asociado DAR.

SITURISMO.ORG. Web Site: http://www.siturismo.org.pe/Amaz%C3%B3nica/Cultura/re_hlo.htm#tres.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI (2007). Boletín Meteorológico, PERIODO – 2006. Estación Meteorológica de la UNU, Diciembre del 2007. Volumen 4.

WWF, 2003. Análisis de Cambios de Paisaje: Tournavista – Campo Verde y su área de Influencia. Pérdida y Fragmentación de Bosques (1963 – 2000). Perú, 31 pp.

VEGA E, VEGA M. 2002. Determinación del costo de oportunidad y clasificación por clases de capacidad de uso (CCU). Instituto de Políticas para la Sostenibilidad (IPS). Costa Rica.

SUPERVIVENCIA DE PLANTONES LOGRADOS POR SIEMBRA DIRECTA EN UN SISTEMA DE REFORESTACIÓN BAJO DOSEL PROTECTOR

SURVIVAL OF PLANTS MADE BY DIRECT SOWING IN A PROTECTOR OF REFORESTATION UNDER CANOPY

Aparicio Limache Alonzo [1]

RESUMEN

Se estableció una plantación forestal de 15 ha en sistema bajo dosel protector aplicando técnica de siembra directa de semillas en terreno definitivo. El experimento se hizo para conocer la respuesta de la siembra directa en este sistema dado que existe experiencias exitosas en plantaciones a campo abierto, fajas de enriquecimiento, agroforestería más no en condiciones de bajo dosel. El objetivo fue caracterizar la supervivencia y crecimiento de plantones de 15 especies forestales tropicales establecidos por siembra directa en terreno definitivo. Como hipótesis se planteó que de las 15 especies reforestadas, al cabo de 12 meses por lo menos la mitad arrojará un porcentaje de supervivencia superior al 50 %. Al respecto, las experiencias de Mata et al 2010, Petit et al 2005, Castadot 1986, López, 1994, Godoy 2007, Limache 2008 y otros confirman que la siembra directa es una actividad viable. Como resultado, a los 30 días después de la siembra se contabilizó una supervivencia de 93 % y a los seis meses siguientes ésta se redujo a 3 %. Los insectos defoliadores y mamíferos herbívoros fueron los causantes de la reducción. El crecimiento registró alturas promedio de 40 cm año. Se concluye indicando que la siembra directa no es alternativa viable para la reforestación en sistema bajo dosel protector.

Palabras clave: Siembra directa - especies forestales - sistema bajo dosel.

ABSTRAC

He established a plantation of 15 ha under protective canopy system using direct seeding of seeds in permanent location. The experiment was done to know the response of direct seeding in this system because there

[1] Profesor de silvicultura Fac. Cs. Forestales de la UNU.

success stories in open field plantations, enrichment strips, agroforestry, but not under low canopy. The objective was to characterize the survival and growth of seedlings of 15 tropical forest species established by direct seeding in permanent location. As a hypothesis was proposed that the 15 species reforested after 12 months at least half will yield a higher survival rate of 50%. In this regard, the experiences of Mata et al 2010, Petit et al 2005, Castadot 1986, López, 1994, Godoy 2007, 2008 and other Limache confirm that direct seeding is a viable activity. As a result, 30 days after sowing was recorded a 93% survival of six months and this was reduced to 3%. Defoliating insects and herbivorous mammals were responsible for the reduction. Heights recorded average growth of 40 cm year. It concludes that direct seeding is no viable alternative for reforestation in the system under protective canopy.

Key words: Tillage - forest species - under a canopy system.

INTRODUCCIÓN

Un problema silvicultural común en el sistema de reforestación bajo dosel protector es la deficiente información sobre supervivencia y crecimiento de plantones de especies forestales logrados por siembra directa de semillas en terreno definitivo. Como se sabe en el bosque, los frutos después de madurar diseminan y dispersan las semillas, éstas al caer al suelo absorben agua de la lluvia e inicia el proceso de germinación. Los plantones así logrados, se desarrollan sin intervención humana. La ventaja de la siembra directa en una reforestación bajo dosel protector es el impacto ecológico cero que se ocasiona al bosque. Al no utilizar maquinarias cortantes como la motosierra para abrir trochas o eliminar la vegetación, se conservan las especies en su plenitud. Si los plantones obtenidos por siembra directa, se desarrollan en condiciones esperadas, la vegetación se enriquece con especies de valor comercial deseado lo cual de por sí es una ganancia para el silvicultor.

Indudablemente la técnica de siembra directa de semillas forestales en terreno definitivo, se presenta como una alternativa económicamente viable que bajo ciertas consideraciones podría impulsar la reforestación. En efecto, un campesino acostumbrado a utilizar esta técnica para establecer su cultivo agrícola, podría hacer lo propio en un bosque

natural o sistema bajo dosel protector. Pero, al observar aspectos puntuales como la presencia de cientos de brinzales de regeneración natural que crecen en el bosque bajo una competencia por la luz solar y que después de un tiempo desaparecen, motiva pensar que la actividad fotosintética es crucial para la supervivencia de las especies forestales. Por el geotropismo positivo, la radícula de los plantones recién germinados busca el suelo para afirmarse. Muchos de ellos al haber germinado sobre las hojarascas, otras sobre troncos, sobre pastos etc. tienen dificultades para encontrar suelo firme, entonces en periodos de sequía empiezan a deformarse y a marchitarse. En consecuencia al sembrar la semilla en suelo firme se supone que el plantón no tendrá dificultades para crecer.

Por otro lado, toda semilla está dotado de uno o dos cotiledones que contienen nutrientes suficientes para auto alimentarse. Solo requiere contacto del agua con el embrión para activar el proceso de germinación. De igual modo, por el heliotropismo positivo, el tallo de los plantones orienta su crecimiento hacia la luz del sol. En este momento, la copa de árboles dominantes y codominantes produce sombra impidiendo la actividad fotosintética. Sin embargo, si los plantones tienen una raíz bien fijada en el suelo, no cabe duda que vencerá obstáculos y emergerá inclusive con mayor vigor.

En estas condiciones la hipótesis se planteó indicando que si se establece una plantación de 15 especies forestales por la modalidad de siembra directa de semillas en sistema bajo dosel protector, al cabo de un año por lo menos la mitad arrojará una supervivencia mayor de 50 %. El objetivo fue, caracterizar la supervivencia y crecimiento de plantones de 15 especies forestales obtenidos por siembra directa en terreno definitivo con aplicación del sistema de reforestación bajo dosel protector en condiciones de un bosque natural. Los trabajos se realizaron en el Centro de Investigación y Capacitación Forestal (CICFOR) Macuya propiedad de la Universidad Nacional de Ucayali.

En trabajos de reforestación, la siembra directa es una técnica cuya aplicación se frecuenta. Así por ejemplo, Mata et al 2010, compararon la supervivencia y costos de establecimiento de *Pinus cembroides* y *Pinus nelsonnii* por siembra directa con plantación

tradicional. Los resultados de supervivencia fueron 24.8 % para siembra directa y 68 % para plantación tradicional. El costo por plantón fue calculado a razón de 7.19 pesos para siembra directa contra 21 pesos para reforestación tradicional. La especie que mostró una mejor adaptación fue *P. cembroides*. Indican que la siembra directa es una práctica silvicultural viable. Petit et al 2005, determinaron que la modalidad de siembra es el mas exitoso tanto en terreno arado y no arado. Para establecer plantaciones de leucaena recomienda practicar siembra directa en surco o siembra directa al voleo. Afirman que la siembra en hoyos arrojó porcentaje de germinación baja.

Palomino y Barra 2003, reportan trabajos de siembra directa en campo definitivo realizados por Díaz 2001 en Genero Herrera (Loreto - Perú) indicando que el *Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook. Ex (capirona) germinó en 46.67 % con una cobertura de plantación de arroz y 37.17 % sin cobertura. La *Guazuma crinita* C. Martius (Bolaina blanca) germinó 19.75 % con cobertura de hojarasca seca y 14.75 % bajo cobertura de plantación de arroz. No especifican sin embargo la viabilidad de las semillas al momento de la siembra ni la supervivencia de la plantación así lograda.

Evaluando los factores que contribuyen al éxito o fracaso de una plantación forestal, Molina 2009 sostiene que para las condiciones de la cuenca del río Aguaytía los más críticos están representados por el mantenimiento de la plantación y la calidad del suelo. El sistema de campo abierto es el más eficaz para la tarea de reforestación y la *Guazuma crinita* es la especie forestal que mejor crece. Arteaga e Izaguirre 2004, utilizando plantones criados en vivero, instalaron convencionalmente un total de 7 especies forestales tropicales en sistemas de reforestación conocidos como taungya, plantación en claros y fajas de enriquecimiento luego al evaluar resultados encontraron que la plantación en claros obtuvo el menor porcentaje de supervivencia con 48%, mientras que el taungya arrojó 72 % de supervivencia y 63 % del de fajas de enriquecimiento.

Sabiendo que la CITES obliga a los exportadores de caoba a desarrollar y aplicar prácticas silviculturales para asegurar la sostenibilidad del bosque, Arguelles s/f, en el sur de Quintana Roo, México, ha probado técnicas de reforestación tales como plantación en carriles de arrime, claros producidos por la tumba y en patios de acopio (*bacadillas*). Quince años después, encontró que la caoba no había sobrevivido en

los carriles ni en los claros; sin embargo, en bacadillas sobrevivían con una densidad promedio de 58 árboles/ha y habían crecido un promedio de 0.83 cm/año de diámetro.

Los trabajos de siembra directa de Castadot y Bocanegra (1986) establecido con ishpingo (*Amburana cearensis*) en viales, Chávez (1998) con caoba (*Swietenia macrophylla*) asociado a cultivos agrícolas de pan llevar y fajas de enriquecimiento, Limache (2008) con Shihuahuaco (*Dipterix sp*) en campo abierto entre otros demuestran que la siembra directa, en sistemas de reforestación a campo abierto, viales de extracción, agroforestería y en fajas de enriquecimiento fueron probados con relativo éxito. Sin embargo, en sistema bajo dosel protector no se hizo avance significativo sobre el particular. Solo se cuenta con referencias personales de muchos silvicultores empíricos que recomiendan practicar siembra directa en bosques naturales puesto que según ellos los plantones se desarrollan sin problema alguno.

López 1994, describe como herramienta principal de siembra directa al "tacarpo" que constituye un palo redondo cuyo extremo termina en punta, se utiliza para excavar el hoyo y colocar la semilla. En estas condiciones el trabajo puede realizar cualquier campesino sin mucha dificultad. Sostiene que comparando el avance de obra, esta técnica resulta económico pues una ha de plantación por siembra directa, se ejecuta máximo con 05 jornales mientras que en el sistema tradicional el mismo trabajo se realiza con 30 jornales.

Sabido es que la mayor parte de los cultivos agrícolas es efectuada por siembra directa en terreno definitivo. Díaz et al 2000, confirma su aplicación en maíz, trigo, soja, girasol entre otros. Algunos cultivos exigen diseño y fabricación de maquinarias especializadas. Principi et al 2007 compara la eficiencia de un prototipo de siembra directa de granos de soja con una sembradora de marca conocida (testigo). Tesouro 2009, diseñó varios tipos de cuchillas de corte primario para facilitar la siembra directa de trigo para ambientes con alta humedad. García et al 2005, comprobó que el empleo de la siembra directa produjo incremento de las reservas de carbono orgánico y ácido fúlvico en el suelo variando significativamente de condición natural a manejo convencional. Lázaro et al 2004, encontraron que en siembra directa (SD) temprana de soja, la biofertilización permite mayores rendimientos que en labranza convencional. Además reporta que el rendimiento de soja en siembras tardías no se afectó ni por las labranzas ni por la

inoculación.

La radiación disponible influye en numerosos procesos fisiológicos, morfogenéticas y reproductivos de plantas y animales, Valladares 2006, encontró un efecto significativo en el funcionamiento del ecosistema. Sin embargo, la información sobre la luz disponible en los ecosistemas es escasa. Dado que la gestión del bosque es en buena medida la gestión de la luz, la comprensión de la luz como factor ecológico tiene directas aplicaciones prácticas.

La diversificación de los sistemas de reforestación como de las especies forestales han constituido preocupación constante de los silvicultores de todo el continente. Así por ejemplo: Godoy 2007, determinó la existencia de pequeños rodales y grupos de árboles de *Quercus robur, Pinus monticola, Pinus sylvestris* y *Larix decidua* que se regeneraron espontáneamente en las inmediaciones de 70 mil hectáreas de plantaciones forestales realizadas en la Patagonia Argentina de los cuales 80 % es *Pinus ponderosa* y el resto *P seudotsuga P. menziesii* y *Pinus contorta*. Remarcan que la presencia de esta regeneración natural evita la tendencia del monocultivo de los pinos que conducen a consecuencias ecológicas y sanitarias desfavorables.

La bibliografía señala que el sistema de reforestación bajo dosel protector consiste en la instalación de una plantación dentro del bosque sin dañar la vegetación existente. Más bien se aprovecha los claros que dejan los árboles caídos en forma natural así como la limpieza que se realiza para extraer las trozas, otras veces se realiza limpieza de sotobosque para crear condiciones de plantación. Pero todos en común se caracterizan por conservar la estructura de las copas dentro del bosque. Así por ejemplo, Cabrelli 1992 al evaluar plantación de árboles establecidos en claros y otro en bosque secundario encontró una variación en el crecimiento de los brinzales de un tipo de bosque a otro. Los brinzales mantuvieron su capacidad de crecimiento inicial incluso hasta el año. Indican que la práctica de apertura de dosel es un factor importante para el crecimiento de los brinzales principalmente de especies heliófitas durables.

Piotto 2001, basado en un inventario de plantaciones forestales realizadas en 112 fincas de Nicaragua, sostiene que las especies aptas para plantaciones comerciales son *Gmelina arbórea, Vochysia guatemaltensis, Terminalia amazonia* y *Tectona grandis, Caesalpinia*

eriostachys, Samanea saman, Swietenia macrophylla, Tabebuia rosea y *Cedrela odorata*. En plantaciones experimentales, el mejor crecimiento muestran Vochysia guatemaltensis, Terminalia amazonia, *Vochysia ferruginea, Virola koschnyi* y *Jacaranda copaia, Tectona grandis, Schizolobium parahyba, Samanea saman, Pseudosamanea guachapele, Dalbergia retusa Swietenia macrophylla* y *Cordia alliodora, Hieronyma alchorneoides Astronium graveolens*. Mollinedo 2003, en una plantación de 3000 ha de la zona oeste del Canal de Panamá, encontró que un 29% de las plantaciones se ubican en la clase de crecimiento bajo (2.9 a 4.3 m^3/ha/año), un 59% se ubican en la clase de crecimiento medio (6.3 a 8.3m^3/ha/año) y un 12% (10.3 a 13.3 m3/ha/año) en crecimiento alto. Las mejores condiciones de crecimiento se dieron cuando la saturación de acidez es 8%, y cuando la saturación de calcio es 40%.

En reforestaciones de 8 a 11 años realizadas en las llanuras del trópico húmedo de Costa Rica, Delgado et al 2003, evaluaron el comportamiento de almendro (*Dipterix panamensis*), pilón (*Hyeronima alchorneoides*), fruta dorada (*Virola koschnyi*), botarrama (*Vochysia ferruginea*) y cebo (*Vochysia guatemalensis*) Como resultado sostienen que las plantaciones de cebo superan a todas las demás especies nativas en área basal y crecimiento diamétrico promedio por alcanzar un dap máximo de 24.6 cm (11 años) y un área basal de 29.2 m^2 ha-1 a los 9 años el almendro fue la especie que mostró los menores crecimientos en todas las variables evaluadas, con solo 10.3 m^2 ha-1 de área basal y un dap máximo de 12.6 cm a los 11 años.

Por otro lado, Arteaga 2007, sostiene que la producción de semillas en la mayoría de las especies es anual. Los árboles intermedios son los producen semillas de mejor calidad. En relación a cantidad, los árboles más grandes producen mayor cantidad de semillas. No se detectó variación en producción de semillas en relación al tamaño del DAP. Paiż 1994, afirma que la quema controlada favoreció el proceso de germinación de las semillas de *Pinus oocarpa* tanto en condiciones naturales como controladas. Las semillas germinaron mejor y en gran cantidad en áreas o lugares afectados por la quema que en aquellas sin quema. La eliminación manual del mantillo también favoreció la germinación. Niembro et al 2006, tomaron muestras de semillas de 20 árboles de caoba de 25 años y sembraron con el objeto de observar los efectos de las fuentes parentales sobre la emergencia y crecimiento de plántulas de 100 días. Los resultados indican que los epicótilos

emergieron entre 31 a 65 días, el crecimiento en altura fue entre 6 a 17 cm. y el diámetro mostró valores de 1 a 6 mm.

Navarro 1999, reporta tres ensayos de progenie de la caoba realizados en Centro América donde encontró altos niveles de variabilidad genética aditiva para valores de rendimiento en altura y diámetro. Indican que las mejores progenies fueron la 721 de Laberinto (Panamá) y la 444 de Honduras. Para la variable diámetro y altura las progenies 444 y 564 de Nicaragua. Para el caso de procedencias Belice y Honduras ocuparon los primeros lugares en crecimiento. En relación con resistencia al Hipsiphyla no encontró variación en cuanto a presencia o ausencia del ataque del barrenador. Román et al 2007, observaron por un año el efecto del deshierbo y fertilización en el crecimiento y supervivencia de 06 especies forestales plantadas en la Selva Lacandona de Chiapas. Afirman que el mayor crecimiento se obtuvo en función al deshierbe y el menor en función a la fertilización. Las mayores alturas arrojaron los plantones de especies heliófitas como *Ceiba pentandra, Schizolobium parahiba* y *Swietenia macrophylla* mientras que menores tamaños se obtuvo con *Brosimun alicastrum, Calophyllum brasiliensi y Ormosia schippii.*

Después de analizar las variables de sitio, suelo e índice de sitio en relación con el crecimiento de *Tectona grandis* y *Bombacopsis quinata*, en diferentes regiones de Costa Rica, Ugalde 1988, afirma que *T. grandis* presenta buenos crecimientos a partir de los 1500 mm de precipitación media anual. Crece mejor en sitios planos y pendientes medias. No recomienda establecer plantaciones en pendientes superiores, ya que tienen normalmente suelos poco profundos, muy lixiviados y propensos a la erosión. Los nutrimentos foliares de *T. grandis*, como calcio y magnesio indican que a mayor contenido de estos elementos en las hojas, mayor es el índice de sitio. Un comportamiento contrario lo presenta el potasio. En el caso de este nutrimento un 1% es suficiente para un buen crecimiento. La relación del índice de sitio de *B. quinata* con el calcio foliar es muy similar al de *T. grandis*. La *B. quinata* crece bien con más de 10 mg/kg de calcio.

En resumen, a nivel aplicativo existen dos propuestas para el establecimiento de plantaciones forestales. La primera es la siembra directa de semillas en terreno definitivo defendida por Mata et al 2010, Castadot 1986, López 1995, Chávez 1998, Limache 2005 y otros, quienes sostienen que ésta es un método que al menos en sistemas

agroforestales arrojó resultados viables tanto por el bajo costo como por su crecimiento. La segunda propuesta es de los silvicultores tradicionales quienes defienden el establecimiento de plantaciones con plantones embolsados y producidos en vivero lo cual representa alto costo y desarrollo incierto sobre todo en condiciones de bajo dosel protector.

MATERIAL Y MÉTODO

El experimento se desarrolló en el Centro de Investigación y Capacitación Forestal (CICFOR) Macuya. Esta ocupa un bosque natural de 2469 ha asignado a la Universidad Nacional de Ucayali por parte del Ministerio de Agricultura mediante RD N° 036-87-AG-DGFF del 28/10/87. Políticamente el 90 % del área se encuentra en el Distrito Irazola, Provincia Padre Abad, Región Ucayali y el 10 % restante pertenece al Distrito de Tournavista, Provincia Puerto Inca, Región Huanuco. Geográficamente según datos tomados con GPS Garmín 76 WGS - 84 se encuadra entre las coordenadas H1 498901 - E 9013043 - N; H2 498184 - E, 9019457 - N; H3 499986 - E, 9019315 N; H3 504122 - E, 9012641 - N; H4 498827 - E 9012622 - N; H5 498901-E 9013043 - N. La altura promedio es 450 msnm. Ecológicamente pertenece a la formación de bosque muy húmedo Pre Montano Tropical (bmh - PMT).

El bosque presenta una fisiografía transicional entre ondulada a la entrada y de colinas bajas en el sur oeste. En la década del 80 la mitad del área fue objeto de una extracción selectiva de especies maderables. Sin embargo, en los alrededores aún predominan especies de valor comercial que a la fecha son utilizados como árboles semilleros. El experimento se instaló en una extensión de 15 ha. Las herramientas tanto para la siembra de semillas como el mantenimiento de la plantación fueron los mismos que utilizan los agricultores es decir, machetes, tacarpo, estacas, cordel y pintura fosforescente para señalizar tratamientos. Las semillas corresponden a las especies siguientes:

Tabla 01: Especies forestales consideradas como tratamientos.

Clave	Nombre vulgar	Nombre científico	Familia
T1	Pashaco	*Schizolobium amazonicum Huber ex Ducke*	Caesalpinaceae
T2	Tahuarí	*Tabebuia serratifolia*	Bignonaceae
T3	Ishpingo	*Amburana cearensis Fr (Allem) A.C. Smith*	Fabaceae
T4	Huairuro	*Ormosia coccinea Jacks*	Fabaceae
T5	Huimba	*Chorisia integrifolia Ulbr.*	Bombacaceae
T6	Yacushapana	*Terminalia oblonga*	Combretaceae
T7	Shihuahuaco	*Dipterix sp*	Fabaceae
T8	Azúcar huayo	*Hymenaea oblongifolia Huber*	Caesalpinaceae
T9	Quillobordón	*Aspidosperma vargasii A. DC.*	Apocynceae
T10	Catahua	*Hura crepitans L.*	Euphorbiaceae
T11	Cedro colorado	*Cedrela odorata*	Meliaceae
T12	Pumaquiro	*Aspidosperma macrocarpon Mart.*	Apocynceae
T13	Caoba	*Swietenia macrophylla*	Meliaceae
T14	Estoraque	*Miroxylon balsamum (L.) Harms*	Fabaceae
T15	Copaiba	*Copaifera reticulata*	Caesalpinaceae

El método consistió en observar el proceso de germinación, crecimiento y supervivencia de los plantones de las 15 especies establecidas en un sistema de reforestación bajo dosel protector por la modalidad de siembra directa en terreno definitivo. Para analizar resultados se adoptó el Diseño Estadístico de Bloques Completos al Azar distribuido en 4 repeticiones cada uno conteniendo 15 especies forestales a los que se los denominaron tratamientos tal como se visualiza en la tabla 01.

El tamaño del experimento se representó por 6000 semillas, de los cuales 1500 ocuparon las repeticiones y 400 semillas la unidad experimental o tratamiento. Literalmente cada especie se sembró a un distanciamiento de 5 x 5 m a una densidad de 400 unidades /ha los mismos que fueron distribuidos en 4 repeticiones. Se consideraron como variables independientes a las semillas de las 15 especies forestales y como variables dependientes al porcentaje de germinación que fueron evaluadas a los 30 días después de la siembra y el porcentaje de supervivencia a los 6 meses y el crecimiento al año.

La preparación de terreno se realizó en el mes de enero, para ello se demarcó 4 áreas de 4 ha cada uno ubicadas indistintamente en el

bosque. De inmediato se prepararon las estacas a partir de palos redondos de 50 cm de longitud que fueron cortados en el bosque. Para el proceso de alineamiento, en cada área se tomaron dos líneas base siendo la primera horizontal y la segunda vertical luego se proyectaron con GPS líneas paralelas a 5 m de distanciamiento. En la intersección de cada paralela se colocaron las estacas. Para ubicar los puntos cada estaca en su extremo superior fueron pintadas con pintura fosforescente.

El acopio de semillas se realizó en los meses de mayo a julio. La procedencia varió de especie a especie porque no todos diseminaron al mismo tiempo. Tampoco todos los árboles del rodal semillero del CICFOR Macuya fructificaron anualmente. La técnica de recolección de semillas también varió de especie a especie y demandó concurso de personal especializado. Una vez acopiado las semillas fueron sometidos a una rigurosa selección y aplicación de tratamiento pre germinativo que consistieron en remojo en agua fría por 24 horas cambiando de contenido cada 6 horas.

Los hoyos se asemejaron a un cono invertido cuya dimensión fueron de 5 cm de diámetro y 5 de profundidad. Cada hoyo se aperturó con el tacarpo que es un palo redondo con extremo inferior terminado en punta fue hecho preferentemente de una especie con madera dura tal como describe López 1994. La siembra se realizó en los meses de junio a julio colocando en cada hoyo una semilla y cubriendo luego ligeramente con tierra desmenuzada.

La primera evaluación de supervivencia (S1), se hizo al inicio del mes de setiembre a 30 días después de la siembra. Para ello se hizo un recorrido en el 100% de los puntos que ocuparon las semillas sembradas. Mediante observación directa, se verificaron, la existencia de los plantones germinados. Esta evaluación se aprovechó además para liberar a la plántula de elementos perturbantes de crecimiento como ramas caídas, malezas entre otros. La segunda evaluación de supervivencia (S2) se hizo en el mes de diciembre a 6 meses después de la siembra y el de crecimiento a los 12 meses posteriores.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Después de los 30 días de haber sembrado la semilla, se practicó la evaluación correspondiente al porcentaje de germinación y se comprobó que la mayoría de las especies emergían llegando a un promedio de 93 % lo cual era acorde con sus características de viabilidad detectadas al momento de la plantación. Por haberse utilizado semillas frescas no había duda de que todo sería un éxito. Así se obtuvo la tabla 02 que precisamente muestra el porcentaje de germinación inicial la misma que fue utilizado como indicativo para estimar el comportamiento posterior de la supervivencia.

Tabla 02: Porcentajes de germinación y supervivencia a los 30 días.

				T	R	A	T	A	M	I	E	N	T	O	S			
Rep	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15			
I	99	89	100	99	93	88	100	99	90	99	92	95	91	89	82			
II	99	90	99	97	95	87	98	100	88	96	89	89	94	88	79			
III	98	89	98	98	93	87	100	99	87	95	88	92	96	85	80			
IV	96	87	99	95	90	86	100	100	88	100	89	92	94	92	75			
Suma	392	355	396	389	371	348	398	398	353	390	358	368	375	354	316			
Prom	98	89	99	97	93	87	100	100	88	98	90	92	94	89	79			

Con esta información, al igual que Mata et al 2010 y Petit et al 2005, se pensó que la siembra directa era una alternativa innegable para fomentar la reforestación en sistema bajo dosel protector. Sin embargo cuando se practicó la segunda evaluación a los 6 meses después de la siembra directa, el porcentaje inicial de supervivencia se había reducido de 93 % a un nivel increíble que llegó a un 3 % en promedio. Al indagar sobre las causas de esta reducción se pudo determinar que los factores diezmantes fueron insectos masticadores y mamíferos herbívoros puesto que no dejan huellas como tallos cortados o semillas secas. Prácticamente los plantones han desaparecido, sólo quedaron las estacas pintadas que sirvieron de testigo para indicar que allí se encontraba una semilla sembrada.

Tabla 03: Porcentaje de supervivencia a los 6 meses.

	T R A T A M I E N T O S														
Rep	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15
I	1	1	2	11	1	4	1	1	5	3	2	3	5	2	2
II	2	2	4	9	2	2	1	1	1	2	1	1	10	6	2
III	1	1	4	10	4	5	1	1	1	2	2	4	5	2	4
IV	1	2	7	7	3	3	1	6	10	7	3	6	9	2	1
Suma	5	6	17	37	10	14	4	9	17	14	8	14	29	12	9
Prom	1	2	4	9	3	4	1	2	4	4	2	4	7	3	2

Se quiso comprobar la resistencia de algunas especies a la mortandad y al analizar las varianzas se encontró que entre bloques hubo significación estadística al 95 %. Esta información era de esperar porque tanto la configuración del terreno como la fisiografía y la vegetación presente de cada bloque eran diferentes. Entre tratamientos, también se presentó una significación estadística atribuido a factores diversos pero que daba una señal de debilidad puesto que el promedio de 3 % no visualiza éxito alguno. Ver tabla 04.

Tabla 04: ANVA de supervivencia a 6 meses.

Fuente de var	SC	gL	CM	Fc	Ft (5 %)	Sig
Bloques	25.25	3	8	2	2.83	*
Tratamientos	280.33	14	20	5.57	1.94	**
Error	151.00	42	4			
Total	456.58	59				

Al desarrollar la prueba de comprobación de supervivencia se determinó que los tratamientos T4 y T13 huairuro y caoba respectivamente fueron los que resistieron con mayor éxito a los factores diezmantes. El porcentaje de supervivencia de estas especies llegaba a 9 y 7 % respectivamente. El resto fluctuaba entre 1 a 4% lo cual refleja una destrucción literal de la plantación.

Con ello se rechazó la hipótesis planteada al inicio del experimento que a la letra decía "Que si se establece una plantación de 15 especies forestales por la modalidad de siembra directa de semillas en sistema bajo dosel protector, al cabo de un año por lo menos la mitad arrojará una supervivencia mayor de 50 %". Es mas, no fue necesario llegar a 12

meses puesto que a la mitad del tiempo previsto ya había desaparecido la plantación.

Tabla 05: Prueba de comprobación de supervivencia de 6 meses.

Ord. de trat.		T4	T13	T3, T6,T9,T10 y T12	T5 y T14	T2, T8, T11 y T15	T1 y T7
Promedios		9	7	4	3	2	1
AES (5%)	5.07						
Sx.	0.948						
DSH(T)	4.807						
Sig		aaaaaaa					
				xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx			

Al indagar sobre los causantes de esta reducción se pudo notar que en primer término los plantones al emerger fueron atacados por insectos defoliadores representado por la oruga de la mariposa. En efecto, en el bosque se observó varias especies de mariposas adultas multicolores todos demostrando aspecto inofensivo los cuales en su estadio larval sobre todo de noche se comporta como masticadores de hojas y tallos suculentos siendo de su preferencia especial aquellas plantas jóvenes. Los grillos como la *Acheta domesticus* de la familia Grillidae, también se alimenta de hojas y tallos jóvenes con mayor predilección de los brinzales del sotobosque. Su sistema de alimentación de estos insectos les permite masticar hojas y tallos tiernos por lo que se comporta no sólo como defoliadores si no que destruye toda la plántula que encuentra al paso. El kuki o curuhuinsi (*Atta sp*) familia Formicidae, es otro agente que tienen la particularidad de trozar el tallo de las plántulas y hojas hasta en distancias que fluctúan entre 20 a 30 metros de ambas márgenes de su camino. Algunas especies son atacadas con mayor saña que otras. Cuando atacan a especies forestales adultas las hojas presentan cortes característicos que a simple se puede reconocer al causante. Por su abundancia, el control de los insectos en general es casi imposible con medios convencionales.

Las ratas (*Rattus sp* familia Muridae) también abundan en el bosque y consumen los cotiledones principalmente de las semillas cuya germinación es epigea como la mayoría de las leguminosas. A las plantas hipogeas como las palmeras destrozan los cogollos eliminando el meristemo de crecimiento apical por el cual la plántula muere. Otro grupo de mamíferos herbívoros son los sajinos (*Tayassu tajacu*) guanganas (*Tayassu pecarí*) ambos de la familia Tayassuidae que

guardan un parecido con la alimentación y costumbres de los cerdos domésticos. Aunque su abundancia es relativa, siempre circulan en el área por ser un bosque primario único refugio de la fauna silvestre. Otro depredador de plantones son los motelos (*Geochelone denticulata*) que participan en el consumo de brinzales.

El clima a través de la precipitación y la temperatura regula el crecimiento y la supervivencia de los plantones. A mayor lluvia mayor humedad del suelo que favorece directamente al crecimiento de los plantones y a mayor tiempo de sequía la mortandad de plantones es alta. La competencia por la luz solar es otro factor decisivo que controla la proliferación de especies en el sotobosque. Como afirma Valladares 2006, la radiación disponible influye en numerosos procesos fisiológicos, morfogenéticas y reproductivos de plantas y animales que confluyen en un efecto significativo en el funcionamiento del ecosistema.

La selección de brinzales de la regeneración natural es un proceso sostenido que realiza la naturaleza. Arteaga e Izaguirre 2004, encontraron que la plantación en claros obtuvo el menor porcentaje de supervivencia con 48%, mientras que el taungya arrojó 72 % de supervivencia y 63 % del de fajas de enriquecimiento. Ello explica que las plántulas son auto controladas porque son objetos de una selección natural tanto en su presencia como en su crecimiento. Sobreviven solo aquellos que presentan cualidades superiores de adaptabilidad al medio donde se encuentra. En este contexto los rayos solares son indispensables para realizar la fotosíntesis, por ello en el sistema taungya hubo mayor sobrevivencia porque los cultivos agrícolas asociados no produjeron tanta sombra como en los claros y fajas de enriquecimiento.

En la evaluación programada a los 12 meses que corresponde al crecimiento de los plantones se ha comprobado que algunas especies como pashaco (T1), yacushapana (T6), catahua (T10) y pumaquiro (T12) han desaparecido por completo lo que explica la susceptibilidad de éstos para la dieta de los herbívoros presentes en el bosque del CICFOR Macuya, Arteaga e Izaguirre 2004, Arguelles s/f, y otros reportan experiencias silviculturales similares pero con especies forestales nativas de Centro América. Ver tabla 06.

Tabla 06: Altura de plantones en 12 meses (cm).

	T R A T A M I E N T O S														
Rep	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15
I		0.54	0.23	0.24	0.62		0.33	0.13	0.12		0.61		0.38	0.62	0.17
II		0.21	0.24	0.21	0.52		0.32	0.16	0.16		0.26		0.25	0.36	0.14
III		0.32	0.3	0.26	0.42		0.18	0.18	0.22		0.30		0.32	0.42	0.22
IV		0.16	0.18	0.27	0.30		0.22	0.22	0.18		0.31		0.27	0.52	0.36
Suma		1.23	0.95	0.98	1.86		1.05	0.69	0.68		1.48		1.22	1.92	0.89
Prom		0.31	0.24	0.25	0.47		0.26	0.17	0.17		0.37		0.31	0.48	0.22

El rango de altura promedio de los plantones fluctúa ente 0.17 m que arrojaron el azúcar huayo y quillobordón (T8 y T9) respectivamente y 0.48 m. del estoraque (T14). En la evaluación individual, la huimba (T5) alcanzó 0.62 m y copaiba (T15) 0.14 m. estas alturas son coincidentes con el tamaño que alcanza una plántula durante el primer año de vida inclusive en condiciones de vivero. Como sostiene, Román et al 2007, mayor desarrollo a futuro dependerá del mantenimiento de la plantación y las enmiendas que se pueda aplicar al suelo que ocupan. La ventaja de estos plantones es que ya permanecen en terreno definitivo por tanto de algún modo ya están adaptados a las condiciones medio ambientales imperantes.

Considerando que las 15 especies experimentadas pertenecen al grupo de nativas no se observó variación en el crecimiento con relación a la fisiografía del área experimental que reporta Ugalde 1988, Los tamaños alcanzados por las plantas son normales y similares a lo que alcanza en un periodo de un año tanto en vivero permanente o volante. Eso sí, las variaciones obedecen a las características genotípicas y fenotípicas propias de cada especie.

CONCLUSIONES

1. Las semillas germinaron en un promedio de 93 % acorde a sus características de buena calidad expresadas en su viabilidad.

2. A los 30 días después de la siembra, la evaluación la supervivencia registró un 93 % de plantones vivos.

3. A los 06 meses el porcentaje de supervivencia se redujo a 3 %.

4. A los 12 meses los plantones crecieron en promedio 35 cm.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arguelles L, T. Synnott, S. Gutiérrez y B. del Ángel s/f. Regeneración y silvicultura de la caoba en la Selva Maya Mexicana, Ejido de Noh Bec. Recursos Naturales y Ambiente Vol. 44. 45 52 p.

Arteaga L. 2007. Fenología y producción de semillas de especies arbóreas maderables en un bosque húmedo montano de Bolivia. Revista Boliviana de Ecología y Conservación del Ambiente Nº 21. pp. 57 - 68.

Arteaga B, e Izaguirre C. 2004. Comportamiento de especies tropicales bajo tres sistemas de plantación. Revista Foresta Veracruzana Vol. 06 (1) - pp. 45 - 51.

Cabrelli D. 1992. Efecto de la radiación solar bajo dosel sobre el crecimiento de la regeneración de especies heliófitas durables en el bosque húmedo tropical y su respuesta a la intervención silvicultural. Tesis para optar el grado de Maestro en la CATIE Costa Rica.

Castdot, G. y Bocanegra, W. 1987. La siembra directa en viales una alternativa a la plantación en fajas. Avances silviculturales en el Asentamiento Rural Forestal Alexander von Humboldt del Proyecto silvo - agro - pastoril". Convenio Perú Bélgica. 20 p.

Chávez, J. 1999. Experimentos sobre siembra directa de especies forestales tropicales en Comité de Reforestación Pucallpa. Tesis para optar el título de Ingeniero Forestal en la FCF - UNCP - Huancayo. 60 p.

Delgado A. M. Montero, O. Murillo, M Castillo 2003. Crecimiento de especies forestales nativas en la zona norte de Costa Rica. Revista Agronomía Costarricense Vol. 27 (1): 63 - 78 p.

Díaz M, Duarte G, y Fernández M 2000. La siembra directa y los sistemas mixtos de producción en el oeste de Buenos Aires. Publicación N° 33 del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Estación Experimental General Villegas República Argentina. Pp 3 - 17.

García R, Espinosa D, Figueroa B, García N, Gallardo J, y Paneque P. 2005. Efecto de la siembra directa en las reservas orgánicas de un vertisol de Guanajuato (México). Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias Vol. 14, N° 4, pp. 38 - 44.

Godoy M, G. Defossé y M. Thren. 2007. Especies forestales promisorias para la diversificación de forestaciones en la Patagonia Argentina. Revista Bosque Vol. 28 (1). 25-32 p.

Limache, A. 2004, Conceptos básicos para el establecimiento de plantaciones forestales tropicales. Documento impreso en la Universidad Nacional de Ucayali, Facultad de Ciencias Forestales. Pucallpa - Perú. 40 p.

Lázaro J. Reísa, L. Lett, G. Mendivil, M. Agostini, C. de Pablo y R. Balbuena 2004. Efectos de los sistemas de labranza y la inoculación en soja en siembra tardía. AGRISCIENTIA Vol. XXI (2) pp 59 - 66.

López, M. 1996. Siembra directa de cinco especies forestales con fines agroforestales en Bosque Nacional Alexander von Humboldt. Tesis para optar el Título de Ingeniera Forestal. FCF - UNCP - Hyo. 47 p.

Mata M, Treviño E, Jiménez J, Aguirre O, Alanís E, y Salinas W. 2010. Evaluación de la siembra directa con especies de pino en la restauración de un ecosistema semiárido - templado. Revista Ciencia UANL Vol. XII - N° 01. 72 -77 p.

Molina P. 2009. Caracterización y evaluación preliminar de plantaciones forestales en la cuenca del río Aguaita, Amazonía Peruana.

Mollinedo M, 2003, Relación suelo-planta, factores de sitio y respuesta a la fertilización, en plantaciones jóvenes de teca (*Tectona grandis* L. f.), en la zona Oeste, Cuenca del canal de Panamá. Tesis de la Escuela de post grado del Centro Agronómico Tropical de Costa Rica. Turrialba, Costa Rica. 63 p.

Navarro C. 1999. Diagnóstico de la caoba (*Swietenia macrophylla King*) en Mesoamérica. Revista Genética del Centro Científico Tropical. 25 p.

Niembro A., J. Márquez y E. Ramírez 2006. Emergencia y crecimiento de plántulas de 20 familias de caoba (Swietenia macrophylla King - Meliaceae) procedentes de una plantación en el Estado de Campeche México. Foresta Veracruzana Vol. 8 Nº 02. 33 -38 p.

Paiz M. 1994. Factores que afectan la regeneración natural de *Pinus oocarpa* SCHIEDE en un bosque seco de la Brea - Guatemala. Tesis para optar el Grado de Magíster Scientiae. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba - Costa Rica. 96 p.

Palomino J. y Barra M. 2003. Especies forestales nativas con potencial para reforestación en la provincia de Oxapampa y fichas técnicas de las especies de mayor prioridad. PRO NATURALEZA. Programa Selva Central - Oxapampa. 91 p.

Petit J, A. Padilla, D. Padilla y M. Castillo 2005. Siembra directa con *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit para producción de forraje en el Jardín Botánico "Carlos Liscano" de Mérida, Venezuela. Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente. Vol. 11 Nº 01. 33 - 38 p.

Piotto D. 2001.Plantaciones forestales en Costa Rica y Nicaragua: Comportamiento de las especies y preferencia de los productores. Tesis para optar el grado de Magíster Scientiae - Escuela de Post grado - Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza CATIE - Costa Rica. 130 p.

Principi, M..; Mattana, R..; Cardinali, O. y Colodro, J. 2007. Experimentación de un prototipo para siembra directa de grano fino de soja Revista Internacional de Argentina RIA 36(1) pp 83 - 96.

Román F., S. Levy, H. Perales, N. Ramírez, D. Douterlougne y S. López 2007. Establecimiento de 6 especies nativas en un pastizal degradado en la selva lacandona de Chiapas - México. Ecología Aplicada Vol. 6 Nº 1 - 2. 1 - 8p.

Tesouro O., J. D´Amico, D. Paredes, A. Romito, M. Roba y S. Duro. (2009). Efecto de diferentes diseños de cuchillas de corte primario en la implantación de trigo (*Triticum aestivum*) en siembra directa - Castelar - Argentina. Proyecto Específico: Mejoramiento de la Implantación de los Principales Cultivos. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Informe Técnico de Siembra Nº 3. 7 p.

Ugalde A., LA. 1988. Evaluación del crecimiento de *Tectona grandis* y *Bombacopsis quinata*, en diferentes regiones de Costa Rica. Plantaciones en sistema MIRA. Turrialba, CR, CATIE. s.p.

Valladares F. 2006. La disponibilidad de luz bajo el dosel de los Bosques y matorrales ibéricos estimada mediante fotografía hemisférica. Revista *Ecología*, Nº 20. pp. 11-30.

"Cuando respiras aire, inhalas vida; cuidando el planeta, cuidas tu vida"

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