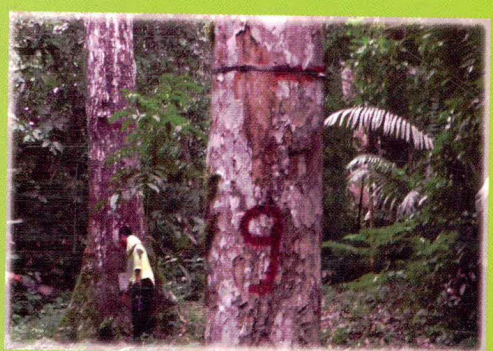
ISSN 1992-0415

REVISTA FORESTAL DE UCAYALI

Vol. 8 Año 2013 Nº 1



CAMA DE GERMINACIÓN EN EL BOSQUE MACUYA



EVALUACIÓN DE ARBOLES EN MACUYA



PROBETAS DE MADERA

PUCALLPA, PERÚ

ISSN 1992-0415

REVISTA FORESTAL DE UCAYALI

Rev. For. Ucayali

Vol. 8 Año 2013 N° 1

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

PUCALLPA, PERÚ

DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN

Director: Ing. Fermin Campos Solorzano

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

COMITÉ EDITORIAL

Ing. Edgar Juan Diaz Zuñiga, M.Sc.
Ing. Manuel Iván Salvador Cárdenas, M.Sc.
Ing. Rubén Dario Manturano Pérez, M.Sc.

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

Diseño Gráfico: Claudia Katherine Medina Padilla

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.8 2013 Nº1

Armando Santillán Pérez, Roly Baldoceda Astete.
"Análisis del Diámetro a la Altura del Pecho (DAP) y de las Fases Lunares en la Producción de Látex en Árboles de *Croton Lechleri* Muell. Arg. (Sangre de Grado)". 5

Francisco Da Silva Chosna, Manuel Iván salvador Cárdenas.
"Análisis de las Intervenciones Efectuadas por la Administración Técnica Forestal y de Fauna Silvestre de Pucallpa (ATFFS) a los Productos Maderables en el Periodo 2006 - 2008". 29

Gerardo Isaác Cavero Oroche, Oscar A. Barreto Vásquez.
"Caracterización de los Sistemas Extractivos de los Recursos Forestales en la Comunidad Indígena San Mateo del Alto Abujao". 51

Emerson Rengifo Laurell, Edgar Juan Díaz Zúñiga.
"Caracterización de Suelos de la Cuenca del Río Abujao, Pucallpa - Perú". 78

Jhosepy Gutiérrez Saavedra, Fernando Velásquez de la Cruz.
"Comparación del Tiempo de Recorrido, Pendientes y Distancias de Dos Caminos Forestales del CICFOR Macuya". 98

Aparicio Limache Alonzo.
"Comparativo de Métodos de Estimación del Volumen de Biomasa en Bosques Tropicales de Pucallpa - Perú". 117

Jorge González Guerreiro, David Gerardo LLuncor Mendoza.
"Determinación de las Propiedades Físicas y Organolépticas de la Madera de *Clarisia Racemosa* Ruiz & Pav. (Mashonaste), a Diferentes Niveles del Fuste del Árbol Proveniente del Centro de Investigación y Capacitación Forestal - Macuya". 141

Aparicio Limache Alonzo.
"Efecto Biocida de Especies Forestales en Artropodos Tropicales". 164

Reydelinda Reátegui Guerra, Robert Gilbert Pecho De la Cruz, David Gerardo Lluncor Mendoza, Jorge Luis Vergara Palomino.
"Evaluación de las Propiedades Físicas del *Dendrocalamus Asper* (schultes F.) Backer (bambú) del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva. 182

Edward Joel Estela Sánchez, Fernando Velásquez de la Cruz.
"Trazo de un Camino Forestal con datos del *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) en el Bosque Macuya". 197

Luis A. Tucto Quijano, Roly Baldoceda Astete, Clovis Ramírez Ramírez.
"Zonificación del Potencial Productivo de *Guazuma Crinita* (Bolaina Blanca) en el Distrito de Campo Verde através de la Estimación de calidad de Sitio en Base al Indice de Sitio". 216

ANÁLISIS DEL DIÁMETRO A LA ALTURA DEL PECHO (DAP) Y DE LAS FASES LUNARES EN LA PRODUCCIÓN DE LÁTEX EN ÁRBOLES DE*Croton lechleri Muell. Arg.* (SANGRE DE GRADO)

ANALYSIS OF A DIAMETER BREAST HEIGHT (DAP) AND MOON PHASES IN THE PRODUCTION OF LATEX IN TREES *Croton lechleri Muell. Arg.* (BLOOD OF GRADE)

Armando Santillán Pérez[1], Roly Baldoceda Astete[2]

RESUMEN

Los objetivos del presente trabajo fueron: determinar la relación entre el diámetro y la producción de látex de sangre de grado; conocer las variaciones de la producción de látex por categoría diamétrica; determinar el diámetro mínimo de corta y conocer los efectos de las fases lunares en la producción de látex de sangre de grado.

El estudio se realizó en el Distrito de Tournavista, Provincia de Puerto Inca, Departamento de Huánuco, sector quebrada Rompe Km. 34 de la Carretera Fernando Belaunde Terry, en un área de 6 ha. 5.422 m^2. La muestra para determinar la relación entre el DAP y la producción de látex lo conformaron 54 árboles; para la producción por categoría diamétricas fueron 40 árboles, distribuidos en seis categorías diamétricas y de 5 árboles por cada fase lunar (20 árboles).

Los resultados ponen en evidencia que existe una relación altamente significativa entre el diámetro del árbol y la producción de látex de *Croton lechleri* Muell Arg.; el diámetro mínimo de corta con el método "talado y sangrado en anillos" debe ser 27 cm; las producciones más altas de látex se observó las categorías diamétricas D y E con 1,563.0 y 1,753.3 cm^3, y por último se encontró que no existen diferencias significativas entre la producción de látex de los árboles de *Croton lechleri* Muell. Arg por efecto de las cuatro fases lunares.

Palabras clave: *Croton lechleri*, producción de látex, relación diámetro - producción látex, fases lunares.

[1] Ing. Forestal - UNU.

[2] Profesor, Principal de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales - UNU.

ABSTRAC

The objectives of this study were to determine the relationship between the diameter and blood latex production grade; identify the different latex production by diameter class; determine the minimum cutting diameter and know the effects of the moon phases in the production of latex grade blood.

The study was conducted in the District of Tournavista, Puerto Inca, Huanuco Department, Broken Breaks Km industry. Highway 34 Fernando Belaunde Terry, in an area of 6 ha. 5,422 m^2. The sample to determine the relationship between DAP and latex production was made up 54 trees; for production by diameter class were 40 trees in six diameter categories and 5 trees for each moon phase (20 trees).

The results show that there is a highly significant relationship between tree diameter and latex production *Croton lechleri Muell Arg.*; the minimum cutting diameter with the method "cut and bleeding rings" should be 27 cm; the highest yields of the latex diameter categories D and E with 1563.0 and 1753.3 cm^3 was observed, and finally found no significant differences between the production of latex trees *Croton lechleri Muell Arg* effect of the four lunar phases.

Keywords: *Croton lechleri,* latex production, diameter ratio - latex production, lunar phases.

INTRODUCCIÓN

El bosque tropical del Perú presenta una de las biodiversidades más grandes en el mundo, y las plantas medicinales representan uno de sus componentes más importantes. El *Croton lechleri* Muell Arg. (sangre de grado) es una especie forestal que se desarrolla en el bosque tropical muy húmedo y tiene valor económico debido a sus propiedades medicinales que tiene el látex como: antiinflamatorio, cicatrizante, citotóxico, estimulante, antibacterial, antimicótico, antiviral y antioxidante, según (Forero *et. al* 2000).

Macbride (1964), citado por Ñaupari (1993) indica la siguiente taxonomía de la especie *Croton lechleri M. Arg.*

Reino	:	Vegetal.
Subreino	:	Cormófito embrionado.
División	:	Angiospermas.
Clase	:	Dicotiledóneas.
Subclase	:	Arquiclamideas.
Orden	:	Geraniales.
Familia	:	Euphorbiacea.
Género	:	Croton.
Especie	:	*Croton lechleri* Muell. Arg.
Nombre común	:	Sangre de grado.
Sinonimia	:	Sangre de dragón, Palo de grado.

Sin embargo su aprovechamiento y comercialización ha puesto en riesgo la existencia de la especie, la cual esta amenazada por la deforestación, la agricultura migratoria, incendios forestales y por la sobreexplotación. La demanda actual del látex asciende a unos 100 000 galones anuales sólo para el mercado americano. Se espera en los siguientes diez años se incremente en forma constante con volúmenes estimados de 150 0.00 a 750 000 galones (Nalvarte *et. al.,* 1999).

Para proveer las necesidades del mercado se requiere materia prima en volumen y calidad, por consiguiente es preciso desarrollar técnicas de sangrado o bien formas de manejo de áreas naturales con abundancia de sangre de grado y plantaciones de sangre de grado. Así mismo es necesario desarrollar sistemas agroforestales y de agrosilvopastura para garantizar la sostenibilidad tanto económico, social y ambiental, lo que necesariamente implica un proceso de domesticación.

Sangre de grado es una de las plantas medicinales más ampliamente conocidas en el Sur del hemisferio. El látex que produce ha sido utilizado por los pueblos indígenas desde tiempos inmemoriales. Entre las aplicaciones más comunes se emplea para los problemas gastrointestinales (diarreas, úlceras intestinales y gastritis), para enfermedades de la piel producidas por hongos y virus, infecciones

respiratorias (tos, faringitis, neumonía, tuberculosis, etc.), Tradicionalmente se toma por vía oral entre 5 a 20 gotas del látex mezcladas en agua fría o tibia, en jugos, en leche o en alcohol; la frecuencia puede ser de 1 a 3 veces en el día, durante 3 o 4 semanas; cuando se aplica sobre la piel usar tres veces al día. No se conocen efectos colaterales para el uso de este látex (Ubillas *et. al.*, 1994; Zak, 1991 citados por Forero *et. al.*, 2000).

Del género *Croton*, se han aislado 30 alcaloides, 22 con estructura conocida, siendo los principales: solutaridina, taspina, sinoacutina, sparciflorina; también se encuentran ácido benzoico, pigmentos, taninos y otros compuestos (Pinedo *et. al.*, 1997). Este látex es muy utilizado en la medicina tradicional y en la industria farmacéutica, debido a que en su composición se encuentran elementos como la taspina que en forma de clorhidrato de taspina estimula la cicatrización de las heridas, el alcaloide fenantrénico y el lignano 3, 4 - 0 - dimetilcedrusina tienen propiedades anti - inflamatorias, la proantocianidina sp - 303 inhibe diferentes virus respiratorios, así como el del herpes, hepatitis A y B y próximamente saldrá en venta un medicamento para la diarrea crónica en pacientes con SIDA, denominado Provir (Forero *et. al.*, 2000).

En el Ecuador y Perú se emplea intensivamente para catarros, problemas de flujo en los pulmones, diarrea, úlceras estomacales, cortaduras, llagas, infecciones por herpes, y para el dolor después de la extracción de los dientes (Alarcón *et al.*, 1994 citado por Forero *et. al.*, 2000).

Actualmente se cuenta con pocos estudios sobre las técnicas de aprovechamiento del látex *Croton lechleri* Muell Arg. (sangre de grado), por consiguiente sobre su producción en función al diámetro del árbol. Además es muy común escuchar en la población rural de la amazonía, que la producción de látex de sangre de grado se ve influenciada por la posición lunar. Por estas razones se planteó responder las siguientes interrogantes: ¿Existirá una relación entre el diámetro y el volumen de látex del árbol?, ¿Cuál es el diámetro mínimo de corta del *Croton lechleri* Muell Arg.)? y ¿La producción de látex estará influenciada por las fases lunares?.

Los resultados de la investigación permitirán entender mejor desde el punto de vista técnico científico, la relación que existe entre el diámetro y la producción de látex de sangre de grado, a su vez conocer las diferentes variaciones de la producción de látex por categoría diamétrica en determinadas condiciones. También será posible el conocimiento de los efectos de las fases lunares en la producción de látex desangre de grado. Desde el punto de vista económico, conociendo la época más adecuada de cosecha y el diámetro más óptimo permitirá una extracción más eficiente y rentable para el poblador rural, por ende una actividad que pueda generar mayores ingresos a las actividades de reforestación y otras actividades agrícolas.

Los objetivos del presente trabajo fueron: determinar la relación entre el DAP (diámetro a la altura del pecho) y la producción de látex, determinar el DAP mínimo de corta, determinar la producción de látex por categoría diamétrica y verificar si las fases lunares influencian la producción de látex de sangre de grado.

MATERIALES Y MÉTODOS

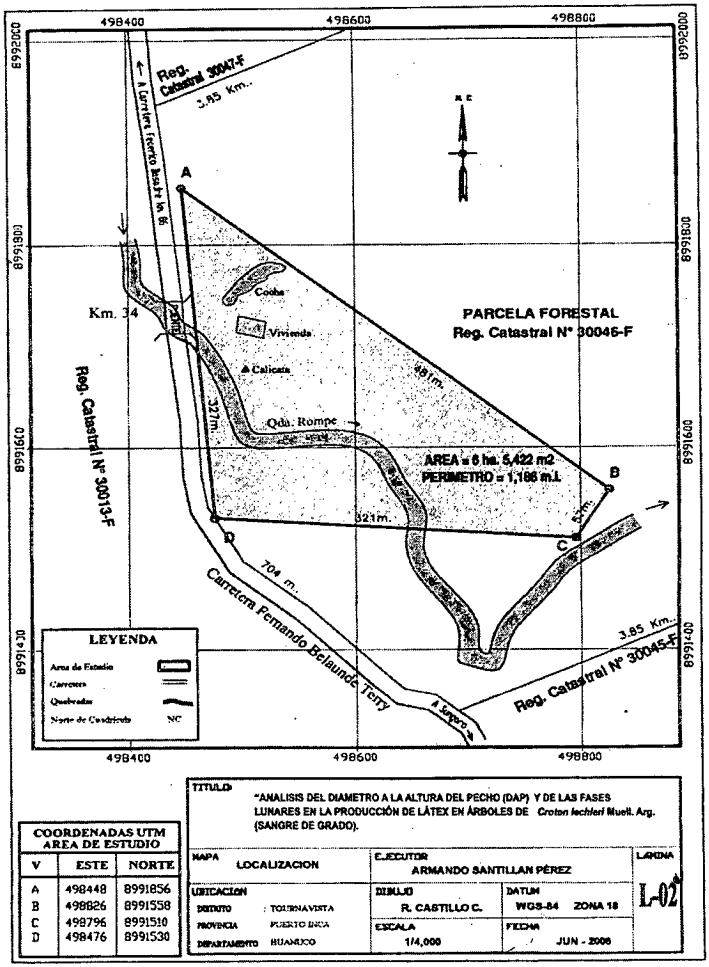
Descripción y Características del Área de Estudio:

Ubicación y extensión.

El estudio se realizó, en el Distrito de Tournavista, Provincia de Puerto Inca, Departamento de Huánuco, abarcó una superficie de 6 ha. 5,422 m^2. Para efecto del trabajo de campo se ha consideró el sector: quebrada Rompe Km. 34 de la Carretera Fernando Belaunde Terry (Carretera Federico Basadre Km. 86 - Sungaroyacu) y fue geo - referenciado como indica el la tabla 1.

Tabla 1. Coordenadas en U.T.M. del área de estudio.

Vértice	Este	Norte
A	498448	8991856
B	498826	8991558
C	498796	8991510
D	498476	8991530



Mapa 1. Localización del área de muestreo.

Clima.

La zona climática de Alexander Von Humboldt, se caracteriza por presentar dos épocas bien diferenciadas, una muy húmeda y otra húmeda. La época muy húmeda se inicia de Agosto a Mayo y la época húmeda de Junio a Julio. La precipitación anual alcanza a 3 956.71 mm, la temperatura media anual es de 26.6 °C, con una máxima de 29.9°C y una mínima de 23.3°C. La humedad relativa media anual es de 78.5% con una máxima de 94.7% y una mínima de 65.5% (Baldoceda 1993).

Fisiografía.

El área de estudio tiene una configuración topográfica de colinas bajas, el cual presenta pendientes que varían entre 18 a 20 % (ONERN 1983).

Suelos.

Son suelos de origen aluvial muy antiguo; de textura Franco Arcilloso (Fr. Ar.), que se caracterizan por la predominancia de la fracción arcilla (38%), seguido de la fracción limo (34.50%) y la arena con un 27.50%. Por sus características morfológicas, físicas y químicas, se trata de suelos con un avanzado desarrollo pedogenético, que por su alta saturación de bases (PSB) que superan el 35% y otras evidencias, se trata del orden *Alfisols*, suborden *Udalfs*, gran grupo *Paleudalfs* faltando identificar el respectivo subgrupo (Díaz 2002).

En relación a sus propiedades químicas, este suelo presenta una reacción ácida (pH 5.32) (Soil Survey Manual). El contenido de materia orgánica (MO) derivado a partir del carbón orgánico (CO = 1.41%) es de 2.5%, que llevado a nitrógeno mineral o disponible, significa aproximadamente 80 Kg. de N - disponible/ha/año (nivel medio). El contenido de fósforo es de nivel cercano al medio (6.53 mg/kg de suelo). El contenido de potasio en términos de K_2O (K x 1.2) derivados a partir del catión K^+ es de aproximadamente 310 kg/ha, que puede considerarse de nivel medio. La Capacidad de Intercambio Catónico (CIC), que resulta de la suma de cationes cambiables alcanza un valor de 24.48 cmol (+) /kg de suelo.

INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS:

Equipos.

- 01 GPS. Garmin.
- 01 Brújula suunto.
- 01 Altímetro.
- 01 Hipsómetro de Haga.

Maquinarias .

- 01 Motosierra Sthill 070.

Herramientas.

- 02 Raquetas.
- 01 Cinta dimétrica.
- 01 Pie de rey.
- 01 Canaleta de metal.
- 01 Machete.
- 01 Tijera podadora.

Materiales de estudio.

- 60 Árboles de Sangre de Grado.
- 02 Muestras Botánicas.
- 01 Carta Nacional.
- 01 Calendario lunar.
- 01 Probeta Graduada.
- 01 Lámpara Petromax.
- 01 Jarra Graduada.
- 60 Baldes.
- 01 Galonera.

PROCEDIMIENTO.

Fase de campo:

a) **Fase preliminar.**- En esta fase se recopiló la información existente de la zona en estudio y con la ayuda de mapas y cartas nacionales se realizó un diagnóstico de la composición florística de los bosques

Secundarios en el Km. 8, 14, 18, 23 y 34 de la Carretera Fernando Belaunde Terry, para verificar la existencia de poblaciones de la especie del género *Croton*.

b) **Identificación y selección del bosque secundario.-** Para definir el área en estudio se tuvo en cuenta que el bosque secundario no haya sido alterado durante el proceso de sucesión, desde su inicio, escogiéndose el sector quebrada rompe Km. 34 Carretera Fernando Belaunde Ferry, por existir mayor densidad poblacional de sangre de grado. Los criterios establecidos fueron:

Bosque secundario de ocho años.- Se tuvo en cuenta la edad estimada del bosque, considerando que los árboles hayan alcanzado mayor producción de látex a esa edad.

Accesibilidad.- Se consideró la accesibilidad de la Carretera Fernando Belaunde Terry.

c) **Identificación y selección de árboles.-** Para la identificación taxonómica de la especie se seleccionaron dos muestras botánicas representativas de una población de 147 árboles de sangre de grado. Las muestras fueron etiquetadas, registradas e identificadas en el Herbario Regional de Ucayali del Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de Altura (IVITA - Pucallpa).

d) **Tamaño de la muestra.-** Para determinar la relación entre el DAP y la producción de látex fueron seleccionados 54 árboles de 6 cm a más de DAP; para el análisis de producción de látex por categoría diamétrica se utilizaron los mismos volúmenes del caso anterior, pero solo árboles con DAP superior a 15 cm, resultando en este caso una muestra de 40 árboles.

Para verificar la influencia de las fases lunares en la producción de látex de *Croton lechleri* Muell. Arg. Consistió en seleccionar 20 árboles distribuidos 5 árboles por cada fase lunar de una población representativa de 147 individuos, más o menos homogéneos en diámetro, altura, copa del árbol, condiciones climáticas, edáficas y biológicas, con la finalidad de evitar efectos de variabilidad dentro

del experimento, estos fueron marcados con pintura y codificados sobre el fuste del árbol a una altura de 1.30 m de la base.

e) **Métodos de extracción de látex de *Croton lechleri* Muell. Arg. (Sangre de grado).-** En el presente trabajo de investigación se aplicó dos métodos de extracción de látex, que se detalla a continuación:

Sangrado talando el árbol y haciendo anillos.- Primeramente se despejó los alrededores de 40 árboles dejándolos libres de lianas y/o bejucos, para facilitar su caída; así mismo se despejaron los caminos de acceso. Los árboles seleccionados fueron distribuidos en seis categorías diamétricas que se detallan a continuación:

A= 15.1 a 20 cm.
B= 20.1 a 25 cm.
C= 25.1 a 30 cm.
D= 30.1 a 35 cm.
E= 35.1 a 40 cm.
F= Igual o mayor a 40.1 cm.

Antes de talar el árbol se tuvo en cuenta la inclinación de la copa del árbol para facilitar la labor de sangrado, además, se colocaron dos troncos cortados de manera que reciban la caída del árbol al ser talado. Esto permitió que haya una distancia entre el árbol y el suelo, posibilitando el espacio necesario para extraer el látex.

Con una motosierra se hizo la muesca y el corte de caída del árbol a unos 25 cm de su base, orientando la caída sobre la base de los troncos que actuaban de soporte. Luego del talado, el fuste del árbol quedó inclinado con la copa en la parte inferior. Esta posición facilitó el trabajo de sangrado y que el látex corra en dirección de la pendiente.

Después de la caída del árbol, con una rasqueta se hizo un corte en la base de la primera ramificación, debajo de esta se colocó una bandeja para colectar el látex que empezó a escurrir. Luego con una liana se sujeto el plástico de 5 m de largo en la parte inferior del fuste, el cual se uso como canal para colectar el látex, tal como se

muestra en la fotografía 1.



Fotografía 1. Sangrado talando el árbol y haciendo anillos.

Posteriormente con la rasqueta se iniciaron cortes en el fuste, desde la base de la primera ramificación, en anillos cada 15 cm hasta 30 cm de su base. Cada corte tuvo 1 cm de ancho y una profundidad de corte de 3.80; 3,95 y 5,99 para las categorías A, B y C; y de 8.97 mm para las categorías diamétricas D, E y F respectivamente, la extracción de látex se realizó de 5 a 9 a.m. en todos los casos. Además, por árbol se tomó dos ramas primarias con diámetros y longitudes razonables para el sangrado, en el cual se instaló el canal de plástico y se efectuaron cortes cada 15 cm para colectar el látex.

Después de 40 minutos y cuando no se observó goteo de látex, se juntó el líquido en una jarra, para verter y medir la producción de látex de *Croton lechleri* Muell Arg. en una probeta, por categoría diamétrica.

El método de sangrado talando el árbol y haciendo anillos se aplicó en los árboles destinados para el análisis de la relación entre el DAP y la producción de látex de sangre de grado.

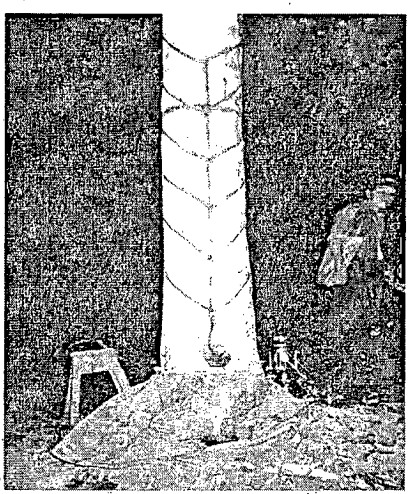
Sangrado del árbol en forma de "V" o método del shiringuero.

Antes de la extracción del látex se despejó la vegetación alrededor de los árboles y los caminos de acceso, así mismo se tuvo en cuenta la inclinación de la copa del árbol para facilitar la labor de sangrado.

En el fuste del árbol se trazó una línea recta vertical (línea base) de 1 m de longitud, desde la parte más alta del recolector, hasta antes de 25 cm del suelo. Para trazar la línea base se utilizó plumón indeleble, regla y transportador.

Desde el extremo superior de la línea base hasta la parte inferior, se trazaron al lado izquierdo y derecho 06 líneas de 25 cm de longitud, con ángulos de inclinación de 30 grados, en forma de "V" a distanciamientos de 20 cm.

Después de marcar el panel de sangrado en el fuste, con una rasqueta se fisuró sobre la línea base, de arriba hacia abajo, luego con un machete se hizo un corte transversal de 3 cm en la parte inferior de la línea fisurada, donde fue colocado una canaleta pequeña de metal, para escurrir el látex. Debajo de la canaleta fue colocada una jarra pequeña para recoger el látex, tal como lo ilustra la fotografía 2.



Fotografía 2. Método del shiringuero o sangrado del árbol en forma de "V".

Posteriormente con la rasqueta se hizo cortes de 25 cm de longitud con ángulos de inclinación de 30 grados sobre las seis líneas trazadas al lado izquierdo y derecho en forma de "V" en todo el panel marcado. Cada corte efectuado con la rasqueta tuvo 1 cm de ancho con 5 mm de profundidad.

El sangrado se realizó de 5 a 8 a.m. a cinco (5) árboles diferentes por cada fase lunar (luna nueva, cuarto creciente, luna llena y cuarto menguante), durante el ciclo lunar. Transcurrido 25 minutos que había fluido el látex y cuando no se observó goteó, se junto él líquido en una jarra, para luego verter y medir la producción el látex en una probeta graduada, con el propósito de observar la influencia lunar.

Fase de gabinete:

a) **Relación entre el diámetro del árbol y la producción de látex.-** Mediante el programa Excel 2003, se efectuó el análisis de correlación y regresión entre la producción de látex y el diámetro de los árboles, considerado como variables:

   X : Diámetro a la altura del pecho (DAP), en cm.

   Y = Producción de látex observado en cm^3.

   El modelo de regresión potencial $y = 0.1827x^{2,5794}$ fue el que mejor explica el análisis de producción. Para un mejor ajuste de la regresión potencial, se consideró diámetros comprendidos entre 6.0 cm hasta 43.6 cm. Este análisis también permitió determinar el diámetro mínimo de corta para la producción de látex de *Croton lechleri* Muell. Arg.

b) **Producción de látex por categoría diamétrica .-** Para este análisis se consideraron árboles con diámetros a la altura del pecho mayores de 15 cm, debido a la producción considerable de látex a partir de este DAP. Se establecieron 6 categorías diamétricas siendo el tamaño de clase 5 cm de DAP.

c) **Análisis de la influencia lunar en la producción de látex.-** Para verificar la existencia de diferencias significativas en la producción

de latex de *Croton lechleri* Muell. Arg. por fases lunares, Se utilizó el diseño completamente al azar (DCR) unifactorial modelo cruzado fijo, siendo el factor en estudio las fases lunares siendo las variantes y a la vez los tratamientos los siguientes:

LL = Luna llena.
CM = Cuarto menguante.
LN = Luna nueva.
CC = Cuarto creciente.

El experimento estuvo constituido de 5 repeticiones por tratamiento, número de unidades experimentales = 20 y una unidad muestral = 1 árbol.

RESULTADOS

Relación entre el diámetro del árbol y la producción de látex del *Croton lechleri* Muell. Arg.

En la tabla 2 y la figura 1 presentan la relación entre el diámetro del árbol y la producción de látex de *Croton lechleri* Muell. Arg. (Sangre de grado), por el método del talado y anillado.

Tabla 2. Análisis de regresión y correlación entre el diámetro del árbol y la producción de látex.

Parámetros	R	R^2 x 100	Ecuación de Regresión
Diámetro del árbol (X) Vs Producción de látex (y)	0.950	90.22	$Y = 0.1827 \times^{2,5794}$

r = coeficiente de correlación.
r^2 = coeficiente de determinación.

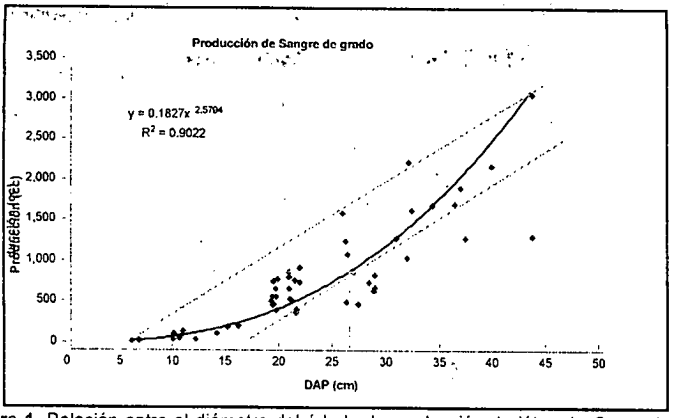


Figura 1. Relación entre el diámetro del árbol y la producción de látex de *Croton lechleri* Muell. Arg., por el método de talado.

En la tabla 3 muestra los resultados de la prueba de conformidad del coeficiente de correlación (r), cuyo valor es 0.950 lo que indica que el grado de asociación entre las variables diámetro del árbol y producción de látex es altamente significativa.

Tabla 3. Prueba de conformidad del coeficiente de correlación.

R calculado	R tabular $\alpha = 0.05$ GL= 52	Relación	Significación
0.950	0.348	$R_c \geq r_t$	Asociación altamente significativa

Determinación del diámetro mínimo de corta.

En la curva potencial que muestra la figura 1, se aprecia el punto de inflexión aproximadamente a los 27 cm de DAP, lo que nos permite afirmar que para la extracción de látex de sangre de grado con el método "talado y sangrado en anillos", conviene realizar en árboles con diámetros igual o mayor a 27 cm de DAP, por presentar los árboles a partir de este punto mayor producción; lo que equivale a decir que se debe extraer látex de árboles con producción superior a 859 cm^3.

Producción de látex por categoría diamétrica en árboles de *Croton lechleri* Muell. Arg. (sangre de grado).

En la tabla 4 muestra los valores de la producción de látex por categoría diamétrica y promedio global en árboles de *Croton lechleri* Muell. Arg. (Sangre de grado) por el método del talado y anillado; así como sus respectivos coeficientes de variación.

Tabla 4. Producción promedio de látex por categoría diamétrica en árboles de *Croton lechleri* Muell. Arg.

Categoría Diamétrica (DAP) (cm)	Marca de clase	Código	N° de observac.	Producción $\bar{X}$/Árbol (cm^3)	C.V.%
15.1 - 20	17.5	A	10	557.6	23.46
20.1 - 25	22.5	B	10	651.8	29.00
25.1 - 30	27.5	C	10	857.1	40.86
30.1 - 35	32.5	D	5	1,563.0	28.44
35.1 - 40	37.5	E	4	1,753.3	21.30
> 40	42.5	F	1	1,236.0	--

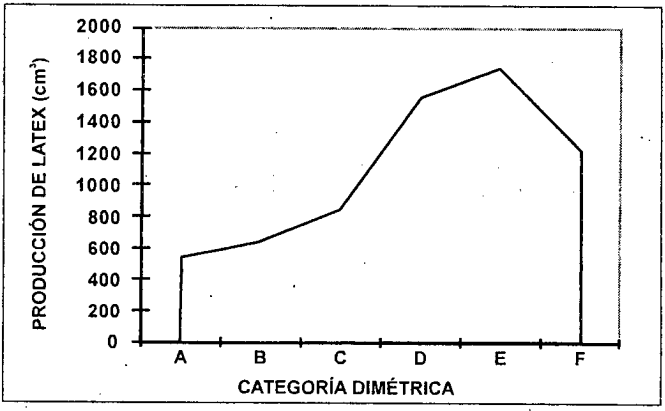


Figura 2. Producción de látex por categoría diamétrica en árboles de *Croton lechleri* Muell Arg. por el método del talado.

La tabla 4 y la figura 2 presentan la producción de látex promedio por categorías diamétricas en árboles de *Croton lechleri* Muell Arg. (Sangre

De grado), obtenido durante el sangrado del árbol haciendo anillos. Las producciones mas altas de látex se observan en las categorías diamétricas D y E con 1563.0 y 1753.3 cm^3, con coeficientes de variabilidad de 28.44% y 21.30% respectivamente; la categoría F solo cuenta con un solo dato, razón por lo que no se pudo obtener el coeficiente de variación. De igual forma las producciones mas bajas de látex se aprecian en las categorías diamétricas (A, B y C) con 557.60, 651.80 y 857.1 cm^3 respectivamente (23.46%, 29.00% y 40.86 % de C.V).

Influencia de las Fases Lunares en la Producción de Látex de *Croton lechleri* Muell. Arg. (Sangre de Grado).

Los valores de la producción de látex de ***Croton lechleri* Muell. Arg.**, por fases lunares, utilizando el método de sangrado en "V", así como sus respectivos coeficientes de variación, se presenta en la tabla 5.

La producción de látex que se muestra en la tabla 5, se obtuvo por el método de sangrado en "V" y con el árbol en pie, obteniéndose una baja producción con respecto al método "talado y sangrado en anillos". En cuanto a la influencia de las fases lunares en la producción de látex se puede observar que en las fases Luna llena y luna nueva la producción es muy heterogénea de árbol a árbol (60.79% y 35.04% de C.V. respectivamente) a pesar de tener casi el mismo diámetro; la alta variabilidad de la producción se debe a los factores de ubicación de los árboles frente los cursos de agua y por factores genéticos. Mientras que en las fases lunares cuarto creciente y cuarto menguante la producción de látex es mas homogéneo entre árboles (19.34% y 24.37% C.V. respectivamente), por que los árboles estuvieron mejor distribuidos con respecto a un gradiente de humedad.

Tabla 5. Producción de látex en cm^3 de *Croton lechleri* Muell Arg. (Sangre de grado) por fases lunares.

Árboles	Producción de látex en cm^3 de *Croton lechleri* Muell. Arg. por fases lunares				
	Luna llena	Cuarto menguante	Luna nueva	Cuarto Creciente	$\bar{X}$
1	25.00	68.00	56.00	68.00	
2	43.00	54.00	48.00	66.00	
3	24.00	34.00	115.00	46.00	
4	88.00	64.00	77.00	47.00	
5	36.00	65.00	74.00	50.00	
Σ	216.00	285.00	370.00	277.00	
$\bar{X}$	43.20	57.00	74.00	55.40	57.40
CV%	60.79	24.37	35.04	19.34	34.89

Con la finalidad de verificar la existencia de diferencias significativas en la producción de látex de *Croton lechleri* Muell. Arg por fases lunares, se realizó el análisis de varianza tal como se puede observar en la tabla 6.

Tabla 6. Análisis de varianza de la producción de látex de *Croton lechleri* Muell. Arg. (Sangre de grado).

Fuente de variación	GL	SC	CM	FC	FT	FIGN.
Entre fases lunares	3	2981.8	993.93	1,357	3.23	N.S
Error	16	11,720.0	732.5			
Total	**19**	**14,701.8**				

GL = Grados de libertad.
SC = Suma de cuadrados.
CM = Cuadrado medio.
Fc = F calculado.
Ft = F tabular.
Signif = Significación.

El análisis de variancia indica que no existen diferencias entre los promedios de producción de látex de los árboles de *Croton lechleri* Muell. Arg por efecto de las cuatro fases lunares; por consiguiente las fases lunares no influencia la producción de látex en estos árboles.

Discusión de resultados:

Relación entre el Diámetro del Árbol y la Producción de Latex del *Croton lechleri* Muell. Arg.

En las tablas 2 y 3, así como en la figura 1 se observan, que el grado de asociación entre las dos variables es altamente significativa (r = 0.950) y dicha relación está expresada por la ecuación potencial $y = 0.1827\ x^{2.5794}$. Así mismo el coeficiente de determinación (r^2) indica que la producción de látex depende en 90.22% del diámetro del árbol y el 9.78% de otros factores como: la existencia de cortaduras de cosechas anteriores, hora de cosecha, cantidad de haces laticíferos que se afecten con las incisiones, época del año (invierno o verano), profundidad de incisión, grosor de corteza del árbol (Jordán & Asociados, 1996; Hurtado, 1998), citados por Forero, *et. al*, 2000), hábitat de la planta, radiación solar, follaje, ángulo de corte, precipitación y fase lunar (Meza, 1999 y Pinedo *et. al*, 1997).

Si se compara la relación (modelo potencial) encontrada en el presente estudio entre las variables: DAP y producción de látex, con lo encontrado por Castillo (2001), quien encontró una relación lineal altamente significativa en tres épocas del año, a fines de periodo de lluvia (Mayo), época seca (septiembre) e inicio de periodo de lluvias (Diciembre), con coeficientes de determinación (r^2) 96.08%, 89.29% y 93.37% respectivamente, de donde se deduce que mejor coeficiente de determinación lo encuentra Castillo (2001) para fines del periodo de lluvia y para inicio de periodo de lluvias, frente al coeficiente de determinación encontrado en el presente estudio (r^2 = 90.22 %); sin embargo los coeficientes de determinación para la época seca son similares, ya que coincide con la época en que se registró los datos del presente estudio.

Determinación del diámetro mínimo de corta.

El DAP mínimo de aprovechamiento (27 cm) encontrado en el presente trabajo, es superior a lo señalado por Nalvarte *et. al.*, (1999) quien indica que el rendimiento está en función al diámetro del árbol, a mayor diámetro mayor rendimiento, fijando 20 cm como el diámetro mínimo de

aprovechamiento y que este DAP alcanza a los 10 años de edad; precisa además que la producción de cada árbol es difícil de estimar.

Por otro lado el DAP mínimo aprovechable encontrado es ligeramente inferior a lo mencionado por Meza (1999) y Forero *et al.* (2000), quienes precisan que una planta de "sangre de grado", sin manejo y tratamiento silvicultural puede encontrarse en edad aprovechable a partir de 7 a 12 años, cuando alcancen los 28 m de altura y/o hayan adquirido más de 30 cm de DAP y/o la corteza haya alcanzado 10 mm de espesor. Además manifiesta que con las características indicadas se puede cosechar aproximadamente un galón de látex, garantizándose con ello un buen rendimiento de látex con cantidades suficientes de SP-303 (Proantocianidina oligomérica). Sin embargo Castillo (2001) es mas prudente al recomendar el DAP mínimo aprovechable ya que considera que este valor se encuentra entre 26 a 30 cm de diámetro.

Producción de Látex por Categoría Diamétrica en Árboles de *Croton lechleri* Muell. Arg. (sangre de grado).

La variabilidad de la producción de látex en algunas categorías diamétricas observadas en la tabla 4, se sustenta en el estudio morfoanatómico del *Croton lechleri* Muell Arg. realizada por Medina & Meza (1999), quienes mencionan que esta especie presenta tubos laticíferos no articulados ramificados, provenientes de células únicas multinucleadas que continúan su crecimiento durante toda su vida y se localizan en raíces, corteza de tallo, hoja, pero el mayor porcentaje se encuentra en la región floemática. Un corte para el aprovechamiento de látex compromete a todo el tubo laticífero y tejidos conductores, siendo difícil su regeneración, lo cual hace que los productos de asimilación (agua, sales minerales y savia elaborada) no asciendan por los tejidos, impidiendo llegar a las partes aéreas de la planta, ocasionando paulatinamente su muerte. El elevado coeficiente de variación en la producción de látex que presenta la categoría diamétrica (C), puede ser debido a que algunos árboles presentaban cicatrices de corte en la corteza.

Si comparamos la producción de látex por categoría diamétrica obtenidos en el presente estudio con los resultados encontrados por

Castillo (2001), en un estudio de relación categoría diamétrica - producción de látex, en poblaciones naturales de sangre de grado (*Croton spp)* en Ucayali, en tres periodos climáticos y en seis categorías diamétricas (15 - 20, 21 - 25, 26 - 30, 31 - 35, 36 - 40, 41- 45 cm), presenta un comportamiento similar al ilustrado por la figura 8, pero en los periodos a fines de lluvia (Mayo) e inicio de lluvias (Diciembre), registrando la máxima producción en la categoría de 36 - 40 cm en ambos periodos (1550 cm^3), situación coincidente con la categoría E del presente estudio (1753.3 cm^3). Además la tendencia de la producción en la categoría F, coincide con el de Castillo (2001) en la categoría diámetrica 41 - 45 cm, en el sentido de que la producción de látex disminuye con respecto a la categoría anterior, tal como ilustra el grafico 8; por lo tanto coincidimos con Castillo (2001) cuando manifiesta que la producción de látex es ascendente conforme asciende la clase diamétrica pero hasta la categoría 25 - 30 cm, disminuyendo ligeramente al pasar a la categoría diamétrica mayor de 30 cm, pudiéndose atribuir esto a que los árboles están en decadencia o maduros, por lo tanto la producción de látex también disminuye.

Influencia de las Fases Lunares en la Producción de Látex de *Croton lechleri* Muell. Arg. (Sangre de grado).

Es necesario indicar que no existe antecedentes específicamente sobre el efecto de las fases lunares en la producción de látex, pero si sobre las propiedades físicas de la madera de *Eucalyptus globulus* L. y *Alnus jorullensis* H.B.K. según Miguel (1984), quien precisa que los valores más bajos de contenido de humedad, densidad (saturada, básica y anhidra), contracción (tangencial, radial y volumétrica) se encuentra en la fase lunar cuarto menguante y los valores mas altos de los mismos parámetros lo encontró en la fase lunar luna nueva.

Al respecto en la fase de luna nueva, en el subsuelo se producen grandes movimientos de agua que afectan directamente las actividades agrícolas, la disponibilidad de luz lunar va en aumento y las plantas tienen un crecimiento balanceado, favoreciendo el crecimiento del follaje y raíz, siempre y cuando las restantes condiciones edafo - climáticos sean favorables (Alvarenga, 1996). Por su parte Meza (1999) precisa que la fuerza de la gravedad lunar, haría que la masa líquida de la tierra

(incluyendo en ésta los componentes líquidos de todos los seres vivos que habiten en ella), se concentre cuando se halle frente a la luna (luna llena y luna nueva); sin embargo a pesar de ello se pone de manifiesto que las fases lunares no influyen significativamente en la producción de látex, sino mas bien las condiciones edafo - climáticos, tal como lo demuestra Castillo (2001) cuando compara periodo lluvioso con periodo seco y Jones (1983) citado por Meza (1999) quien sostiene que "a medida que se incrementa el contenido relativo de agua en la célula, su potencial de presión (p), también se incrementa"; bajo esta condición se espera mayor volumen de látex por árbol.

CONCLUSIONES

1. Existe un grado de asociación altamente significativa entre las variables diámetro del árbol y producción de látex en los árboles de *Croton lechleri* Muell. Arg., dicha relación está expresada por la ecuación potencial $y = 0.1827\ X^{2.5794}$ y por el coeficiente de determinación (r^2) de 90.22 %.

2. La extracción de látex de sangre de grado por el método "talado y sangrado en anillos", es conveniente realizar en árboles con diámetros igual o mayor a 27 cm de DAP, por presentar a partir de este punto alta producción.

3. Las producciones mas altas de látex se observa en las categorías diamétricas D y E con 1563.0 y 1753.3 cm^3 respectivamente y las producciones mas bajas se obtiene en las categorías diamétricas A, B y C con 557.60, 651.80 y 857.1 cm^3 respectivamente.

4. La producción de látex es ascendente conforme asciende la clase diamétrica pero hasta la categoría 35.1 - 40 cm, disminuyendo ligeramente a partir de la categoría inmediata superior.

5. Las fases lunares no tiene efecto significativo en la producción de látex de sangre de grado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARENGA S. 1996. ¿Que influencia tiene las fases de la luna sobre las plantas y los animales? p. 1- 39. Http:// www.povi.org/moon.htm.

BALDOCEDA R. 1993. Diagramas climáticos de la zona de Pucallpa. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Ucayali. Pucallpa, Perú. p. 21.

CASTILLO A. 2001. Relación diámetro - producción de látex en poblaciones naturales de sangre de grado Croton spp. En proyecto: BIOEXPORT - desarrollo tecnológico y uso sostenible de los productos de la biodiversidad. Sub - proyecto: Sistemas de producción sostenible de uña de gato y sangre de grado en Ucayali. Informe Final, Pucallpa, Perú, IIAP, p. 1 - 17.

DIAZ E. J. 2003. Diagrama de fertilidad potencial de los suelos del Km. 34 de la Carretera Fernando Belaunde Terry (Km. 86 a Súngaro) p. 2.

FORERO L. 1992. Ethnobotanical observations on Croton lechleri Muell. Arg. In the amazon valley (Colombia). Final report submitted to shaman pharmaceuticals inc. p. 18.

MEZA E. N. 1999. Cosecha de "sangre de grado" Croton spp. y factores que influyen en su abundancia. En Meza, *et, al.*, Desarrollando Nuestra Diversidad Biocultural. "sangre de grado" y el Reto de su Producción Sustentable en el Perú. Gráficos S. R. Lta. Lima - Perú p. 95 - 121.

MEZA E. N. 1999. Diagnostico del potencial de producción de especies de Cortón spp. Oxapampa, Perú. En Meza, et .al., Desarrollando Nuestra Diversidad Biocultural. "Sangre de Grado" y el Reto de su Producción Sustentable en el Perú. Gráficos S. R. Lta. Lima - Perú p. 95 - 121.

MIGUEL M. 1984. Efecto de las fases lunares en las propiedades físicas de la madera de Eucalyptus globulus L. y Alnus jorullensis H.B.K. (Valle del mantaro). Tesis para optar el Título de ingeniero forestal. Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo, Perú. P. 107.

NALVARTE W., JONG W. y DOMÍNGUEZ G. 1999. Plantas amazónicas de uso medicinal. Diagnóstico de un sector económico con un potencial de realización. Lima, Perú. P. 102.

ÑAUPARI F. 1993. Propagación del Croton Lechleri M. Arg. En vivero Mazamari Satipo. Tesis Ing. Forestal. UNCP - Huancayo. P. 46.

ONERN. 1983. Inventario y evaluación semi-detallada de los recursos naturales de la zona del río Pachitea. Lima - Perú p. 119.

PINEDO M., RENGIFO, E., CERRUTI, T. 1997. Plantas medicinales de la amazonía peruana. Estudio de su uso y cultivo. Iquitos, Perú. P. 209 - 210.

ANÁLISIS DE LAS INTERVENCIONES EFECTUADAS POR LA ADMINISTRACIÓN TÉCNICA FORESTAL Y DE FAUNA SILVESTRE DE PUCALLPA (ATFFS) A LOS PRODUCTOS MADERABLES EN EL PERIODO 2006 - 2008

ANALYSIS OF OPERATIONS PERFORMED BY FOREST MANAGEMENT TECHNICAL AND WILDLIFE PUCALLPA (ATFFS) TO TIMBER PRODUCTS IN THE PERIOD 2006 - 2008

Francisco Da Silva Chosna[1], Manuel Iván salvador Cárdenas[2]

RESUMEN

Desde 1999 se ha puesto en evidencia que algunos comerciantes, aprovechando la situación de extrema pobreza de las poblaciones vinculadas a los bosques, sirven de intermediarios para comercializar la madera que se extrae de manera ilegal, contribuyendo al empobrecimiento del bosque y generando conflictos sociales. En Ucayali la tala ilegal no solo afecta a las áreas dedicadas a la producción forestal, sino también a las áreas naturales protegidas así como Alto Purús y Cordillera Azul.

Los objetivos especificos fueron: 1) Identificar las infracciones o causas de las intervenciones de productos maderables por la Administración Técnica Forestal y de Fauna Silvestre de Pucallpa (ATFFS) en los años 2006 - 2008; 2) Determinar la frecuencia de los productos maderables intervenidos por la ATFFS - Pucallpa 3) Determinar la frecuencia de los productos maderables por especie y volúmenes respectivos que fueron intervenidos ATFFS - Pucallpa; 4) Determinar el porcentaje de infracciones que fueron multadas y sancionadas a la vez o la situación legal de los productos maderables intervenidos ATFFS - Pucallpa; 5) Conocer el destino final de productos maderables que fueron decomisados o abandonados.

El método utilizado en la investigación fue netamente analítico y descriptivo, la información se extrajo del acervo documentario de la Administración Técnica Forestal y de Fauna Silvestre de Pucallpa

[1] Tesista, de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales - UNU.

[2] Profesor, Principal de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales - UNU.

(ATFFS) (INRENA - Pucallpa) correspondiente al periodo 2006, 2007 y 2008.

Los resultados ponen en evidencia que en el periodo 2006 - 2008 el INRENA realizó un total de 492 intervenciones o incautaciones de productos forestales maderables. En el periodo 2006 - 2008, fueron detectados 15 tipos de infracciones tipificadas en la Ley Forestal y de Fauna Silvestre y su Reglamento, relacionado con los productos maderables. El producto con mayor frecuencia de intervenciones en los tres años (2006 - 2008), fue la madera motoaserrada. La madera de la especie "shihuahuaco" ha sido la más intervenida en los tres años consecutivos (2006 - 2008). El año 2006 sancionaron con multa a 146 infractores de productos forestales maderables, el año 2007 a 197 infractores y el 2008 a 90 infractores. El año 2006 se sancionaron con decomiso a 146 infractores, el año 2007 a 197 infractores y el 2008 a 90 infractores. La situación legal y el destino de los productos forestales decomisados por la Administración Técnica Forestal y de Fauna silvestre (ATFFS) INRENA - Pucallpa, en el periodo 2006 - 2008, están distribuidos en los siguientes rubros: Productos forestales maderables en proceso administrativo, en apelación, en proceso judicial, con expediente inexistente o extraviado, falta actualización de datos, devueltos, subastados, para segunda subasta pública, transferidos, dado de baja y finalmente productos forestales maderables consentidos.

Palabras clave: Intermediarios, Tala, Infracciones, Frecuencia, Acervo, Tipificadas, Subasta.

ABSTRAC

Since 1999, has shown that some traders, using the extreme poverty of forest - related populations, serve as intermediaries to market timber extracted illegally, contributing to the impoverishment of the forest and generating social conflicts. In Ucayali illegal logging not only affects the areas dedicated to forest production, but also natural protected areas and Cordillera Azul and Alto Purus.

The specific objectives were: 1) Identify the causes of violations or interventions of wood products by the Forestry Technical Administration and Wildlife of Pucallpa (ATFFS) in the years 2006 - 2008; 2) Determine

the frequency of timber products seized by ATFFS - Pucallpa 3) Determine the frequency of timber products by species and respective volumes were operated ATFFS - Pucallpa; 4) Determine the percentage of offenses were fined and punished at once or the legal status of timber products seized ATFFS - Pucallpa; 5) To know the fate of wood products that were confiscated or abandoned.

The method used in the research was purely analytical and descriptive information was extracted from the documentary heritage of the Technical Forestry and Wildlife Management Pucallpa (ATFFS) (INRENA - Pucallpa) for the period 2006, 2007 and 2008.

The results show that in the period 2006 - 2008 INRENA conducted a total of 492 actions and seizures of timber products. In the period 2006 - 2008, were detected 15 types of offenses defined in the Forestry and Wildlife Act and Regulations related to wood products. The product with the highest frequency of interventions in the three years (2006 - 2008), was the motoaserrada wood. The wood of the species "shihuahuaco" has been the most intervened in the three consecutive years (2006 - 2008). 2006 sanctioned by a fine of 146 offenders timber forest products, the year 2007 - 197 offenders and offenders 2008 - 90. 2006 were enacted to forfeiture to 146 offenders, the year 2007 - 197 offenders and offenders 2008 - 90. The legal status and fate of forest products confiscated by the Forestry and Wildlife Technical Administration (ATFFS) INRENA - Pucallpa, in the period 2006 - 2008, are distributed in the following areas: forest products timber in administrative proceedings on appeal in judicial process, with nonexistent or misplaced file, missing data updating, returned, auctioned for second public auction, transferred, discharged and finally spoiled timber forest products.

Keywords: Agents, Tala, Violations, Frequency, Heap, Typed, Auction.

INTRODUCCIÓN

Los recursos forestales en la Amazonía peruana son fundamentales para el desarrollo sostenible de la región, pues proporcionan bienes y

servicios importantes para las economías locales y nacionales, y contribuyen al bienestar social, económico y ambiental de las generaciones actuales y futuras. Sin embargo, la deforestación sobre todo debido al avance de la frontera agrícola y la tala ilegal constituye también una amenaza importante para los bosques de la amazonía.

Así mismo WWF - PERU (2008) considera como crímenes forestales a la corta, transporte, compra o venta de madera en violación de las leyes nacionales. Esta actividad convive con otros crímenes como la corrupción de funcionarios públicos, el terrorismo y el tráfico de drogas.

La región de Ucayali es una de las principales regiones del país en cuanto a producción de madera se refiere, Ucayali aporta el 31% de la madera rolliza a nivel nacional, siendo 350 mil m^3 / año el promedio histórico de producción de madera en rollo (Arellano, 2006). Sin embargo desde 1999 se ha puesto en evidencia que algunos comerciantes, aprovechando la situación de extrema pobreza de las poblaciones vinculadas a los bosques, sirven de intermediarios para comercializar la madera que se extrae de manera ilegal, contribuyendo al empobrecimiento del bosque y generando conflictos sociales.

El INRENA viene realizando acciones en contra la tala, extracción y comercio ilegal, obteniendo importantes avances involucrando a instituciones como la Marina de Guerra, la Policía Nacional y la Fiscalía de la Nación, entre otros. Estos logros se traducen en el incremento del número de intervenciones y sanciones a extractores ilegales.

Ante esta situación se hace necesario realizar un análisis sobre las Intervenciones realizadas por el personal de la Administración Técnica Forestal y de Fauna Silvestre (ATFFS) del INRENA - Pucallpa, el cual pone en evidencia la magnitud de la tala y comercio ilegal de la madera en la región de Ucayali; información que permitirá a los integrantes a la comisión de lucha contra la tala ilegal, a los concesionarios, a las comunidades nativas y otras instituciones dedicadas a la conservación y aprovechamiento racional del bosque, a diseñar estrategias de control para erradicar definitivamente los crímenes forestales, tal como lo considera la WWF - PERU (2008). Asimismo permitirá resolver las siguientes interrogantes ¿Cuáles son las causas de las intervenciones de los productos maderables?, ¿Qué producto o productos maderables

han sido intervenido con mayor frecuencia?, ¿Qué especie o especies han sido intervenidos con mayor frecuencia?, ¿Cuántas intervenciones han sido multadas y/o sancionadas? y ¿Cuántas intervenciones han sido decomisados o declarados en abandono?.

Los objetivos del presente trabajo fueron:

1. Identificar las infracciones o causas de las intervenciones de productos maderables por la Administración Técnica Forestal y de Fauna Silvestre de Pucallpa (ATFFS) en los años 2006 - 2008.

2. Determinar la frecuencia de los productos maderables intervenidos por la Administración Técnica Forestal y de Fauna Silvestre de Pucallpa (ATFFS) en dicho periodo.

3. Determinar la frecuencia de los productos maderables por especie y volúmenes respectivos que fueron intervenidos por la Administración Técnica Forestal y de Fauna Silvestre de Pucallpa (ATFFS).

4. Determinar el porcentaje de infracciones que fueron multadas, multadas y sancionadas a la vez o la situación legal de los productos maderables intervenidos por la Administración Técnica Forestal y de Fauna Silvestre de Pucallpa (ATFFS).

5. Conocer el destino de productos maderables que fueron de comisado o abandonados, si fueron rematados en subasta pública, si fueron transferidos mediante resolución, si fueron objeto de limitación de valor comercial o si fueron destruidos por el INRENA.

MATERIALES Y MÉTODOS

Método de investigación.

El método utilizado en la investigación fue netamente analítico y descriptivo.

Población y muestra.

La población y la muestra lo constituyeron todas las intervenciones

efectuadas en los años 2006, 2007 y hasta junio del 2008.

Instrumento de recolección de datos.

- Acervo documentario de la Administración Técnica Forestal y de Fauna Silvestre de Pucallpa (ATFFS) (INRENA - Pucallpa)
- Formatos para la toma de datos.
- Lapiceros.
- Papeles.
- Calculadora.
- Equipo de computo.
- Fotocopiadora.

Procedimiento de recolección de datos:

Búsqueda de los documentos oficiales.

Se identificó en el acervo documentario de la Administración Técnica Forestal y de Fauna Silvestre de Pucallpa (ATFFS) (INRENA Pucallpa), específicamente en el área de procedimiento sancionador, de todas las intervenciones suscitadas los años 2006, 2007 y hasta junio del 2008.

Identificación de las infracciones.

Se identificaron y se agruparon por tipo de infracciones contemplados en el artículo 363 del Reglamento Forestal y de Fauna Silvestre, de todos los casos comprendidos en el periodo 2006 a junio 2008.

Identificación del producto maderable de mayor infracción.

El análisis de cada caso permitió identificar por orden de importancia a los productos maderables con el que los concesionarios, extractores, comerciantes o personas relacionados con el comercio de productos maderables, cometen las infracciones contempladas el artículo 363 del Reglamento de la Ley Forestal y de Fauna Silvestre.

Identificación de la especie de mayor infracción.

Se analizó independientemente los casos de infracciones lo que

permitió identificar la especie o especies con el que los concesionarios, extractores, comerciantes o personas relacionados con el comercio de productos maderables, cometen las infracciones contempladas el artículo 363 del Reglamento de la Ley Forestal y de Fauna Silvestre.

Infracciones multadas y sancionadas.

Del conjunto de intervenciones realizadas a los productos maderables, se determinó que porcentaje de infracciones fueron multadas o multadas y sancionadas a la vez.

Productos decomisados o declarados en abandono.

Del conjunto de intervenciones realizadas a los productos maderables, se determinó el porcentaje de intervenciones que fueron finalmente decomisadas o declaradas en abandono.

Tratamiento de datos.

Para mejor entendimiento los resultados, los datos fueron procesados y presentados en tablas de frecuencias y gráficamente mediante histogramas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 1. Número de intervenciones efectuadas a productos forestales maderables en el periodo 2006 - 2008.

	Periodo			Total
	2006	2007	2008	
Número de intervenciones	160	210	122	492

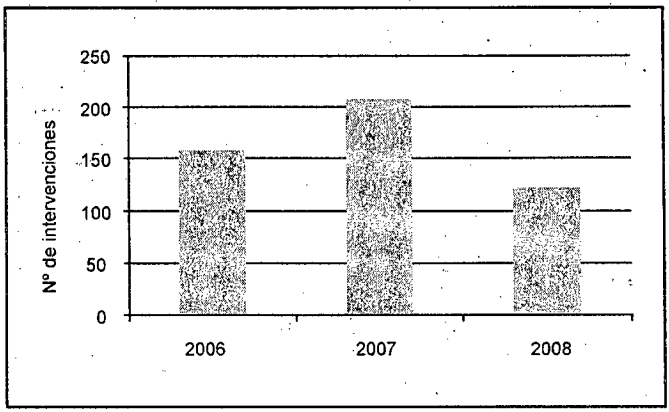


Figura 1. Número de intervenciones por año a productos forestales maderables.

En la tabla 1 y figura 1 se observa que en el periodo 2006 - 2008 el INRENA a través de la Administración Técnica Forestal y de Fauna Silvestre (ATFFS) - Pucallpa y en aplicación de la Directiva Nº 009 - 2002 - INRENA - DGFFS "Procedimiento sancionador de la Dirección Forestal y de fauna silvestre", se realizaron un total de 492 intervenciones o incautaciones de productos forestales maderables.

Tabla 2. Infracciones cometidas a la legislación forestal y de fauna silvestre con respecto a productos forestales maderables, por orden de importancia.

Infracciones en materia forestal Articulo 363° Ley 27308	Frecuencia por año						
	2006		2007		2008		total
	N°	%	N°	%	N°	%	N°
1. Transporte de los productos forestales sin los documentos oficiales que lo amparen (inciso "r").	96	40.3	142	50.4	61	43.6	299
2. Uso de sierra de cadena (motosierra) en el aserrío longitudinal de la madera con fines comerciales o industriales (inciso "f").	94	39.5	78	27.7	8	5.7	180
3. Adquisición, transformación o comercialización de productos forestales extraídos ilegalmente (inciso "q").	0	0.0	35	12.1	49	35.1	84
4. Realizar extracciones forestales sin la correspondiente autorización; o efectuarlas fuera de la zona autorizada, así como la transformación y comercialización de dichos productos (inciso "i").	16	6.7	16	5.7	6	4.3	38
5. Remisión de información con carácter de declaración jurada de información falsa o incompleta (inciso "t").	7	2.9	3	1.1	1	0.7	11
6. Falsificación, alteración o uso indebido de documentos que impidan la correcta fiscalización de los productos forestales (inciso "c").	5	2.1	2	0.7	3	2.1	10
7. Eliminación de indicios del uso ilegal de la sierra de cadena (motosierra) (inciso "s").	6	2.5	2	0.7	1	0.7	9
8. Establecimiento, ampliación o traslado de depósitos, establecimientos comerciales o plantas de transformación primaria de productos forestales, sin la correspondiente autorización (inciso "p").	0	0.0	0	0.0	8	5.7	8
9. Extracción de productos forestales en volúmenes superiores a los señalados en el contrato, autorización, permiso o de aquel señalado en el plan de manejo (inciso "n").	6	2.5	1	0.4	0	0	7
10. Tala de árboles que no reúnan los diámetros mínimos de corta, así como su transformación y comercialización (inciso "k").	3	1.3	1	0.4	0	0	4
11. Ocasionar la muerte de árboles productores de frutos, (inciso "o").	0	0.0	0	0.0	3	2.1	3
12. Facilitar la extracción, transporte, transformación o comercialización de los recursos forestales extraídos de manera ilegal a través de un contrato de semillas, gomas, resinas o sustancias análogas, por negligencia o abuso en el aprovechamiento concesión, contrato de administración, permiso o autorización de aprovechamiento forestal (inciso "w").	0	0.0	1	0.4	0	0	1
13. Realizar operaciones o trabajos en proximidad de los bosques con el empleo del fuego, sin autorización del INRENA (inciso "g").	2	0.8	0	0.0	0	0	2
14. Incumplimiento de las condiciones establecidas en las modalidades de aprovechamiento forestal (inciso "l").	2	0.8	1	0.4	0	0	3
15. Incumplir las disposiciones que dicte la autoridad competente sobre control sanitario y sobre control y prevención de incendios forestales (inciso "d").	1	0.4	0	0.0	0	0	1
TOTAL	238	100	282	100	140	100	660

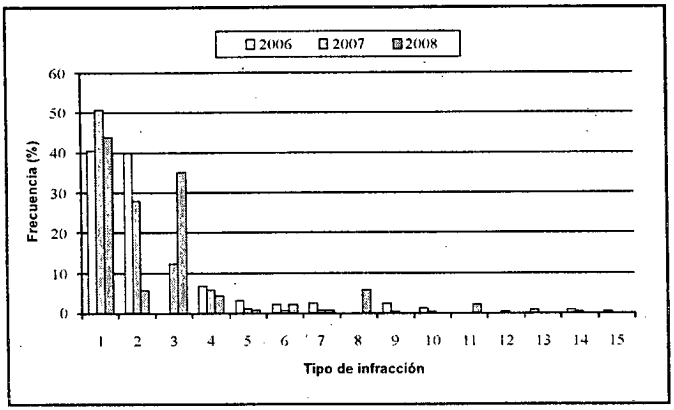


Figura 2. Frecuencia de infracciones de productos maderables en el periodo 2006 - 2008.

En la tabla 2 y la figura 2 se observa que en el total de intervenciones realizadas el periodo 2006 - 2008, por el INRENA a través de la Administración Técnica Forestal y de Fauna Silvestre (ATFFS) - Pucallpa, fueron detectados 15 tipos de infracciones tipificadas en la Ley Forestal y de Fauna Silvestre y su Reglamento, específicamente relacionado con los productos maderables.

Tabla 3. Frecuencia de los productos maderables intervenidos en el periodo 2006 - 2008.

Producto	Frecuencia/Año						Total
	2006		2007		2008		
	Cant.	%	Cant.	%	Cant.	%	
Madera motoaserrada	65	50.8	82	46.3	40	29.4	187
Madera rrolliza	38	29.7	52	29.4	22	16.2	112
Madera aserrada en tablillas	6	4.7	16	9.0	21	15.4	43
Madera aserrada comercial	9	7.0	9	5.1	23	16.9	41
Madera aserrada corta	3	2.3	10	5.6	11	8.1	24
Paquetería corta	0	0.0	2	1.1	6	4.4	8
Paquetería larga	0	0.0	3	1.7	5	3.7	8
Madera aserrada en listones	4	3.1	1	0.6	0	0.0	5
Madera aserrada larga angosta	1	0.8	1	0.6	6	4.4	8
Madera aserrada con castillo	1	0.8	1	0.6	0	0.0	2
Madera aserrada en tacos	0	0.0	0	0.0	1	0.7	1
Esteras de madera	1	0.8	0	0.0	0	0.0	1
Madera laminada	0	0.0	0	0.0	1	0.7	1
TOTAL	**128**	**100**	**177**	**100**	**136**	**100**	**441**

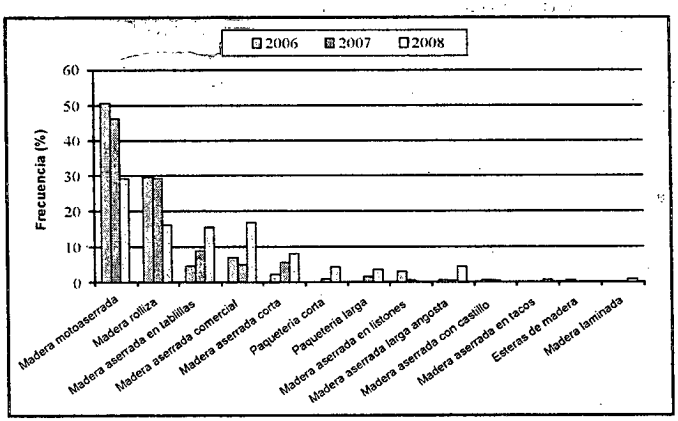


Figura 3. Distribución de frecuencia de las infracciones por tipo de producto maderable

En la tabla 3 y figura 3 se aprecia que el producto con mayor frecuencia de intervenciones en los tres años (2006 - 2008), fue la **madera motaserrada**, representando el año 2006 el 50.8 % del total intervenciones, el año 2007 el 46.3 % y el año 2008 el 29.4 % del total de intervenciones, apreciándose una tendencia de disminución cada año.

Tabla 4. Frecuencia y volumen de madera de especies forestales intervenidas en el año 2006.

ESPECIE	NOMBRE CIENTÍFICO	FRECUENCIA	VOLUMEN	
			(M3)	%
Shinuahuaco	*Dipterix odorata.*	42	2,001.272	26.44
Tornillo	*Cedrelinga catenaeformis.*	7	796.436	10.52
Capirona	*Calycophyllum spruceanum.*	25	683.014	9.02
Catahua	*Hura crepitans.*	4	661.259	8.73
Lupuna blanca	*Chorisia integrifolia.*	13	529.309	6.99
Copaiba	*Copaifera sp.*	9	380.932	5.03
Quinilla colorada	*Manilkara bidentata.*	21	288.15	3.81
Lagarto caspi	*Calophyllum brasiliense.*	4	226.254	2.99
Cedro	*Cedrela odorata.*	21	221.829	2.93
Cumala	*Virola sp.*	7	204.496	2.70
Huayruro	*Ormosia sunkei.*	5	203.601	2.69
Capinuri	*Maquira coriácea.*	1	170.018	2.25
Huimba	*Ceiba samauma.*	3	156.286	2.06
Pumaquiro	*Aspidosperma macrocarpon.*	2	151.064	2.00
Cachimbo	*Cariniana domesticata.*	9	122.817	1.62
Ojé	*Ficus schultesii.*	1	109.33	1.44
Moena	*Aniba sp.*	4	105.082	1.39
Caoba	*Swietenia macrophylla.*	11	102.692	1.36
Requia	*Guarea guidonia.*	1	94.365	1.25
Aguanomasha	*Paramachaerium ormosioides.*	5	45.768	0.60
Ishpingo	*Amburana cearensis.*	2	38.120	0.50
Utucuro	*Septhoteca tesmanii.*	8	35.795	0.47
Panguana	*Brosimum utile.*	3	33.326	0.44
Manchinga	*Brosimum alicastrum.*	2	26.562	0.35
Bolaina blanca	*Guazuma crinita.*	3	24.236	0.32
Quillobordon	*Aspidosperma sp.*	1	22.040	0.29
Papelillo	*Cariniana estrellensis.*	2	19.123	0.25
Huanganacasha	*Sloanea sp.*	3	18.048	0.24
Roble	*Quercus sp.*	2	13.724	0.18
Estoraque	*Myroxylon balsamun.*	3	12.520	0.17
Yacushapana	*Terminalia oblonga.*	2	12.342	0.16
Caimitillo	*Pouteria reticulata.*	3	11.83	0.16
Huamansamana	*Jacaranda copaia.*	1	9.09	0.12
Peine de mono	*Apeiba membranacea.*	1	6.827	0.09
Machimango	*Eschweilera sp.*	2	6.438	0.09
Almendro	*Caryocar sp.*	2	5.840	0.08
Quinaquina	*Lucuma sp.*	2	5.399	0.07
Higuerilla	*Micandra sp.*	1	5.005	0.07
Pashaco	*Schizolobium sp.*	2	4.369	0.06
Anacaspi	*Apuleia leiocarpa.*	1	2.256	0.03
Marupa	*Simarouba amara.*	2	2.222	0.03
Zapotillo	*Quararibea sp.*	1	0.620	0.01
Total		**244**	**7,570.40**	**100.00**

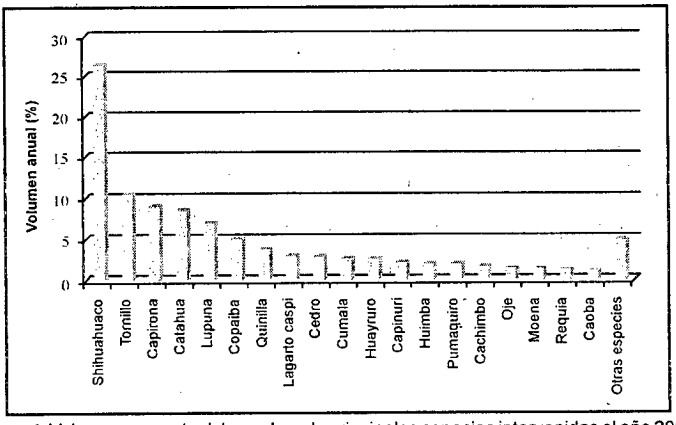


Figura 4. Volumen porcentual de madera de principales especies intervenidas el año 2006.

En la tabla 4 y figura 4 se observa que el volumen total de productos maderables intervenidos en el periodo 2006 fue de 7570.403 m^3 constituido por la madera de 42 especies forestales, siendo la madera *Dipterix odorata* (shihuahuaco) la más intervenida con 42 intervenciones, representando el 26.44 % del volumen total; seguido de la madera *Cedrelinga catenaeformis* (tornillo) con 7 intervenciones, representando el 10.52 %.

Tabla 5. Frecuencia y volumen de madera de especies forestales intervenidas en el año 2007.

ESPECIE	NOMBRE CIENTÍFICO	FRECUENCIA	VOLUMEN	
			(M3)	%
Shinuahuaco	*Dipterix odorata.*	74	1,528.767	20.44
Cumala	*Virola sp.*	15	874.666	11.7
Lupuna	*Chorisia integrifolia.*	12	579.965	7.76
Moena	*Aniba sp.*	4	565.605	7.56
Tornillo	*Cedrelinga catenaeformis.*	9	475.602	6.36
Cafecillo	*NN.*	1	414.487	5.54
Cachimbo	*Cariniana domesticata.*	7	405.691	5.43
Capirona	*Calycophyllum spruceanum.*	30	389.051	5.2
Catahua	*Hura crepitans.*	3	277.562	3.71
Quinilla	*Manilkara bidentata.*	22	213.233	2.85
Huayruro	*Ormosia sunkei.*	7	184.34	2.47
Cedro	*Cedrela odorata.*	20	167.778	2.24
Aguanomasha	*Paramachaerium ormosioides.*	4	162.968	2.18
Estoraque	*Myroxylon balsamun.*	6	146.045	1.95
Utucuro	*Septhoteca tesmanii.*	13	123.55	1.65
Copaiba	*Copaifera sp.*	5	109.879	1.47
Pashaco	*Schizolobium sp.*	8	94.084	1.26
Huangana	*Sloanea sp.*	10	88.325	1.18
Caimitillo	*Pouteria reticulata.*	8	77.064	1.03
Bolaina	*Guazuma crinita.*	4	66.78	0.89
Anacaspi	*Apuleia leiocarpa.*	8	52.305	0.7
Pumaquiro	*Aspidosperma macrocarpon.*	5	51.071	0.68
Zapotillo	*Quararibea sp.*	3	44.04	0.59
Machimango	*Eschweilera sp.*	4	36.126	0.48
Huimba	*Ceiba samauma.*	4	36.052	0.48
Yacushapana	*Terminalia oblonga.*	5	33.716	0.45
Ojé	*Ficus schultesii.*	1	32.07	0.43
Marupa	*Simarouba amara.*	2	28.33	0.38
Caoba	*Swietenia macrophylla.*	6	21.693	0.29
Quinaquina	*Lucuma sp.*	6	21.388	0.29
Tahuari	*Tabebuia sp.*	5	18.563	0.25
Casho	*Anacardium occidentale.*	1	14.813	0.2
Ishpingo	*Amburana cearensis.*	3	14.348	0.19
Manchinga	*Brosimum alicastrum.*	2	13.621	0.18
Caupuri	*Virola albidiflora.*	1	12.638	0.17
Palo leche	*Couma sp.*	1	12.08	0.16
Roble común	*Quercus sp.*	1	11.7	0.16
Anonilla	*Didymopanax morototoni.*	1	11.373	0.15
Copal	*Protium sp.*	1	10.345	0.14
Carahuasca	*Guatteria elata.*	1	10.166	0.14
Quillobordon	*Aspidosperma sp.*	2	8.96	0.12
Frente de Toro	*NN.*	2	6.489	0.09
Panguana	*Brosimum utile.*	2	6.05	0.08
Ubos	*Spondias mombin.*	1	4.64	0.06
Almendro	*Caryocar sp.*	1	4.052	0.05
Yanchama	*Poulsenia armata.*	1	3.972	0.05
Atadijo	*NN.*	2	3.748	0.05
Lagarto caspi	*Calophyllum brasiliense.*	1	3.463	0.05
Coconilla	*NN.*	1	2.968	0.04
Peine de mono	*Apeiba membranacea.*	1	1.044	0.01
Ayauma	*Couropita guianensis.*	1	0.278	0.0
Total		**338**	**7,477.544**	**100**

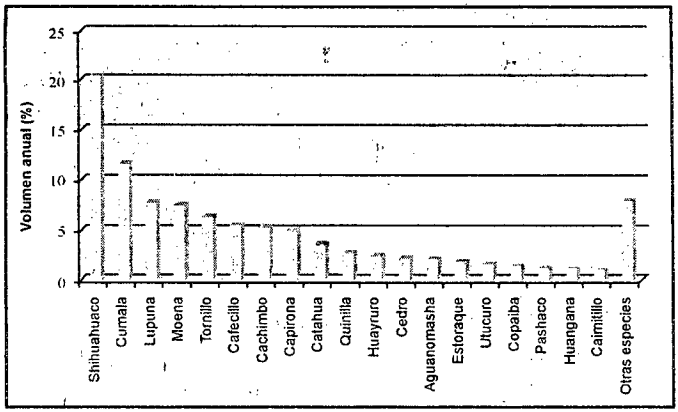


Figura 5. Productos maderables por especie y volumen intervenido en el 2007.

Por consiguiente en la tabla 5 y figura 5 se observa la relación de las especies maderables y su frecuencia de intervenciones por la Administración Técnica Forestal y de Fauna Silvestre (ATFFS) - INRENA - Pucallpa, su volumen expresados en metros cúbicos y en porcentaje, correspondiente al año 2007, bajo la forma de productos diversos. El volumen total de productos maderables fue de 7,477.544 m^3 constituidos en este caso por la madera de 51 especies forestales, siendo nuevamente la madera de *Dipterix odorata* (shihuahuaco) la más intervenida con 74 intervenciones, representando el 20.44% del volumen total.

Tabla 6. Frecuencia y volumen de madera de especies forestales intervenidas en el año 2008.

ESPECIE	NOMBRE CIENTÍFICO	FRECUENCIA	VOLUMEN	
			(M3)	%
Shinuahuaco	*Dipterix odorata.*	54	1,317.84	32.06
Tornillo	*Cedrelinga catenaeformis.*	10	407.337	9.91
Quinilla Colorada	*Manilkara bidentata.*	9	299.071	7.27
Cachimbo	*Cariniana domesticata.*	4	298.075	7.25
Capirona	*Calycophyllum spruceanum.*	13	274.582	6.68
Cedro	*Cedrela odorata.*	35	241.675	5.88
Lupuna	*Chorisia integrifolia.*	6	190.855	4.64
Estoraque	*Myroxylon balsamun.*	6	178.748	4.35
Cumala	*Virola sp.*	4	118.885	2.89
Catahua	*Hura crepitans.*	1	107.52	2.62
Copaiba	*Copaifera sp.*	5	96.041	2.34
Huayruro	*Ormosia sunkei.*	7	92.262	2.24
Moena	*Aniba sp.*	3	61.806	1.5
Caimitillo	*Pouteria reticulata.*	9	51.242	1.25
Huangana casha	*Sloanea sp.*	4	40.806	0.99
Utucuro	*Septhoteca tesmanii.*	4	38.53	0.94
Zapotillo	*Quararibea sp.*	1	34.093	0.83
Yacushapana	*Terminalia oblonga.*	1	33.353	0.81
Caoba	*Swietenia macrophylla.*	6	31.254	0.76
Cedro masha	*Cabralea canjerana.*	2	26.832	0.65
Loro Micuna	*Ficus sp.*	1	26.405	0.64
Panguana	*Brosimum utile.*	1	25.625	0.62
Bolaina	*Guazuma crinita.*	4	25.192	0.61
Huimba	*Ceiba samauma.*	4	22.176	0.54
Marupa	*Simarouba amara.*	2	20.41	0.5
Lagarto caspi	*Calophyllum brasiliense.*	2	12.847	0.31
Aguano masha	*Paramachaerium ormosioides.*	1	12.088	0.29
Pashaco	*Schizolobium sp.*	1	10.18	0.25
Quillobordon	*Aspidosperma sp.*	2	6.661	0.16
Machimango	*Eschweilera sp.*	1	2.409	0.06
Ubos	*Spondias mombin.*	1	2.321	0.06
Anacaspi	*Apuleia leiocarpa.*	1	1.913	0.05
Pumaquiro	*Aspidosperma macrocarpon.*	1	1.65	0.04
Bolaquiro	*Pouteria nemorosa.*	1	0.289	0.01
Total		**338**	**4,110.973**	**100**

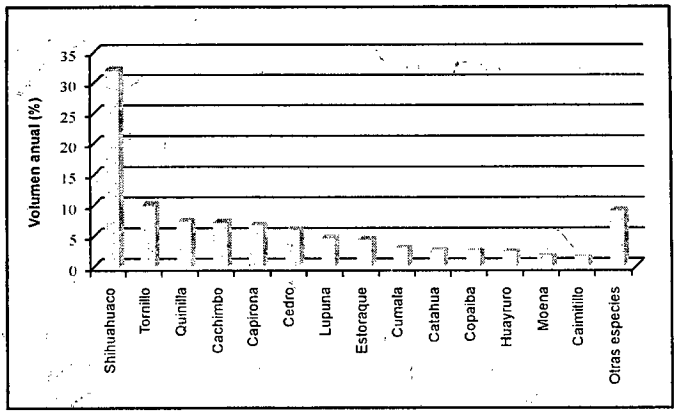


Figura 6. Productos maderables por especie y volumen intervenido en el 2008.

De igual manera en la tabla 6 y figura 6 se observa la relación de las especies maderables, su frecuencia de intervenciones por la Administración Técnica Forestal y de Fauna Silvestre (ATFFS) - INRENA Pucallpa, su volumen expresados tanto en metros cúbicos como en porcentaje, correspondiente al año 2008, bajo la forma de productos diversos. El volumen total de productos maderables fue de 4,110.973 m^3 constituidos en este caso por la madera de 34 especies forestales, siendo otra vez la madera de *Dipterix odorata* (shihuahuaco) la más intervenida con 54 intervenciones, representando el 32.06 % del volumen total.

Tabla 7. Sanciones a las infracciones de productos forestales maderables.

Sanción principal	2006	2007	2008
Multas	146	197	90
Sanciones accesorias			
Comiso.	146	197	90
Suspensión temporal de actividades.	0	0	0
Clausura de plantas de transformación,....	0	0	0
Revocatoria de autorización, permiso o licencia.	0	1	0
Inhabilitación temporal.	0	0	0
Resolución de contrato.	0	0	0
Incautación de herramientas, equipos o maquinarias.	0	0	0

En la tabla 7 se aprecia que el año 2006 se sancionaron con multa a 146 infractores, el año 2007 a 197 infractores y el 2008 a 90 infractores, pero solo en lo que a productos forestales maderables se refiere.

A su vez se aprecia que el año 2006 se sancionaron con decomiso a 146 infractores, el año 2007 a 197 infractores y el 2008 a 90 infractores, pero solo en lo que a productos forestales maderables se refiere; en el año 2007 solo existe un caso en el que se sancionó resolviendo el permiso de extracción de un infractor.

Tabla 8. Situación legal y destino de los productos maderables intervenidos en el periodo 2006 - 2008.

Situación legal y destino	2006		2007		2008	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
En proceso administrativo.	10	6.3	30	14.3	32	26.2
En apelación.	--	--	01	0.5	03	2.5
En proceso judicial:	--	--	01	0.5	--	--
No existe expediente o extraviado.	03	1.9	11	5.2	02	1.6
Falta actualizar datos.	01	0.6	--	--	44	36.1
Devuelto.	14	8.8	13	6.2	08	6.6
Subastado.	69	43.1	79	37.6	--	--
Segunda subasta.	26	16.3	--	--	--	--
Transferido.	16	10.0	05	2.4	25	20.5
Dado de baja.	09	5.6	23	11.0	01	0.8
Consentido.	12	7.5	46	21.9	07	5.7
Total	**160**	**100**	**210**	**100**	**122**	**100**

El la tabla 8 muestra la situación legal y el destino de los productos forestales decomisados por la Administración Técnica Forestal y de Fauna silvestre (ATFFS) - Pucallpa, en el periodo 2006 - 2008; dicha información registra todo lo actuado administrativamente hasta el primer trimestre del 2009.

Tabla 9. Importe de las subastas a favor del estado.

Año	Primera Subasta S/.	Segunda Subasta S/.	Total S/.
2008	239,886.61	220,187.62	**460,074.23**

En la tabla 9, se observa el importe de las subastas a favor del estado en el año 2008, siendo el ingreso en la primera subasta de S/. 239,886.61, así mismo en la segunda subasta un ingreso de S/. 220,187.62, ascendiendo a un valor total de S/.460,074.23. Estos procedimientos se ajustan a la normativa vigente (Ley Forestal y de Fauna Silvestre 2000).

CONCLUSIONES

1. En el periodo 2006 - 2008 el INRENA realizó un total de 492 intervenciones de productos forestales maderables.

2. En el periodo 2006 - 2008, fueron detectados 15 tipos de infracciones tipificadas en la Ley Forestal y de Fauna Silvestre y su Reglamento.

3. El producto con mayor frecuencia de intervenciones en los tres años (2006-2008), fue la **madera motoaserrada**.

4. La madera de la especie *Dipteryx odorata* (shihuahuaco) ha sido la más intervenida en los tres años consecutivos (2006 - 2008).

5. El año 2006 sancionaron con multa a 146 infractores de productos forestales maderables, el año 2007 a 197 infractores y el 2008 a 90 infractores.

6. El año 2006 se sancionaron con decomiso a 146 infractores, el año 2007 a 197 infractores y el 2008 a 90 infractores, pero solo en lo que a productos forestales maderables se refiere; en el año 2007 solo existe un caso en el que se sancionó resolviendo el permiso de extracción de un infractor.

7. La situación legal y el destino de los productos forestales decomisados por la Administración Técnica Forestal y de Fauna silvestre (ATFFS) INRENA - Pucallpa, en el periodo 2006 - 2008, se distribuyen en los siguientes rubros: Productos forestales maderables en proceso administrativo; productos forestales maderables en apelación; productos forestales maderables en

Proceso judicial; productos forestales maderables con expediente inexistente o extraviado; productos forestales maderables falta actualización de datos; productos forestales maderables devueltos; productos forestales maderables subastados; productos forestales maderables para segunda subasta pública; productos forestales maderables transferidos; productos forestales maderables dado de baja y productos forestales maderables consentidos.

8. El monto recaudado a favor del estado en lo referente a la primera y segunda subasta, ejecutado el año 2008 fue de S/. 460,074.25.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARELLANO ANDRIU. 2006. Producción de madera en el Perú. Revisado el 26 de junio del 2008. Disponible en: http://www.monografias.com/trabajos39/produccion-madera-peru/produccion-madera-peru2.shtml.

BJORN SCHULTE - HERBRÜGGEN, 2003. Tala Ilegal en la Zona Reservada del Alto Purús, a lo largo del río de las Piedras, Madre de Dios. En: ALTO PURÚS: Biodiversidad, Conservación y Manejo. Center for Tropical Conservation, Duke University. Pp: 191 - 205).

CAMPODÓNICO HUMBERTO. 2007. Comerciantes criminales y tala ilegal de caoba. Revisado 23 de Junio del 2008. Disponible en: http://www.ciberjure.com.pe/index.php?option=com_content&task=view&id=2285&Itemid=9.

CENTRO DE INFORMACIÓN FORESTAL (CIF - INRENA). 2007, Tala Ilegal de Los Bosques amazónicos. Lima - Perú.

EL BLOG VERDE. 2008. ¿Qué es la tala ilegal de bosques?. Revisado el 17 de junio del 2009. Disponible en: http://elblogverde.com/qu-es-la-tala-ilegal.

EL POLVORIN. 2009. Madera incautada se pudre en almacenes de INRENA en Pucallpa. Revisado el 17 de junio del 2008. Disponible en: http://elpolvorin.over-blog.es/article-tala-ilegal-en-peru-algo-

se-pudre-en-instituto-peruano-de-recursos-naturales-naturales - 49377775.html. Pucallpa - Ucayali.

ENLACE NACIONAL. 2007. Capturan a saqueadores de madera en Pucallpa. Revisado el 21 de junio del 2008. Disponible en: http://enlacenacional.com/2007/09/13/capturan-a-saqueadores-de-madera-en-pucallpa/. Pucallpa.

INFOREGION. 2010. Gobierno regional de Ucayali combate tala ilegal y participa en labores de reforestación. Revisado el 17 de Julio del 2010. Disponible en: Http://www.inforegion.pe/portada/55567/gobierno-regional-de-ucayali-combate-tala-ilegal-y-participa-en-labores-de-reforestacion.

INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES (INRENA). 2007. INRENA decomisa más de 24 mil pies de madera motoaserrada en Pucallpa. Boletín de noticias. Edición N° 1103. Lima. Revisado el 08 de junio del 2008. Disponible en: http://www.inrena.gob.pe/comunicaciones/boletin/bn0708/bn070829.htm.

INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES (INRENA). 2006. Tras paciente seguimiento: INRENA, Marina de Guerra y Policía Nacional descubren gran cargamento ilegal de madera en Pucallpa. Nota de prensa. Lima, 27 de marzo 2006.Oficina de comunicaciones. Revisado el 16 de junio del 2008. Disponible en: http://www.inrena.gob.pe/comunicaciones/notas_portada/nota060327-1.htm.

INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES (INRENA). 2005. La tala ilegal en el Perú. Revisado 30 de junio del 2008. Disponible en: Http://www.inrena.gob.pe/comunicaciones/tala/docs/Icti_tala_ilegal_peru.pdf.

LEY FORESTAL Y DE FAUNA SILVESTRE. 2000. Ley N° 27308.

REGLAMENTO DE LA LEY FORESTAL Y DE FAUNA SILVESTRE. 2001. Decreto Supremo Nº 014-2001-AG.

WWF - PERU. 2008. Bosques - Tala Ilegal. Revisado el 17 de junio del 2008. Disponible en: Http://www.wwfperu.org.pe/que_hacemos/bosques/manejar/Tala Ilegal.htm.

CARACTERIZACIÓN DE LOS SISTEMAS EXTRACTIVOS DE LOS RECURSOS FORESTALES EN LA COMUNIDAD INDÍGENA SAN MATEO DEL ALTO ABUJAO

EXTRACTIVE SYSTEMS CHARACTERIZATION OF FOREST RESOURCES IN THE INDIGENOUS COMMUNITY SAN MATEO HIGH ABUJAO

Gerardo Isaác Cavero Oroche[1], Oscar A. Barreto Vásquez[2]

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en una comunidad Asháninca denominada **San Mateo** del Alto Abujao y politicamente está ubicada en la región Ucayali, provincia de Coronel Portillo, distrito de Callería; geográficamente está ubicada en las coordenadas UTM: 635000 a 646000 Este y 9106000 a 9112000 Norte, con un total de 21000 ha; el estudio tuvo como objetivos caracterizar los sistemas extractivos de los recursos forestales (flora y fauna) de la comunidad indígena **San Mateo**; además de Georeferenciar y plasmar en un mapa satelital de los bosques el área utilizada por la CC.NN. San Mateo; e Identificar las técnicas y/o métodos empleados en la extracción de los recursos forestales de la CC.NN. San Mateo; y conocer el estado actual y futuro de la actividad forestal de la comunidad indígena. Obteniéndose como resultados la georeferenciación de la comunidad nativa del alto Abujao y teniendo una variedad de sistemas extractivos en lo que es caza, especies maderables y especies no maderables.

Palabras clave: Georeferenciar, Comunidad Nativa, Sistemas extractivos.

ABSTRAC

The present research was conducted in a community called San Mateo Asháninca High Abujao and politically located in the Ucayali region, province of Coronel Portillo, Callería district; geographically is located at UTM coordinates: 635000 - 646000 East and North 9106000 - 9112000, a total of 21,000 ha; The study aimed to characterize the extractive

[1] Tesista, de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales - UNU.

[2] Profesor, Principal de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales - UNU.

systems of forest resources (flora and fauna) of the indigenous community of San Mateo; Georeferencing and translate well on a satellite map of the forest area used by the NPP San Mateo; e Identify techniques and / or methods used in the extraction of forest resources NPP San Mateo; and meet the current and future state of forestry in the indigenous community. Results obtained as georeferencing the native community Abujao high and having a variety of extractive systems in what is hunting, timber and non-timber species.

Keywords: Georeferencing, Native Community, extractive systems.

INTRODUCCIÓN

En la Amazonía peruana, dentro de los limites biogeográficos se estima una población total de 33 millones de personas, incluyéndose más de 370 pueblos indígenas, con un población estimada de 1.6 millones de personas, distribuidas en más de 2.200 territorios, sin contar los indígenas que viven en las ciudades y los llamados "aislados" (Amazonia, 2009). El total de territorios indígenas en la amazonia alcanza el 25.3 % y en el Perú el territorio indígena es de 16.7% (Wikipedía, 2010). Con tanto terreno en territorios indígenas es importante entender mejor la calidad y extensión de manejo de recursos naturales para poder pensar en el desarrollo sostenible y conservación de la Amazonía en total.

Además, muchos territorios indígenas tienen superposición con los planes de integración continental liderada por el programa Integración de la Infraestructura Regional de Sudamérica (IIRSA, 2010). Por ejemplo, existen territorios indígenas en la zona de frontera de la República de Brasil y Perú donde está planificada la carretera Pucallpa - Cruzeiro do Sul.

El potencial de los bosques en la Región Ucayali ha generado actividades como la tala ilegal y la caza indiscriminada de su fauna, sin embargo, son pocos los estudios que caracterizan el estado actual de esta extracción de flora y fauna, mucho menos los que pueden ser usados como una base para una administración y manejo sostenible en

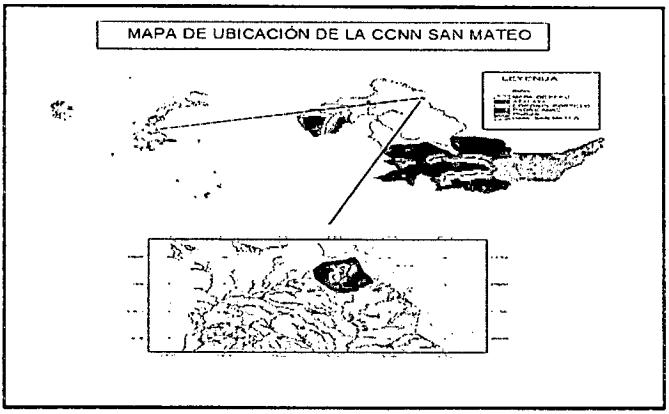
el futuro.

El aprovechamiento de los recursos forestales realizada por personas que no pertenecen a estos sitios están utilizando métodos de extracción inadecuados y a veces destructivos, modificando el ambiente natural del bosque, lo cual causa malestar en los pobladores de las comunidades aledañas. Este aprovechamiento extractivo no cuenta con ningún tipo de proyectos como, reforestación y zoocriaderos, de especies de la zona, y las especies que logran ser extraídos no tienen el (tamaño adecuado) diámetro mínimo de corta para su utilización. A la vez, el manejo de recursos forestales por parte de las comunidades indígenas es poco conocido y a pesar de ello ser tomado en cuenta para un desarrollo sostenible de recursos forestales, surgiendo la siguiente interrogante: ¿Cuáles son las características de los sistemas extractivos de los recursos forestales de los comuneros de San Mateo?.

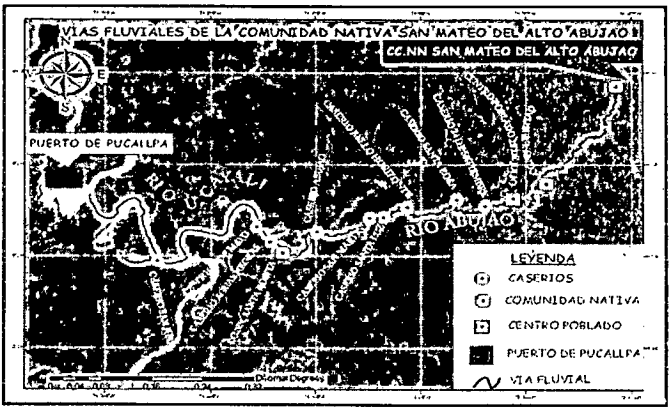
MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del trabajo de investigación.

El presente trabajo de investigación se realizó en una comunidad Asháninca denominada **San Mateo** del Alto Abujao y políticamente está ubicada en la región Ucayali, provincia de Coronel Portillo, distrito de Calleria; geográficamente está ubicada en las coordenadas UTM: 635000 a 646000 Este y 9106000 a 9112000 Norte, con un total de 21000 ha.



Mapa 1. Ubicación de la zona de estudio.



Mapa 2. Trayecto vía fluvial Pucallpa - Comunidad Nativa San Mateo del Alto Abujao.

Método de investigación.

Para el presente trabajo de investigación se utilizó el método explorativo -descriptivo, donde se consideraron algunas herramientas participativas las que tuvieron que combinarse según las necesidades y realidades de la comunidad y del desarrollo. Las técnicas empleadas en el estudio fueron:

- Técnica de dinámica de grupo.

- Técnica de entrevista y comunicación oral.
- Técnica de observación de campo.

Mediante estas técnicas se pudo trabajar con familias y así poder lograr su participación efectiva del conocimiento local.

Población y muestra.

Para el desarrollo de esta actividad, en primer lugar se identificó a la CC.NN. San Mateo, se trabajaron con los miembros de la familia que para su subsistencia y desarrollo hacen uso de los recursos forestales. Se desarrolló mediante entrevistas, encuestas o participaciones de la comunidad.

Materiales y equipos.

Materiales:

Los materiales que se utilizaron en el trabajo fueron los siguientes:

- Carpa.
- Bote.
- Wincha
- Bolsas Ziplot.
- Impermeable.
- Tablero de plástico.
- Anzuelo.
- Canoa.
- Regla 50cm.
- Libreta de campo.
- Libreta de apuntes.
- Etiquetas.
- Combustible.
- Machete.
- Botiquín.
- Balanza.
- Botas.
- Linternas.
- Láminas Fotográficas de peces.
- Red.
- Remo.
- Plumón indeleble.
- Cuchillo.
- Papel bond A-4.
- Lapiceros.

Equipos.

Los equipos que se utilizaron en el trabajo fueron los siguientes:

- GPS.
- Cámara fotográfica.

- Brujula.
- Wincha.

Procedimientos:

- Para realizar el estudio de investigación se viajó por vía fluvial a la comunidad indígena San Mateo.

- Reunión con la población para informar del motivo de nuestra presencia en la comunidad (explicar el proyecto).

- Se identificó la familia a trabajar y posteriormente a las demás familias, utilizando los criterios siguientes, como la familia más antigua, familias no completas y que se dediquen a una actividad particular.

- En cada familia se permaneció por 2 días, donde se empleó el método participativo, entrevista con preguntas semi estructuradas, caminatas por el bosque, diálogos abiertos y recopilación de datos empleando formularios.

- El primer día de trabajo en la familia se conversó respecto a sus actividades concernientes al tema que le corresponda, dentro de su jurisdicción; el segundo día se conversó del tema de amenazas que se presentan frente a las comunidades vecinas y otras.

- Para complementar al trabajo a realizar se ingresó al bosque con cada una de las familias respectivamente y se acompañaron con vistas fotográficas, así como de sus principales actividades económicas realizadas.

- Además se obtuvo información secundaria realizando un dialogo con preguntas abiertas (no estructuradas).

Tratamientos de datos.

Para la tabulación de datos se empleó el Programa Microsoft office EXCEL 2007 y para la Confección de mapas se empleó el programa ARGIS 2010.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Georeferenciación de los bosques y área utilizada por la comunidad.

En el mapa 1 se observa la ubicación y georeferenciación de la Comunidad San Mateo, el cual se encuentra en el Noreste del Departamento de Ucayali, en la Provincia de Coronel Portillo, distrito de Calleria, aproximadamente a 90 km en línea recta de la ciudad de Pucallpa, y a 210 km por el río. Asimismo en el mapa 2 se observa el trayecto vía fluvial de Pucallpa a la Comunidad Nativa San Mateo del Alto Abujao. Los caseríos que se encuentran en el trayecto (de más cerca a más lejos de Pucallpa) son: San Juan, 3 de Mayo, Aguas Negras, Abujao, San Martín, Santa Luz, Bello Horizonte, Santa Rosa y 24 de Setiembre y el más lejano la Comunidad Nativa Libertad; las comunidades nativas son: CCNN Santa Rosita y la CCNN Libertad, mientras que el único centro poblado es 28 de Julio.

La fisiografía que presenta la comunidad es accidentado y caracterizado por lomadas disectadas, colinas bajas y montañas bajas disectadas, con elevaciones de 200 msnm hasta 590 msnm, con una vegetación muy densa caracterizada por un bosque mayormente muy húmedo - tropical (ONERN, 1979).

De acuerdo a las diversas actividades desarrolladas en la comunidad nativa San Mateo, el área utilizada es de 1640.82 ha. Entre estas actividades están la agricultura, caza, pesca, la extracción de palmeras y especies maderables.

Especies forestales:

Tabla 1. Máximo, mínimo y promedio de las elevaciones (msnm) donde se encuentran las especies forestales en el recorrido de la zona.

N°	Nombre Común	Nombre Científico	Max.	Mín.	Prom.
1	Ayahuma	*Couropita peruviana*	178	178	178
2	Bolaina	*Guazuma Crinita Mart*	234	188	207
3	Capirona	*Calycophyllum spruceanun*	252	230	238
4	Catahua	*Hura crepitans*	216	192	204
5	Cedro	*Cedrela odorata*	232	222	227
6	Cedro Masho	*Cabralea canjerana*	221	221	221
7	Copaiba	*Copaifera officinalis*	236	199	218
8	Cumala	*Virola sp*	231	211	220
9	Espintana	*Unonopsis sp*	240	240	240
10	Estoraque	*Myroxylom balsamun*	237	187	210
11	Hualaja	*Zanthoxylum juniperinum*	220	220	220
12	Ishpingo	*Amburana cearensis*	265	222	237
13	Itauba	*Heisteria spruceanun*	187	187	187
14	Lupuna	*Chorisia integrifolia*	251	208	229
15	Lupuna Colorada	*Cavaniressia hylogeiton*	237	237	237
16	Machimango	*Eschweilera sp*	237	237	237
17	Manchinga	*Brosimum alicastrum*	194	194	194
18	Mashonaste	*Clarisia racemosa*	220	201	211
19	Oje	*Ficus anthelmintica*	205	205	205
20	Palo Yuca		225	225	225
21	Punga Lupuna	*Pseudos bombax sp*	227	227	227
22	Renaco	*Picus sp*	248	248	248
23	Shihuahuaco	*Dipteryx micrantha harms*	216	179	194
24	Wimba	*Ceiba samauma*	224	224	224

En la tabla 1 se observa las elevaciones expresados en msnm de las especies forestales encontrados en la CCNN San Mateo del Alto Abujao. Según la tabla la altitud varia de 178 msnm (para el caso del Ayahuma) a 265 msnm (para el caso del Ishpingo). Asimismo la tabla indica que el promedio de altitud donde se encontraron las especies varía de 178 msnm (para el caso del Ayahuma) a 248 msnm (para el caso del Renaco) (figura 2). La mayor variación entre la máxima y mínima elevación se

encuentra en el estoraque, con una diferencia de 50 msnm, seguido de la Bolaina con 46 msnm, Ishpingo y Lupuna con 43 msnm cada una.

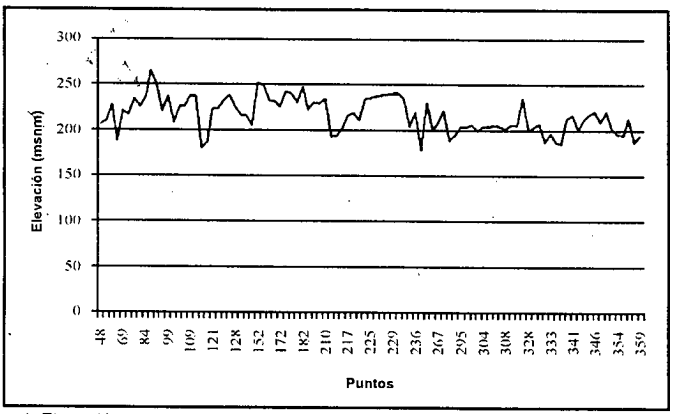


Figura 1. Elevación (msnm) de los puntos (árboles) encontrados en la CCNN San Mateo del Alto Abujao.

En la figura 1 se observa la altitud por cada punto tomado donde se encontró un árbol. De acuerdo a esta figura, la fisiografía del terreno donde se encontraron las especies forestales es irregular, bajando en algunos casos y subiendo en otros a lo largo del recorrido del bosque de la comunidad. La altura más baja encontrada fue de 178 msnm y el más alto 265 msnm. Sin embargo, se puede encontrar altura de 590 msnm (ONERN, 1979) en todo el área de la comunidad.

En la figura 2 se observa el promedio de altitud por cada especie encontrada en la zona. Así se tiene que las especies que se encuentran en la parte más baja son el Ayahuma que se encontró a 178 msnm, Itauba a 187 msnm, Manchinga y Shihuahuaco a 194 msnm cada uno, sin embargo, la variación de la altitud donde se encontró el Shihuahuaco varía de 179 msnm a 216 msnm (tabla 1). En la parte intermedia se encontró al estoraque (210 msnm), Mashonaste (211 msnm), copaiba (218 msnm), Cumala (220 msnm) y Hualaja (220 msnm), teniendo el estoraque altitudes de mayor variación (de 187 msnm a 237 msnm) (tabla 1). En la parte más alta se encontró a la Espintana (240 msnm) y al Renaco (248 msnm).

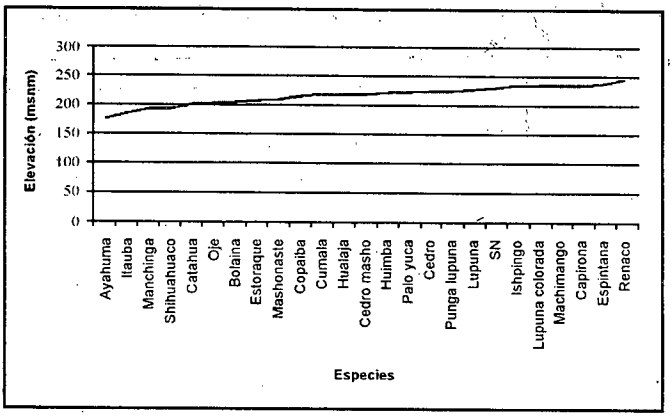


Figura 2. Promedio de la elevación (msnm) de las especies forestales encontrados en la CCNN San Mateo del Alto Abujao.

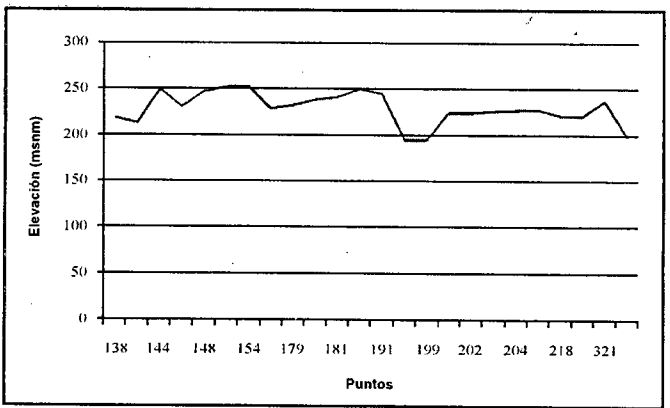


Figura 3. Elevación (msnm) de todos los puntos (palmeras) encontrados en la CCNN San Mateo del Alto Abujao.

Palmeras:

Tabla 2. Mínimo, máximo y promedio de las elevaciones (msnm) donde se encuentran las especies de palmeras en el recorrido de la zona.

Nº	Nombre Común	Nombre Científico	Max.	Mín.	Prom.
1	Bombonaje	*Carludovica palmata*	225	225	225
2	Huasai	*Euterpe precatoria*	220	220	220
3	Huicungo	*Astrocaryum sp 2*	226	227	227
4	Palmiche	*Chamaedorea pinnatifrons*	241	241	241
5	Piasava	*Aphandra natalia*	198	236	219
6	Pona	*Iriartea deltoidea R. & P.*	194	252	225
7	Shapaja	*Attalea butyracea*	217	249	229
8	Shebon	*Attalea butyracea*	238	238	238
9	Ungurahui	*Oenocarpus bataua*	246	246	246
10	Yarina	*Phytelephas cf. tenuicaulis*	223	244	232

En la tabla 2 se observa las elevaciones expresadas en msnm de las especies de palmeras encontrados en la CCNN San Mateo del Alto Abujao. Según la tabla la altitud varía de 194 msnm a 252 msnm (para el caso de la Pona). Asimismo la tabla indica que el promedio de altitud donde se encontraron las especies varía de 219 msnm (piasava) a 246 msnm (Ungurahui) (figura 4).

En la figura 3 se observa la altitud por cada punto tomado donde se encontró una palmera. De acuerdo a esta figura el terreno donde se encuentran las palmeras es irregular, bajando hasta 194 msnm en algunos casos y subiendo hasta 252 msnm en otros. Sin embargo, la fisiografía puede variar hasta 590 msnm (ONERN, 1979).

En la figura 4 se observa el promedio de altitud por cada palmera encontrada en la zona. Así se tiene que las especies que se encuentran en la parte más baja son la piasava que se encontró a 219 msnm y huasai a 220 msnm, sin embargo, la variación de la altitud donde se encontró la piasava varía de 198 msnm a 236 msnm (Tabla 2). En la parte intermedia se encontró al huicungo (227 msnm), shapaja (229 msnm) y yarina (232 msnm), encontrando a la shapaja en altitudes de mayor variación (de 217 msnm a 249 msnm) (Tabla 2). En la parte más

Alta se encontró al palmichi (241 msnm) y al Ungurahui (246 msnm).

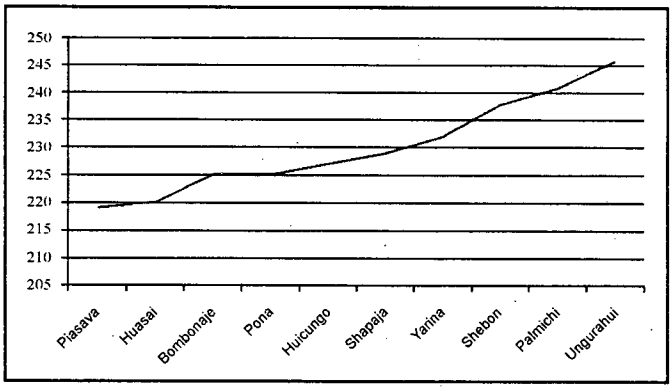


Figura 4. Promedio de la elevación (msnm) de las palmeras encontrados en la CCNN San Mateo del Alto Abujao.

Fauna:

Tabla 3. Máximo, mínimo y promedio de las elevaciones (msnm) donde se encontraron las especies de fauna.

N°	Nombre Común	Nombre Científico	Max.	Mín.	Prom.
1	Achuni	*Nasua nasua*	251	250	251
2	Añuje	*Dasyprocta punctata*	249	243	246
3	Huacamayo	*Ara Chloropterus*	220	197	208
4	Jergón	*Bothrops atrox*	199	199	199
5	Majas	*Agouti paca*	197	197	197
6	Motelo	*Geochelone denticulata*	232	204	218
7	NN		233	233	233
8	Oso hormiguero	*Myrmecophaga tridactyla*	257	249	253
9	Perdiz	*Tinamus major*	226	194	212
10	Pichico	*Saguinus fusscicillis*	246	246	246
11	Pucacunga	*Penélope jacuaqu*	214	214	214
12	Ronsoco	*Hydrochoerus hydrochaeris*	213	213	213
13	Sachavaca	*Tapirus terrestris*	232	228	230
14	Sajino	*Tayassu tajacu*	271	214	237
15	Shansho	*Ophistocomus hoatzin*	182	182	182
16	Otorongo	*Panthera onca*	222	222	222
17	Venado	*Mazama americana*	199	199	199

En la tabla 3 se observa las elevaciones expresados en msnm de las especies de fauna silvestre encontrados en la CCNN San Mateo del Alto Abujao. Según la tabla la altitud varía de 182 msnm (para el caso del Shansho) a 271 msnm (para el caso del sajino). Asimismo la tabla indica que el promedio de altitud donde se encontraron las especies varía de 182 msnm (para el caso del Shansho) a 253 msnm (para el caso del oso hormiguero) (figura 6).

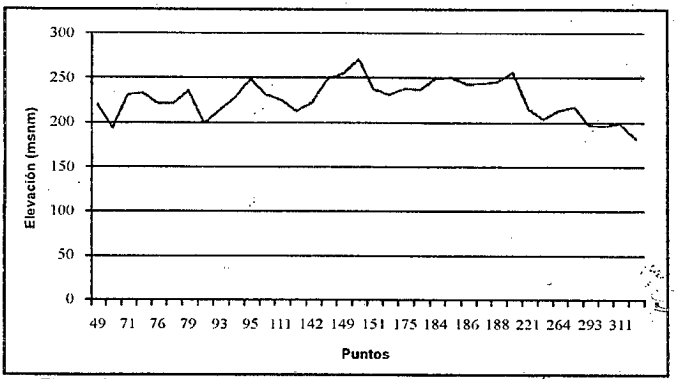


Figura 5. Elevación (msnm) de los puntos (animales) encontrados en la CCNN San Mateo del Alto Abujao.

En la figura 5 se observa la altitud por cada punto tomado donde se encontró un individuo de fauna silvestre. De acuerdo a esta figura, la fisiografía del terreno donde se encuentran las especies de fauna es irregular, bajando en algunos casos y subiendo en otros.

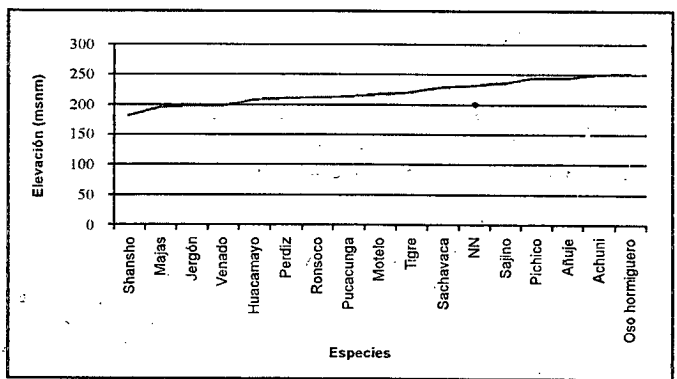


Figura 6. Promedio de la elevación (msnm) de las especies de fauna encontrados en la CCNN San Mateo del Alto Abujao.

En la figura 6 se observa el promedio de altitud por cada animal encontrado en la zona. Así se tiene que las especies que se encuentran en la parte más baja son el Shansho que se encontró a 182 msnm y al majás a 197 msnm, al jergón (199 msnm) y al venado (199 msnm) (tabla 3). En la parte intermedia se encontró al Motelo (218 msnm) y al tigre (222 msnm), encontrando al Motelo en altitudes de mayor variación (de 204 msnm a 232 msnm) (tabla 3). En la parte más alta se encontró al Achuni (251 msnm) y al oso hormiguero (253 msnm).

Técnicas utilizados en la extracción de los recursos naturales:

Especies forestales.

Tabla 4: Tipo de madera, herramienta y método de extracción de madera en la CCNN San Mateo.

Nº	N. Común	Tipo madera	Herram. extracción	Método de extracción
1	Ayahuma	Rolliza	Motosierra	Revolcado
2	Bolaina	Rolliza, tuco	Motosierra	Revolcado,carguío,balsa
3	Capirona	Rolliza	Motosierra	Revolcado
4	Catahua	Rolliza	Motosierra	Revolcado
5	Cedro	Rolliza	Motosierra	Revolcado
6	Cedro Masho	Rolliza	Motosierra	Revolcado
7	Copaiba	Rolliza	Motosierra	Winche, revolcado
8	Cumala	Rolliza	Motosierra	Revolcado
9	Espintana	Rolliza	Motosierra	Carguío
10	Estoraque	Rolliza	Motosierra	Revolcado,winche y balsa
11	Hualaja	Rolliza	Motosierra	Revolcado
12	Ishpingo	Rolliza	Motosierra	Revolcado, carguío
13	Itauba	Rolliza	Motosierra	Carguío
14	Lupuna	Rolliza	Motosierra	Winche
15	Lupuna colorada	Rolliza	Motosierra	Revolcado, winche
16	Machimango	Rolliza	Motosierra	Carguío
17	Manchinga	Rolliza	Motosierra	Revolcado
18	Mashonaste	Rolliza	Motosierra	Revolcado, carguío
19	Oje	Rolliza	Motosierra	Revolcado, balsa
20	Palo yuca	cuartón	Motosierra	Carguío
21	Punga lupuna	Rolliza	Motosierra	Winche
22	Renaco	Rolliza	Motosierra	Revolcado, balsa
23	Shihuahuaco	Rolliza, cuartón	Motosierra	Winche, bote,carguío
24	SN	Cuartón	Motosierra	Carguío

En la tabla 4 se observa el tipo de madera, herramienta y método de extracción de madera utilizado en la Comunidad Nativa San Mateo del Alto Abujao. Según el cuadro, de las 25 especies extraídas, más del 90% son extraídas en madera rolliza y el resto en cuartones y tucos; todas las operaciones de corta ó la herramienta de extracción es la motosierra, ya que es una máquina que acelera la corta de los árboles y troceado de la misma, generando mayor rendimiento en la corta de los árboles.

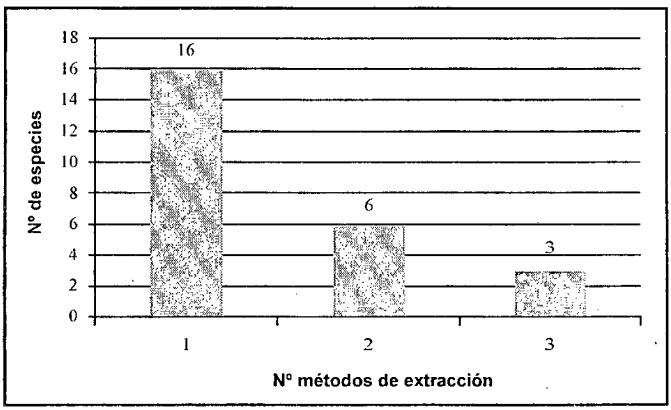


Figura 7. Número de métodos de extracción por número de especies forestales en la CCNN San Mateo del Alto Abujao.

Con respecto al sistema o método de extracción, de los tres métodos existentes (arrastre mecanizado, arrastre manual y extracción con animales de tiro) (INRENA *et. al.*, 2004), la comunidad emplea el arrastre manual, en cinco modalidades de extracción, las cuales son: revolcado o rodamiento, carguío, flotación, huinche ó molinete y mediante embarcación. 16 especies se extraen aplicando un solo método, 6 especies mediante dos métodos y 3 especies mediante tres métodos de extracción (figura 7).

Palmera:

Tabla 5. Método y herramienta de extracción de palmeras en la CCNN San Mateo.

N°	Especie	Herram. de extracción	Método de extracción
1	Bombonaje	Machete	Cargando
2	Huasai	Machete	Cargando
3	Huicungo	Machete	Cargando
4	Palmichi	Machete	Cargando
5	Piasava	Machete	Cargando
6	Pona	Hacha, Machete	Cargando
7	Shapaja	Machete	Cargando
8	Shebon	Machete	Cargando
9	Ungurahui	Machete	Cargando
10	Yarina	Machete	Cargando

En la tabla 5 se observa la herramienta y método de extracción utilizado en la extracción de palmeras en la Comunidad Nativa San Mateo del Alto Abujao. Según la tabla, 10 especies son extraídas para sus diversos usos, para el cual el 90% utiliza el machete y el 10% utiliza hacha y machete para extraer las hojas, frutos, estípite (chonta) y troncos. Asimismo, la tabla muestra que todos los productos obtenidos de las palmeras se extraen en forma manual, en la modalidad de carguío.

Especies de fauna:

Tabla 6. Métodos de caza y captura de especies de fauna en la CCNN San Mateo.

Nº	N. Común	Prom. dist. Captura (hora)	Método de caza y captura
1	Achuni	1.00	Escopeta
2	Añuje	1.00	Escopeta
3	Huacamayo	0.63	Escopeta, arco y flecha
4	Jergón	0.75	Machete
5	Majas	0.50	Escopeta
6	Motelo	3.83	Manual
7	NN	0.50	Trampa para caza
8	Oso hormiguero	4.13	Escopeta
9	Perdiz	1.75	Escopeta, trampa, arco y flecha
10	Pichico	1.50	Escopeta
11	Pucacunga	4.50	Escopeta
12	Ronsoco	0.50	Escopeta
13	Sachavaca	2.13	Escopeta
14	Sajino	1.25	Escopeta
15	Shansho	0.75	Escopeta
16	Tigre	0.50	Escopeta
17	Venado	1.50	Escopeta

En la tabla 6 se observa los métodos de caza y captura de animales silvestres en la Comunidad Nativa San Mateo del Alto Abujao. Según la tabla, de las 17 especies capturadas y/o cazadas con escopeta, el cual representa el 80% y el resto con trampas, machete, en forma manual, así como también con arco y flecha.

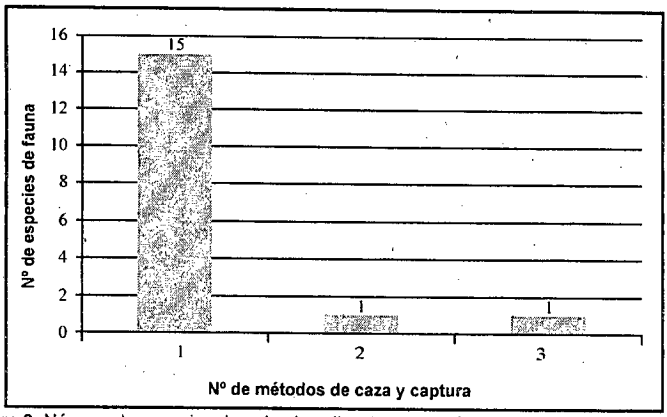


Figura 8. Número de especies de animales silvestres por métodos de caza y captura en la CCNN San Mateo del Alto Abujao.

En la figura 8 se observa el número de especies de animales silvestres por sistema o método de caza y/o captura; de los diversos métodos existentes en la caza y captura de animales silvestres (Day *et. al,* 1980; Berger y Mueller 1959), en la comunidad se emplea cinco métodos de caza y/o captura, los cuales son: la escopeta, el machete, arco y flecha, trampa y en forma manual.

En la figura 8 se aprecia que 15 especies son cazadas y/o capturadas, usando método, que equivale al 88.2% del total de especies, una sola especie, que equivale a 5.9% fue cazada por dos métodos, mientras que otra especie, equivalente a 5.9% fue hecha por tres métodos (figura 8).

Estado actual y futuro de la actividad forestal de la comunidad nativa:

Especies forestales.

Tabla 7. Madera de las especies forestales más frecuentes utilizadas en la CCNN San Mateo.

N°	Especies	Usos	%
1	Bolaina	Leña, forro, vigas, ventas.	14.2
2	Ishpingo	Cama, muebles, cuartón, plantilla de bote, venta.	5.3
3	Cedro	Canoa, falca, muebles, forro.	6.2
4	Espintana	Vigas, tijerales, travesaños, horcón.	29.0
5	Huacapú	Postes, horcón, vigas, travesaños.	12.7
6	Cumaceba	Postes, horcones.	5.8
7	Añushi	Postes, medicinal.	1.8
8	Estoraque	Muebles, leña, pisos, poste, horcones, venta.	6.7
9	Capirona	Leña, vigas, soleras.	11.0
10	Shihuahuaco	Leña, venta.	3.5
11	Quinilla	Vigas, horcones, mango de hacha.	3.8
Total			**100**

Con respecto **al estado actual** de la actividad forestal, en la tabla 7 y figura 9 se observa la madera de las especies forestales más frecuentes utilizadas en la CCNN San Mateo. Es así que la madera de la Espintana se utiliza en vigas, tijerales, travesaños y horcones en 29% del total de la madera utilizada en la comunidad; la Bolaina se utiliza en un 14.2% en leña, forro de paredes, vigas y venta de la madera; Huacapú se utiliza en un 12.7% en postes, horcones, vigas y travesaños; Capirona en un 11% en leña, vigas y soleras. La menos utilizada es el Añushi en un 1.8% en postes y medicina casera.

Cabe mencionar que por la carencia económica, la actividad maderera es trabajada en pequeña escala y a nivel familiar, para ayudar en el ingreso de la familia y solventar sus gastos diarios.

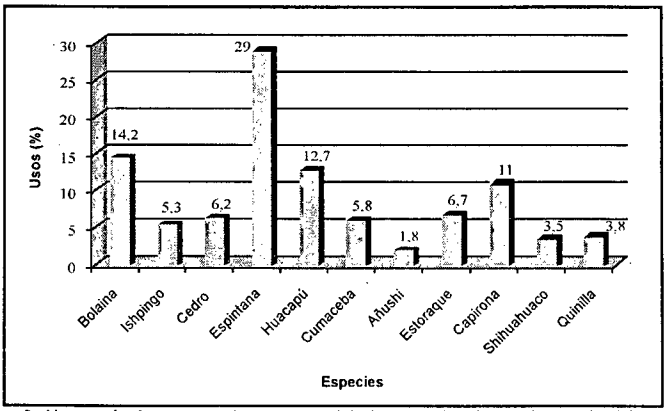


Figura 9. Usos más frecuentes (en porcentaje) de especies forestales en la CCNN San Mateo del Alto Abujao.

En el futuro, la actividad maderera en la comunidad, se verá afectado por el crecimiento poblacional de la comunidad. La presión al bosque será mayor, y las especies de uso doméstico tendrán que ser comercializados con el fin de generar ingresos para la familia, por la falta de especies que hoy en día son comerciales. Es por eso que los moradores de la comunidad pretenden sembrar algunas especies de mayor rentabilidad como caoba, cedro y Lupuna (Paredes, 2006).

Palmeras:

Tabla 8. Usos más frecuentas de palmeras en la CCNN San Mateo.

N°	Especie	Usos	%
1	Aguaje	Comida y bebida.	5.8
2	Cashapona	Piso, forro.	4.9
3	Coco	Comida, bebida y medicinal.	5.6
4	Huasaí	Forro, horcón, comida, medicinal.	4.4
5	Huacrapona	Piso, forro, comida.	26.0
6	Huicungo	Comida.	0.7
7	Piasava	Comida, escoba, venta.	2.2
8	Pijuayo	Comida y bebida.	5.6
9	Shapaja	Techo, alimentación.	26.4
10	Ungurahui	Comida y bebida.	6.0
11	Yarina	Techo y comida.	12.4

Con respecto **al estado actual** del aprovechamiento de las palmeras, en la tabla 8 y figura 10 se observa las palmeras utilizadas más frecuentes en la CCNN San Mateo. Es así que la shapaja se utiliza en los techos de las casas y las semillas en alimentación, este uso está calculado en 26.4% del total de las palmeras utilizada en la comunidad; la Huacrapona se utiliza en un 26% en construcción de pisos de casas, forro de paredes y alimentación; yarina se utiliza en un 12.4% en los techos de casas y alimentación. La palmera menos utilizada es el huicungo en un 0.7% en comida.

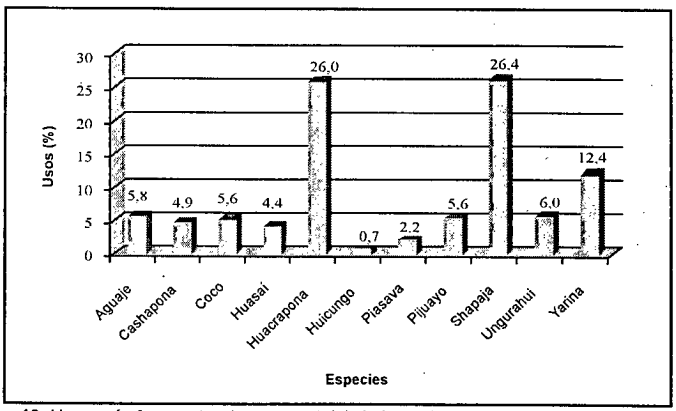


Figura 10. Usos más frecuentes (en porcentaje) de las palmeras en la CCNN San Mateo del Alto Abujao.

Del mismo modo, en el futuro la extracción de las palmeras tendrá un ritmo como en el presente que se utiliza en el techado, forrado de pisos y paredes de sus casas; además, las palmeras utilizan en la alimentación y como plantas medicinales, para curar diversos males caseramente. También, por versiones de los comuneros, están pensando ampliar el área de aguaje y Pijuayo con plantaciones artificiales que será utilizado para el autoconsumo y para la comercialización (Paredes, 2006).

Fauna silvestre:

Tabla 9. Usos más frecuentas de la fauna silvestre en la CCNN San Mateo.

Nº	Especie	Usos	%
1	Achuni	Alimentación	0.2
2	Añuje	Alimentación	4.0
3	Ardilla	Alimentación	2.0
4	Armadillo	Alimentación	1.6
5	Huacamayo	Alimentación	0.2
6	Huangana	Alimentación, venta, piel	3.8
7	Machín o Martín Negro	Alimentación	1.8
8	Majás	Alimentación, venta	11.8
9	Manacaraco	Alimentación	6.0
10	Manco	Alimentación	0.4
11	Maquisapa	Alimentación	1.1
12	Mono Choro	Alimentación	2.7
13	Mono Coto	Alimentación	0.2
14	Mono Frayle	Alimentación	0.2
15	Motelo	Alimentación, venta	9.1
16	Musmuqui	Alimentación	0.7
17	Paujil	Alimentación	5.1
18	Pava de Monte	Alimentación	4.0
19	Perdiz	Alimentación	6.7
20	Pichico común	Alimentación	0.2
21	Pucacunga	Alimentación	7.3
22	Puma Garza	Alimentación	0.2
23	Ronsoco	Alimentación, venta	0.4
24	Sachavaca	Alimentación, venta	1.3
25	Sajino	Alimentación, venta, piel	11.3
26	Taricaya	Alimentación, venta	0.4
27	Tocón	Alimentación	0.4
28	Trompetero	Alimentación	6.2
29	Tucán	Alimentación	0.4
30	Venado	Alimentación, venta	10.0

El **estado actual** de la fauna silvestre de la CCNN San Mateo se observa en la tabla 9 y figura 11. Según la tabla las especies que se utilizan más frecuentes en la comunidad de San Mateo en sus diversas formas son: el majás en un 11.8% en la alimentación de las familias y la venta de su carne; el sajino en un 11.3% en la alimentación de las familias, venta de la carne y la piel; el venado en un 10% en la alimentación de sus

familias y en la venta de su carne; Motelo en un 9.1% en alimentación de sus familias y en la venta de su carne y unidades vivos; Pucacunga en un 7.3% en alimentación de sus familias; perdiz en un 6.7% en la alimentación de sus familias; trompetero en un 6.2% en alimentación de sus familias; Manacaraco en un 6% en alimentación de sus familias; paujil en un 5.1% en alimentación de sus familias; Añuje en un 4% en alimentación de sus familias; pava de monte en un 4% en alimentación de sus familias; Huangana en un 3.8% en alimentación de sus familias, venta de carne y piel del animal.

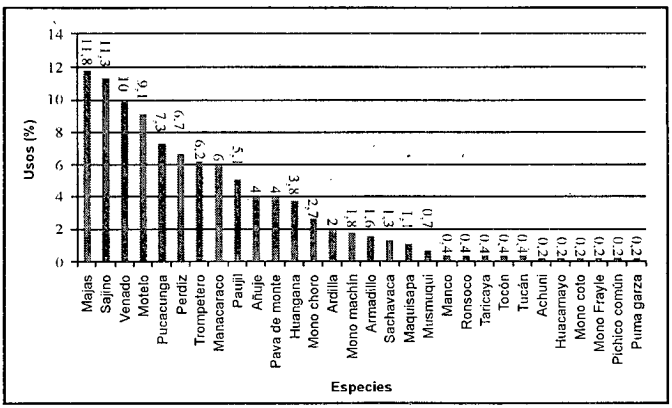


Figura 11. Usos más frecuentes (en porcentaje) de la fauna silvestre en la CCNN San Mateo del Alto Abujao.

En menor porcentaje son utilizados el mono choro (2.7%), ardilla (2%), mono machín (1.8%), armadillo (1.6%), sachavaca (1.3%), Maquisapa (1.1%), Musmuqui (0.7%), manco (0.4%), ronsoco (0.4%), Taricaya (0.4%), tocón (0.4%), tucán (0.4%), Achuni (0.2%), Huacamayo (0.2%), mono coto (0.2%), mono fraile (0.2%), pichico común (0.2%) y puma garza (0.2%), que juntos suman 14.4%.

En **el futuro**, los comuneros de la CCNN San Mateo, creen que los animales en la actualidad cazan o capturan estarán alejados de su territorio natural, debido a la presencia de madereros ilegales y también a la presencia de las compañías de extracción de oro (Paredes, 2006). Estos se alejarán cada vez más en busca de alimento y refugio que garantice su supervivencia.

CONCLUSIONES

1. La herramienta de extracción de especie forestales empleado por la comunidad es la Motosierra y el método para la misma actividad es el arrastre manual en 5 modalidades: revolcado, carguío, flotación, huinche y mediante embarcación, utilizándose un solo método para la extracción de 64% de las especies, dos métodos para el 24% de las especies y tres métodos para el 12%; mientras que para la extracción de palmeras se emplea el método manual, en la modalidad de carguío y sus herramientas de extracción son el hacha y el machete.

2. Los métodos empleados para la caza y/o captura de animales silvestres son la escopeta, trampa, machete, arco y flecha, y en forma manual, de los cuales se utiliza un solo método para la caza y/o captura del 88.2% de las especies, y el 5.9% de las especies se emplean dos y tres métodos respectivamente.

3. En la actualidad la comunidad mayormente utiliza 06 especies, forestales las cuales son: Espintana (29%), Bolaina (14.2%), Huacapú (12.7%), Capirona (11%), estoraque (6.7%), cedro (6.2%). En el futuro piensan sembrar aguaje y Pijuayo, para ampliar el área de estos cultivos para su autoconsumo y comercialización.

4. Las palmeras mas usadas son la Shapaja con el 26.4% y la Huacrapona con el 26%, los usos que se le dan a estas palmeras son: techado de casas, pisos de casas, forro de paredes, comida, bebida, medicina natural, horcones, fibras para la fabricación de escobas y venta de las fibras. En el futuro piensan sembrar aguaje y Pijuayo, para ampliar el área de estos cultivos para su autoconsumo y comercialización.

5. En la actualidad las especies de fauna silvestre que se utilizan más frecuentes son: majas (11.8%), sajino (11.3%), venado (10%), Motelo (9.1%), Pucacunga (7.3%), perdiz (6.7%), trompetero (6.2%), Manacaraco (6%), paujil (5.1%), Añuje (4%), y la pava de monte (4%).

6. La comunidad nativa San Mateo esta ubicada en el Noreste del departamento de Ucayali, a 90 km en línea recta de la ciudad de Pucallpa y a 210 km por río, en las coordenadas UTM: 635000 a 646000 E y 9106000 a 9112000 N, en cuyo trayecto vía fluvial se encuentran 9 caseríos, 2 comunidades nativas un centro poblado menor.

7. De las 21000 has que tiene la comunidad, y solo 1640.82 has (7.81%) son utilizadas por los comuneros en las actividades agrícolas, caza, pesca, extracción de palmeras y especies forestales en una fisiografía del terreno que va desde 178 hasta 271 msnm, sin embargo esta puede alcanzar hasta 590 msnm.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMAZONIA. 2009. Áreas protegidas y territorios indígenas, red amazónica de información socio ambiental georreferenciada. RAISG (En línea), 2009. Consultado el 15 de Agosto del 2010. Disponible en la World Wide Web: www.raisg.socioambiental.org.

BRACK, A. y YÁNEZ, C. 1997. Amazonía peruana, comunidades Indígenas, conocimientos y tierras tituladas: Atlas y base de datos.

BERGER, D. y MUELLER, H. 1959. The bal - chatri: a trap for the birds of prey. Bird - Banding 30(1): 18 - 26.

DAY, I., SCHEMNITZ, D. y TABER, D. 1980. La captura y marcación de animales silvestres. In Manual de técnicas de gestión de de vida silvestre. Pp 63 - 134.

DOBIE, J. 1961. The voice of the Coyote. Univ. Nebraska Press, Lincoln. 386 pp.

EMILIO DAVID. 1983. El transporte terrestre de madera en la Selva Central. Proyecto PNUD/FAO/PER/81/002. Fortalecimiento de los Programas de Desarrollo Forestal en Selva Central. Documento de Trabajo Nº 8. 66 pp.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA (FAO). 2003. Los bosques. (En línea). Consultado el 15 de Setiembre del 2010. Disponible en la World Wide Web: http:// lareserva.com/home/bosques_deforestación_situación.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA (FAO). 2006. (En línea). Consultado el 15 de Setiembre del 2010. Disponible en la World Wide Web: http://www.fao.org/docrep/x0963S/x0963s09.htm.

GOBIERNO REGIONAL DE UCAYALI (GOREU). 1992. "Breve reseña histórica de Pucallpa". Pucallpa - Perú. 115 pág.

IIRSA, 2010. Flor de Ucayali, afectada por IIRSA Tramo Pucallpa - Cruzeiro de Sul. (En línea). Consultado el 25 de Febrero del 2011. Disponible en la World Wide Web: http://www.bicusa.org/es/Article.11600.aspx.

INRENA, CIFOR, FONDOBOSQUE y CATIE. 2004. Manual para la planificación y evaluación del manejo forestal operacional en bosques de la Amazonía Peruana. Lima, Perú. 279 pp.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA (INEI), 1993. Censo de comunidades indígenas de la Amazonía (información preliminar) Nº 01. Lima, Perú.

EL PERUANO. 2000. Normas Legales. Congreso de la República. Lima, Perú. Pp. 190283 - 190284.

OFICINA NACIONAL DE EVALUACIÓN DE RECURSOS NATURALES (ONERN). 1979. "Inventario, Evaluación e Integración de los Recursos Naturales de la Amazonía. Pucallpa - Abujao".

OFICINA NACIONAL DE EVALUACIÓN DE RECURSOS NATURALES (ONERN), 1985. Los recursos naturales del Perú. Lima, Perú. Pp. 161-193.

PAREDES, R. 2006. Caracterización básica: geográfica, ecológica, socio - económica y cultural de la cuenca alta del río Abujao. Tesis para optar el Título de Ingeniero Agrónomo. Pucallpa, Perú. 128 pp.

RODRÍGUEZ, L. 1971. Evaluación de los costos de extracción y transporte de madera para tableros aglomerados del Bosque Muy Húmedo Sub - Tropical en Tingo María. Tesis Ing. Forestal U.N.C.P. 66 pp.

SABOGAL, C. 1980. Estudio de caracterización ecológico silvicultural del bosque "Copal" Jenaro Herrera (Loreto - Perú). Tesis Ing. Forestal, U.N.A. La Molina. 397 pp.

VALDIVIESO, R. 1980. Análisis de costos de desembosque con tractores en Selva alta, por el Método de simulación Montecarlo. Tesis Ing. Forestal, U.N.A. La Molina. 93 pp.

VIVANCO, L. 2005. "Gran enciclopedia de la región Ucayali: Identidad Nacional. Impreso en el comercio. Lima - Perú.

WIKIPEDÍA. 2010. Pueblos Indígenas del Perú. (En línea). Consultado el 18 de Febrero del 2011. Disponible en la World Wide Web: http://es.wikipedia.org/wiki/Ash%C3%A1ninca.

www.regionucayali.gob.pe. Medio Ambiente y Comunidades Indígenas. *Región* Ucayali. (En línea). Consultado el 15 de Setiembre del 2010. Disponible en la World Wide Web: http://es.regionucayali.gob.pe/.../grupotrabajomedioambienteccn nindigenas.

CARACTERIZACIÓN DE SUELOS DE LA CUENCA DEL RIO ABUJAO, PUCALLPA - PERÚ

SOIL CHARACTERIZATION OF RIVER BASIN ABUJAO, PUCALLPA - PERU

Emerson Rengifo Laurell[1], Edgar Juan Díaz Zúñiga[2]

RESUMEN

La Cuenca del río Abujao es una unidad geográfica amazónica de la Selva Baja, de 340.000 Ha. de superficie; caracterizándose por presentar una especial diversidad biológica, lo que le hace que se considere como una zona prioritaria para la conservación en el ambito de la Region Ucayali. En dicha cuenca se realizó el presente estudio de investigación denominado "Caracterización de los Suelos de la Cuenca del Río Abujao", teniendo como objetivo principal caracterizar los suelos del río Abujao, para tener conocimiento y posteriormente realizar trabajos de ordenamiento territorial así como clasificar tierras y mejorar su uso de acuerdo a su capacidad. Para tal fin se empleo el método de investigación Descriptivo - Analítico Exploratorio. El estudio estuvo delimitado en un área de 2, 448.34 Km^2. que fueron divididos en 5 zonas o áreas, en función a las características fisiográficas, La ejecución del proyecto estuvo dividido en dos etapas: la etapa de pre campo, que consideró las capacitaciones, preparación de materiales y la etapa de campo donde se considero traslado y recorrido del investigador a la zona de estudio, toma de muestras en campo y la etapa de gabinete que considero los análisis e interpretación de los datos tomados en campo.

Se tomaron muestras en cada unidad fisiográfica, para luego ser analizadas en el laboratorio. Considerando un perfil modelo para cada unidad fisiográfica, en la cuenca del rio Abujao se identificaron 4 Ordenes de suelos según Soil Taxonomy: siendo:

Inceptisols, alfisols, ultisols y entisols.

Los INCEPTISOLS; encontramos esta clasificación de suelo en la unidades fisiográficas de Colina Alta y Terraza Baja, cuyas principales características predominantes son: suelos incipientes donde el

[1] Tesista, de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales - UNU.

[2] Profesor, Principal de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales - UNU.

horizonte B no está bien desarrollado, y presentan un relieve excesivo, sub normal y normal, y son de baja fertilidad, debido al bajo contenido de nitrógeno, fósforo y potasio disponible en el suelo para las plantas. El orden ALFISOLS, lo encontramos en la unidad fisiográfica Colina Baja, cuyas características son: suelos adultos desarrollados de relieve sub normal, de baja fertilidad, suelos con altos contenidos de aluminio, y extremadamente ácido. El orden ULTISOLS lo encontramos en la unidad fisiográfica Terraza Alta, cuyas características son: suelos con un horizonte argillico, de poco espesor presentan vegetación arborea, y son de color pardo rojizo oscuro; y ENTISOLS, este orden lo encontramos en unidades fisiográficas de Llanura Media, cuyas características que presentan son: suelos nuevos de formación, cerca de las orillas de los ríos por depósitos de las inundaciones que ocurre en determinadas épocas del año, presenta un alto de contenido de bases, bajo contenido de aluminio, con pH neutro, se consideran suelos de alta fertilidad natural.

Como conclusión se llegó a lo siguiente; que en la cuenca del río Abujao se presentaron 5 unidades fisiográficas definidas: colinas altas, colinas bajas, terrazas bajas, terrazas altas y llanuras media. Asi mismo se determino que en esta zona predominan los suelos del orden Inceptisols, los cuales se ubicaron en la parte alta y media de la cuenca; seguido los órdenes, Alfisols y Ultisols ubicados en la parte media y el orden Entisols ubicado en la parte baja.

Palabras clave: Unidad fisiográfica, ordenes, fertilidad, acidez, baseo, cuenca.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
BIBLIOTECA CENTRAL
U N U

ABSTRAC

Abujao River Basin is a geographical unit Amazon Lower Forest, 340,000 hectares of surface.; characterized by presenting a special biodiversity, causing him to consider it as a priority area for conservation in the field of the Ucayali Region. In this basin the present research study entitled "Characterization of Soils of Abujao River Basin" was held, with the main objective to characterize the soils of river Abujao to have knowledge and then make work of land management and land and rated

improve their use according to their ability. For this purpose use the Descriptive research method - Analytical Exploration. The study was defined in an area 2, 448.34 Km^2. were divided into 5 zones or areas, depending on the physiographic characteristics, The project was divided into two stages: the pre field, which considered the material preparation stage area where transfer was considered training and and researcher travel to the area of study, field sampling and stage of cabinet consider the analysis and interpretation of the data collected in the field.

Samples in each physiographic unit were taken and then analyzed in the laboratory. Considering a model profile for each physiographic unit in the river basin soils Abujao four orders were identified according to Soil Taxonomy: where:

Inceptisols, Alfisols, Ultisols and Entisols.

The INCEPTISOLS; I found this soil classification in physiographic units of High Hill and Terrace Lower, whose main characteristic features are: incipient soils where elhorizonte B is not well developed, and have a normal and normal excessive relief, sub, and are of low fertility due the low nitrogen, phosphorus and potassium in the soil available to plants. The order Alfisols, is found in the Lower Hill physiographic unit whose characteristics are: soils developed normal adult sub relief, low fertility soils with high aluminum content, and extremely acid. The Ultisols order is found in the Upper Terrace physiographic unit whose characteristics are: soils with argillico horizon, thin arboreal vegetation present, and are dark reddish brown; and Entisols, this order is found in Media Plain physiographic units whose characteristics are presented: new soil formation, near the banks of rivers flood deposits that occur at certain times of the year, has a high content base, low aluminum content, pH neutral soils are considered high natural fertility.

Conclusion was reached following; high hills, low hills, low terraces, high terraces and plains average: that in the basin of river Abujao defined five physiographic units were presented. So it was determined that in this area the soils of the order Inceptisols, which were located in the upper and middle basin predominate; followed the orders Alfisols and Ultisols located in the middle and the order Entisols located in the lower part.

Keywords: Physiographic unit, orders, fertility, acidity, baseo, basin.

INTRODUCCIÓN

La región de Ucayali está localizado en la parte centro oriental del territorio peruano, ocupando una extensión de 102,410.55 km^2 que representa el 7.95% del área nacional y políticamente está integrado por 4 provincias, 14 distritos y 244 comunidades nativas legalmente reconocidas. En su territorio se distinguen 3 pisos altitudinales: Ceja de Selva, Selva Alta y Selva Baja.

La cuenca del río Abujao es una unidad geográfica amazónica de la selva baja, de 340,000 ha de superficie ubicada al margen derecho del rio del mismo nombre desde donde se extiende por 90 km. y con rumbo NEE hasta la frontera con Brasil; así mismo, forma parte de una sierra aislada en la llanura amazónica, conocida como sierra del divisor, que se caracteriza por una especial **diversidad biológica**, lo que hace que se le considere internacionalmente desde 1990, como una zona prioritaria para la **conservación de la amazonia** y es también territorio de **indígenas en aislamiento voluntario**.

Según información de la Oficina del Ministerio de Agricultura de Pucallpa en 1975, se realizó un estudio de suelos semi - detallado sobre 10,000 ha el cual no se concretó por la negativa del personal por asentar, se asume que la causa principal fue la escasez de medios para el transporte (U.N.A. La Molina, 1981). Posteriormente; en ese mismo año, el Centro de Investigación de Asentamientos Rurales de la Universidad Nacional Agraria La Molina desarrolló el proyecto de primera aproximación en la zona del Abujao - Cantagallo del cual se obtuvo que dicha zona en estudio presenta una fisiografía variada con diferentes paisajes naturales; de igual forma el estudio demográfico de 1976 determino la presencia de 99 familias de colonias en todo el valle del Abujao.

Por las razones expuestas se desarrolló el presente trabajo que tuvo como objetivo:.

- Caracterizar los suelos de la cuenca del río Abujao.
- Determinar las propiedades físicas y químicas de los suelos de la

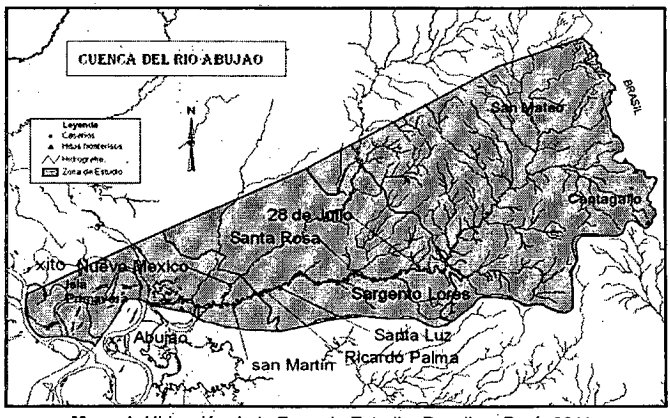
Cuenca del río Abujao.

- Clasificar los suelos de la cuenca del río Abujao, según el Sistema Soil Taxonomy.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del estudio.

El estudio se realizó en la cuenca del río Abujao, ubicado en el distrito de Calleria, provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali. El régimen climático varía conforme se asciende en la cuenca, de semi - húmedo cálido a súper - húmedo cálido, con temperaturas medias anuales de 22°C y 27°C, precipitaciones promedio anuales de 1.700 y 2.000 mm, habiéndose registrado precipitaciones anuales de 4.000 y 5.000 mm en el sector de la cabecera de la cuenca (SENAMHI).



Mapa 1. Ubicación de la Zona de Estudio, Pucallpa, Perú. 2011.

METODOLOGÍA.

En el presente trabajo se empleó el método investigación Descriptivo - Analítico Exploratorio.

Según el censo poblacional del 2005 el distrito de Callería cuenta con una población de 208 292 habitantes, teniendo una densidad de 19.9 hab. /km^2, siendo este menor en el área rural.

El estudio está delimitado en un área de 2,448.34 km^2, luego se les dividió en 5 zonas o áreas de acuerdo a sus características fisiográficas.

Para la ejecución del estudio de caracterización se desarrollaron actividades en dos etapas.

A. Etapa de Pre - campo.

Capacitación.

La capacitación en gabinete lo realizó el Ing. Msc. Edgar Díaz Zúñiga especialista en Suelos, mientras que en campo estuvo a cargo del Ing. Carlos Lenin Pérez Alván enfocado a la utilización de las herramientas participativas, programas de computo (Arc View 3.3 y GPS Track Maker) y el equipo de GPS (Sistema de Posicionamiento Global). También se recibió charlas referentes a temas como, sociología, actividades agrícolas y pecuarias, recursos naturales, edafología y en el dominio de la lectura de cartas nacionales.

Preparación de materiales personales del investigador.

Aquí se preparó objetos de uso personal para el investigador, destinados a satisfacer las necesidades más útiles en campo, los cuales están constituidos por botiquín, botas, capotas, colchonetas, impermeable, linterna entre otras.

Preparación de materiales para la recolección de datos en el trabajo de campo.

La utilización de instrumentos que permitieron la toma de datos de fuentes primarias en forma objetiva fueron los siguientes:

- Formularios; se elaboraron para la toma de datos específicos (ver anexo), para así tener la información en forma ordenada y poder

analizarlos posteriormente en gabinete.

- Imágenes de satélite; se imprimió imágenes satelitales de la zona en estudio, para graficar in situ con ayuda del GPS.

- Cartas nacionales; se llevó consigo, para la navegación.

- Sistema de Posicionamiento Global (GPS); se llevo un GPS para la georeferenciación de las calicatas y puntos de interés.

El GPS muestra datos como: altura, latitud, longitud, distancias, tiempo, etc. y así, con el apoyo de otros software que nos permitió elaborar los mapas de la zona estudiada.

B. Etapa de Campo.

Traslado y recorrido del investigador a la zona de estudio.

Se ingresó a la zona de estudio por vía fluvial, en un bote motor con capacidad de 700 kg.

Toma de muestras en campo.

Una vez identificados las 5 zonas de muestreo, empleando imágenes satelitales (lanzat 7), cuyas características nos muestran como áreas fisiográficas de Colina Alta, Colina Baja, Terraza Alta, Terraza Baja y Llanura Media. En cada zona identificada se realizo un recorrido de 5 a 7 km. donde al final del recorrido se realizaron una calicata por unidad fisiográfica.

En esta etapa, se procedió al análisis de información recopilada en campo y con la bibliografía existente.

Una vez finalizado la etapa de campo los datos obtenidos en los formularios, libreta de campo y GPS, fueron introducidos a una base de datos para luego ser analizados.

Los datos del equipo de GPS, fueron introducidos a una base de datos

utilizando el programa Track Maker, para luego ser analizados con el programa Arc View 3.3; finalmente para elaborar mapas de la zona en estudio.

Las informaciones obtenidas de las tres fuentes fueron interpretadas, aplicando el programa de interpretación de análisis de suelo (PIAS - Edgar, Díaz); obteniendo los resultados que se describe en la parte de resultados.

Variables Evaluadas:

Variable Independiente.

- Unidades Fisiográficas
- Ordenes de suelos.

Variable dependiente.

- Características Físicas.
  - Punto de marchites permanente (cm^3 agua/ cm^3 suelo).
  - Capacidad de campo (cm^3 agua/ cm^3 suelo).
  - Densidad aparente (g/cm^3).
  - Saturación (cm^3 agua / cm^3 suelo).
  - Conductividad hidráulica saturada (cm. / hr).
- Características Químicas.
  - Nivel de pH.
  - Materia Orgánica (tha^{-1}).
  - Nitrógeno Mineral (tha^{-1}).
  - P - Disponible (en P2O5 /Kg ha^{-1}).
  - K - Disponible (en K2O / Kg ha^{-1}).
  - CICE (cmol (+) Kg de suelo).
  - Saturación de Aluminio (%).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características de los Suelos en la Cuenca del Río Abujao.

La cuenca del río Abujao, ubicado al este de la ciudad de Pucallpa. Presentan 4 tipos de suelos, los del orden INCEPTISOL, ALFISOL, ULTISOL y ENTISOL.

Los INCEPTISOL, son suelos incipientes donde el horizonte B no está bien desarrollado, y presentan un relieve excesivo, sub normal y normal, y son de baja fertilidad, debido al bajo contenido de nitrógeno, fósforo y potasio disponible en el suelo para las plantas.

Los ALFISOL, suelos adultos desarrollados de relieve sub normal, de baja fertilidad, suelos con altos contenidos de aluminio, y extremadamente ácido.

Los ULTISOL, son suelos últimos, con buena textura y buen drenaje.

Los ENTISOL, son suelos nuevos de formación, cerca de las orillas de los ríos por depósitos de las inundaciones que ocurre en determinadas épocas del año, presenta un alto de contenido de bases, bajo contenido de aluminio, con pH neutro. Es considerado como suelo de alta fertilidad.

Tabla 1. Unidades fisiográficas estudiadas en la cuenca del Abujao. Pucallpa, Perú, 2011.

Unidad Fisiográfica	Localiz	Clasif. Suelo	Relieve	Caract. Física	Caract. Química
1.Colina Alta (Ca)	San Mateo - Zona de Reserva	Inceptisol	Excesivo	Arcillo Arenoso a Arcilloso	Baja Fertilidad
2.Colina Baja (Cb)	Cerca al Campamento Bahia	Alfisol	Sub-Normal	Arcilloso (Todos los horizontez)	Media
3.Terraza Alta (Ta)	Caserio 28 de Julio	Ultisol	Sub-Normal	Franco Arcilloso	Baja Fertilidad
4.Terraza Baja (Tb)	Caserio Sargento Lores	Inceptisol	Normal	Franco Arcillo Arenoso	Baja Fertilidad
5. Llanura Media (Llm)	Isla Primavera	Entisol	Normal	Arcilla a Arcillo Limoso	Alta Fertilidad

En Cuanto al pH, los suelos de colina alta, terraza alta y terraza baja se caracterizan por una reacción extremadamente acido, especialmente asociados con suelos arcillosos, pues, los suelos arenosos son menos ácidos (Kalliola, 1998). Existen sin embargo diferencias ya que los suelos de colina baja siendo estos arcillosos tienen un pH ligeramente acido al igual que los suelos de llanura media que tienen un pH neutro; sin embargo se puede atribuir estas diferencias a diversos factores como son: la estación del año, las practicas de cultivo, el horizonte muestreado, el contenido hídrico en el momento del muestreo y la técnica utilizada para determinar el pH; así como también loas procesos de lavado que eliminan bases del suelo y por lo tanto, con el tiempo, tienden a provocar un descenso del pH (Thompson, 1988) (figura 3).

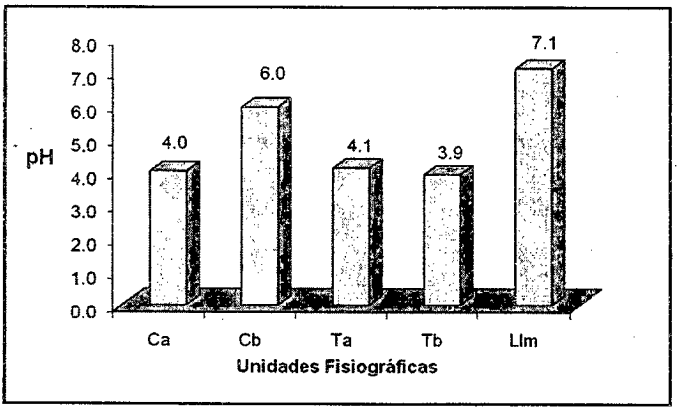


Figura 01. pH de los suelos por unidades fisiográficas presentes en la cuenca del río Abujao, Pucallpa, Perú 2011.

La presencia de materia orgánica en los suelos obedece a factores de formación de suelos, quienes son responsables de generar sus propios nutrientes, debido a esta dinámica observamos que existe diferentes cantidades porcentuales en cada unidad fisiográfica, teniendo en cuenta que los niveles adecuados de materia orgánica en el suelo es de 3 % del volumen de peso de la capa arable, los contenidos inferiores al 1% suelen hallarse limitados a zona desérticas (Thompson, 1988), pero en las condiciones de relieve que presenta cada unidad fisiográfica hace que se pierda constantemente por lixiviación y escorrentía. Los suelos

de colina alta tienen un promedio 0.9% de materia orgánica el cual se considera dentro de un nivel **Bajo**, pero se observa los suelos de colina baja tiene un promedio de 2% de materia orgánica el cual se considera un nivel **Medio**, este obedece a que existe buena actividad microbiana en el suelo que vienen descomponiendo los residuos vegetales presentes, mientras en los suelos de terraza alta y baja tiene un promedio de 1.6 y 1.9% de materia orgánica, el cual se considera como nivel **Bajo**, debido a que existe perdida muy marcado por escorrentía. En los suelos de llanura media se observa que existe un promedio 2% de materia orgánica por acumulación, en esta unidad no existe una pérdida considerable por escorrentía. (figura 4).

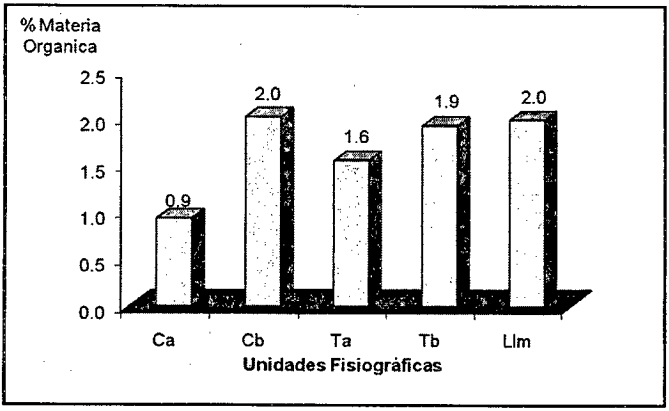


Figura 2. Porcentaje de materia orgánica presentes en los suelos de las unidades fisiográficas en la cuenca del río Abujao. Pucallpa, Perú - 2011.

El porcentaje de nitrógeno total presente en los suelos depende de la cantidad de materia orgánica (el nitrógeno orgánico es siempre superior al 90% del nitrógeno total), por lo tanto, la alimentación de las plantas que es mineral depende, sin embargo, del contenido orgánico del suelo (Cobertera, E. 1993). En el 100% de los suelos estudiados los niveles son considerados como bajos (llevados a contenido de materia orgánica, son menores a 2%), en suelos de colina baja, terraza baja y llanura media se tiene un porcentaje de 0.09 % considerado como nivel **bajo**, en el perfil de colina alta se tiene un promedio de 0.04% considerado un nivel bajo y de la misma manera el perfil de terraza alta

considerado un nivel bajo y de la misma manera el perfil de terraza alta tiene un promedio 0.07% también considerado como nivel bajo. Estas cantidades no satisfacen las necesidades para la agricultura que busca rendimientos óptimos, concluyendo que son suelos de baja fertilidad. (figura 5).

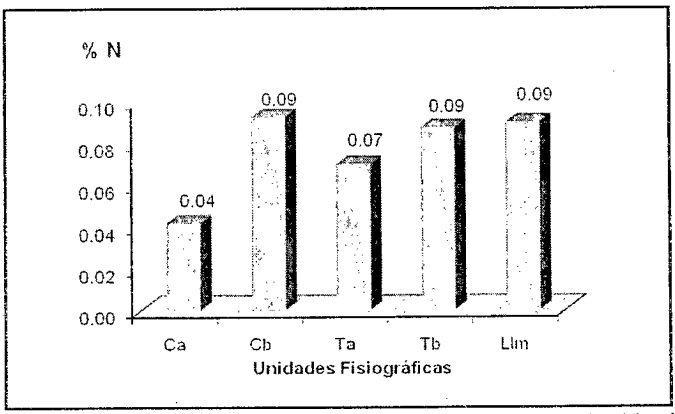


Figura 3. Porcentaje de nitrógeno total presentes en los suelos de las unidades fisiográficas en la cuenca del río Abujao. Pucallpa, Perú - 2011.

El porcentaje de saturación de aluminio está relacionado a la acides del suelo, por lo que se observa que los suelos de pH ligeramente ácidos existe bajo porcentaje de saturación de aluminio (suelos de llanura media y colina baja), por lo contrario en los suelos de colina alta, terraza alta y terraza baja se observa que los pH son extremadamente ácidos, con porcentajes de saturación de aluminio alto; demostrando que a mayor saturación de aluminio menor pH. (figura 1 y figura 6). Se considera que cuando la saturación de Al es menor del 60%, en la solución del suelo hay una concentración baja de Al3+; sin embargo se puede apreciar en la colina alta, terraza alta y terraza baja superan este nivel, el Al en la solución del suelo aumenta rápidamente alcanzando niveles tóxicos para las plantas. El efecto tóxico del Al en las plantas se manifiesta por la atrofia del sistema radical, ya que el Al inhibe la división celular a nivel del tejido meristemático radical y causa la atrofia de las raíces secundarias; esto disminuye la capacidad de la planta para absorber agua y nutrientes (Miller, 1967). Adicionalmente el Al bloquea la absorción y translocación de otros nutrientes esenciales como el P, Ca,

Mg y algunos micronutrientes (Kass, 1998). Mientras que en el perfil de colina baja y llanura media se encuentran los promedios por debajo del 60 % el cual favorece para un buen desarrollo de las plantas.

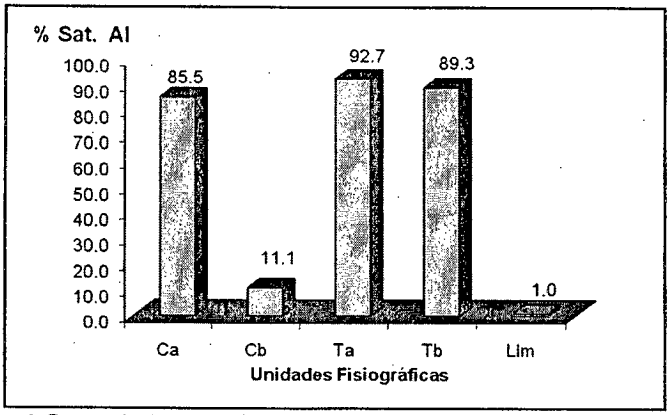


Figura 4. Porcentaje de saturación de aluminio presente de los suelos de las unidades fisiográficas en la cuenca del río Abujao. Pucallpa, Perú - 2011.

El porcentaje de saturación bases, basado en la CICE indica la disponibilidad de nutrientes par las plantas en los suelos. Un valor alto es indicativo dealta disponibilidad de bases; e inversamente, un valor bajo, indicativo de baja disponibilidadde bases. El pocentaje de saturación de bases varia considerablemente, generalmente es mas altéenlas capas superiores de los suelos en comparación con aquel correspondiente a los subsuelos. En los perfiles colina baja y llanura media el promedio de SB es de 89 y 99 % respectivamente, mientras que en los perfiles, de colina alta, terraza alta y terraza baja, en la mayoría de horizontes es menor a 35%, disminuyendo también los valores de los horizontes B a los horizontes C., dos órdenes (Ultisols y Alfisols) están separados por estas diferencias en PSB (>de 35 y <de 35). Sin embargo (Paredes. A., G., Rodríguez. 1993), mencionan que los suelos de llanura aluvial tienen un porcentaje de saturación de bases que los suelos de tierra firme, los mismos que presentan valores predominantemente bajos (figura 7).

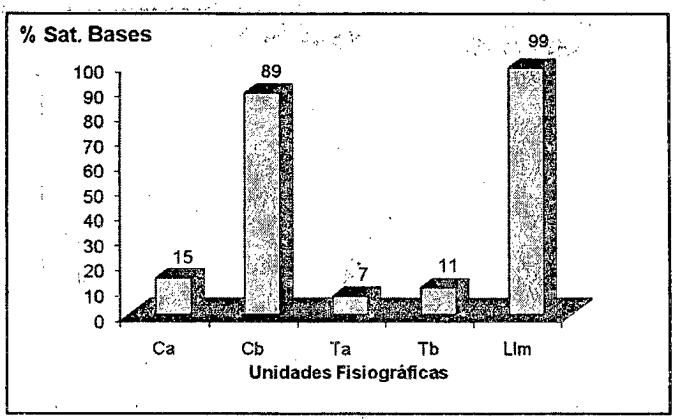


Figura 5. Porcentaje de saturación de bases presente en los suelos de las unidades fisiográficas en la cuenca del río Abujao. Pucallpa, Perú - 2011.

Contenido de fosforo (mg/kg de suelo), Los valóres varían desde 1.75 mg/kg en la mayoría de horizontes inferiores de los perfiles colina alta, colina baja, terraza lata y terraza baja, y en el perfil de la llanura media tiene un promedio de 12.46 mg/kg. Que presentan los mayores contenidos de P - disponible. En los demás perfiles el p - disponible varía de 1.75 a 1.20 mg/kg; estos niveles son considerados como muy bajos (Guerrero, 1986), con una tendencia generalizada a disminuir conforme aumenta la profundidad. Varios autores (Fassbender, 1975; Sánchez, 1981; Salinas y Valencia, 1983) explican que los bajos contenidos de P en estos suelos se debe a su gran capacidad de fijación de P. Así, los iones H_2PO4 -, que son liberados por la mineralización del P orgánico o por los fertilizantes fosfatados son fijados en formas poco aprovechables o inaprovechables por las plantas. (figura 8).

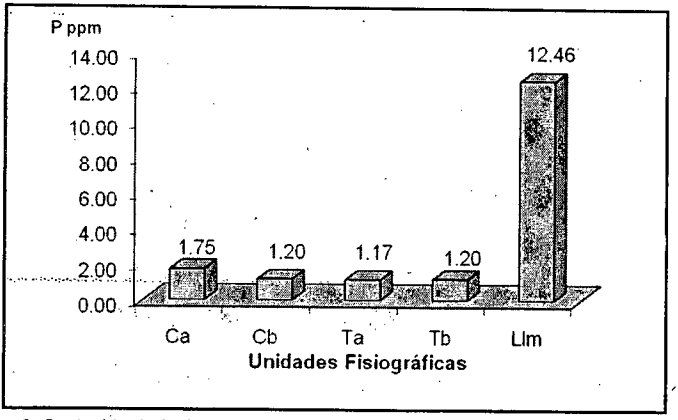


Figura 6. Contenido de fosforo presente en los suelos de las unidades fisiográficas en la cuenca del río Abujao. Pucallpa, Perú - 2011.

Los valores de **capacidad de intercambio cationico (CIC)**, muestran un amplio rango de variabilidad, desde 3.61 cmol (+)/ kg de suelo en el perfil Colina Alta hasta 32.95 cmol (+)/Kg de suelo en el perfil de colina baja, (figura 7). Esta variabilidad obedece a una serie de factores tales como: cantidad y tipo de arcilla, materia organica, oxidos hidratados de fierro y aluminio y pH, como sostienen Fassbender, 1975; Van Raij, 1981, Serna, 1987; Herrera, 1996; Generalmente un indicador aceptado de la capacidad de los suelos para retener nutrientes para las plantas en las zonas tropicales, es la capacidad de intercambio cationica efectiva calculada de la suma de bases intercambiables y la acidez intercambiable (Kalliola, 1998).

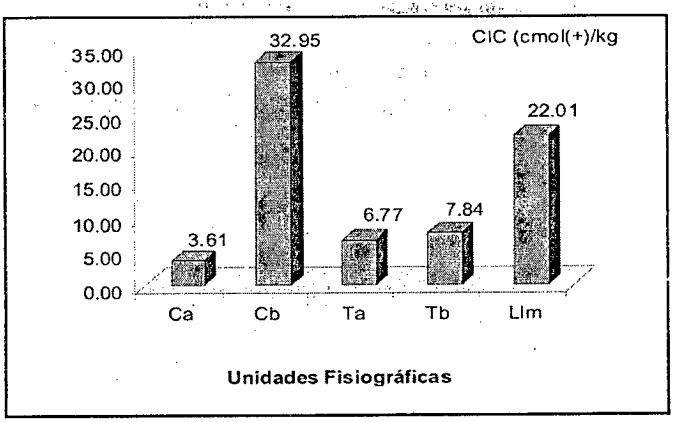


Figura 7. Capacidad de Intercambio Cationico presente en los suelos de las unidades fisiográficas en la cuenca del río Abujao. Pucallpa, Perú - 2011.

CONCLUSIONES

En el estudio realizado en la cuenca del río Abujao, sobre "Caracterización de suelos en la cuenca del Río Abujao", se tiene las siguientes conclusiones:

1. En la cuenca del río Abujao se ha encontrado 5 unidades fisiográficas definidas, colinas altas, colinas bajas, terrazas altas, terrazas bajas y llanura media.

2. El clima y la vegetación son los factores que más activamente han actuado en la formación de los suelos Colina Alta, Colina Baja, Terraza Alta y Terraza Baja. El suelo Llanura Media se ha originado a partir de deposiciones sucesivas de sedimentos aluviales muy recientes, recientes y subrecientes respectivamente.

3. Según el Sistema de Soil Taxonomy, se han definido los órdenes Inceptisols, Alfisols, Ultisols y Entisols; a nivel de subgrupos, los perfiles Colina Alta y Terraza baja se clasifican como **Typic Dystrudepts**; el perfil Colina baja como **Typic Drysrtudalf**; el perfil

Terraza Alta como **Typic Paleudults** y el perfil Llanura Media como **Typic Endoaquents**.

4. Los suelos presentes en la cuenca del río Abujao, son de baja fertilidad, por el bajo contenido de materia orgánica, es así que en los perfiles Colina Alta, Terraza Alta y Terraza Baja varian entre 0.93%, 1.5% y 1.92 y se consideran de nivel bajo, mientras que en los perfiles Colina Alta y Llanura Media los contenidos varían entre 2.01% y 2% niveles que se califican como medio.

5. La reacción en los suelos Colina Baja y Llanura Media varía de medianamente ácido (pH 5.97) a neutro (pH 6.73); en razón a que el Ca y Mg son los iones que predominan en el complejo de cambio; en los perfiles Colina Alta, Terraza Alta y Terraza Baja la reacción es extremadamente ácido; estos suelos se han acidificado progresivamente debido al remplazo paulatino de las bases cambiables por iones H y Al.

6. El P - disponible en el perfil Llanura Media es de 9.45 mg/kg y se considera de nivel medio: mientras que en los perfiles Colina Alta, Colina Baja, Terraza Alta y Terraza Baja varían entre 1.17 y 1.75 mg/kg niveles que se califican como muy bajos.

7. La baja saturación de bases y la fuerte acidez indicada por el bajo pH y el contenido extremadamente alto de aluminio intercambiable son propiedades críticas de la mayoría de los suelos de tierra firme.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COCHRANE T. y T. SANCHEZ P. 1982. Características agro ecológicas para el desarrollo de las pasturas en suelos ácidos de América Tropical. CIAT, Cali Colombia.

CLINE M. 1949. "Principios básicos de clasificación de suelo", Soil Science, :81 - 91, estableció las razones básicas detrás de una clasificación utilitaria.

CIAT. 1989. Investigación y desarrollo de sistemas agroforestales en los valles mesotérmicos y la zona de colonización. Santa Cruz, Bolivia. 20 p.

COBERTERA, E. 1993. Edafología Aplicada. Ediciones Calectra S.A. pag 81 - 85.

DE LA ROSA DIEGO, 2008. Evolución Agro ecológica de Suelos para un Desarrollo rural Sostenible. Dr. Ingeniero Agrónomo, Pág. 53 - 60.

DE LAS SALAS, G. 1983. Aspectos sobre la reforestación y el balance nutricional del sitio de los trópicos. Revista forestal latinoamericana Nº 2184 (1 - 25).

DIAZ, E. 2000. Génesis, Morfología y Clasificación de algunos suelos de Pucallpa. Tesis Mg.Sc Universidad Nacional Agraria "La Molina". Lima, Perú. 151 p.

DIRECCIÓN REGIONAL DE AGRICULTURA DE UCAYALI. 1995. Establecimiento y delimitación Territorial Para el grupo indígena no contactado "ISCONAHUAS" Pág.

DOUROJEANNI, M. 1987. Aprovechamiento del barbecho Forestal en áreas de agricultura migratoria en la amazonia peruana. Revista Forestal del Perú. XIV (2): 15 - 61.

FASSBENDER, W.H. 1975. Química de suelos, con énfasis en suelos de América Latina. Ed. IICA San José de Costa Rica.

GUIA TURISTICA. 1998. Estudio Del Potencial Turístico de la Región Ucayali La Molina, Lima - Perú. 120 p.

GUERRERO, J. 1986. Tablas de Niveles Críticos para Interpretación de Análisis de Suelos. Universidad Nacional Agraria La Molina.

HERNÁNDEZ, E.; RAMOS, A. 1991. Metodologías para el estudio de Agrosistemas con persistencia de tecnología agrícola tradicional.

ONERN, 1979. Inventario y evaluación e integración de los Recursos Naturales de la Amazonia Pucallpa Abujao. Lima. 225 p.

PAREDES, A., RODRIGUEZ, A., & SZOTT, L. 1993. Caracterización del potencial de fertilidad natural de los suelos aluviales de la zona de Iquitos - Nauta (ríos Amazonas e Itaya). UNAP/INIA/IIAP - Yurimaguas. Resumen de investigaciones apoyadas por Fundeagro . Segunda parte. Lima - Perú. Pp 182 - 186.

PEREZ, C. 2006. "caracterización geográfica, ecológica, socio - económica y cultural del centro poblado cantagallo". Pucallpa 68 p.

PLASTER, E J. 2000. La Ciencia del Suelo y su Manejo. Pag. 26 - 30.

PRIMERA APROXIMACIÓN 1981. "Proyecto de Asentamiento Rural Cantagallo" Zona Pucallpa - Abujao. Centro de Investigaciones En Asentamientos Rurales De la Universidad Nacional Agraria La Molina. Volumen I. 36 p

PROAMAZONIA, 2003. Formulación de una metodología para la recuperación de suelos degradados en zonas de cultivo de coca. Informe final. Lima, Perú 95 p.

RICSE, A. 2007. Rehabilitación de suelos forestales en ultisols degradados en el bosque Alexander von Humboldt, Región Ucayali. INIA - Estación Experimental Agraria Pucallpa - Perú. 40p.

ROMERO, P. MARCO. 1994. "Proyecto de conservación de bosques comunales en la amazonia peruana. (biblioteca CIFA).

SALISBURY. 2002. Dinámicas fronterizas Pawer point 45 vistas.

SALINAS, J., y C, VALENCIA. 1983. Oxisols y Ultisols en América Tropical. II. Mineralogía y características químicas; Guía de estudio. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. CIAT. 68p.

SANCHEZ, P. 1973. Un resumen de las investigaciones edafológicas en la América Latina Tropical. North Carolina Agricultura Experiment Station. Intecnical Bulltin 219. USA. 215.

SANCHEZ, P:A. 1981. Suelos del Trópico. Características y Manejo. Traducido del ingles por Edilberto Camacho. 1ra. Edic. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Serie de libros y materiales educativos No. 48. San José de Costa Rica. 660p.

SUAREZ. H. 1990. Caracterización edáfica y forestal del ciclo: Bosque - rozo y quema - cultivo en la selva baja de Huánuco. Tesis Ing. Forestal. U. N. A. L. M. 166 p.

THOMPSON, J.M. 1988. Los Suelos y su Fertilidad. Pag. 3 - 6.

UNITED STATES DEPARTAMENT OF AGRICULTURE. NATURAL RESOURCES CONSERVATION SERVICE.1998. Keys to Soil Taxonomy. Soil Survey Staft. Eighth edition. Version oficial obtenido por Internet.

UNITED STATES DEPARTAMENT OF AGRICULTURE. SOIL CONSERVATION SERVICE. 1975. Soil Taxonomy: A Basic System of Soil Clasification for Making and Interpreting Soil Survey Staft.U.S. Dep. Agric. Handbook. 436. pg.

ZAVALETA, A. 1967. Génesis Morphology and clasification of michigan Alfisols and peruvian Entisols. Thesis for the degree of NS. Michigan state University USA. 150 p.

ZAVALETA, A. 1974. Contribution to the knolege of the soils of Perú. Thesis Doctor in wetenschoppen. Rijsunivertsiteite gent. Belgica.

COMPARACIÓN DEL TIEMPO DE RECORRIDO, PENDIENTES Y DISTANCIAS DE DOS CAMINOS FORESTALES DEL CICFOR MACUYA

COMPARISON OF TIME TRAVEL, AND DISTANCES OF TWO OUTSTANDING FOREST ROADS CICFOR MACUYA

Jhosepy Gutierrez Saavedra[1], Fernando Velásquez de la Cruz[2]

RESUMEN

Esta investigación está enfocada en comparar dos caminos forestales en el bosque del CICFOR - Macuya, en base al trazado de un camino planificado, siguiendo la divisoria de cuenca (denominado **camino principal**), y otro sobre un camino ya existente sobre el lindero sur oeste hacia el campamento Sanango de la Universidad Nacional de Ucayali. La información de las variables de estos caminos se obtuvo de las mediciones en terreno; los parámetros fueron: tiempo de recorrido, pendientes y distancias; utilizando un cronómetro, un mapa de la zona, una brújula, y un GPS de marca Garmin 60CSx. apoyado en un sistema de información geográfica (Software ArcGIS 9.3).

El tiempo de recorrido por el lindero oeste fue de 2.75 horas con una distancia de 8.421 metros, y por el camino que sigue la divisoria de cuenca fue de 4.5 horas en una distancia de 11.176 metros. Se determinó que la pendiente promedio y máxima encontrada en el camino del lindero oeste fue de 9 y 28%, respectivamente y en el camino que sigue la divisoria de cuenca (camino principal) fue de 5 y 25% respectivamente.

El camino que sigue la divisoria de cuenca es de mayor extensión pero tiene menor número de pendientes pronunciadas, resultando este camino de mejor accesibilidad.

Palabras clave: Camino forestal, Divisoria de cuenca, pendiente y tiempo de recorrido.

[1] Bach. de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales - UNU.

[2] Profesor, Principal de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales - UNU.

ABSTRAC

This research is focused on comparing two forest roads in the forest CICFOR - Macuya, based on the layout of a planned path, following the watershed basin (called main road), and another on an existing road on the southern boundary west to the camp Sanango National University of Ucayali. The information on the variables of these roads was obtained from field measurements; parameters were: time travel, slopes and distances; using a stopwatch, a map of the area, a compass, and a GPS 60CSx Garmin brand. supported by a geographic information system (ArcGIS 9.3 Software).

The travel time by the western boundary was 2.75 hours with a distance of 8,421 meters, and the path followed by the boundary basin was 4.5 hours for a distance of 11,176 meters. It was determined that the average and maximum slope found in the way of western boundary was 9 and 28%, respectively, and in the path that follows the watershed divide (Main Road) was 5 and 25% respectively.

The road follows the boundary of watershed is of greater extension but has fewer steep slopes, resulting this way better accessibility.

Keywords: Forest Road, Divide basin slope and travel time.

INTRODUCCIÓN

En el CICFOR - Macuya el acceso a las unidades de investigación y capacitación práctica se realiza a pie utilizando trochas, lo que consume mucho tiempo y esfuerzo físico a los estudiantes, docentes y trabajadores. Esta situación imposibilita tener acceso rápido, con unidades móviles a toda el área del bosque, reduciendo el tiempo efectivo de la investigación y de la capacitación práctica. El CICFOR - Macuya tiene un área de 2 469.70 hectáreas, con un campamento central ubicado en el lindero norte y una garita de vigilancia en la quebrada Sanango en el lindero sur. El acceso a esta garita es por el lindero oeste, que además viene a ser el único camino. Por esta razón es utilizada casi exclusivamente por los trabajadores para las acciones de

vigilancia del bosque y se usa muy poco para realizar investigación y prácticas de campo.

El presente estudio consiste en la comparación de tiempos de recorrido, pendientes y distancias de un camino forestal que sigue la divisoria de cuenca, versus el camino que sigue el lindero oeste del CICFOR - Macuya, y poder determinar el camino que da el mejor acceso al bosque, aplicando una metodología para fomentar el uso de datos geoespaciales en la planificación y construcción de caminos forestales en la Amazonía peruana, haciendo uso de los modelos digitales de elevación del Shuttle Radar Topography Mission (SRTM).

El objetivo general fue comparar el tiempo de recorrido, distancias y pendientes de un camino forestal que sigue la divisoria de cuenca versus el camino que sigue el lindero oeste del CICFOR - Macuya. Los objetivos específicos fueron: Diseñar el trazo digital del camino forestal que une el campamento central con el campamento Sanango ubicado en el lindero sur del CICFOR - Macuya, trazar en el campo con GPS la ruta del camino forestal con los datos obtenidos en la computadora, registrar en el campo con el GPS, los datos de las coordenadas, distancia, pendiente y tiempo de recorrido de los dos caminos; y finalmente determinar el camino que da el mejor acceso al bosque del CICFOR - Macuya.

ESTELA (2011) diseñó el trazo de un camino forestal usando la información digital del Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), en el Centro de Investigación y Capacitación Forestal - Macuya (CICFOR - Macuya) de la Universidad Nacional de Ucayali. Utilizó un método comparativo mediante el cual se comparó el trazo de un camino forestal, utilizando el modelo de elevación digital del SRTM, descargado de internet con el software Global Mapper y procesados con el software ArcGIS 9.3, con los datos obtenidos en el campo por medio de un GPS Garmin 60 CSx y un nivel de ingeniero.

Obtuvo los siguientes valores: un cuadrado medio de error radial CMEr de 28.33 metros (49.04 metros al 95% IC) para el radio de ubicación del punto deseado. Para la coordenada Z (altura) del camino forestal, obtiene un CME de 8.14 metros comparando con el GPS, teniendo una altura promedio de la masa boscosa de 15.95 metros por encima del

suelo al 95 % IC. Comparando la distancia de los tramos que componen el camino forestal obtiene un CME de 8 metros, mostrando un error bajo en cuanto al planteado usando los datos del SRTM y los encontrados en el campo por medio de un GPS. Para el parámetro azimut que define la dirección con respecto al norte magnético, se obtuvo un CME de 29.23 grados, considerando poca desviación de la ruta. Además obtuvo un promedio de pendiente de 11.92% utilizando el GPS.

Los datos del SRTM.

En febrero del 2000 la NASA, la Agencia Nacional de Inteligencia Geo - Espacial (NGA), y las Agencias Espaciales de Alemania y de Italia lanzaron la Misión Shuttle Radar Topography Mission. Esta misión produjo el modelo de elevación digital (MED), de más alta resolución de la superficie terrestre (FARR, 2007). Este MED fue producido a una resolución de 1 arco - segundo (aproximadamente 30 m en el Ecuador) para casi todo el globo terráqueo, entre las latitudes 60 grados norte y 56 grados sur (FARR, 2007) con un error de altitud vertical medio de 6.2 m (nivel de confianza de 90%) y un error de geoubicación de 9 m para Suramérica (RODRÍGUEZ, 2006).

Una característica altamente discutida del MED del SRTM es el sesgo del follaje (o dosel vegetal). Debido a la corta (5.6 cm) longitud de onda de la Banda C, la mayoría de las ondas del radar recibidas sobre áreas densamente vegetadas se reflejan de vuelta en el follaje, bastante por encima de la superficie de la tierra desnuda (KELLNDORFER *et al,* 2004).

La exactitud absoluta horizontal y vertical del modelo SRTM es de 20 m (error circular con una probabilidad del 90 %) y de 16 m (error lineal con una probabilidad del 90 %) respectivamente. JACOBSEN (2004) ha demostrado que los datos SRTM - C poseen una alta precisión (RMS en Z: 8m a 15m), dependiendo de la pendiente del terreno, el tipo de vegetación y de la corrección del desplazamiento planimétrico.

Caminos forestales.

MALESKA *et al* (2009) menciona requerimientos de cartografía en la planificación de caminos forestales:

- Tener identificadas las zonas particulares, como.
  - Red hídrica.
  - Humedales.
  - Zonas inundables.
  - Zonas con pendientes mayores a 65 %.
  - Sitios frágiles.

NAVEIRAS (2011) menciona algunos lineamientos básicos que deben considerarse para la construcción de caminos son:

- Tener en cuenta normas de diseño durante su construcción.
  - Pendiente máxima: 15 %.
  - Carga de puentes: 30 TM.

- Minimizar cambios en el patrón natural de drenaje. Se debe evitar bloquear cursos de agua, construyendo puentes o alcantarillas.

FAO (1996) recomienda lo siguiente:

- Cuando fuera posible ubicar los caminos en las líneas divisorias de cuencas para no interferir con el drenaje.

- Los cursos y cuerpos de agua deben cruzarse por puentes o consolidarse la sección del cauce que será transitada.

Trazado de la faja del camino.

Trazar la carretera con la pendiente mínima, compatible con la necesidad de permitir un acceso adecuado al bosque. En algunos países se recomienda que la pendiente máxima oscile entre el 10 y el 20% (6° - 11°) salvo en algunos tramos cortos en los que la pendiente ha de ser mayor para permitir el acceso a los lugares de mayor altitud (FAO,

2009).

FAO (1991) menciona que las carreteras forestales en terrenos de colinas y montañas están condicionadas por sobretodo por la pendiente y se sitúan en ladera.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio.

Está ubicado en el área del Centro de Investigación y Capacitación Forestal - Macuya (CICFOR - Macuya) de la Universidad Nacional de Ucayali, ubicado en el 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 205 m. sobre el nivel del mar.

El CICFOR - Macuya abarca una superficie de 2 469.70 ha y se encuentra en la zona de vida bosque muy húmedo - pre montano tropical (bmh - PT), una temperatura media anual de 23.5 °C.

Método de investigación.

Se utilizó un método comparativo, mediante el cual se compara los siguientes parámetros: pendientes, distancias, y tiempos de recorrido de un camino forestal que sigue las divisorias de cuencas y el camino del lindero oeste, datos obtenidos en el campo por medio de un GPS Garmin 60 CSx, una brújula, un mapa de la zona y un cronómetro; utilizando el modelo de elevación digital del SRTM, bajado de internet con el software Global Mapper y procesados con el software ArcGIS 9.3.

Población y muestra.

La población en estudio para el camino que sigue la divisoria de cuencas y el lindero oeste son todos los puntos de coordenadas X, Y, Z correspondientes al área del CICFOR - Macuya tomados de los datos del SRTM con 45 metros de pixel.

La muestra del presente estudio serán los puntos tomados para el trazado del camino forestal que sigue la divisoria de cuencas y el lindero oeste en el CICFOR - Macuya, que comprenden los puntos X, Y, Z tomados de la población total de puntos.

Material.

- Ordenador portátil.
- GPS.
- Mapa del área del CICFOR - MACUYA.
- Brújula.
- Cámara fotográfica.
- Cronómetro.
- Libreta de campo y lapicero.

Procedimiento de recolección de datos.

Los datos digitales del SRTM se bajaron del internet por medio del Software Global Mapper, los archivos con las extensiones correspondientes se guardaron en un ordenador portátil para luego ser procesados, obteniendo el trazo digital del camino principal.

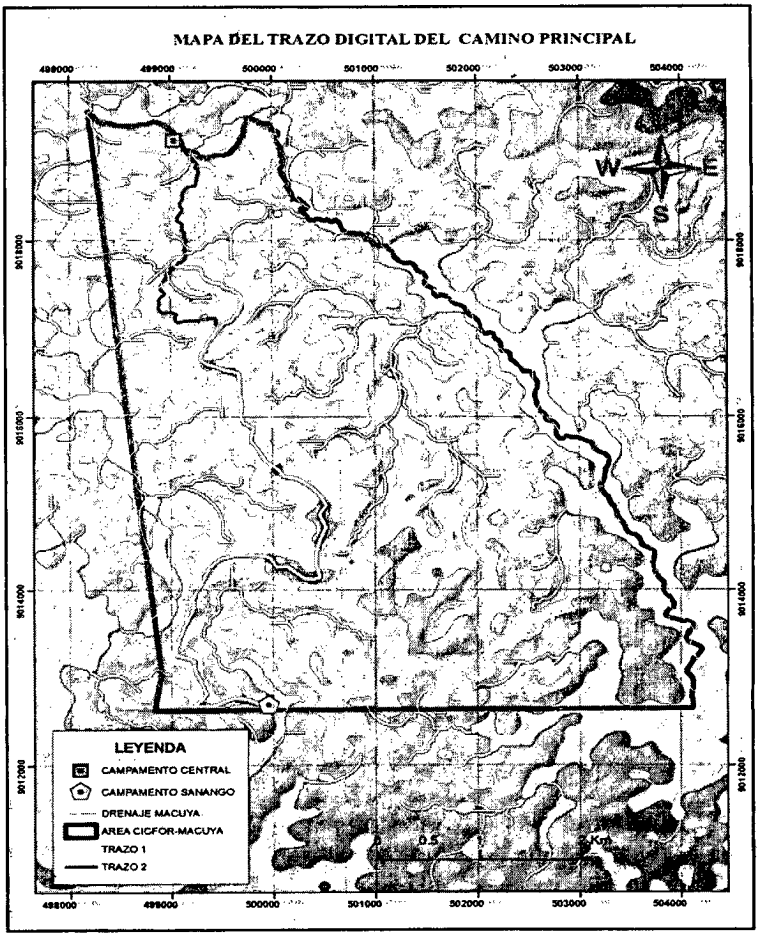
Recolección de datos de campo se obtuvo por medio de un GPS; obteniendo los principales parámetros: X, Y, Z, azimut, pendiente y distancia de ambos caminos, así como también se uso un cronometro para calcular el tiempo de recorrido.

Tratamiento de los datos.

Los datos fueron procesados en el software ArcGIS 9.3 y el análisis estadístico comparativo fue realizado en el programa Excel.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

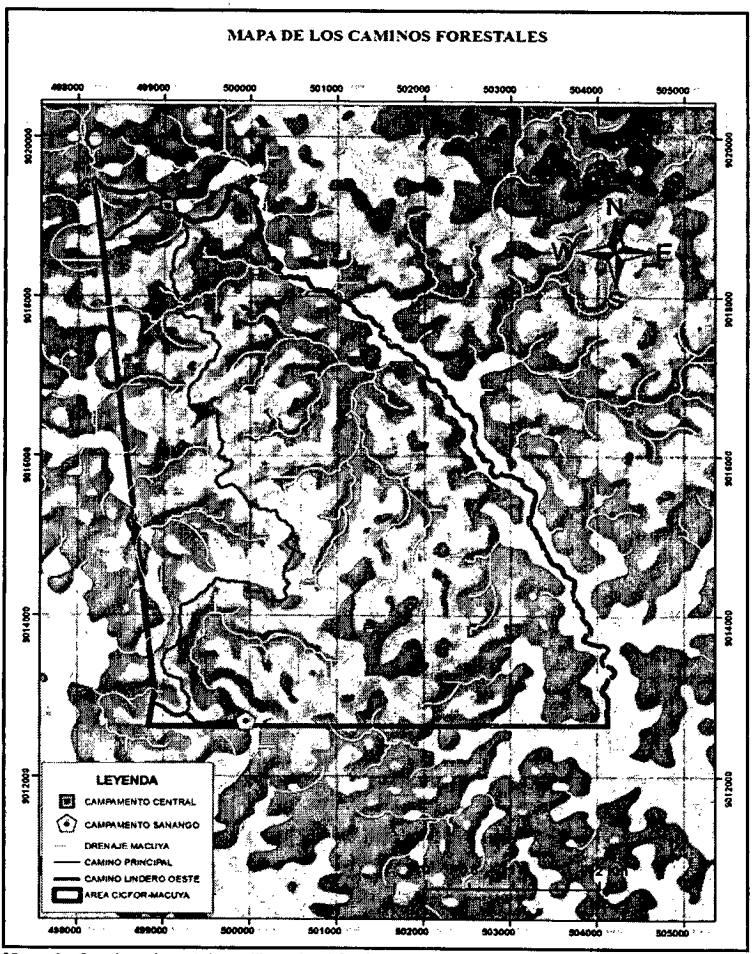
Mapas y perfiles de los caminos forestales.



Mapa 1. Trazo digital del camino principal (camino que sigue la divisoria de cuenca).

En el mapa 1 se puede observar el trazo digital del camino que sigue la divisoria de cuenca (trazo 1) continuando parte del camino que realizó ESTELA, (2011) (trazo 2), uniendo el campamento central y el campamento Sanango del CICFOR - MACUYA, tratando de no atravesar

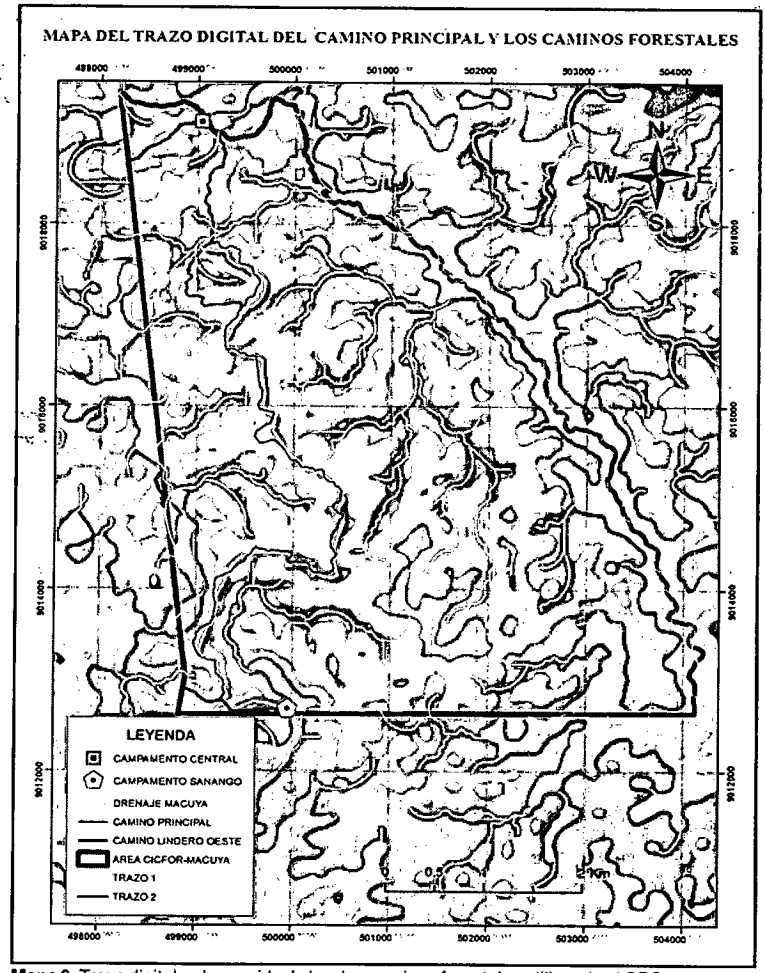
quebradas, que obligaría a construir puentes. Se aprecia que el camino del lindero oeste, se necesita la construcción de varios puentes, ya que atraviesa varias quebradas, tal como menciona NAVEIRAS (2011), se debe evitar bloquear cursos de agua, construyendo puentes o alcantarillas. Así mismo, un modelo computacional permite efectuar el trazado del camino considerando características topográficas y geológicas que minimizan los impactos a un costo eficiente (JOOSANG & WOODAM, 1995).



Mapa 2. Caminos forestales utilizando el GPS.

En el mapa 2 se observa el recorrido en campo del camino del lindero oeste, así como el recorrido y trazado del camino principal (camino que sigue la divisoria de cuenca), desde el campamento central hasta el campamento Sanango, utilizando en ambos casos el mapa de Macuya.

Con el GPS, la brújula y el cronómetro, se obtiene al final de cada recorrido las coordenadas, el azimut y la altitud de cada camino. Se determino que sólo se necesita la construcción de un puente en la quebrada Zancudal, mientras que en el camino del lindero oeste se necesita cuatro puentes (Q. Zancudal, Q Agua blanca, Q. Agua blanquillo, Q. Afluente no identificado). El tiempo de recorrido obtenido con el cronómetro, que fue de 2.75 horas en el recorrido por el camino del lindero oeste y 4.5 horas en el camino principal (siguiendo la divisoria de cuenca), considerando el recorrido en condiciones de caminata normal y sin considerar los tiempos de descanso (tabla 2).



Mapa 3. Trazo digital y el recorrido de los dos caminos forestales utilizando el GPS.

En el mapa 3 se puede observar el trazo digital del camino que sigue la divisoria de cuenca (camino principal), el recorrido en el campo del camino del lindero oeste y el recorrido del camino principal utilizando los instrumentos, donde determinamos poca desviación del camino principal planteado (trazo digital) y el recorrido en campo utilizando el GPS, tomando como referencia los 49.04 metros de error radial al 95%

IC. encontrado por ESTELA (2011) atribuyéndole la causa de este error al sesgo del follaje tal como lo menciona KELLNDORFER, (2004) que, debido a la corta (5.6 cm) longitud de onda de la Banda C, la mayoría de las ondas del radar recibidas sobre áreas densamente vegetadas se reflejan de vuelta en el follaje, bastante por encima de la superficie de la tierra desnuda, también podemos considerar que ESTELA (2011) obtuvo un CME de 8 metros para la distancia, considerando poca desviación de la ruta.

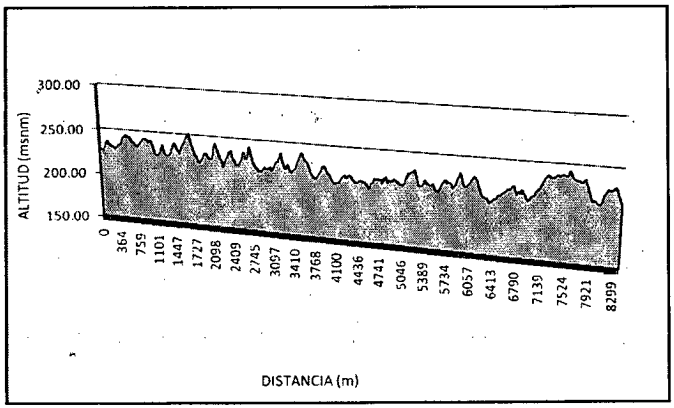


Figura 1. Perfil del camino del lindero oeste.

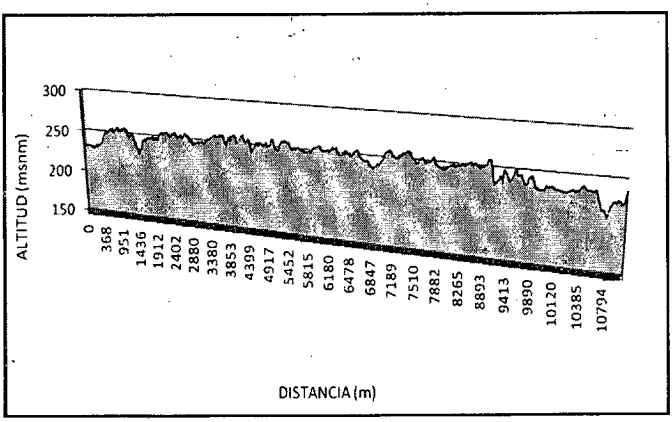


Figura 2. Perfil del camino principal.

En ambos perfiles de los caminos se utilizaron casi la totalidad de los puntos o coordenadas obtenidos en el campo con el GPS.

En las figuras 1 y 2 se observa el perfil de los dos caminos donde se aprecia claramente que la distancia de ambos difieren, determinando después del análisis y tratamiento de los datos que el camino del lindero oeste es gran parte un camino recto con una distancia de 8,421 metros, por lo tanto la distancia es menor, comparándolo con el camino que sigue la divisoria de cuenca (camino principal) con una distancia de 11,176 metros (tabla 2), resultando este último camino el de mejor acceso y el más conveniente ya que los caminos forestales se deben ubicar en las líneas divisorias de cuencas para no interferir con el drenaje (FAO, 1996).

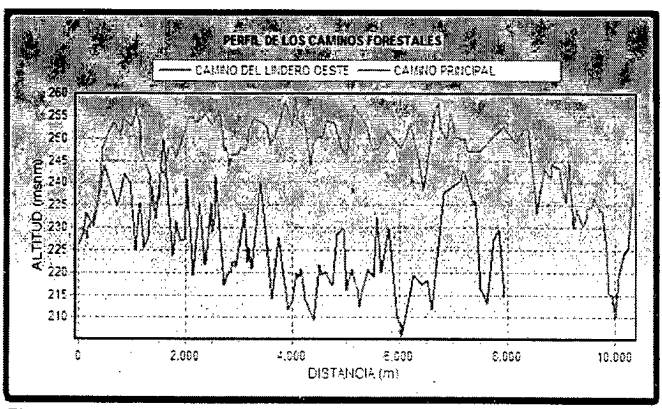


Figura 3. Comparación de los perfiles de los caminos forestales.

Aquí se comparó los perfiles considerando las coordenadas de cada vértice de cada camino, ya que las carreteras forestales en terrenos de colinas y montañas están condicionadas sobre todo por la pendiente; así la pendiente debe ser ajustada a la topografía del terreno (FAO, 1991); de esta manera poder determinar las frecuencias de pendiente y las pendientes promedios.

La figura 3 muestra que el camino del lindero oeste presenta demasiados picos de altitud, el cual es considerado como un camino muy difícil tanto para el recorrido del bosque como para su construcción

por la topografía que presenta, inclusive su misma ubicación lo aleja del acceso a otras partes del CICFOR MACUYA. Sin embargo el camino denominado camino principal sigue un perfil más suave, aunque en promedio la altitud y la distancia de este camino sea mayor, no le quita la posibilidad de ser considerado como tal, porque presenta una mayor accesibilidad a otras partes del bosque por su misma ubicación, así como su posible construcción. A todo ello cabe destacar la altura promedio de la masa boscosa de 8.14 metros por encima del suelo y los 15.95 metros de error de altura al 95 % IC encontrado por ESTELA (2011), haciendo una comparación de su trazo de su camino forestal con el SRTM y el GPS obtenido en el campo, estando no muy distante del encontrado por SRTM, 2009 que encontró 16 metros con una probabilidad del 90%. JACOBSEN (2004) ha demostrado que los datos SRTM-C poseen una alta precisión (RMS en Z: 8m a 15m), dependiendo de la pendiente del terreno y del tipo de vegetación.

Pendiente.

Tabla 1. Comparación de la pendiente de ambos caminos.

	CAMINO LINDERO OESTE		CAMINO PRINCIPAL	
	Grados	**Porcentaje**	**Grados**	**Porcentaje**
PROM	5	9	3	5
MAX	16	28	14	25
MIN	0	0	0	0
DESV		4		3

En la tabla número 1 se aprecia la diferencia de grados y porcentajes de pendientes de ambos caminos donde el camino del lindero oeste presenta mayor porcentaje de pendiente máxima que el camino que sigue la divisoria de cuenca, 28% y 25% (16° y 14°) respectivamente, encontrándose estas pendientes por encima de lo mencionado por la FAO, (2009) quien recomienda que algunos países la pendiente máxima oscila entre el 10% y el 20% (6° - 11°) salvo en algunos tramos cortos en los que la pendiente ha de ser mayor para permitir el acceso a los lugares de mayor altitud; no concordando tampoco con MALESKA *et al*, (2009),

quien sostiene que hay que evitar zonas con pendientes fuertes mayores a 65 % dependiendo del tipo de suelo, pero ESTELA (2011) encontró una pendiente máxima de 98.95% de pendiente en su trazado de su camino forestal usando el GPS, muy por encima de lo encontrado en este estudio; pero ambos caminos presentan promedios de pendientes de 9% y 5% respectivamente, estando estos valores por debajo de lo encontrado por ESTELA (2011), quien determinó un promedio de pendiente de 11.92%. Determinando que el SIG en combinación con operadores tales como los promedios ponderados ordenados pueden simplificar la definición de las estrategias de decisión (MALCZEWSKI & RINNER, 2005).

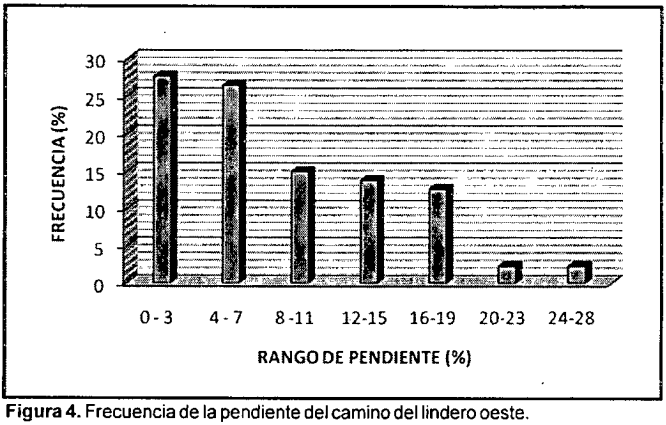


Figura 4. Frecuencia de la pendiente del camino del lindero oeste.

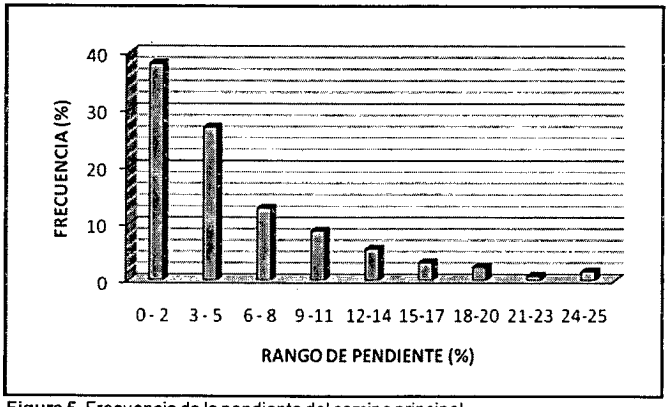


Figura 5. Frecuencia de la pendiente del camino principal.

En la figura 5 se aprecia la frecuencia de pendientes de los dos caminos donde el 54% de los datos de pendiente del camino del lindero oeste están por debajo de 7% de pendiente; mientras que en el camino que sigue la divisoria de cuenca, el 78% de los datos se encuentran por debajo de 8% de pendiente, presentándose por lo tanto un camino más suave con respecto a su topografía, encontrándose estos valores debajo de lo recomendado por la FAO (2009), quien recomienda que algunos países la pendiente máxima para caminos forestales oscile entre el 10 y el 20% (6 -11°), así como también NAVEIRAS, (2011) menciona que se debe tener en cuenta normas de diseño para la construcción de caminos forestales, así la pendiente máxima debe ser de 15%, es decir la pendiente para caminos forestales debe estar por debajo de estos valores.

Distancia y tiempo.

Tabla 2. Comparación de la distancia y el tiempo neto de recorrido.

Caminos Forestales	Distancia (m)	Tiempo (h)
Camino lindero Oeste	8,421	2.75
Camino Principal	11,176	4.5

Observando la tabla 2 se calcula que por el camino del lindero oeste se recorrió aproximadamente 3,062 metros por hora, y por el camino principal aproximadamente 2,484 metros por hora, estando por debajo de lo mencionado por FORERO J (2005), quien menciona que una persona camina a paso normal entre 4 y 5 kilómetros por hora pero sobre superficies planas, mientras que los tiempos de recorrido que se muestra en el cuadro es sobre bosque de colinas, entonces las condiciones son muy distintas.

CONCLUSIONES

1. El trazo digital del camino principal utilizando la información satelital del SRTM, así como su trazado en el campo usando el GPS, es un método práctico.

2. En el recorrido del camino principal se constata que se necesita la construcción solamente de un puente en la quebrada Zancudal, mientras que en el camino del lindero oeste se necesita de cuatro puentes.

3. El tiempo de recorrido obtenido con el cronómetro por el camino del lindero oeste fue de 2.75 horas y por el camino que sigue la divisoria de cuenca (camino principal), fue de 4.5 horas.

4. Se observó poca desviación del trazo digital del camino que sigue la divisoria de cuenca (camino principal) y el trazado en el campo utilizando el GPS, determinando poca desviación de la ruta.

5. El camino del lindero oeste tiene una longitud de 8,421 metros, mientras que el camino que sigue la divisoria de cuenca (camino principal) tiene una longitud de 11,176 metros.

6. El camino del lindero oeste presenta un porcentaje de pendiente promedio y máxima de 9% y 28% respectivamente, mientras que el camino que sigue la divisoria de cuenca de 5% y 25% respectivamente.

7. El 54% de los datos de pendiente del camino del lindero oeste están por debajo del 7%; mientras que en el camino que sigue la divisoria de cuenca, el 78% de los datos se encuentran por debajo del 8% de pendiente, por lo tanto es un camino más suave y de mejor accesibilidad con respecto a su topografía.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ESTELA, E 2011. Trazo de un camino forestal con datos del Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), en el Bosque Macuya de la Universidad Nacional de Ucayali. Tesis para optar el grado de Ingeniero Forestal. Pucallpa - Perú. 55p.

FAO, 1991. La explotación maderera de bosques de montaña. Tercer Curso de Capacitación FAO/Austria sobre carreteras forestales y

aprovechamientos en bosques de montaña, Ossiach y Ort, Austria. Visitado el 18 de enero del 2012. disponible en http://books.google.es/.

FAO, 1996. Forest Codes of Practice. Contributing to environmentally sound forest operations. Forestry Paper 133. Rome.

FAO, 2009. Ingeniería de Carreteras forestales. Codigo modelo de prácticas de aprovechamento forestal On line: http://www.fao.org/docrep/V6530S/v6530s06.htm.

FARR, T. y M. KOBRICK, 2000. Shuttle radar topography mission produces a wealth of data, American Geophysical Union Eos online: www.geocomputation.org/2007/1A-Remote_Sensing_1/1A1.pdf.

FORERO. J 2005. Consejos prácticos para caminar. Universidad McMaster. Canada. Visitado el 25 de noviembre del 2011. disponible en :http://www.cujino.com/SALUD.HTM

JACOBSEN, K. 2005. Analysis of SRTM Elevation Models, EARSEL 3D-RS Workshop, 2005 Porto.

JOOSANG, C., WOODAM, C. 1995. Developing a computer model for steep-slope forest road design. In: Kohl & Gertner (Eds.): At IUFRO XX World Congress: Caring for the forest: Research in a Changing World. Tampere, Finland.

KELLNDORFER, J., WALKER, W., PIERCE, L., DOBSON, C., FITES, J. A., HUNSAKER, C., VONA, J., AND CLUTER, M. 2004. Vegetation height estimation from Shuttle Radar Topography Mission and National Elevation Datasets: Remote Sensing of Environment, v. 93, p. 339 - 358.

MALCZEWSKI, J., RINNER, C. 2005. Exploring multicriteria decision strategies in GIS with linguistic quantifiers: A case study of residential quality evaluation. J Geograph Syst. 7:249-268.

MALESCA L., CHAUCHARD, L. y GONZÁLEZ PEÑALBA M. 2008. Caminos Forestales, Manual para las buenas practicas forestales, Bosque nativo Norpatagonia. Administración de Parques Nacionales online: http://www.minagri.gob.ar/sagpya/programas/compymefor/04-Publicaciones/.

NAVEIRAS, R 2011. Planificación y construcción de caminos forestales. Ministerio de agricultura de Argentina. Visitado el 20 de febrero del 2012. Disponible en: http://agentesforestales.net/index.php?option=com_remository&Itemid=34&func=fileinfo&id=147

RODRIGUEZ, E., MORRIS, C. S., BELZ, J. E., 2006. A Global Assessment of the SRTM Performance: Photogrammetric Engineering and Remote Sensing online: www.asprs.org/publications.

COMPARATIVO DE MÉTODOS DE ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN DE BIOMASA EN BOSQUES TROPICALES DE PUCALLPA - PERÚ

COMPARISON OF METHODS FOR ESTIMATING THE VOLUME OF BIOMASS IN TROPICAL FORESTS PUCALLPA - PERU

Aparicio Limache Alonzo[1]

RESUMEN

Se comparó volúmenes de biomasa (VB) de bosques primario, secundario, artificial e intervenido. Para ello, al volumen de madera (VM) hallado en base a inventarios simulados se multiplicó por su densidad básica (DB). Se denominó método convencional cuando la DB es factor de cada especie, global cuando es promedio de todo el inventario y categorizado cuando interviene como factor promedio en 4 grupos.

El objetivo fue determinar la eficacia de los métodos empleados en la estimación del volumen de biomasa de especies forestales tropicales. La hipótesis plantea que el método global, por emplear 0.6 g/cm^3 como densidad básica promedio de todo el bosque incurre en una sobrestimación.

Investigadores como, (Fonseca, *et al* 2009), (Palacios, 2004), (Valencia & Vargas, 1997), (Vidal, *et al.*, 2002) y otros aportan experiencias en estimación de volúmenes de biomasa agrupando especies y multiplicando por su densidad básica.

Al procesar información se encontró que el método global de (Dauber, *et al.*, 2000) sobre estima en 24 unidades. La variante calculada del método global sobre estima en 6 unidades. La variante calculada de método categorizada subestima en 2 unidades.

Palabras clave: Volumen de biomasa - Convencional - Global - Categorizado.

[1] Docente, Asociado de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales - UNU.

ABSTRACT

Volumes of biomass (VB) primary, secondary, and intervened artificial forests were compared. To do this, the timber volume (VM) was found based on simulated inventory multiplied by the basic density (DB). Conventional method will be called when the DB is a factor of each species, when overall average of all inventory and categorized as average factor involved in 4 groups.

The objective was to determine the effectiveness of the methods used in estimating the amount of biomass of tropical forest species. The hypothesis is that the overall method, employing 0.6 g/cm^3 average basic density of whole forest incurs an overestimate.

Researchers like (Fonseca, et al 2009), (Palacios, 2004), (Valencia & Vargas, 1997), (Vidal, *et al.*, 2002) and others provide experiences in estimating volumes of biomass species grouping and multiplying by its Basic density.

When processing information found that the overall method (Dauber, *et al.*, 2000) estimated at about 24 units. The calculated variation of the global method on estimated 6 units. The calculated variation method underestimates categorized into 2 units.

Keywords: Volume of biomass - Conventional - Global - Classified.

INTRODUCCIÓN

El volumen de biomasa (VB), es un cálculo previo que se realiza para la estimación de la capacidad de captura de carbono de especies forestales tropicales. Por tal razón, su precisión es importante por relacionarse con una actividad socio económico como es el acceso al mercado de los bonos de carbono.

Las investigaciones al respecto avanzan en dos frentes: En bosques templados con una vegetación relativamente homogénea representado por las coníferas. El volumen de biomasa lo determinan multiplicando el

volumen de la madera (VM) por una ecuación matemática o alométrica calculado por ya sea por método destructivo y/o por expansión.

El otro frente forman los bosques tropicales donde la heterogeneidad de las especies es sorprendentemente alto por registrar hasta 300 sp por ha. En esta la elaboración de ecuaciones alométricas encuentra limitaciones. Para estimar volumen de biomasa utilizan como factor a la densidad básica de las especies.

En el agrupamiento de las especies, surgen varias metodologías cuya diferencia se denota en función a la densidad básica de las especies. Así se tiene al método convencional, que estima el volumen de biomasa multiplicando el volumen de la madera (VM) por la densidad básica de las especies presentes.

El método global, multiplica el VM por el factor 0.6 que según (Dauber, *et al.*, 2000) representa a la densidad básica (DB) promedio de bosques tropicales. Este método, resulta ambiguo en comparación al método convencional pues no acoge la abundancia y frecuencia de las especies por unidad de área.

Para corregir discrepancias, se propone el método categorizado que estima el volumen de biomasa en función a 4 promedios (0.3; 0.4, 0.6 y 0.75) correspondiente a la DB de los árboles agrupados en livianos, semipesados, pesados y muy pesados respectivamente.

En consecuencia el objetivo fue comparar la eficacia de los métodos convencional, global y categorizado en la estimación del volumen de biomasa de especies forestales tropicales. La hipótesis, indica que la estimación del volumen de biomasa de especies forestales tropicales del método global incurre en una sobrestimación significativa en comparación a los métodos convencional y categorizado respectivamente.

Debido al impacto acelerado del cambio climático, los cálculos de volumen de biomasa de especies forestales se incrementaron en los últimos 20 años. Este cálculo es una condición previa para determinar volumen de carbono almacenado por la vegetación. Esta es la

explicación sobre la priorización de estudios de determinación de biomasa.

En efecto, gracias a (Fonseca, *et al* 2009), ya se conoce por ejemplo, que el factor de expansión de biomasa en bosque secundario es 1.44 y en plantaciones 1.56. La relación de biomasa radical respecto a biomasa aérea total y biomasa del fuste es 0.25 y 0.37, respectivamente, en bosques secundarios; 0.26 y 0.39 en Vochysia guatemalensis, y 0.3 y 0.52 en *Hieronyma alchorneoides*.

Ya está comprobado que las ecuaciones alométricas cuantifican con eficiencia a los componentes de biomasa de los árboles de pino. (Mendez, *et al* 2011), encontró que el 60.2 y 58.4 % de la biomasa aérea total fue registrada en el fuste; 39.8 y 41.6 % en las hojas y ramas. Los valores de biomasa, carbono y carbono equivalente calculados fueron 39.36 t B ha -1, 19.68 t C ha -1 y 72.02 t CO2e ha -1 respectivamente.

Basado en ensayos destructivos de 540 árboles y la extracción de 137 raíces. (Gayoso, 2001), determinó que la biomasa aérea de los árboles se distribuye en 0.62 - 5.05% en las hojas; 6.09 - 22.23 % ramas; 61.89 - 88.06 % fuste; y, 4.62 -16.21 % en la corteza.

Empleando la densidad básica y volumen de la madera, (Gonzales, 2008) cuantificó la biomasa de componentes (fuste, ramas y follaje) de *Pinus maximinoi, Pinus oocarpa* y *Quercus sp.* En seguida generó modelos alométricos en función al diámetro normal, altura total, altura al inicio de la copa y diámetro de copa.

Determinaron además que los rodales con predominancia de *Pinus maximinoi* almacenaron 161.97 Mg/ha de biomasa y 81 Mg/ha de carbono. Los rodales con predominancia de *Pinus oocarpa* fijaron 142.23 Mg/ha de biomasa y 71 Mg/ha de carbono. Aunque los estudios están direccionados a bosques templados, lo rescatable del estudio es la metodología aplicada.

Lo propio hizo (Crespo, *et al* 2007). Ellos estimaron por separado la biomasa de ramas, hojas y frutos de los árboles y relacionaron con área foliar de las hojas. Al final crearon modelos matemáticos de alta

confiabilidad para estimar la cantidad de biomasa de órganos aéreos de limón 'Persa'.

Otros investigadores que generaron ecuaciones alométricas para especies forestales del bosque mesófilo de montaña y bosque de encino (*Quercus spp*) en Oaxaca, México fueron (Acosta M. V., *et al* 2002). Las ecuaciones fueron de la forma $Y=b\ X\ k$, donde Y es la biomasa aérea (kg), X es el diámetro (cm) a la altura del pecho (DAP) y b y k son los parámetros a estimar.

(Vidal, *et al.*, 2002), midieron diámetro a 1.3 metros sobre el nivel del suelo (diámetro normal) y su longitud total de 169 árboles. Estos fueron talados, desramados y desfoliados, procediéndose al pesaje por separado, tanto de la biomasa foliar como de las ramas de cada árbol. Luego por análisis de regresión, obtuvieron dos modelos matemáticos que estiman la biomasa foliar y maderable de copa respectivamente.

Al comparar métodos manuales y electrónicos, (López, *et al* 2006) determinaron la validez de estimaciones de biomasa de pastos. Los resultados indican que los métodos manuales fueron los más apropiados. Para calibrar con mayor propiedad, recomiendan considerar factores como variaciones de clima, características del terreno, fenología de la planta, estructura del pasto, manejo y composición botánica.

(Pereyra & Gelid, 2002), utilizando 475 árboles de *Pinus tadea* de diferentes procedencias, edades, tipos de leño y otros, determinaron que la densidad de la madera aumenta con la edad. Entre 6 - 10 años la densidad básica es mayor comparado a las edades de 11 - 15 años.

Lo propio manifiestan (Cobas, *et al* 2008), quienes observaron que la densidad de la madera del álamo aumentó significativamente con la edad. La zona de transición entre la madera juvenil y madura se produjo entre los 7 a 9 años. El patrón general mostró un aumento en los primeros 11 - 12 años. La densidad fue mayor en las alturas superiores.

Según, (Gutiérrez & Silva, s/f) la densidad Básica o Peso Específico Básico, es la relación del peso de la madera al 12 % de contenido de

humedad y su volumen en verde, se expresa en g/cm^3. Basado en esta afirmación proponen la clasificación de las madera según su densidad básica en:

Tabla 1. Clasificación de la madera según su densidad básica.

Nº	Denominación	Rango	Promedio
1	Muy liviana	< 0.25	0.25
2	Liviana	0.25 - 0.39	0.32
3	Mediana	0.40 - 0.59	0.50
4	Pesada	0.60 - 0.75	0.68
5	Muy pesada	> 0.75	0.75

Densidad Básica = Peso al 12 % C.H. / Volumen Verde.

A la fecha, la determinación de la densidad básica tampoco reviste problema. A partir de muestras de madera en pie obtenidas con taladro de Pressler, (Valencia & Vargas, 1997) crearon una técnica que permite en corto tiempo estimar la densidad básica de la madera. El grado de confiabilidad, rapidez y sencillez del método fue plenamente comprobado.

(Baluarte & Arostegui, 1991), a nivel Perú presentaron por primera vez informacion sobre densidad básica de 20 especies forestales de las zonas de Colonia Angamos y Jenaro Herrera (Loreto). El trabajo, formó parte de los ensayos físico mecánicos realizados con cargo al proyecto "Estudios tecnológicos de maderas de selva baja ejecutados por el IIAP.

A la fecha, el agrupamiento de especies es la respuesta a la heterogeneidad de bosques tropicales. En efecto no es posible aplicar ecuaciones alométricas a cada especie sabiendo que exista hasta 300 especies por ha. Pero si se puede estudiar considerando como una sola especie a todas las especies juntas.

Uno de los primeros investigadores que lanza esta propuesta es (Palacios, 2004). El, resalta la importancia de trabajar con grupos de especies forestales que tienen características ecológicas similares. Para ello, propone una agrupación general a nivel de los principales

géneros de especies forestales presentes en los bosques tropicales.

(Gutiérrez & Silva, s/f), consideran que el agrupamiento de las maderas, sobre todo cuando se trabaja con variedad de especies, facilita la decisión respecto a la aplicación de tratamientos como la preservación, operaciones de pre secado y secado artificial.

También utilizando como criterio de clasificación a la densidad relativa o básica (Dávalos & Bárcenas, 1999) agruparon a las maderas en muy alto, alto, mediano, bajo y muy bajo. Las propiedades mecánicas estudiadas fueron: flexión estática, compresión paralela a la fibra, compresión perpendicular a la fibra, dureza entre otros. En este caso el intento vale pues no cabe duda que la categorización ayuda a solucionar problemas.

(CPM., 2008), promocionó el procesamiento de la densidad básica de 32 especies forestales. La finalidad fue fomentar el buen uso y diversificar la oferta de materia prima en el mercado. Con ello, contribuyeron a la mejora de la competitividad del sector, pues consideraron que no existe madera mala, sino mal trabajado.

Si el cálculo del volumen de biomasa es una condición previa al cálculo del volumen de captura de carbono, el tema es de vital importancia. En efecto, en el contexto socio económico y ambiental implica bienestar para la población. La necesidad de mitigar los efectos de la contaminación ambiental cada vez es más convincente.

Al respecto, (Gayoso, 2001) puntualiza que el bionegocio de los bonos de carbono, abren la posibilidad a diferentes proyectos entre los que destacan la forestación, el cambio de tierras ganaderas a uso forestal, enriquecimiento de bosques nativos degradados.

A ello se agrega que el tema de la capacidad de captura de CO_2 de las especies forestales no es nuevo, obedece al programa implementado por la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) desarrollado en Brasil en 1992 y el Protocolo de Kioto (Japón) que desde el 2005, impulsa el MDL.

En el frente nacional a través del D.S. N°012 - 2009 MINAM, el Ministerio del Ambiente viene implementado el "Plan de Acción de Adaptación y Mitigación frente al Cambio Climático", su avance se informa a la CMNUCC (MINAM, 2010).

Desde entonces, cada país firmante promueve acciones de mitigación de impactos de cambio climático. Así, (Gomez, *et al* 2001), validaron en Colombia un modelo de simulación matemática para determinar la capacidad de captura de CO_2 de cafeto.

(Acosta M. Q., *et al* 2001), lanza una metodología para determinar el contenido de carbono de varios ecosistemas ubicados en laderas de Mexico. (Schlegel, 2001), estimó la biomasa y carbono en un bosque del tipo forestal siempre verde del sur de Chile.

MATERIALES Y MÉTODOS

Tiempo y espacio.

La investigación se desarrolló entre los meses de agosto a diciembre del 2012. El estudio se realizó en Pucallpa - Perú en el marco del Programa "Implementación del Bionegocio de Bonos de Carbono" que ejecuta la Asociación Civil para la Mitigación de Impactos de Cambio Climático. Las especies forestales investigadas corresponden a aquellas que a la fecha cuentan con estudios físico - mecánicos como la densidad básica.

Metodología.

a. Diseño de técnicas de recolección de información.

El tipo de investigación fue aplicada porque los resultados obtenidos se utilizarán en forma inmediata para estimar el volumen de biomasa de las especies forestales de un bosque tropical sea ésta primario o secundario incluido un bosque artificial.

El nivel de la investigación, fue explicativo porque se analizó la eficacia de los métodos, global y categorizada frente al método convencional.

Estos métodos son los que a la fecha se adoptan para estimar la biomasa total de bosques tropicales.

La investigación se ejecutó empleando los métodos empíricos de la observación, acopio y experimentación. Se observó por ejemplo la influencia de la abundancia y la frecuencia de las especies en la estimación del volumen de biomasa.

Por ejecutarse con datos simulados, no se midieron alturas ni diámetros. Se realizaron en cambio acopio de información básica sobre experiencias de estudios físicos - mecánicos de la madera donde se registran densidades básicas o pesos específicos de la madera.

No se realizó experimentación propiamente dicha. Más bien se aprovechó la experiencia de otros investigadores que determinaron la densidad básica de las especies forestales tropicales. En este sentido se validaron experiencias ya desarrolladas.

Se aplicó la técnica del análisis documental o revisión bibliográfica que consiste en la determinación de la densidad básica de las especies en la documentación disponible. Como material de ayuda, se utilizó fichas, resumen de publicaciones especializadas, trabajos de Tesis y otros. La información fue registrada para cada grupo de madera.

El diseño de la investigación es cuasi - experimental por estudiar la relación causa - efecto de la densidad básica en la estimación del volumen de biomasa de las especies forestales. Se compararon promedios tabulados y calculados de cada método.

b. Población y muestra.

La población se simuló para todas las especies del bosque amazónico. En ella se consideraron especies forestales de bosques primarios, bosques secundarios, bosques artificiales mixtos establecidos a campo abierto y bosques intervenidos por concesionarios forestales que operan en bosques amazónicos.

La muestra se representó por métodos que estiman el volumen de la

biomasa de cada tipo de bosque. Se denominó método convencional cuando la DB multiplica a cada especie presente.

Global cuando las especies se agruparon en una sola unidad. Categorizado cuando formaron 4 grupos según similitud de su DB. Se consideró calculado cuando promedia la DB de especies presentes y tabuladas cuando utiliza un promedio para cada grupo.

En este sentido las categorías o grupos de especies forestales se asemejaron a un solo árbol gigante para el método global. Luego en 4 árboles para el método categorizado. Según muchos investigadores esta es la forma de estimar el volumen de la biomasa de una ha de bosque.

c. Técnicas de análisis.

Para analizar resultados se adoptó el Diseño de Bloques Completos al Azar (DBA) recomendado por (Calzada, 1975). Los tratamientos (T) estuvieron representados por los métodos que se emplean para estimar el volumen la biomasa (VB).

Estas se disgregaron en tabuladas y calculadas con los que se formó 5 tratamientos. El T1 fue considerado como testigo en razón de que el 100 % de las especies forestales que lo conforman, fueron multiplicados por su respectiva densidad básica. Mayores detalles se describen a continuación:

T1. Método convencional donde VB = VM x DB de especies presentes (Trat. testigo).

T2. Método categorizado calculado donde VB = VM x Prom de especies presentes.

T3. Método categorizado tabulado donde VB = Prom fijado para cada grupo.

T4. Método global calculado donde VB = VM x Promedio del total de especies presentes.

T5. Método global tabulado donde VB = VM x 0.6. Fórmula (Dauber, *et al.*, 2000).

Los bloques (B), se representaron por tipos de bosques simulados. Cada tipo representó a un ecosistema específico que sobresale en los bosques tropicales. Su característica principal es la composición florística propia y son:

B1 = Bosque primario donde predominan especies livianas, pesadas y muy pesadas.

B2 = Bosque secundario con predominio de especies livianas y semipesados.

B3 = Bosque artificial del sistema campo abierto con plantación mixta.

B4 = Bosque intervenido donde predomina especies livianas y semipesados.

Procedimiento.

En primer término se hizo un registro de especies que cuentan con estudios de densidad básica (DB). Estos trabajos fueron acopiados vía información virtual de diversas localidades principalmente a nivel de trópico.

En función a esta información se establecieron las categorías o agrupamientos. Se llamó global cuando todas las especies formaron un solo grupo. Categorizado cuando formaron 4 grupos según similitud de su densidad básica.

En el grupo de los categorizados, las marcas de clase dieron lugar a especies de madera liviana, semipesado, pesada y muy pesada. Se agruparon a las especies forestales en la marca correspondiente. En seguida se determinaron los promedios de cada grupo o categoría.

En seguida se simularon la composición florística de las especies maderables de los bosques tropicales. Para b. secundario se consideró

mayor abundancia de especies livianas. Para b. artificial se fijó 4 especies establecidas a una densidad de 400 árboles por hectárea.

Para un bosque primario se consideró una distribución equitativa de especies livianas, muy pesadas, pesadas y semipesados. Con ello se trató de simular la abundancia y frecuencia de las especies presentes.

En bosque intervenido se consideraron especies livianas y semipesados que no alcanzaron los diámetros mínimos de corta. En lo posible se trató de representar a una concesión forestal de aquellos que aprovechan los bosques tropicales.

Luego se procesaron los datos en base a una ha de bosque. Se supone que se hallaron un número determinado de árboles para cada especie y para cada tipo de bosque. Se simularon medidas de DAP y altura total. Tanto el número de árboles como el tipo de bosque fijado responden a la experiencia de trabajo en la materia.

El volumen de la madera (VM), se estimó basado en la fórmula VM = AB x h. El AB representa al área basal y fue estimado con la fórmula $AB = D^2 \times 0.7854 \times A$. Donde D es el DAP (cm). A es la abundancia de las especies presentes en el respectivo inventario.

Teniendo datos del VM y la DB se estimaron el volumen de biomasa (VB). Para cada tipo de bosque se simularon un comparativo de los métodos convencional, método categorizado y global tanto calculado como tabulado. A estos se consideraron como tratamientos.

En seguida se calcularon las biomasas para cada caso con la fórmula VB = VM x DB. Se armó el experimento con los 5 tratamientos y sus 4 repeticiones o bloques. Se procesaron las sumas y promedios para cada tratamiento y para cada bloque.

De acuerdo a las recomendaciones de (Calzada, 1975) se estimaron el ANVA con una aproximación de 95%. Al obtener significación estadística en los tratamientos, se sometió a una prueba de comprobación.

Por tratarse de una comparación con un testigo se utilizó la prueba de

El volumen de la madera (VM), se estimó basado en la fórmula VM = AB x h. El AB representa al área basal y fue estimado con la fórmula AB = D^2 x 0.7854 x A. Donde D es el DAP (cm). A es la abundancia de las especies presentes en el respectivo inventario.

Teniendo datos del VM y la DB se estimaron el volumen de biomasa (VB). Para cada tipo de bosque se simularon un comparativo de los métodos convencional, método categorizado y global tanto calculado como tabulado. A estos se consideraron como tratamientos.

En seguida se calcularon las biomasas para cada caso con la fórmula VB = VM x DB. Se armó el experimento con los 5 tratamientos y sus 4 repeticiones o bloques. Se procesaron las sumas y promedios para cada tratamiento y para cada bloque.

De acuerdo a las recomendaciones de (Calzada, 1975) se estimaron el ANVA con una aproximación de 95%. Al obtener significación estadística en los tratamientos, se sometió a una prueba de comprobación.

Por tratarse de una comparación con un testigo se utilizó la prueba de Dunnet con un margen de confiabilidad del 95 %. Se ordenaron los promedios en torno al tratamiento testigo (T1) y se compararon diferencias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El volumen de la biomasa acumulada por ha de bosque tropical producto del inventario simulado según los métodos comparados (T) y para 4 tipos de bosque representados por cada bloque, se presentaron en la forma que se indica en la tabla 2.

Tabla 2. Registro promedio de volúmenes de biomasa m^3/ha.

Bloques	Tratamientos					Total
	T1	T2	T3	T4	T5	
I	261	254	241	279	328	1363
II	1248	1229	1074	1223	1198	5972
III	572	575	564	579	602	2891
IV	245	264	192	269	294	1264
Suma	2326	2321	2071	2350	2421	11490
Promedios	582	580	518	588	605	574

Donde:

T1 Método convencional.
T2 Método categorizado y calculado.
T3 Método categorizado y tabulado.
T4 Método global calculado.
T5 Método global tabulado.

I. Bosque secundario de 20 años.
II. Bosque artificial de 20 años.
III. Bosque primario.
IV. Bosque intervenido.

El análisis de varianza demuestra que entre los tratamientos existe una diferencia significativa con una seguridad de 95 %.

Tabla 3. ANVA del registro de volumen de madera.

F de V	SC	gL	CME	Fc	Ft	Sig. 5%
Total	2925413	19				
Bloque	2894803	3	964934	895	4.2	NS
Tratamiento	17673	4	4418	4	4.51	*
Error	12937	12	1078			

La prueba de significación estadística (Tabla 4), demuestra que el tratamiento T3 correspondiente al método categorizado y tabulado se aleja demasiado del tratamiento testigo (T1). La prueba de significación estadística al 95 % lo reconoce como tal. Aparentemente los tratamientos T2, T4 y T5 tienen efectos similares a T1.

Tabla 4. Prueba de Significación Dunnet al 95 %.

Tratamientos	Prom.	DSH	Dif. de Prom	Sig. 95%
T1	582	53.85		
T2	580	53.85	2	b
T3	518	53.85	64	a
T4	588	53.85	- 6	b
T5	605	53.85	- 23	b

Los tratamientos que se encuentra más cerca del testigo T1 son el T2 y T4. Ambos pertenecen al variante calculado de los métodos categorizado y global respectivamente. Los tratamientos T3 y T5 pertenecen al variante tabulado y se alejan demasiado del T1 (Testigo). Más detalles en la tabla 5.

Tabla 5. Evaluación de subestimación y sobreestimación de tratamientos.

Tratamientos comparados	Prom. VB/m³/ha	Diferencia respecto a T1	Resultado final
T1	581		
T2	580	2	Subestima
T3	517	64	
T4	588	- 6	Sobreestima
T5	605	- 23	

Donde:

T1 Método convencional.
T2 Método categorizado y calculado.
T3 Método categorizado y tabulado.
T4 Método global calculado.
T5 Método global tabulado.

En el comparativo de los métodos de estimación del volumen de biomasa de bosques tropicales (Tabla 2), el T1 o método convencional fue considerado como base. Se dice que es base porque se utilizó como punto de comparación con los demás tratamientos. Así, cada especie presente fue multiplicada por su respectiva densidad básica.

En estas condiciones arroja el promedio de 582 m³/ha de biomasa fustal. El T2 (Método categorizado calculado con 580 m³/ha de biomasa resulta subestimando al igual que el método categorizado tabulado T3. Los métodos categorizado tabulado (T4) cono 588 m³/ha y el método global tabulado (T5) de (*Dauber, et al.*, 2000), resultan sobrestimando.

En la Tabla del ANVA, el tipo de bosque representado por los bloques, no presentan significación estadística. Ello implica que los volúmenes de biomasa por cada tipo de bosque es la que suele aparecer con normalidad. Allí no se visualizan problemas.

Lo contario ocurre con los tratamientos donde sí aparece diferencias estadísticamente significativas. La versión tiene 95 % de confiabilidad.

Ello explica que de los 4 tratamientos comparados por lo menos 1 se aleja demasiado del tratamiento testigo (T1).

En la tabla 8 queda demostrado que el T3 (Método categorizado tabulado) es aquella que resulta muy alejado al T1. Los métodos T2, T4 y T5 este último conocido de (*Dauber, et al.*, 2000), resultan homogéneos. La estadística así lo demuestra.

En este sentido la hipótesis planteada se cumple a medias. Pues dice que "Los métodos global y categorizado varían significativamente en la estimación del volumen de biomasa de especies forestales tropicales". La variación es significativa solo para el caso de T3.

La tabla 9, demuestra el estado de subestimación y sobrestimación de los tratamientos. Así queda establecido que los métodos categorizado sub estiman y el globalizado sobre estiman. Al final, este detalle indica que la aplicación de métodos categorizados y globalizados resuelve a medias las estimaciones del volumen de biomasa de bosque.

El sesgo en los métodos T2 y T4 variante calculado de los métodos categorizado y global respectivamente es insignificante para una hectárea de bosque. Sin embargo si se trata de áreas que superan a 100 ha, éstas alcanzan valores altos. Ello exige corrección de modo que la confiabilidad sea equitativa para las partes.

El método global tabulado que utilizó (*Dauber, et al.*, 2000), figura como tratamiento recomendable para hallar volumen de biomasa de bosques tropicales. Pero se aleja demasiado del promedio T1. En este sentido más vale reemplazarlo por el T4 que es el método global calculado.

La pregunta pendiente es ¿Qué hacer para corregir el sesgo? Ello plantea dos alternativas. La primera consiste en realizar mayor número de estimaciones de biomasa similar a lo desarrollado en este trabajo. Si se repite el sesgo indica que es una constante.

Si el sesgo resulta una constante, cabe la posibilidad de corregirlo a través de una sumatoria simple de la constante al volumen de biomasa estimado. Si no es una constante puede ser un promedio. Para ello son

importantes las repeticiones.

La segunda alternativa consiste en estimar el volumen de biomasa basado en varios inventarios reales. En este caso se presentará el inconveniente del desconocimiento de densidades básicas. La limitante consiste en tener que determinar estos parámetros.

Al igual que en primera alternativa si resulta una constante su solución será relativamente sencillo. Cuando requiere un promedio, la solución requiere mayor número de inventarios. En cada caso el inconveniente será la determinación de la respectiva densidad básica.

En cierto modo este impase es posible superarlo mediante la aplicación del método tabulado es decir promediando la densidad básica de cada categoría. Sin embargo se corre el riesgo de sub o sobre estimar el volumen de biomasa puesto que el matero apenas está en la capacidad de calificar a la madera como dura y/o liviana.

Esto pone en evidencia, la necesidad de profundizar los estudios físicos y mecánicos de las maderas en bosques tropicales. En este sentido los estudios de densidad básica de las especies es una necesidad determinante.

A pesar de tener la facilidad de aplicar la metodología propuesta por (Valencia & Vargas, 1997) para determinar la densidad básica, en el campo la dificultad para obtener muestras con el taladro de Pressler es evidente. Más si se trata de obtener repeticiones para obtener información confiable, el trabajo no es nada fácil.

A ello debe agregarse la composición florística del bosque donde predominan palmeras como la chonta, matapalos, bejucos y otros. Estas especies presentan fustes de consistencia irregular. La dificultad aumenta con el contenido de resinas y otros.

Para el Perú el estudio de (Baluarte & Arostegui, 1991) que reporta densidad básica de 20 especies de selva baja, el de (CPM., 2008) con 32 especies tropicales son avances significativos. También para Bolivia (Gutiérrez & Silva, s/f) publica densidad básica de 134 especies

forestales tropicales.

El problema es la inaplicabilidad del trabajo de (Gutiérrez & Silva, s/f) para el caso peruano. Una de las razones es el nombre vulgar en un 90% desconocido para el matero del Perú. Los nombres científicos no son coincidentes por referirse a sinonimias.

Probablemente un buen porcentaje de las especies estudiadas en Perú se encuentran en el de Bolivia, Colombia, Brasil, Venezuela es decir la Comunidad Andina. Sin embargo mientras exista diversidad de nombres vulgares y sinonimias tendrá un uso limitado. En este sentido urge uniformizar nombres para evitar dualidad de investigaciones.

Considerando la necesidad de tener información inmediata de densidad básica y la dificultad que representa su determinación cabe la posibilidad de utilizar otros indicadores de estimación de densidad básica. En este sentido como posibilidad se presenta el pH de las especies, la coloración de la albura y la textura de la madera.

También cabe la posibilidad de experimentar otros métodos de obtención de densidad básica que podría relacionarse con métodos electrónicos como la referida por (López, *et al.*, 2006). Todo ello urge revisar con urgencia para obtener la información deseada.

También es importante resaltar las experiencias de (Fonseca, et al 2009), (Crespo, *et al.*, 2007), (Vidal, *et al.*, 2002), (Mendez, *et al.*, 2011) y (Gonzales, 2008), Ellos recomiendan emplear factores de expansión para determinar el volumen de biomasa total por cada área inventariada.

Estos antecedentes indican que podría recomendarse expansión de información para especies que carecen de densidad básica. Cabe también la posibilidad de combinar el método categorizado con su variante calculada. Así la información estará dentro del rango de los confiables.

El estudio demuestra de alguna manera que tanto (Palacios, 2004), (Dávalos & Bárcenas, 1999), (Gutiérrez & Silva, s/f) y otros no se equivocaron al plantear cálculo del volumen de biomasa de especies

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACOSTA, M. Q. *et al.*, **2001.** *Un método para la medición de carbono almacenado en la parte aérea de sistemas con vegetación natural e inducida en terrenos de ladera en Mexico.* Valdivia - Chile: Simposio Internacional. Medición y monitoreo de la captura de carbono en ecosistemas forestales. 18 a 20 de Octubre del 2001.

ACOSTA, M. V. *et al.*, **2002.** Estimación de la biomasa aérea mediante el uso de relaciones alométricas en seis especies arbóreas en Oaxaca, Mexico. *AGROCIENCIA* 36, 725 - 736.

BALUARTE, J., & AROSTEGUI, A. 1991. *Usos probables de las maderas de 20 especies de Loreto.* Lima - Perú: FOLIA AMAZONICA IIAP VOL. Nº 3 - 1991.

CALZADA, B. 1975. *Diseños Experimentales.* Lima: LIMUSA.

COBAS, A. M. *et al.*, **2008.** *Variación anual de la densidad básica de la madera de álamo y producción de madera juvenil - madura.* Jalisco, Mexico: V Congreso Iberoamericano de Investigación en Celulosa y Papel 2008.

CPM., C. P. 2008. *Compendio de información técnica de 32 especies forestales. Tomo III.* Lima - Perú: Ministerio de la Producción del Perú.

CRESPO, L. J. *et al.*, **2007.** *Modelos matemáticos para la estimación de biomasa de órganos aéreos de limón Persa (Citrus latifolia Tan.).* Chapingo - Mexico: Universidad Autónoma Chapingo.

DAUBER, E. T. *et al.*, **2000.** Estimaciones de biomasa y carbono en bosques naturales de Bolivia. *Revista Forestal Iberoamericana Vol 1 N° 1*, 1 - 10.

DÁVALOS, R., & BÁRCENAS, G. 1999. *Clasificación de las propiedades mecánicas de las maderas mexicanas en condición "seca".* Xalapa - Mexico: Madera y Bosques 5(1), 1999:61 - 69.

FONSECA, W. A. *et al.*, **2009.** Modelos para estimar la biomasa de especies nativas en plantaciones y bosques secundarios en la zona Caribe de Costa Rica. *BOSQUES (30)1*, 36 - 47.

GAYOSO, J. 2001. Medición de la capacidad de captura de carbono en bosques nativos y plantaciones de Chile. *Revista Forestal Iberoamericana Vol. 1 Nª 1*, 1 - 13.

GÓMEZ, F. M. *et al.*, **2001.** *Estimación de la fotosíntesis en plantas completas y validación de un modelo matemático para el cafeto Coffea arábica L.* Valdivia Chile: Simposio Internacional - Medición y monitoreo de captura de carbono en ecosistemas forestales 18 a 20 de octubre del 2001.

GONZÁLEZ, M. 2008. *Estimación de la biomasa aérea y la captura de carbono en regeneración natural de Pinus maximinoi H. E. Moore, Pinus oocarpa var. ochoterenai Mtz. y Quercus sp. en el norte del Estado de Chiapas, México.* Turrialba - Costa Rica: Tesis de la Escuela de Postgrado del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.

GUTIÉRREZ, V., & SILVA, J. (s/f). *Información técnica para el procesamiento industrial de 134 especies maderables de Bolivia.* La Paz - Bolivia: FAO - PAFBOL.

LÓPEZ, J. G. *et al.*, **2006.** *Revisión de métodos no destructivos de estimación de biomasa aérea en pastos.* La Coruña - España: INGACAL - Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo.

MÉNDEZ, J. L. *et al.*, 2011. Ecuaciones alométricas y estimación de incrementos en biomasa aérea y carbono en una plantación mixta de Pinus devoniana Lindl. y P. pseudostrobus Lindl., en Guanajuato, México . *AGROCIENCIA 45*, 479 - 491.

MINAM. 2010. *Plan de acción de Adaptación y Mitigación frente al cambio climático.* Lima: Ministerio del Ambiente del Perú.

PALACIOS, W. 2004. Los gremios forestales en los bosques tropicales

húmedos del Ecuador. *Iyonía Volumen 7 (1). a journal of ecology and aplication*, 33 - 40.

PEREYRA, O., & GELID, M. 2002. Estudio de la variabidad de la densidad básica de la madera de Pinus taeda para plantaciones industriales. *Revista Florestal 33 (1)*,3 - 19.

SCHLEGEL, B. 2001. *Estimación de la biomasa y el carbono en bosques del tipo forestal siempre verde*. Valdivia, Chile: Simposio Internacional. Medición y monitoreo de carbono en Ecosistemas Forestales. 18 a 20 de octubre del 2001.

VALENCIA, S., & VARGAS, J. 1997. *Método empírico para estimar la densidad básica en muestras pequeñas de madera*. Montecillo - Estado de Mexico. Madera y Bosques 3(1), 1997:81-87.

VIDAL, A. B. *et al.*, **2002.** Estimación de la biomasa de copa para árboles en pie de Pinus caribaea var. caribaea en la E.F.I. La Palma de la provincia de Pinar del Río, Cuba. *QUEBRACHO 11*, 60 - 66.

DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y ORGANOLÉPTICAS DE LA MADERA DE *Clarisia racemosa* Ruiz & Pav. (MASHONASTE), A DIFERENTES NIVELES DEL FUSTE DEL ÁRBOL PROVENIENTE DEL CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y CAPACITACIÓN FORESTAL - MACUYA

DETERMINATION OF PHYSICAL AND TIMBER ORGANOLEPTICS *Clarisia racemosa* Ruiz & Pav PROPERTIES. (MASHONASTE), A DIFFERENT LEVELS STEM FROM TREE OF FORESTRY RESEARCH AND TRAINING - MACUYA

Jorge González Guerreiro[1], David Gerardo LLuncor Mendoza[2]

RESUMEN

Los objetivos específicos del presente estudio fueron: determinar bajo condiciones normalizadas del laboratorio las propiedades físicas de la madera como: contenido de humedad saturado, contenido de humedad seco al aire, densidad saturada, densidad seca al aire, densidad seca al horno, densidad básica, peso especifico seco al aire, contracción radial, contracción tangencial, contracción longitudinal, contracción volumétrica, índice de relación T/R, y las características organolépticas como: **color, olor, sabor, brillo, grano, textura, veteado**.

En el presente estudio se determino algunas propiedades físicas, características organolépticas y estructurales a nivel macroscópico de la madera de *Clarisia racemosa* Ruiz & Pav (mashonaste) en función a los niveles del eje longitudinal. Las muestras de madera de *Clarisia racemosa* Ruiz & Pav (mashonaste) procedieron del Centro de Investigación y Capacitación Forestal - Macuya, CICFOR - Macuya. Los ensayos se efectuaron en el laboratorio de Anatomía de la Madera de la UNU de acuerdo a normas técnicas peruanas y ASTM.

Los resultados obtenidos en aspectos estructurales fueron: color de la albura 2.5Y - 8/6 (amarillo), duramen 7.5Y - 4/6 (marrón oscuro), olor agradable no distintivo, sin sabor, brillo moderado a elevado, grano

[1] Bach. de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales - UNU.

[2] Profesor, Principal de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales - UNU.

Entrecruzado, textura media, veteado en el plano radial presenta líneas verticales y jaspeado, en el plano tangencial presenta arcos superpuestos, albura diferenciada del duramen, anillos de crecimiento visibles a simple vista 5 anillos/cm lineal, poros visibles a simple vista distribuidos en sentido radial de 6 - 7 poros/mm^2, ovalados y redondos, predominancia de poros simples y múltiples de 2, porosidad difusa, parénquima paratraqueal aliforme confluente, radios finos entre 4 - 5 radios/mm lineal, no estratificados, presenta tilides, gomas y cristales en abundancia. En cuanto a las propiedades físicas de la madera como: contenido de humedad saturada fue de 58.76%, contenido de humedad seca al aire 13.38%, densidad saturada 0.89 g/cm^3, densidad seca al aire 0.69 g/cm^3, densidad seca al horno 0.65 g/cm^3, densidad básica 0.56g/cm^3, peso específico seco al aire 0.61, contracción radial 4.71%, contracción tangencial 8.56%, contracción longitudinal 0.44%, contracción volumétrica 13.33%, relación T/R 1.86.

Palabras clave: Propiedades físicas y organolépticas, *Clarisia racemosa* Ruiz and Pav, mashonaste, por niveles del fuste del árbol.

ABSTRAC

The specific objectives of this study were to determine under standard laboratory conditions the physical properties of wood as saturated moisture content, moisture content of dry air, saturated density, air-dry density, oven dry density, basic density, air dry unit weight, radial shrinkage tangential shrinkage, longitudinal shrinkage, volumetric shrinkage, rate of T / R, and organoleptic characteristics such as **color, odor, taste, brightness, grain, texture, veining**.

In this study, some physical properties, organoleptic and structural macroscopically lumber *Clarisia racemosa* Ruiz & Pav (mashonaste) levels according to the longitudinal axis is determined characteristics. The wood samples *Clarisia racemosa* Ruiz & Pav (mashonaste) came from the Center for Research and Forestry Training - Macuya, CICFOR - Macuya. The tests were conducted in the laboratory of Wood Anatomy UNU Peruvian according to ASTM standards and techniques.

The results of structural features were colored sapwood 2.5Y - 8.6 (yellow), heartwood 7.5Y - 4.6 (dark brown), no distinctive pleasant

smell, no taste, moderate to high gloss, Crisscross grain medium texture, grain in the radial plane and heather has vertical lines in the tangential plane has overlapping arches, differentiated sapwood heartwood, growth rings visible to the naked eye 5 ring / linear cm, visible to the naked eye pores distributed in radial direction 6 - 7 pores / mm^2, oval and round, predominance of single and multiple pores 2, diffuse - porous, paratracheal parenchyma aliforme confluent, thin rays between 4 - 5 radios / linear mm, not storied, has tyloses, gums and crystals in abundance . As for the physical properties of the wood such as saturated moisture content was of 58.76% dry content 13.38% air humidity, saturated density 0.89 g / cm^3, air dry density 0.69 g / cm^3, oven dry density 0.65 g / cm^3, basic density 0.56g / cm^3, air dry unit weight 0.61, radial contraction of 4.71%, 8.56% tangential shrinkage, longitudinal shrinkage 0.44%, 13.33% volumetric shrinkage, T / R 1.86.

Keywords: Physical and organoleptic properties, *Clarisia racemosa* Ruiz and Pav, mashonaste by levels of the tree stem.

INTRODUCCIÓN

Los bosques amazónicos en general y los bosques de la región Ucayali están experimentando un empobrecimiento paulatino, lo que provoca el descreme de especies consideradas de alto valor comercial, debido, entre otras causas, a la sobre explotación de un pequeño número de especies maderables, algunas con bajos índices de abundancia. Sin embargo hay otras especies que no han sido aprovechadas y en los bosques hay volúmenes importantes, que están cuantificados en algunos inventarios forestales. Muchas de estas especies forestales no son actualmente aprovechadas debido a que se carece de información tecnológica completa y actualizada que permita determinar su aptitud de uso.

La población de árboles de *Clarisia racemosa* Ruiz & Pav está ampliamente distribuida en los bosques naturales de la amazonia peruana, Se encuentran especialmente en bosques aluviales en las Riberas de los ríos formando pequeños manchales dominantes ubicados en el estrato superior y subdominantes en el estrato medio.

(SYBILLE Y RODRÍGUEZ, 1996). En la provincia de Padre Abad se encuentran en bosques de colina baja fuerte, colina baja suave y terrazas altas, con un volumen de 0.337, 0.363 y 0.417 m^3/ha (GOREU, 2008). También se encuentra en los bosques de colina baja como el existente en el Centro de Investigación y Capacitación Forestal Macuya, con una proporción del 2% de los arboles inventariados. Sin embargo poco se usa en la industria, según las estadísticas de producción de madera rolliza y aserrada la extracción de esta especie entre el periodo comprendido entre los años 1997 - 2008 ha fluctuado desde 108 hasta 181 m^3, cifra que corrobora lo indicado (CIF, IIFF - INRENA, 2008).

El objetivo general fue determinar la variación de las propiedades físicas y las características anatómicas a nivel macroscópico de la madera de *Clarisia racemosa* Ruiz & Pav (mashonaste) en función a los niveles del eje longitudinal. Los objetivos específicos fueron: determinar bajo condiciones normalizadas de laboratorio las propiedades físicas de la madera como: contenido de humedad saturado, contenido de humedad seco al aire, densidad saturada, densidad seca al aire, densidad seca al horno, densidad básica, peso específico seco al aire, contracción radial, contracción tangencial, contracción longitudinal, contracción volumétrica, índice de relación T/R, y las características organolépticas como: **color, olor, sabor, brillo, grano, textura, veteado.** *Las muestras de madera de Clarisia racemosa* Ruiz & Pav proceden del CICFOR Macuya. Los ensayos se efectuaron en los laboratorios de la UNU de acuerdo a normas técnicas peruanas y ASTM.

MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar de ejecución.

El ensayo se ejecuto en el laboratorio de Anatomía de la Madera de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad Nacional de Ucayali, Ubicado en la margen izquierda de la carretera Federico Basadre Km6, en el departamento de Ucayali, Provincia de Coronel Portillo, Distrito de callería.

Metodología.

El método aplicado en la investigación fue el experimental y de observación directa.

Población y muestra.

La población estuvo constituida por los árboles de *Clarisia racemosa* Ruiz & Pav. (mashonaste) que se identificaron en el inventario forestal del bosque del Centro de Investigación y Capacitación Forestal CICFOR Macuya de la Universidad Nacional de Ucayali. La muestra estuvo constituida por tres árboles seleccionados en función a las dimensiones del DAP a fin de incluir en el estudio especímenes cuyos DAP fluctúan en el rango observado.

Procedimiento de recolección de datos:

Selección de árboles.

Los árboles seleccionados presentaron una buena conformación fenotípica y diámetros representativos, es así que se determino el DAP, altura comercial y altura total. En cada árbol se definió tres niveles, el nivel inferior, la base del árbol; el nivel medio, parte media del fuste comercial del árbol; y el nivel superior, donde comienza la primera ramificación de la copa.

Tumbado y seccionado.

Tumbado el árbol se determinó la longitud comercial para poder sacar las rodajas respectivas, es así que la primera rodaja se seccionó de la parte basal, la segunda se sacó de la parte media y la tercera de la parte terminal del fuste comercial.

Codificado de rodajas.

Las rodajas se codificaron teniendo en cuenta el árbol de procedencia (1, 2 y 3), el nivel, es así que las rodajas extraídas de la base se codificaron con la letra **B**, los de la parte media con la **M** y de la parte superior con la

letra C.

Preparación y codificado de probetas.

En cada una de las rodajas se marcó, codificó y luego se seccionó cada uno de las probetas teniendo en consideración la orientación (cuatro puntos cardinales) norte (N), sur (S), este (E) y oeste (O) tomando como referencia la médula. De acuerdo a la norma ASTM D 143 - 94 se obtuvieron probetas con secciones de 2cm x 2cm x 10cm las cuales se codificaron teniendo en cuenta el número del árbol, el nivel de la rodaja y orientación con respecto a los puntos cardinales. Esta numeración de las probetas se realizó en sentido de la albura hacia la médula.

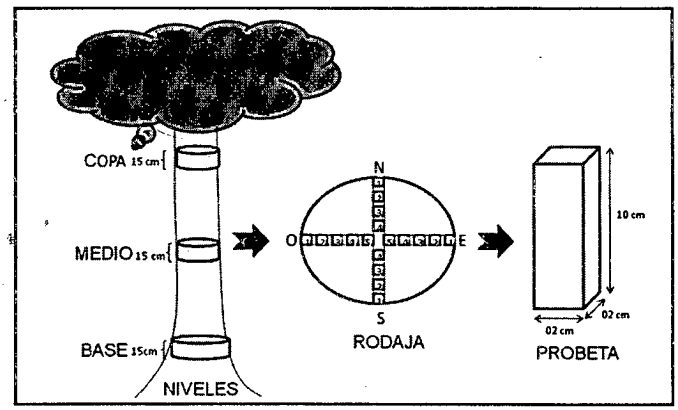


Figura 1. Obtención del material estudiado.

Descripción anatómica a nivel macroscópico y características organolépticas.

De las rodajas se prepararon las probetas respectivas para describir las características anatómicas a nivel macroscópico tal como diferencia entre albura y duramen, diferencia de los anillos de crecimiento, número de anillos por centímetro lineal, distribución de los poros, número de poros por mm², forma de los poros, agrupación de los poros, tipo de porosidad, tipo de parénquima, características de los radios, presencia de inclusiones así como las características organolépticas: color, olor,

sabor, grano, textura y veteado.

Ejecución de ensayos de propiedades físicas de la madera.

Ensayos Físicos	:	**Norma Técnica Peruana (NTP)**
• Contenido de humedad	:	251.010.
• Densidad	:	251.011.
• Contracción	:	251.012.

Procesamientos de datos.

Los datos obtenidos fueron procesados empleando el programa EXCEL y el programa estadístico InfoStat.

Tratamiento de los datos.

Se determinaron los valores promedio, intervalo de confianza al 95%, desviación estándar, coeficiente de variación, límites de confianza, máximo y mínimo de las variables dependientes: contenido de humedad saturado, contenido de humedad seco al aire, densidad saturada, densidad seca al aire, densidad seca al horno, densidad básica, peso específico seco al aire, contracción radial, contracción tangencial, contracción longitudinal, contracción volumétrica y índice de relación T/R procedentes de los árboles y niveles del fuste considerados.

Para verificar si existe diferencias entre las medias de las variables evaluadas se aplico análisis de varianza de un factor (AV1) y la prueba de medias de Duncan, utilizándose si era necesario el programa estadístico InfoStat (*Software Estadístico)*.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características generales de la madera:

Características organolépticas.

Color: A nivel de probeta, la albura presenta un color amarillo 2.5 Y - 8/6 Yellow y el duramen color marrón oscuro 7.5 YR - 4/6 Strong browm (Musell Soil Color Charts).

Olor : Agradable, no distintivo.
Sabor : Sin sabor.
Brillo : Moderado a elevado.
Grano : Entrecruzado.
Textura : Media.

Veteado: En el plano radial presenta líneas verticales y jaspeado, y en el plano tangencial presenta arcos superpuestos.La mayor parte de las características encontradas son similares a las descritas por PROMPEX - WWF - USAID - INIA - ITTO, (2000), diferenciándose en el color de la albura que es marrón muy pálido HUE 8/4 YR y el duramen amarillo rojizo HUE 6/6 5YR.



Plano Transversal



Plano Tangencial (duramen)



Plano Radial (duramen albura)



Plano Intermedio (duramen)



Plano Tangenciall (albura)

Planos de corte de la madera *Clarisia racemosa* Ruiz & Pav. (Mashonaste).

Características estructurales.

A nivel de rodaja:

Diferencia entre albura y duramen: Presenta diferencia en el color, la albura se da en un 49 % y el duramen en un 51 %.

Transición de color entre la albura y duramen: Si presenta diferencia.

Diferencia de los anillos de crecimiento: Si presenta diferencia, 5 anillos de crecimiento por cm lineal en promedio.

A nivel de probetas:

Visibilidad: Visible con una lupa de 10x.

Poros: En sentido radial, 6 a 7 poros por mm^2, ovalados y redondos, agrupación de poros simples y múltiples de 2, porosidad difusa.

Parénquima: Paratraqueal aliforme confluente.

Radios: Finos, 4 a 5 radios por milímetro lineal, no estratificados.

Inclusiones: Presenta tilide, gomas y cristales en abundancia.

En cuanto a la diferenciación entre albura y duramen, los resultados concuerdan con los indicados por Valderrama, (1993) y OIMT, (1996); quienes indican que dicha especie mantienen una diferencia bien marcada entre albura y duramen. El porcentaje de albura es mayor a la reportada por Valderrama y Aróstegui, (1980), este resultado conlleva a tener al menor diámetro de los especímenes estudiados en el presente trabajo. En cuanto a poros y parénquima se coincide con aróstegui, (1980).

Análisis estadístico de las propiedades físicas por niveles del fuste de la madera *Clarisia racemosa* Ruiz & Pav. (Mashonaste).

Tabla 1. Contenido de humedad saturado y seco al aire por niveles.

Parámetro	Contenido de humedad saturada %			Contenido de humedad seco al aire %		
	Base	Medio	Copa	Base	Medio	Copa
$\bar{X}$	65.12	54.99	56.16	13.70	13.25	13.19
C.V. %	20.68	17.10	29.45	3.5	1.96	2.66

$\bar{X}$: Promedio.
C.V.% : Coeficiente de Variación.

Tabla 2. Análisis de varianza de un factor (AV1), de los contenidos de humedad de los niveles.

Propiedades físicas	Fobs	$F_{1-\infty\ \infty=0.05}$	$F_{1-\infty\ \infty=0.01}$	Nivel de significancia
Contenido de humedad saturado	7.12	3.08	4.79	**
Contenido de humedad seco al aire	22.5	3.08	4.79	

Tabla 3. Prueba de Duncan del contenido de humedad saturado por niveles.

Variable	Promedio de los niveles		
	Base	Copa	Medio
Contenido de humedad saturado	65.12 B	56.16	54.99 A

Tabla 4. Prueba de Duncan del contenido de humedad seca al aire por niveles.

Variable	Promedio de los niveles		
	Base	Medio	Copa
Contenido de humedad seca al aire	13.70 B	13.25	13.19 A

La tabla 1, muestra los promedios del contenido de humedad en condición saturada de los tres niveles del fuste, se observa que el nivel base presenta el mayor valor promedio en 65.12%; mientras el nivel medio tiene promedio bajo de 54.99 % y en condición seca al aire, los valores fluctúan entre 13.70% y 13.19%, manteniendo una tendencia descendente en función a los niveles del fuste (base - copa).

Al efectuarse el análisis de varianza, Tabla 2, indica que existe una diferencia altamente significativa en el contenido de humedad en condición saturada y seca al aire, entre los niveles del fuste. La prueba de Duncan indica que el nivel base difiere significativamente de los niveles medio y copa, quienes no difieren significativamente entre sí, tal como se aprecia en las tablas 3 y 4 respectivamente.

La tendencia de los valores promedio significativos del contenido de humedad saturada y seca al aire en el presente caso se puede atribuir a que se trata de árboles jóvenes que han presentado a este nivel un porcentaje de albura elevado (más del 50%) y un duramen relativa mente pequeño. Esta tendencia concuerda en cierta medida con lo mencionado por Soto (1982) quien determinó que en la madera de

Clarisia sp, el contenido de humedad es alto en la base, disminuyèndo en la mitad del tronco y relativamente un aumento en la copa del árbol. Resultados que discrepan por Arévalo y Miranda (2000) quienes mencionan que en la base así como en la zona de bifurcación los contenidos de humedad son similares.

Densidad por niveles.

Tabla 5. Densidades por niveles de la madera *Clarisia racemosa* Ruiz & Pav. (Mashonaste).

Parámetros	Densidad saturada (g/cm³)			Densidad seca al aire (g/cm³)			Densidad seca al horno (g/cm³)			Densidad básica(g/cm³)		
	Base	Medio	Copa	Base	Medio	Copa	Base	Medio	Copa	Base	Medio	Copa
X̄	0.91	0.86	0.91	0.68	0.68	0.72	0.64	0.64	0.67	0.55	0.56	0.58
C.V. %	8.88	9.16	10.93	6.75	7.30	8.12	7.06	7.59	8.52	6.94	6.54	6.98

x̄: Promedio.
C.V. % : Coeficiente de variación.

Tabla 6. Análisis de varianza de un factor (AV1), de las densidades por niveles del fuste de la madera *Clarisia racemosa* Ruiz & Pav. (Mashonaste).

Propiedades físicas	Fobs	F1-∞ ∞=0.05	F1-∞ ∞=0.01	Nivel de significancia
Densidad saturada	3.77	3.08	4.79	*
Densidad seca al aire	6.65	3.08	4.79	**
Densidad seca al horno	5.47	3.08	4.79	**
Densidad básica	8.71	3.08	4.79	**

Tabla 7. Prueba de Duncan de la densidad saturada por niveles.

Variable	Promedio de los niveles		
	Base	Copa	Medio
Densidad saturada	0.91	0.91	0.86
		B	
			A

Tabla 8. Prueba de Duncan de la densidad seca al aire por niveles.

Variable	Promedio de los niveles		
	Copa	Base	Medio
Densidad seca al aire	0.72	0.68	0.68
	B		
			A

Tabla 9. Prueba de Duncan de la densidad seca al horno por niveles.

Variable	Promedio de los niveles		
	Copa	Base	Medio
Densidad seca al horno	0.67	0.64	0.64
	B		
			A

Tabla 10. Prueba de Duncan de la densidad básica por niveles.

Variable	Promedio de los niveles		
	Copa	Medio	Base
Densidad básica	0.58	0.56	0.55
	B		
			A

De acuerdo a la tabla 5, se presentan los valores promedios de las densidades saturada, seca al aire, seca al horno y básica en la madera *Clarisia racemosa* Ruiz & Pav. (mashonaste), de los tres niveles del fuste. En cuanto a la densidad saturada esta es mayor en los niveles base y copa (0.91 g/cm^3), con respecto a la parte media (0.86 g/cm^3), en la tabla 6 se presenta los resultados del análisis de varianza respecto a la densidad saturada por niveles del fuste, donde encontramos que se presentan diferencias estadísticamente significativas. Al aplicarse la prueba de Duncan muestra que los niveles copa y base son similares pero difieren significativamente del nivel medio, tal como se observa en la tabla 7, estos resultados concuerdan con los obtenidos por Arévalo y Miranda (2000) y con el patrón establecido por Panshin (1980).

En lo referente a las otras densidades; la densidad seca al aire muestra que el nivel copa presenta mayor valor promedio (0.72 g/cm³), con respecto a los niveles base y medio que presentan un valor menor (0.68 g/cm³), la densidad seca al horno indica que el nivel copa presenta el mayor valor con un promedio de 0.67 g/cm³, y los niveles base y medio presentan el menor valor promedio de 0.64 g/cm³ y en la densidad básica encontramos que estos valores promedios tienden a ascender de 0.55 gr/cm³ a 0.58 gr/cm³ conforme los niveles del fuste; quiere decir conforme nos vamos acercando a la copa la densidad básica de la madera va aumentado su valor promedio.

Al aplicar el análisis de varianza, la tabla 6, muestra que existe una diferencia altamente significativa en las densidades seca al aire, seca al horno y básica, entre los niveles del fuste, al aplicar la prueba de Duncan esta nos indica que el nivel copa difiere significativamente de los niveles base y medio, estos dos últimos no difieren significativamente entre sí, tal como se observa en las tablas 8, 9 y 10 respectivamente, estos resultados concuerdan con los principios establecidos por Panshin (1980), y difieren de los resultados obtenidos por Arévalo y Miranda (2000) en madera de *Simarouba amara* y de los obtenidos por Soto (1982) en madera de *Clarisia* sp.

De acuerdo a la tabla de clasificación dada por la JUNAC (1981), la madera de la especie *Clarisia racemosa* Ruiz & Pav. (mashonaste) los valores encontrados la clasifican como de densidad medio, 0.56 g/cm³.

Peso específico seco al aire por niveles:

Tabla 11. Peso específico seco al aire por niveles.

Parámetro	Peso específico seco al aire		
	Base	Medio	Copa
$\bar{X}$	0.60	0.60	0.63
C.V. %	7.06	7.43	8.28

$\bar{x}$: Promedio.
C.V. %: Coeficiente de variación.

Tabla 12. Análisis de varianza de un factor (AV1), del peso específico seco al aire por niveles.

Propiedad física	Fobs	F1-∞ ∞=0.05	F1-∞ ∞=0.01	Nivel de significancia
Peso específico seco al aire	7.09	3.08	4.79	****

Tabla 13. Prueba de Duncan del peso específico seco al aire por niveles.

Variable	Promedio de los niveles		
	Copa	Base	Medio
Peso específico seco al aire	0.63 B	0.60	0.60 A

La tabla 11 presenta los promedios de peso específico seco al aire de los tres niveles del fuste, observándose que el nivel copa presenta el mayor valor promedio de 0.63, y los niveles base y medio presentan promedios similares de 0.60.

La tabla 12 muestra el análisis de varianza para esta variable, el que indica que existen diferencias altamente significativas en el peso específico entre los tres niveles del fuste, por ello al aplicarse la prueba de Duncan esta nos indica que el nivel copa difiere significativamente de los niveles base y medio, estos dos últimos no difieren significativamente entre sí, tal como se aprecia en la tabla 13, esta tendencia es diferente a la observada por Guzmán (1979) trabajando con *Pinus caribea* a tres niveles de altura determinó que el peso específico disminuye con el aumento de la altura de los tres niveles estudiados. Como también sostiene que la variación del peso específico se debe a diferencias en su estructura y a la presencia de constituyentes inorgánicos y orgánicos presentes en los lúmenes celulares.

En cuanto a los valores de las diferentes densidades y peso específico estudiados se aprecia que estos valores tienden a ser significatimente mayores en la zona de copa con respecto a los valores del resto del árbol

esta particularidad se podría atribuir a la forma de copa que presenta esta especie, la cual es amplia esto motivaría a que en esta zona las células se verían obligadas a generar una mayor proporción de celulosa de tal manera de poder mantener el equilibrio del conjunto.

Contracciones por niveles:

Tabla 14. Contracciones por niveles de la madera *Clarisia racemosa* Ruiz & Pav. (Mashonaste).

Parámetros	Contratación radial %			Contratación tangencial %			Contratación longitudinal %			Contratación volumétrica %		
	Base	Medio	Copa	Base	Medio	Copa	Base	Medio	Copa	Base	Medio	Copa
$\bar{X}$	4.60	4.78	4.74	8.961	8.69	8.03	0.41	0.41	0.49	13.58	13.52	12.90
C.V. %	15.72	16.99	19.76	0.86	14.86	18.30	58.41	43.70	49.69	10.99	13.47	15.60

$\bar{x}$: Promedio.
C.V. % : Coeficiente de variación.

Tabla 15. Análisis de la varianza de un factor (AV1) de la contracción por niveles.

Propiedades físicas	Fobs	F1-∞ ∞=0.05	F1-∞ ∞=0.01	Nivel de significancia
Contracción radial	0.55	3.08	4.79	N.S
Contracción tangencial	6.05	3.08	4.79	**
Contracción longitudinal	1.82	3.08	4.79	N.S
Contracción volumétrica	1.89	3.08	4.79	N.S

Tabla 16. Promedios generales de la contracción Radial, Longitudinal y Volumétrica.

Parámetro	Promedios globales de contracciones		
	Radial	Longitudinal	Volumétrica
$\bar{X}$	4.71	0.44	13.33
C.V. %	17.54	51.34	13.51

$\bar{X}$: Promedio.
C.V. % : Coeficiente de variación.

En la tabla 14 observamos que la contracción (radial, longitudinal y volumétrica) de los tres niveles del fuste, en el que no se observa diferencias marcadas, al aplicar el análisis de varianza, en la tabla 15, observamos que no presentan diferencias estadísticamente significativas en los tres niveles.

A nivel de especie se ha encontrado un promedio general de 4.71 %, 0.44 % y 13.33 % respectivamente, tal como se aprecia en la tabla 16.

De acuerdo a la tabla de clasificación de propiedades físicas dada por la JUNAC (1981), en lo referente al parámetro de contracción volumétrica la madera de la especie *Clarisia racemosa* Ruiz & Pav. (mashonaste) estudiada se considera de alta contracción volumétrica, 13.33 %.

Contracción tangencial.

Tabla 17. Prueba de Duncan de la contracción tangencial por niveles.

Variable	Promedio de los niveles		
	Base	Medio	Copa
Contracción tangencial	8.96	8.69	8.03
		B	
			A

En la tabla 14 se muestra los promedios de la contracción tangencial de los tres niveles del fuste, en el cual se observa que el nivel base presenta el promedio mayor de 8.96 %, y el nivel medio presenta el valor intermedio de 8.69 %, el nivel copa presenta el promedio más bajo, de 8.03 %.

El análisis de varianza, tabla 15, indica que hay diferencias altamente significativas en cada uno de los niveles estudiados, al aplicarse la prueba de Duncan, tabla 17, indica que la contracción tangencial es estadísticamente es similar en la base y el nivel medio pero difieren significativamente con el nivel de copa.

En cuanto al factor de contracción no se ha podido definir bien las razones de estas mínimas diferencias dado que los valores encontrados no presentan una determinada tendencia.

Índice de la relación T/R por niveles.

Tabla 18. Índice de la T/R por niveles.

Parámetro	Índice de la relación T/R		
	Base	Medio	Copa
$\bar{X}$	1.98	1.85	1.74
C.V. %	13.88	18.34	22.81

$\bar{X}$: Promedio.
C.V. % : Coeficiente de variación.

Tabla 19. Análisis de la varianza de un factor (AV1), del índice de la relación T/R por niveles.

Propiedad física	Fobs	F1-∞ ∞=0.05	F1-∞ ∞=0.01	Nivel de significancia
Índice de la relación T/R	5.04	3.08	4.79	**

Tabla 20. Prueba de Duncan del índice de relación T/R por niveles.

Variable	Promedio de los niveles		
	Base	Medio	Copa
	1.98	1.85	1.74
Índice de relación T/R	B	B	
		A	A

La tabla 18 muestra los promedios de los índices de la relación T/R de los tres niveles del fuste, en el que se observa que el nivel de la base del fuste presenta el promedio mayor de 1.98, y el nivel medio del fuste presenta el valor intermedio de 1.85, en cambio el nivel copa presenta el promedio más bajo de 1.74. Tendencia que coinside con los resultados de Vásquez (1984) en *Simarouba amara* Aubl, en el sentido de que la relación T/R, tiende a disminuir de la base hacia la copa.

Al aplicar el análisis de varianza, tabla 19, se observa que existe diferencias significativas entre los valores promedios de los índices del T/R de la parte basal, medio y copa del fuste; en consecuencia la prueba

de Duncan indica que no existe diferencia significativa en las valores del T/R de la parte basal y media tampoco existe diferencias entre los valores de la parte media y copa, sin embargo se aprecia que existe diferencias altamente significativas entre los valores del T/R de la parte basal y copa, tal como se aprecia en la tabla 20. El valor promedio de la relación T/R es de 1.86. De acuerdo Aróstegui (1982) la madera estudiada es medianamente estable.

Los valores de la relación T/R, promedio, para los tres niveles estudiados son menores que los obtenidos por Aróstegui (1980), OIMT (1996) Y Valderrama (1993). Quienes encontraron valores de 2.3, 2.90 y 2.26 respectivamente.

La relación T/R encontrada y de acuerdo a la tabla de clasificación dada por la JUNAC (1981), la madera de la especie *Clarisia racemosa* Ruiz & Pav. (mashonaste) se considera estable, 1.86.

Esta particularidad de la relación T/R encontrada en el presente estudio se puede atribuir a que los árboles estudiados corresponde a árboles jóvenes al estudiado por Aróstegui (1980) esto se puede intuir ya que Aróstegui estudio o determino sus valores sobre árboles de mayor dimensión y posible mente de mayor edad.

CONCLUSIONES

1. Del proceso de experimentación se ha obtenido las siguientes características organolépticas de la madera *Clarisia racemosa* Ruiz & Pav. (mashonaste): Color de la albura 2.5Y - 8/6 (amarillo); duramen 7.5Y - 4/6 (marrón oscuro); olor agradable, no distintivo; sin sabor; brillo moderado a elevado; grano entrecruzado; textura media; veteado en el plano radial presenta líneas verticales y jaspeado; en el plano tangencial presenta arcos superpuestos; albura diferenciada del duramen.

2. En cuanto a los aspectos estructurales esta presenta anillos de crecimiento visibles a simple vista; 5 anillos/cm lineal; poros visibles a simple vista; distribuidos en sentido radial; 6 - 7 poros/mm^2; ovalados y redondos; predominancia de poros simples y múltiples de 2;

porosidad difusa; parénquima paratraqueal aliforme confluente; radios finos; 4 - 5 radios/mm lineal; no estratificados; presenta tilides, gomas y cristales en abundancia.

3. De acuerdo a los resultados obtenidos, se tiene los siguientes valores de las propiedades físicas mas relevantes de la madera de *Clarisia racemosa* Ruiz & Pav. (mashonaste): Contenido de humedad de la madera en condición saturada: 58.76%; Contenido de humedad en condición seca al aire: 13.38%; Densidad en condición saturada: 0.89 g/cm^3; densidad en condición seca al aire: 0.69 g/cm^3; Densidad en condición seca al horno: 0.65 g/cm^3; Densidad básica: 0.56g/cm^3; Peso específico en condición seca al aire: 0.61 g/cm^3; Contracción radial: 4.71%; Contracción tangencial: 8.56%; Contracción longitudinal: 0.44% Contracción volumétrica: 13.33%; Relación T/R: 1.86%.

4. Existe diferencias altamente significativa en el contenido de humedad saturado y seco al aire con respecto a los diferentes niveles de fuste estudiado, así la base tiene mayor contenido de humedad saturada y seca al aire que la parte media y copa.

5. De acuerdo a la tabla de clasificación dada por la JUNAC (1981), la madera de la especie *Clarisia racemosa* Ruiz & Pav. (mashonaste) los valores encontrados la clasifican como de densidad medio, 0.56 g/cm^3.

6. Los valores de densidad seca al aire, densidad seca al horno, peso específico y densidad básica, presentan diferencias significativas estadísticamente, entre el nivel de la copa y la base del fuste.

7. De acuerdo a la tabla de clasificación de propiedades físicas dada por la JUNAC (1981), en lo referente al parámetro de contracción volumétrica la madera de la especie *Clarisia racemosa* Ruiz & Pav. (mashonaste) estudiada se considera alta contracción volumétrica, 13.33 %.

8. No existe diferencia estadísticamente significativa entre la contracción radial, longitudinal y volumétrica pero si existe diferencia

Altamente significativa en la contracción tangencial.

9. La relación T/R encontrada y de acuerdo a la tabla de clasificación dada por la JUNAC (1981), la madera de la especie *Clarisia racemosa* Ruiz & Pav. (mashonaste) se considera estable, 1.86.

10. Existe diferencia altamente significativa en la relación T/R de los tres niveles del fuste, siendo similares los valores de la base con la del medio y la del medio con la de copa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARÉVALO, H. y MIRANDA, Z. 2000. Estudios de las propiedades físicas y características anatómicas, a nivel macroscópico de *Simarouba amara* Aubl (Marupa). Pucallpa pp.

ARÓSTEGUI, A. *et al* 1980. Estudio tecnológico de maderas del Perú. (Zona Pucallpa) Vol. I. Características Tecnológicas y Usos de la Madera de 145 Especies del País. Normas y métodos. UNALM/DGFF. Lima. 483 p.

ARÓSTEGUI, A. 1982. Recopilación y análisis de estudios tecnológicos de maderas peruanas. Lima - Perú. PNUD / FAO /PER/81/002. 57p.

GOBIERNO REGIONAL DE UCAYALI. 2008. Valoración del vuelo forestal de concesiones forestales madereras en las provincia de Padre Abad y Atalaya, con fines prendatarios en el sistema financiero nacional. Gerencia Regional de Desarrollo Económico. Pucallpa. 40 p.

GUZMAN, G. 1979. Variación de algunas propiedades físicas y características anatómicas de *Pinus caribea* Morelet, provenientes de las plantaciones de Uverito. Estado de Managos. Tesis para optar el grado de Magíster Scientiae. Universidad de Los Andes. Mérida. 81 p.

INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES. 2008. Anuario Perú Forestal. CIEF. Lima. 89 p.

JUNTA DEL ACUERDO DE CARTAGENA, (JUNAC). 1981. Descripción general y anatómica de 105 maderas del grupo andino. Proyectos andinos de desarrollo tecnológico en el área de los recursos forestales tropicales. PADT - REFORT - JUNAC. Cali. 442 p.

MUNSELL. 2000. Soil Color Charts. U.S.Dept. Agricultura Handbook 18, 52 p.

NTP 251.009, 1980. MADERAS. Acondicionamiento de las maderas destinadas a los ensayos físicos y mecánicos.

NTP 251.010, 2003. MADERA. Método para determinar el contenido de humedad.

NTP 251.011, 2004. MADERAS. Método de determinación de la densidad.

NTP 251.012, 2005. MADERAS. Método de determinación de la contracción.

PANSHIN Y DE ZEEUW, C. 1980. Textbook of Wood Technology. 4th Ed. Mc. Graw - Hill. New York.

PROMPEX - WWF - USAID - INIA - ITTO. 2000. Maderas del Perú. Proyecto "Promoción de Nueve Especies Forestales del Perú en el Comercio Exterior", Lima, 80 p.

SYBILLE A. RODRIGUEZ M. 1996. Manual de identificación de especies forestales de la subregión andina. Proyecto PD 150/91 Rev. 1(1). INIA. OIMT. Lima. 489 p.

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

VALDERRAMA, H. 1993. Características Tecnológicas y uso Industrial de Nuevas Especies de la Amazonia Peruana. Revista Folia Amazónica Vol. 5. (1 - 2) Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana, Iquitos, 70 - 100 p.

VÁSQUEZ, C. 1984. Variación de las propiedades físicas en la madera de marupa *sinarouba amara* (AUBL) proveniente de los bosques del CIFOR - Puerto Almendras Iquitos - Perú. Tesis ingeniero forestal U.N.A.P., Iquitos, 106 p.

EFECTO BIOCIDA DE ESPECIES FORESTALES EN ARTROPODOS TROPICALES

BIOCIDA EFFECT OF FOREST SPECIES IN TROPICAL ARTHROPOD

Aparicio Limache Alonzo[1]

RESUMEN

Un total de 15 especies de artrópodos fueron puestos en contacto con el extracto acuoso de las hojas trituradas y fermentadas de sangre de grado (*Croton lechleri Muell.*), ojé (*Ficus antihelmíntica Ruber*), uña de gato (*Uncaria tomentosa Willd*) y huamanzamana (*Jacaranda copaia Aube D. Don*). El trabajo se hizo asumiendo la preocupación generalizada sobre las consecuencias en la salud publica y la contaminación ambiental derivadas del uso de biocidas comerciales utilizados para control de artrópodos.

El objetivo consistió en explorar el efecto biocida de especies vegetales para el control de artrópodos tropicales. La hipótesis plantea que si se pone en contacto el extracto con 15 artrópodos al menos la mitad morirá por envenenamiento.

Investigadores como Pérez y Iannacone (2006), Mariños *et al.*, (2004), Vidal *et al.*, (2009), Guillen *et al.*, (2006) y otros reportaron información sobre el efecto biocida de especies vegetales considerado como alternativa de biocidas comerciales de origen orgánico.

En este contexto, la uña de gato y huamanzamana en un 100% eliminaron a la araña, mosca, pulga, piojo, curuhuinsi, hormiga común, larva de mosca y polilla; sangre de grado lo hizo con larva de mosca y la polilla; ojé elimina al piojo. Otros artrópodos como garrapata, gorgojo de maíz, grillo y comején resistieron a los tratamientos.

Palabras clave: Efecto biocida - Especies forestales biocidas - Artrópodos.

[1] Profesor, Asociado de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales - UNU.

ABSTRACT

A total of 15 species of arthropods were placed in contact with the aqueous extract of leaves crushed and fermented sangre de grado (*Croton lechleri Muell.*) Ojé (*Ficus anthelmintic Ruber*), cat's claw (*Uncaria tomentosa Willd*) and huamanzamana (*Jacaranda copaia Aube D. Don*). The work was done assuming the widespread concern about the impact on public health and environmental contamination from the use of commercial biocides used to control arthropods.

The aim was to explore the biocidal effect of plants to control arthropods tropical. The hypothesis is that if the extract is contacted with 15 arthropods at least half will die from poisoning.

Investigadores as Perez and Iannacone (2006), Mariños *et al.* (2004), Vidal *et al.* (2009), Guillen *et al.* (2006) and others reported information on the biocidal effect of plant species considered alternative commercial biocides organic origin.

In this context, cat's claw and huamanzamana 100% removed the spider, fly, fleas, lice, curuhuinsi common ant, fly and moth larva; grade blood did with fly larvae and moth; ojé eliminates the louse. Other arthropods such as ticks, maize weevil, cricket and resisted termite treatments.

Keywords: Effect biocide - biocides forest species - Arthropods.

INTRODUCCIÓN

Algunos artrópodos han sido para los seres humanos un acompañante eterno e indeseable en su paso por la tierra. Tanto en el área rural como urbano éstos causan molestias en el quehacer diario. Así por ejemplo, la mosca y la cucaracha afectan la salubridad de los alimentos; coleópteros y anobidos destruyen materiales de construcción y enseres, básicamente maderas; el piojo o la pulga, son vector de enfermedades.

La garrapata ataca a los animales domésticos, la mariquita y el grillo a

los cultivos. El comején deteriora la estructura de la vivienda de madera. Para contrarrestar estos ataques se han desarrollado numerosas formulaciones comerciales a base de biocidas orgánicos que, lejos de solucionar problemas, han contribuido a la contaminación ambiental y con ello al cambio climático que amenaza la vida de los seres vivos en la tierra.

Los artrópodos también son promotores del auge o fracaso de la economía pues a nivel mundial existen empresas transnacionales que dominan los mercados del mundo manejando grandes intereses económicos. Estas industrias, que en la década de los 50 promovieron el uso de agroquímicos de la docena sucia.

Generalmente los productos biocidas comerciales de origen orgánico son compuestos fabricados mediante la combinación de elementos contaminantes que deterioran el ambiente. Tienen alta concentración de organoclorados, organofosfatos, carbomatos, benzoiloureas y otros elementos nocivos para la salud.

Está comprobado que el uso excesivo de estos productos químicos, son cancerígenos, mutagénicos y teratogénicos cuyo aumento en los últimos años es preocupante. Frente a ello, la biodiversidad tropical ofrece especies con alto poder biocida. La identificación de éstas se torna en un deber ineludible de la comunidad científica nacional.

De lograrlo, se visualiza el aprovechamiento integral de las especies con valor agregado de la materia prima y promoción del manejo sostenido de las especies. En este contexto, el objetivo del estudio consistió en explorar el efecto biocida de cuatro especies forestales para el control de 15 artrópodos tropicales.

La hipótesis indica que si se contacta el extracto acuoso de las hojas con las especies de artrópodos más de la mitad morirá por envenenamiento como consecuencia del efecto biocida de la especie vegetal. El estudio se llevó a cabo en el Laboratorio de Biotecnología de la Universidad Nacional de Ucayali. En el experimento participaron estudiantes de la Cátedra de Biotecnología Forestal.

A la fecha, muchos investigadores están realizando investigaciones para determinar el efecto biocida de especies de vegetales con miras a producir productos naturales que sean eficaces y que no contaminen el ambiente como lo hacen las biocidas orgánicos. Entre ellos Pérez y Iannacone (2006) aplicaron extractos acuosos de partes botánicas de ucullucuysacha (*Heliotropium indicum* L., Boraginaceae), floripondio (*Brugmansia* sp., Solanaceae), oreja de tigre (*Tradescantia zebrina* Hort. ex Bosse, Commelinaceae).

También utilizaron, piñón blanco (*Jathropa curcas* L., Euphorbiaceae), sacha yoco (*Paullinia clavigera* Schltdl., Sapindaceae), yuquilla (*Euphorbia cotinifolia* L., Euphorbiaceae), achiote (*Bixa orellana* L., Bixaceae), retama común (*Cassia fistula* L., Fabaceae), huancahuisacha (*Aristolochia pilosa* Kunth, Aristolochiaceae) y curare (*Chondrodendron tomentosum* Ruiz & Pavón, Menispermaceae).

Determinaron la mortalidad y repelencia de larvas de *Rhynchophorus palmarum* L. (Curculionidae), plaga del pijuayo *Bactris gasipaes* Kunth. Sus resultados indican por ejemplo que la huancahuisacha controla en 73%, oreja de tigre 70% y curare 60%.

Mariños *et al.*, (2004) determinaron que *Lonchocarpus utilis* (barbasco) actúa como biocida para eliminar larvas de tercer y cuarto estadio de *Anopheles benarrochi*, vector primario de la malaria. Para ello procesó las raíces frescas de *L. utilis* obteniendo como producto final un polvo fino que contiene como principio activo la rotenona.

Vidal *et al.*, 2009 evaluó el efecto tóxico de los extractos etanólicos foliares de *Argemone subfusiformis* (cardo santo) y *Tagetes patula* (marigold) sobre larvas IV y pupas de *Aedes aegypti*, los resultados indican 100 % de efectividad para cardo santo en larvas y pupas a las 12 y 24 horas de exposición mientras que el marigold provocó 92% y 77% de mortalidad en larvas y pupas, respectivamente.

Al evaluar resultados del efecto biocida de culantro *Coriandrum sativum* L. (Apiaceae), tara *Caesalpinia spinosa* (Mol.) Kuntze (Fabaceae), amor seco *Bidens pilosa* L. (Asteraceae) y saúco *Sambucus peruviana* HBK (Caprifoliaceae) sobre adultos de *Sitophilus zeamais* Motschulsky

(Curculionidae) y *Stegobium paniceum* (Linnaeus) (Anobiidae) en bioensayos de mortandad bajo condiciones de laboratorio, Iannacone (2005) encontró que ninguna de las cuatro plantas bajo todas las formulaciones evaluadas obtuvo más de 40 % de mortandad en las dos especies de gorgojos.

En cambio Bobadilla (2005), reporta efecto tóxico de suspensiones acuosas provenientes de extractos etanólicos de las semillas, flores, hojas, corteza de ramas y corteza de raíces de *Annona muricata* L. (guanábana) sobre larvas del IV estadio de *Aedes aegypti*, el mayor efecto tóxico correspondió a la suspensión de las semillas con 100% de mortalidad a las 24 horas de exposición seguido por las flores a las 48 horas y hojas a las 36 horas.

González (1998) afirma que la hierba buena es excelente insecticida para repeler palomillas en tomate. Recomienda 500 gramos de hojas secas pulverizadas en infusión con 10 litros de agua, se deja reposar durante 24 horas luego se filtran y se adicionan 90 litros de agua y una cucharada raspada de jabón (no detergente). Esta infusión controla gorgojos del arroz y de la harina; los áfidos, pulgones, piojos y ácaros. Afirma además que el neem *Azadirachta indica* es un biocida que actúa como insecticida, fungicida, nematicida y repelente.

Inhibe el crecimiento de otras plantas, elimina afidios, nematodos, gusanos de la mazorca y comedores de follaje, arañas, barrenadores, trazadores, la mosca mediterránea y la mariposa de la col. Mallqui (1997) indica que el chamico (*Datura stramonium*) es una planta biocida que usa como extracto acuoso contra larvas de moscas y pulgas.

El extracto de la semilla molida de la poma rosa (mamey), conocida con ese nombre en el Perú, controla a las garrapatas. El extracto crudo de *Sapindus saponaria* controla a la garrapata del ganado, reduciendo la supervivencia de las hembras fértiles y los periodos de ovipostura, afectando los índices de eficiencia reproductiva. Esto asegura una disminución en las futuras cohortes y por tanto controlan la reinfestación de los animales en pastoreo.

Existe un llamado generalizado para eliminar o por lo menos reducir el

uso de los biocidas orgánicos pues es sabido que su efecto residual afecta a seres indefensos. Al respecto Guillen *et al.*, (2006), demostraron que el efecto de los biocidas orgánicos a la fecha empleados son responsables del declive poblacional de especies como los murciélagos.

Estos se reproducen a razón de una sola cría anual, por tanto considera que ante catástrofes de envenenamiento por biocidas orgánicos su repoblamiento será lento cuando se trata de organoclorados, organofosfatos, carbomatos, benzoiloureas y otros prohibidos para áreas forestales.

Verdu (1984) condena el creciente uso de biocidas orgánicos como herbicidas, insecticidas, fungicidas e inclusive fertilizantes en la agricultura moderna como origen de una serie de problemas debido a las interacciones entre estos productos y los microorganismos del suelo, los cuales intervienen en su degradación enzimática.

Se sobre entiende que el biocida orgánico tiene efecto directo que altera el proceso fisiológico del complejo suelo - planta - agua. Afortunadamente existen restricciones a nivel mundial para el uso de biocidas orgánicos. Los productos de la llamada docena sucia han sido prohibidos en la mayoría de países, los servicios de sanidad agraria establecen control al ingreso de productos tratados con biocidas orgánicos.

Los vegetales están ingresando al mercado cada vez con mayor intensidad principalmente como producto medicinal. Así por ejemplo, Godínez *et al.*, (2008) registró 184 especies de 69 familias vasculares que se comercializa en el mercado del rio de Camagüey - Cuba. La familia más importante fue la Fabaceae con trece especies, seguida de Lamiaceae con doce y Asteraceae con ocho especies.

Un total de 90 indicaciones medicinales fueron acopiadas para curar un amplio margen de enfermedades siendo los desórdenes de sistema digestivo y sistema musculoesquelético (reumatismos y contusiones), problemas renales y trastornos ginecológicos los más solicitados. Las partes más usadas de las plantas fueron las hojas y frutos. Los remedios se preparan por cocción e infusión.

Hernández *et al.*, (2009) lo hace para un sector de la ribera del Río de La Plata, conocido popularmente como "Monte", ubicado al sureste de Berisso, ciudad de Buenos Aires, Argentina. En ella se han identificado 36 especies utilizadas en medicina popular siendo las más utilizadas: *Cortaderia selloana* (Schult. & Schult. f.) Asch. & Graebn. (Poaceaeae) y *Equisetum giganteum* L. (Equisetaceae).

Los usos registrados son: anticefalágico, antidiabético, antidiarreico, antidermatósico, antihelmíntico, antihemorroidal, antinefrítico, antinflamatorio, antiséptico, antitusivo, aperitivo, astringente, cardiotónico, carminativo, depurativo, digestivo, diurético, emético, estornudatorio, expectorante, hepático, laxante, refrescante, pectoral y sedativo.

En medicina convencional con frecuencia se está utilizando especies biocidas para contrarrestar el efecto de muchas enfermedades, así, Palacios (2004) recomienda utilizar el extracto de *Solanum americanum* como alternativa natural para el tratamiento de afección vaginal ocasionada por *Gardnerella vaginalis*.

Gaitán (2005) determinó que el desarrollo de la fase miceliar del hongo *Sporothrix schenckii* se controla con *Lippia graveolens* (hoja) y *Valeriana prionophylla* (raíz). En la fase levaduriforme se controla con *Hypericum uliginosum* (hierba) y *Smilax domingensis* (tallo); *Salvia lavanduloides* (hoja - flor), *Senna alata* (hoja), *Valeriana prionophylla* (raíz), *Hypericum uliginosum* (hierba) y *Smilax domingensis* (tallo).

MATERIALES Y MÉTODOS

Las muestras de hojas fueron recolectadas en el Jardín Botánico de la Universidad Nacional de Ucayali (UNU). Esta, ocupa un área de 6 ha. Es un bosque relicto de unos 50 años. Por su característica peculiar es único en la ciudad de Pucallpa.

Los árboles fueron elegidos de acuerdo a la coloración y frescura de su follaje en proceso de crecimiento. El material fue ingresado al Laboratorio de Biotecnología de la UNU donde se preparó los extractos.

Las especies de flora y los artrópodos fueron reconocidos en los Laboratorios de Dendrología y Entomología respectivamente.

Previo a la selección de especies se efectuó una encuesta rápida, en la que los entrevistados señalaron al ojé, uña de gato, sangre de grado y huamanzamana como especies biocida. Los artrópodos son aquellos típicos que ocasionan problemas en las viviendas y actividades cotidianas de la población. Ver tablas 1 y 2.

Tabla 1. Especies de flora cuyas hojas se utilizaron para obtener extracto biocida.

Nº	N. Común	N. Científico	Familia
1	Uña de gato	*Uncaria tomentosa (Willd. ex Schult.) DC.*	Rubiaceae
2	Doctor ojé	*Ficus antihelmíntica Ruber*	Lauraceae
3	Sangre de grado	*Croton lechleri Muell*	Euphorbiaceae
4	Huamanzamana	*Jacaranda copaia Aube D, Don*	Bignoniaceae

Tabla 2. Especies de artrópodos que se contactaron con extracto biocida.

Nº	N. Común	N. Científico	Familia
1	Cucaracha	*Periplaneta sp*	Blatidae
2	Piojo	*Pedículos sp*	Pediculae
3	Garrapata	*Rhipicephalus sp*	Ixodidae
4	Comején	*Nasusitermes sp*	Termidae
5	Hormiga	*Lasius sp*	Formicidae
6	Curuhuinsi	*Atta sp*	Formicidae
7	Pulga	*Ctenocephalides sp*	Siphonapterae
8	Polilla de estuche	*Tineola sp*	Tineidae
9	Mosca común	*Musca doméstica*	Musidae
10	Larva de mosca	*Musca doméstica*	Musidae
11	Araña	*Loxoceles sp*	Loxoscelidae
12	Grillo	*Acheta domesticus*	Grillidae
13	Mariquita	*Ambrotodes sp*	Chrysomelidae
14	Gorgojo de maíz	*Stophylus sp*	Curculionidae
15	Picudo	*Rhynchophorus sp*	Curculionidae

Se utilizaron además materiales de laboratorio como: mortero para triturar las hojas, balanza analitica para pesar las muestras de hojas, espátula, tamizador, frascos de vidrio de 100 cm^3 para almacenar los extractos y placa petri para realizar los contactos.

El método empleado para desarrollar el estudio fueron la experimentación exploratoria y observación directa. Se experimentó el efecto biocida de las cuatro especies y se observó el porcentaje de mortandad de los 15 artrópodos.

Para el análisis de varianza se adoptó el arreglo estadístico del Diseño de Bloques Completos al Azar con 15 tratamientos distribuido en 04 bloques. Los tratamientos fueron representados por las especies de Artrópodos y los bloques por las especies forestales.

En el experimento se utilizaron 600 bichos a razón de 150 por bloque y 10 por cada unidad experimental (100%). La variable independiente fue el extracto de las hojas y como dependiente el control de los artrópodos por efecto del extracto. El indicador del efecto biocida fue el porcentaje de mortandad de los bichos en cada unidad experimental.

El proceso fue como sigue: Las ramas se recolectaron y llevaron al laboratorio a las 10 am. Las hojas, después de separar de los tallos se lavaron con agua corriente para eliminar impurezas luego se enjuagaron con agua destilada. Exactamente 500 gramos de este material fueron triturados en un mortero convirtiéndose en una masa de color verde.

Las masas debidamente codificadas fueron llenadas en frascos de vidrio de 100 ml. Sobre ella se completó agua destilada hasta llenar cada recipiente. En seguida, se selló herméticamente y se colocaron en lugar aparente para la maceración por 15 días.

Por otro lado 600 artrópodos fueron capturados en diferentes lugares. Muchos proceden de las viviendas otros del campus universitario y finalmente del Jardín Botánico. Cada cual fueron colocados en recipientes especiales para su traslado al Laboratorio.

Ya en el Laboratorio, el extracto macerado puro por ejemplo de la uña de

gato fue distribuido en 15 recipientes con tapa. A cada recipiente se le "soltaron" los 10 bichos de cada tratamiento. Al cabo de una hora se contabilizó el N° de bichos muertos.

Debe resaltarse que la muerte de los bichos no ocurrió por ahogamiento, para tal efecto el extracto en el recipiente se manejó de acuerdo al tamaño de los bichos. Por ejemplo para la cucaracha el volumen era mayor que para la pulga y viceversa.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados.

Como se esperaba, algunos artrópodos murieron en el acto, otros murieron al cabo de una hora después del contacto con el extracto. Un tercer grupo toleró el efecto biocida de la especie principalmente del ojé.

Para considerar como biocida a la especie forestal solo se tomaron en cuenta aquellos que fueron letales en un 100 %. En la tabla 3 se nota que la uña de gato y sangre de grado son especies potencialmente biocidas.

Tabla 3. Efecto biocida de especies forestales evaluadas (Datos expresados en %).

Tratamientos (Artrópodos)	Bloques (Especies forestales utilizadas)				Total	Prom. de tratamiento	Letalidad
	Huaman zamana	Sangre de grado	Ojé	Uña de gato			
Comején	10	40	80	33	163	41	c
Gorgojo de maiz	10	40	60	33	143	36	c
Garrapata	40	10	20	10	80	20	c
Cucaracha	10	80	40	10	140	35	c
Araña	**100**	80	20	10	210	53	b
Pulga	**100**	40	80	**100**	320	**80**	**a**
Piojo	**100**	80	**100**	**100**	380	**95**	**a**
Curuhuinsi	**100**	80	40	**100**	320	**80**	**a**
Hormiga	**100**	80	60	**100**	340	**85**	**a**
Larva de mosca	**100**	**100**	20	**100**	320	**80**	**a**
Mariquita	10	60	40	**100**	210	53	b
Polilla	**100**	**100**	10	**100**	310	**78**	**a**
Grillo	20	40	10	33	103	26	c
Mosca	90	80	80	**100**	350	**88**	**a**
Picudo	10	40	60	10	120	30	c
Suma	900	950	720	939	359		
Promedio (bloques)	60	63	48	63		58	

Tabla 4. ANVA del efecto biocida de especies forestales.

ANVA	SC	GI	CM	FC	FT	Sig.
Tratamientos	2290.05	14	163.575	0.024783626		NS
Bloques	37788.733	3	12596.2444	1.908486084		NS
Error	277205.2	42	6600.12381			
Total	317283.98	59				

Discusión.

En general, el extracto acuoso de las cuatro especies experimentadas arrojó resultados promedio de 58 % lo que demuestra que de alguna forma son especies biocidas para los artrópodos. Sin embargo la diferencia del efecto estadisticamente no es significativa.

En el informe de la Comisión de Biocomercio del Perú, en el rubro de Biodiversidad y Bionegocios con excepción de huamanzamana, el oje, la uña de gato y sangre de grado están consideradas como especies medicinales.

Las plantas biocidas según Zapata 2001, están conformadas por barbasco (*Lonchocarpus nicou*), girasol (*Helianthus annum*), leche caspi (*Couma macrocarpa*), muña (*Minthostachys cetosa*), papaya (*Carica papaya*) y tara (*Caesalpinia tintorea*). Probablemente el efecto biocida de oje, huamanzamana, sangre de grado y uña de gato no han sido estudiadas por lo menos hasta esa fecha.

En la tabla 3, se comprueba que el efecto biocida de las especies forestales se manifiestan en tres grupos que son: Entre 75 a 95% de efectividad para artrópodos como pulga, piojo, curuhuinsi, larva de mosca, hormiga común, polilla y mosca.

Este comportamiento es resultado de las interacciones de uña de gato, huamanzamana, ojé y sangre de grado. La letalidad en algunos casos es bajo y en otros es alto. En consecuencia no refleja el efecto biocida como lo hace a nivel individual.

A pesar de este resultado ambiguo, cabe la posibilidad de seleccionar aquellas que se mostraron más efectivas. Por tanto constituye una alternativa para promover la investigación orientada a especificar acciones de control de artrópodos comunes.

En el segundo grupo de 50 a 74% de efectividad se determinaron para la araña y la mariquita. Estos bichos resultaron más resistentes al efecto promedio de las interacciones. Por arrojar 53% de letalidad se asume que el efecto es aceptable.

Este resultado también era de esperar porque cada especie tiene en su estructura bioelementos o principios activos específicos así como compuestos bioquímicos propios que probablemente bloquean el efecto biocida. Por ejemplo la mariquita se alimenta de hojas y la araña de insectos. Pueda que ella influya en su resistencia al efecto biocida.

Es decir, el sistema de alimentación de los artrópodos presenta variantes no solo fisiológicas sino también de forma. En consecuencia cada especie sea animal o vegetal actúa independientemente según sus propias necesidades y cualidades alimenticias.

En el tercer grupo se encuentran aquellos que alcanzaron promedios de mortandad menor de 50% como grillo, gorgojo de maíz, picudo, cucaracha, comején y garrapata. Aparentemente muestran alta resistencia al efecto biocida de las especies forestales.

Estos artrópodos prácticamente no han sido afectados ni por una ni otra especie lo cual indica que es necesario continuar la experimentación exploratoria con otras especies de vegetales hasta encontrar los biocidas que permitan controlar su efecto.

En relación a la eficacia de las especies forestales, la uña de gato resultó promisoria por haber dado muerte en 100% hasta un total de ocho especies de artrópodos. En efecto, en contacto con el extracto acuoso de la uña de gato murieron pulga, piojo, curuhuinsi, hormiga, larva de mosca, mosca adulta, mariquita y polilla.

Ello demuestra que los principios activos de la uña de gato descrito por Sánchez (1995), como alcaloides (rincofilina, isoriconfilina, mitrafilina e isomitrafilina) y glicósidos del acido quinóvico con siete productos específicos, son los que actúan inclusive como tóxicos para pequeños mamíferos.

En efecto, Silva y Garçia (1994) suministraron extractos de uña de gato a ratas albinas en unas pruebas de toxicidad aguda vía oral y vía intraperitoneal. Al evaluar resultados encontraron que las ratas suministradas vía intraperitoneal murieron al 100% en 72 horas, mientras que en la vía oral no se observaron muertes.

La uña de gato se usa también como medicina en procesos inflamatorios como artritis, gastritis, dermatitis, asma, ulcera gástrica, diabetes, cánceres y tumoraciones, procesos virales, gonorrea, irregularidades del ciclo menstrual, convalecencia y debilidad en general.

La huamanzamana es una especie que abunda en los bosques secundarios de Pucallpa. Clavo y Fernández (1999) encontraron conjuntamente con 87 especies ocupando márgenes de la carretera Federico Basadre. Su uso es como madera liviana para encofrados y revestido en viviendas de madera.

Como biocida demostró que es letal para araña, pulga, piojo, curuhuinsi, hormiga, larva de mosca y polilla a quienes los eliminó al 100% en una hora de exposición. Se desconoce su principio activo.

Sangre de grado es letal con 100% de eficacia para larva de mosca y polilla, siendo la taspina su principio activo. Como medicina natural esta especie es motivo de numerosas investigaciones con resultados sorprendentes.

Por ejemplo Tamariz *et al.*, (2003) determinó que la sangre de grado (*Croton lechleri*), también inhibe el crecimiento de la bacteria *Helicobacter pylori* productor de la gastritis. Con ello se abre un panorama amplio para profundizar la investigación.

Al respecto sugiere que la actividad cicatrizante de la sangre de grado probada en estudios anteriores sería la responsable de la capacidad curativa de este producto frente a las úlceras gástricas.

Ojé se reporta como biocida de piojo con una letalidad de 100% en una hora. Esta especie es conocida como Doctor ojé por los nativos puestos que su látex actúa como un excelente desparasitador. Se utiliza ampliamente en zonas rurales.

En la biodiversidad del bosque se encuentran cientos de especies forestales esperando estudios para el caso de biocidas. Pareciera que cada especie es letal para una determinada especie. Para confirmar la información son importantes más ensayos.

Aquellas especies de artrópodos tolerantes o aquellos que muestran resistencia a los reportados en el presente estudio no cabe duda que en otro ensayo exploratorio se podrá identificar especies con efecto letal principalmente para grillo, gorgojo y garrapata.

Una posibilidad cercana es utilizar mezcla de los biocidas eficaces como experimento piloto. Por ejemplo sería conveniente observar el efecto de la mezcla de extractos de huamanzamana y uña de gato para eliminar a las mariquitas o a los grillos que atacan a los cultivos agrícolas o la garrapata que ataca a los mamíferos.

La investigación plantea además la necesidad de equipar al Laboratorio de biotecnología con equipos de última generación orientados a determinar el componente o elemento activo de las plantas. Este elemento es la responsable de la muerte de cada bicho.

Otras especies de la biodiversidad, también esperan la oportunidad de ser empleada como biocida. Ello implica que es necesario desarrollar un programa de investigación hasta determinar el producto final. Felizmente materia prima sobra para ello.

CONCLUSIONES

1. El efecto biocida de las especies experimentadas se manifestaron con 100 % de letalidad en el orden descrito a continuación:

   - Uña de gato para ocho artrópodos.
   - Huamanzamana para siete artrópodos .
   - Sangre de grado para dos artrópodos.
   - Oje para 1 artrópodo.

2. Queda comprobado que las cuatro especies experimentadas son biocidas específicos es decir que uno de ellos tienen eficacia al 100% solo para algunos artrópodos.

3. Los artrópodos que murieron al 100% por efecto biocida de uña de gato son piojo, pulga, hormiga, curuhuinsi, larva de mosca, polilla y mosca. Huamanzamana mato a la araña, pulga, piojo, curuhuinsi, hormiga, larva de mosca y polilla.

4. Sangre de grado lo hizo con larva de mosca y la polilla. Oje fue letal para el piojo. Especies de artrópodos como cucaracha, garrapata, grillo, gorgojo de maíz, picudo, comején y mariquita por ahora se reportan como especies resistentes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOBADILLA M, ZAVALA F, SISNIEGAS ML, ZAVALETA G, MOSTACERO J y TARAMONA L, 2005. Evaluación larvicida de suspensiones acuosas de *Annona muricata* Linnaeus «guanábana» sobre *Aedes aegypti* Linnaeus (Diptera, Culicidae) Rev. Perú. Biol. 12(1): 145 -152. Facultad de Ciencias Biológicas UNMSM.

CLAVO M, FERNÁNDEZ J. 1999. Regeneración natural de especies arbóreas para el establecimiento de sistemas silvopastoriles. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú 10 (1): Estación Experimental IVITA - Pucallpa.

GAITÁN F. ISABEL C., 2005. Actividad de doce plantas nativas guatemaltecas contra *Sporothrix schenckii*. Tesis. Para optar el título de Química Bióloga Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia - Universidad de San Carlos de Guatemala.

GUILLEN A, IBÁÑEZ C, PÉREZ L, HERNÁNDEZ L, GONZALES MÉXICO. 2006. Efecto de los biocidas en las poblaciones de murciélagos. Ministerio del Ambiente. Lisboa.

GODÍNEZ C. VOLPATO G. 2008. Plantas medicinales que se vende en el mercado del rio Camagüey - Cuba. Revista Mexicana de Biodiversidad 79 : 243 - 259 - 2008 - México.

GONZÁLEZ, A. 1998. Posibilidades de las plantas nativas para el control de plagas en el Perú. En: plantas para proteger cultivos de tecnología para controlar plagas y enfermedades. Edit. RAAA. Lima. Perú.

HERNÁNDEZ, M; COLARES P, CIVITELLA M. 2009. Plantas utilizadas en medicina popular en un sector del Partido de Berisso, Buenos Aires, Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas, 8 (5), 435 - 444 - Argentina.

IANNACONE J, AYALA H & ROMÁN A. 2005. Efectos toxicológicos de cuatro plantas sobre el gorgojo del maíz *Sitophilus zeamais* Motschulsky 1855 (coleóptera: Curculionidae) y sobre el gorgojo de las galletas *Stegobium paniceum* (Linnaeus 1761) (Coleóptera: Anobiidae) en Perú. Revista Gayana 69(2): 234 - 240. Ciudad de Concepción.

MALLQUI, R. 1997. Recursos botánicos con potencial biocida: Conceptos básicos y métodos de análisis. Red de Acción en Alternativas al uso de Agroquímicos (RAAA), Lima 80p.

MARIÑOS C, CASTRO J y NONGRADOS D. 2004. Efecto biocida del «barbasco» *Lonchocarpus utilis* (Smith, 1930) como regulador de larvas de mosquitos. Revista Peruana de Biología. Volumen 11, N° 1. Lima - Perú.

PALACIOS V. 2004. Inhibición del crecimiento de *Gardnerella vaginalis* por seis plantas de uso medicinal de la flora suroccidental guatemalteca - Tesis - Para optar al título de Química Bióloga. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia - Universidad de San Carlos de Guatemala.

PÉREZ D y IANNACONE O. JOSÉ. 2006. Efectividad de extractos botánicos de diez plantas sobre la mortalidad y repelencia de larvas de *Rhynchophorus palmarum* L., insecto plaga del pijuayo *Bactris gasipaes* Kunth en la Amazonía del Perú. Revista Agricultura Técnica de Chillan. Volumen 66 N°. Chile.

SÁNCHEZ S. 1995. Uña de gato *Uncaria tomentosa* (Willd.) DC. Revista Peruana de Reumatología: Volumen 1 Nº 2, Año 1995 LIMA - PERÚ.

SILVA D; GARCÍA R. 1994. Informe técnico sobre prueba de toxicidad aguda de *Uncaria sp.* (uña de gato). Instituto de Medicina Tradicional del IPSS - Iquitos /. Revista Médica del IPSS; 3(2):37 - 40, abr. - jun. Iquitos.

TAMARIZ, O., CAPCHA, M., AGUILAR, O. 2003. Actividad antibacteriana de la Sangre de Grado (*Croton lechleri*) frente al *Helicobacter pylori*. Rev. Med. Herediana Vol. 14 (2).

VERDU G. 1984. "Efecto inhibidor de algunos biocidas sobre la actividad enzimática del suelo". Bol. Serv. Plagas, 10: 257 - 298, 1984. Instituto de Edafología y Biología Vegetal C.S.I.C. Madrid.

VIDAL J, CARBAJAL A, SISNIEGAS M, BOBADILLA M. 2009. Efecto tóxico de *Argemone subfusiformis* Ownb. y *Tagetes patula* Link sobre larvas del IV estadio y pupas de *Aedes aegypti* L. Rev. Perú. Biol. 15(2): 103 - 109 Facultad de Ciencias Biológicas UNMSM - Lima.

ZAPATA A. 2001. Posibilidades y potencialidad de la agroindustria en el Perú en base a la Biodiversidad y los Bionegocios. Documento de Trabajo - Comité Biocomercio, Perú.

EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DEL *Dendrocalamus asper* (Schultes f.) BACKER (BAMBÚ) DEL BOSQUE RESERVADO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

EVALUATIÓN OF FISICAL PROPERTIES OF *Dendrocalamus asper* (Schultes f.) BACKER (BAMBOO) FOREST RESERVE OF THE UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Reydelinda Reátegui Guerra[1], Robert Gilbert Pecho De la Cruz[2], David Gerardo Lluncor Mendoza[3], Jorge Luis Vergara Palomino[4]

RESUMEN

En el presente estudio se determino las propiedades físicas del *Dendrocalamus asper* (Schultes f.) Backer (bambú) a diferentes alturas del culmo.

Las muestra procedieron de cinco culmos maduros de la especie *Dendrocalamus asper* (Schultes f.) Backer, provenientes del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (BRUNAS) zona Tingo María. Se registraron los datos de: volumen húmedo; pesos húmedo, peso seco al horno (103 °c); dimensión longitudinal, radial y tangencial húmedo, dimensional longitudinal, radial y tangencial seco al horno (103 °c). Con la finalidad de poder determinar: el contenido de humedad, densidad saturada y básica; contracción longitudinal, radial y tangencial a diferentes niveles del culmo. Para determinar la variabilidad entre culmos, dentro de cada culmo y orientaciones, se empleo un análisis de varianza combinado de orientaciones.

Los resultados muestran la variación desde la base hasta el ápice, tal como se detalla: El contenido de humedad (116.66% - 49.21%), con un promedio de 67.17%; la densidad saturada (1.16 g/cm^3 - 1.26 g/cm^3), con un promedio de 1.23 g/cm^3; la densidad básica (0.54 g/cm^3 - 0.84 g/cm^3), con un promedio de 0.75 g/cm^3;la contracción longitudinal (0.10% - 0.20%), con un promedio 0.11%; la contracción radial (16.52% - 4.23%), con un promedio de 11.15%; La contracción tangencial (17.46% - 3.24%), con un promedio de 7.86%; y en cuanto a las orientaciones no se encontraron diferencias significativas.

[1] Ing. en Recursos Naturales Renovables, mención forestal. Municipalidad de Echarate (Kepashiato - Cusco).

[2] Prof. Aux. de Ingeniería Agroforestal, Acuícola. Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía

Palabras clave: Contenido de humedad, densidad saturada y básica - contracción longitudinal, radial y tangencial, bambú, *Dendrocalamus asper* (Schultes f.) Backer.

ABSTRAC

In this study the physical properties of *Dendrocalamus asper* (Schultes f.) Backer (bamboo) at different heights of the culm was determined.

The sample came from five mature culms of *Dendrocalamus asper* species (Schultes f.) Backer, Reserved Forest from the Universidad Nacional Agraria de la Selva (BRUNAS) Tingo Maria area. Data were recorded: wet volume; wet weight, dry weight in the oven (103 ° c); longitudinal, radial and tangential moist dimensional longitudinal, radial and tangential oven dry (103 ° c) dimension. In order to determine: the moisture content, basic density and saturated; longitudinal, radial and tangential culm at different levels of contraction. To determine the variability culms within each culm and orientations, are combined employment variance analysis guidelines.

The results show the variation from the base to the apex, as detailed: The moisture content (116.66% - 49.21%), with an average of 67.17%; saturated density (1.16 g / cm^3 - 1.26 g / cm^3), with an average of 1.23 g / cm^3; basic density (0.54 g / cm^3 - 0.84 g / cm^3), with an average of 0.75 g / cm^3, the longitudinal shrinkage (0.10% - 0.20%), averaging 0.11%; the radial contraction (16.52% - 4.23%), with an average of 11.15%; The tangential shrinkage (17.46% - 3.24%), with an average of 7.86%; and as to the guidelines, no significant differences were found.

Keywords: Moisture content, density and core saturated longitudinal, radial and tangential shrinkage bamboo *Dendrocalamus asper* (Schultes f.) Backer.

INTRODUCCIÓN

El bambú es uno de los recursos renovables que posee muchas ventajas sobre la madera, especialmente en el área de la construcción y la

[3] Profesor, Principal de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales - UNU.

[4] Profesor, Asociado, Facultad de Recursos Naturales Renovables, UNAS.

artesanía. Su crecimiento rápido comparado con un árbol maderable, las propiedades fisicomecánicas que posee además de existir más de 1000 especies en todo el mundo lo califican como una excelente opción, incluso en la construcción de puentes, viviendas, muebles, entre otros (SHARMA, 1980).

A nivel mundial, la utilización del bambú cubre un rango muy amplio de aplicaciones. Sin embargo, el interés sobre esta especie se incremente cuando se sabe que su crecimiento es sorprendente y que pueden obtenerse cosechas del producto en lapsos de 5 a 6 años, a diferencia de la mayoría de especies maderables que requieren de un tiempo cuatro veces mayor para alcanzar su madurez (CLARK 2001).

La información tecnológica sobre las propiedades físicas y mecánicas del bambú en el Perú es escasa o simplemente no existe, dado que el conocimiento de las propiedades físicas y mecánicas de una especie, es la herramienta fundamental en el diseño científico de los diferentes elementos de construcción y usos. Por lo tanto es necesario desarrollar trabajos de investigación con el fin de subsanar estas deficiencias de información. En este contexto, la presente investigación, busca contribuir con el estudio de las propiedades físicas del *Dendrocalamus asper* (Schultes f.) **Backer** (bambú) que se desarrolla en la zona de influencia de la provincia de Leoncio Prado del departamento de Huánuco, así como para promocionar el uso del bambú y de esa manera contribuir a obtener mayores beneficios, económicos para la población local y nacional.

LONDOÑO (2002), menciona que los bambúes carecen de tejido de cambium y por eso no presentan crecimiento secundario o incremento en diámetro, sólo tienen crecimiento primario o apical. En los entrenudos las células están axialmente orientadas, mientras que los nudos proveen la interconexión transversal. El mismo autor refiere que el tejido del culmo consiste de células parenquimatosas, de haces vasculares, y de fibras. Las células parenquimatosas constituyen la base del tejido y son en su mayoría verticalmente elongadas. Los haces vasculares están compuestos por: a) el Xilema, con 2 grandes metaxilemas y, 1 ó 2 más pequeños elementos del protoxilema (vasos), y por b) el floema con

paredes delgadas y tubos cribosos sin lignificar, las cuales están conectados a las células acompañantes o fibras. Las fibras constituyen el tejido esclerenquimatoso y se localizan alrededor de los haces vasculares o forman bandas aisladas en algunas especies; contribuyen con el 40 - 50% del total del tejido del culmo y con el 60 - 70% de su peso. Asimismo, añade que la estructura anatómica del corte transversal de un entrenudo está determinada por la forma, tamaño, organización y número de los haces vasculares, los cuales contrastan con el tejido esclerenquimatoso (fibras) y parenquimatoso. En la periferia del culmo los haces vasculares son más pequeños y más numerosos, mientras que hacia la parte interna son más grandes y más escasos. Dentro de la pared del culmo el tamaño de haces vasculares decrece de la base hacia la punta mientras su densidad se incrementa al mismo tiempo.

LIESE (1986), indica que la distribución porcentual de las células dentro del culmo muestra un patrón definido tanto en el sentido horizontal como en el vertical. En el sentido horizontal las células conductivas y el parénquima son más frecuentes en el tercio interno de la pared, mientras que en el tercio externo el porcentaje de fibra es notablemente más alto. En el sentido vertical la cantidad de fibra incrementa de la base hacia la punta mientras que la cantidad de tejido de parénquima decrece.

CALDERÓN (1980), menciona que las Propiedades físico - mecánicas de un tallo de bambú están fuertemente correlacionadas con su estructura anatómica como se ha demostrado en muchas investigaciones. En general, estas propiedades mecánicas están determinadas por la gravedad específica, la cual varía aproximadamente de 0.5 - 0.9 g/cm^3. La gravedad específica depende principalmente del contenido de fibra, del diámetro de la fibra y del espesor de la pared de las células, por lo tanto varía considerablemente dentro de un mismo culmo y entre especies.

También indica que la gravedad específica se incrementa a lo largo del culmo, desde la base hacia el ápice, debido a la reducción de la pared del culmo y al incremento en la concentración de haces vasculares. La reducción del espesor de la pared del culmo está asociada con la resistencia mecánica, especialmente hacia el ápice, el cual contiene menos parénquima y más fibra.

El mismo autor añade que los nudos tienen una gran influencia en laresistencia mecánica del culmo: presentando una gravidez especifica mayor, un menor volumen de encogimiento y una menor resistencia tensil que los entrenudos por aquello de tener fibras más cortas y haces vasculares distorsionados.

PECHO y VERGARA (2008) en un trabajo de investigación sobre la variabilidad de la densidad básica a diferentes alturas del culmo maduro de la *Gigantochloa apus* encontraron que esta densidad en los internudos fue de 0.69 g/cm^3 en la base y de 0.85 g/cm^3 en el ápice; mientras que para los nudos fue de 0.73 g/cm^3 y 0.77 g/cm^3 respectivamente.

BERRÍO Y RESTREPO (1993) realizó un estudio para la determinación de la contracción y densidad de la *Guadua angustifolia* Kunth. Medellín, los resultados obtenidos según el análisis estadístico mostraron diferencias significativas a las distintas condiciones, los rangos fueron: para la densidad (g/cm^3) en estado verde (1.3 - 1,5), seca al aire (0.75 - 0.82), anhidra (0.65 - 0.76) y básica (0.49 - 0.55). Para la contracción encontró que para este parámetro la contracción del diámetro externo varío entre 9.02% y 10.48 %, en cuanto a la longitud esta vario entre 0.25 y 0.42 y en lo referente al espesor esta fluctuó entre 21.37 y 23.25. Además recomienda evaluar la contracción en probetas de mayor tamaño que incluya mínimo dos nudos, además de buscas la normalización de ensayos para el bambú.

GONZÁLEZ y DÍAZ (1992) determinó las propiedades físicas y mecánicas de la Guadua (*Guadua angustifolia* Kunth) a lo largo del culmo (parte alta, media y baja), el peso específico básico estuvo entre (0.56 - 0.68) g/cm^3. La resistencia (g/cm^2) máxima en flexión fue 566.5 y en el límite proporcional fue 296.5, en comprensión fue 339.5 y 181 respectivamente. La resistencia máxima a la cizalladura varió entre 21 y 69. Los resultados están dentro de los valores hallados por otros investigadores en diversos lugares del mundo.

POBLETE, (1987), en un estudio realizado para determinar las propiedades tecnológicas básicas para *Chusquea culeou* y *Chusquea*

quilla en culmos tanto en sección nodal e intermodal, encontró uncontenido de humedad (CH) de 135% para el caso de *Chusquea culeou* y de 199% para la *Chusquea quilla*. Evidenciándose para estas dos especies una disminución del contenido de humedad con la altura en el culmo. Con respecto a la densidad básica los resultados promedios para ambas especies fueron mayores en el nodo que en el internodo, manifestándose una tendencia a un incremento de la densidad básica con la altura del culmo.

BOTERO (1985) realizó ensayos para determinar las propiedades de la Guadua "macana" como elemento estructural. Hallando el contenido de humedad de aproximadamente 18.2 % y el peso específico básico entre (0.84 y 0.88) g/cm^3. La compresión paralela en latas de guadua de 1.6 cmx1cmx10cm fue de 450 Kg/cm^2. La compresión perpendicular sobre un área de carga de 2cm x 10cm, fue igual a 2.26 Kg/cm^2. La resistencia a la tracción en tablillas sin nudo fue 1668 Kg/cm^2 y con nudo fue 622.8 Kg/cm^2, para cintas fue de 1294 Kg/cm^2 y para la zona interna fue 339.7 Kg/cm^2.

MEJÍA y SALAZAR (1985) en un estudio realizado con la finalidad de determinar las propiedades físicas y mecánicas de especies maderables en Caldas para su uso en la construcción incluyendo la Guadua. Encontraron un peso específico de 1.46 y básico 1.11 g/cm^3; un contenido de humedad (CH) de 32.6%. La comprensión máxima sin nudo fue 33.37 N/mm^2 para un CH=24% y con nudo 37.07 N/mm^2 para un CH =36.1%. La flexión máxima para un CH=30% fue de 37.3N/mm^2.

Los objetivos del estudio fueron determinar la variabilidad de las propiedades físicas (contenido de humedad, densidad básica, contracción radial y tangencial) a diferentes alturas del culmo, desde la base hasta el ápice y asimismo considerando las orientaciones norte, sur, este y oeste.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se seleccionó cinco matas de bambú de la especie *Dendrocalamus asper* (Schultes f.) Backer del bambusal ubicado en la carretera interna del BRUNAS, de cada mata se eligió una caña madura y sana para su evaluación, así mismo se enumeró con plumón indeleble las porciones de los internudos en forma correlativa desde la base hasta el ápice (1, 2 ,3, ... hasta el último internado) de los cuales se evaluaron los internudos identificados con números pares así; T1, T2, T3, ...T19 y.T20; de cada porción identificada, se obtuvo rodajas de 10 cm de longitud de la parte central, de las cuales se obtuvieron cuatro probetas considerando la dirección Norte, Sur, Este y Oeste, cada probeta fue de 3 cm de ancho por 10 cm de longitud y por el espesor de la caña, estas fueron codificadas de manera consecutiva en las 20 repeticiones.

En el laboratorio se registró su peso, volumen, dimensión longitudinal, radial y tangencial en condición húmedo. A continuación se colocaron las probetas en estufa a una temperatura de 103± 2 °c hasta obtener peso constante. Luego de obtener peso constante, las probetas fueron acondicionadas en un desecador de laboratorio provisto de sustancias higroscópicas hasta temperatura ambiente. Finalmente, se halló peso, dimensión longitudinal, radial y tangencial en condición anhidra de cada probeta.

Los datos obtenidos fueron procesados para determinar el contenido de humedad; densidad saturada y básica; contracción longitudinal, radial y tangencial a diferentes alturas del culmo. Finalmente, fueron evaluados a fin de determinar la variabilidad entre culmos y dentro de cada culmo, para lo cual se empleó un análisis de varianza combinado de orientaciones. Los materiales y equipos de mayor importancia, empleados durante la ejecución de la presente investigación fueron: Wincha de 30 m, pie de rey, balanza electrónica con capacidad de 500 ± 0.1 g, balanza electrónica con capacidad de 1.500 ± 1 g, Estufa de laboratorio, desecador de laboratorio provisto de sustancia higroscópica.

RESULTADOS

Del contenido de humedad.

Tabla 1. ANVA Combinado de orientaciones para el contenido de humedad.

ANVA Combinado de Orientaciones						
F. de Variación	**GL**	**SC**	**CM**	**FCAL**	**FTAB**	**Sig.**
Orientaciones	3	103,234.072	3,441.136	7.359	2.59	*
Bloques/orienta	16	121,867.113	7,616.695	16.288	1.96	*
Tratamientos	19	1'020,514.980	5,371.131	114.861	1.31	**
Trat x orient	19	135,404.006	2,375.509	0.508	1.40	ns
Error conjunto	310	144,962.083	4,676.196			
TOTAL	399	1'311,207.984				
	CV=	2.04%				

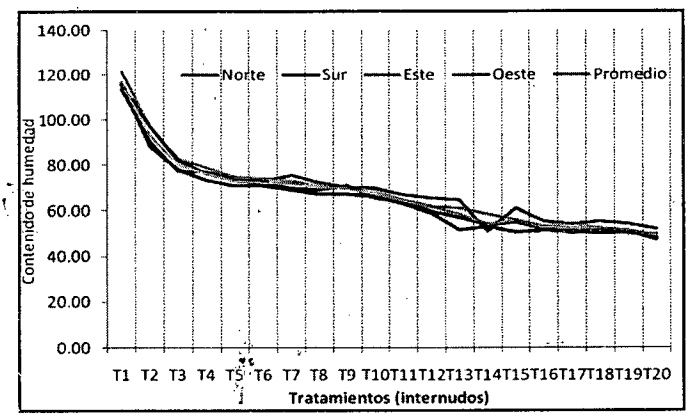


Figura 1. Variabilidad del contenido de humedad desde la base hasta el ápice.

Densidad básica.

Tabla 2. ANVA Combinado de orientaciones para la Densidad Básica.

ANVA Combinado de Orientaciones						
F. de Variación	**GL**	**SC**	**CM**	**FCAL**	**FTAB**	**Sig.**
Orientaciones	3	0.02281	0.007605	6.242	2.59	*
Bloques/orientac	16	0.3156	0.019724	16.190	1.96	*
Tratamientos	19	2.2208	0.116882	95.942	1.31	**
Trat x orient	57	0.03809	0.000668	0.549	1.40	ns
Error conjunto	310	0.3777	0.001218			
TOTAL	399	2.9749				
	CV	0.94%				

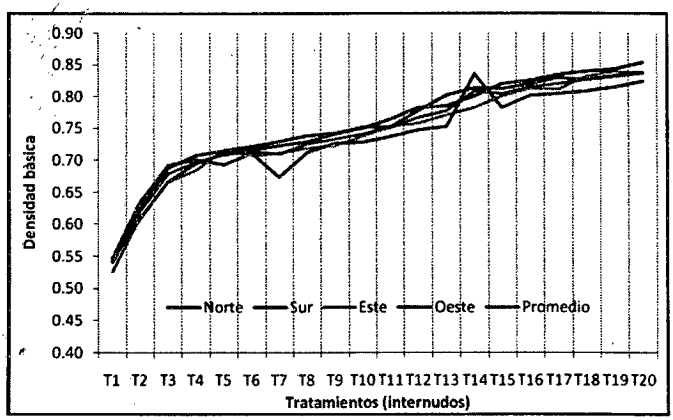


Figura 2. Variabilidad de la densidad básica desde la base hasta el ápice.

De la contracción radial y tangencial.

Contracción radial.

Tabla 3. ANVA Combinado de orientaciones para la contracción radial.

ANVA Combinado de Orientaciones						
F. de Variación	**GL**	**SC**	**CM**	**FCAL**	**FTAB**	**Sig.**
Orientaciones	3	100.24346	33.41449	5.857	2.59	*
Bloques/orientac	16	535.4454	33.46534	5.865	1.96	*
Tratamientos	19	5 435.4017	286.0738	50.140	1.31	**
Trat x orient	57	227.25005		0.699	1.40	ns
Error conjunto	310	1 768.7127				
TOTAL	399	8 067.0533				
	CV=	4.28%				

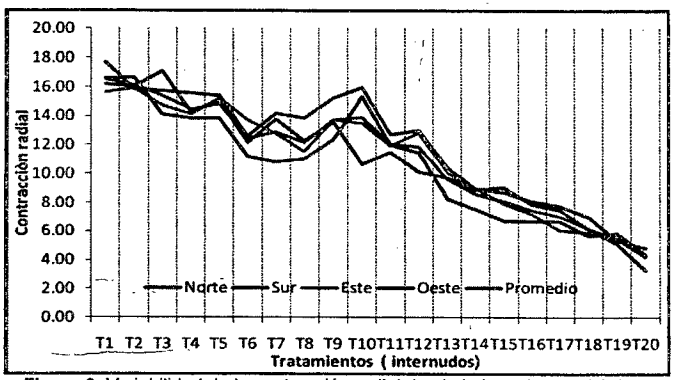


Figura 3. Variabilidad de la contracción radial desde la base hasta el ápice.

Contracción tangencial.

Tabla 4. ANVA Combinado de orientaciones para la contracción tangencial.

ANVA Combinado de Orientaciones						
F. de Variación	**GL**	**SC**	**CM**	**FCAL**	**FTAB**	**Sig.**
Orientaciones	3	60.20840	20.06947	6.073	2.59	*
Bloques/orientac	16	373.9258	23.37036	7.071	1.96	*
Tratamientos	19	5498.8120	289.4112	87.569	1.31	**
Trat x orient	57	109.96031	1.929128	0.584	1.40	ns
Error conjunto	310	1024.5353	3.304952			
TOTAL	399	7067.4417				
	CV	4.63%				

Contracción tangencial

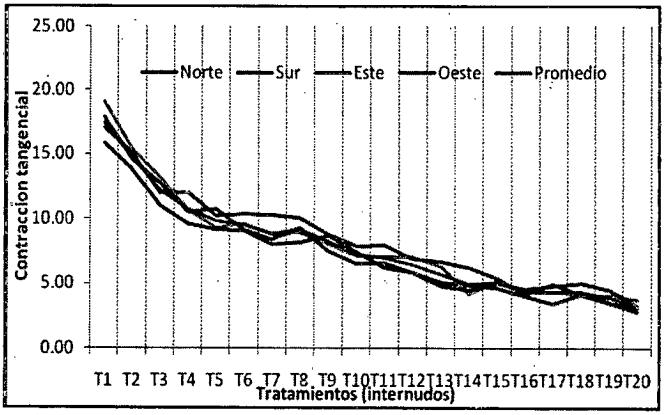


Figura 4. Variabilidad de la contracción tangencial desde la base hasta el ápice.

DISCUSIÓN

La figura 1 muestra los valores del porcentaje de contenido de humedad en los internudos de los culmos, donde se puede observar que este porcentaje desciende desde la base (116.66%) hasta llegar al ápice (49.21%) con un promedio de 67.17%; este descenso es marcado desde T1 hasta T3, luego desde T4 hasta T20 el descenso es en forma lenta.

Estadísticamente se observan diferencias significativas en los porcentajes del contenido de humedad de los internudos ($p=0.0000 < 0.05$) para las orientaciones, bloques/orientaciones y tratamientos, sin embargo, para el tratamiento/orientación no existe diferencia significativa. Esto es semejante a los encontrados por Pecho y Vergara (2008), y Berrío y Restrepo (1993), Poblete (1987) y Botero (1985) quienes encuentran la misma tendencia del porcentaje de contenido de humedad, debido probablemente a lo manifestado por Londoño; (2002) quien indica que dentro de la pared del culmo el tamaño de haces vasculares decrece de la base hacia la punta mientras su densidad se incrementa al mismo tiempo. Esto quiere decir que al aumentar la densidad disminuye los espacios vacios, por lo que el contenido de humedad es menor.

La figura 2 muestra los valores de la densidad básica en los internudos de los culmos, donde se puede apreciar que esta propiedad se incrementa desde la base (0.54 g/cm^3) hasta llegar al ápice (0.84 g/cm^3) con un promedio de 0.75 g/cm^3, este incremento es notorio desde T1 hasta T3, para luego disminuir en forma lenta desde T4 hasta T20.

De acuerdo al análisis estadístico, se observan diferencias significativas en la densidad básica de los internudos ($p= 0.0000 < 0.05$) para las orientaciones, bloques/orientaciones y tratamientos; sin embargo, para el tratamiento/orientación no existe diferencia significativa. El aumento de la densidad básica desde la base hacia el ápice coincide con lo encontrado por Pecho y Vergara (2008) para la especie *Gigantochloa apus*. Probablemente el aumento de la densidad básica obedece a lo señalado por Kahler (2006), Calderón (1980), Mejía Salazar (1985) y Gonzalez y Díaz (1992) quienes indican que la gravedad especifica se incrementa a lo largo del culmo, desde la base hacia el ápice, debido a la reducción de la pared del culmo y al incremento en la concentración de haces vasculares; asimismo señala que la reducción del espesor de la pared del culmo está asociada con la resistencia mecánica, especialmente hacia el ápice, el cual contiene menos parénquima y mas fibra. El comportamiento observado es explicado por Liese (1986) quien señala que en el sentido vertical la cantidad de fibras se incrementa de la base hacia el ápice, mientras que la cantidad de tejido de parénquima decrece.

En cuanto a los valores de densidad básica encontrados, de 0.74 g/cm^3 para el caso de nudos y de 0.76 g/cm^3 para internudos, están dentro del rango de 0.5 y 0.9 g/cm^3 (Calderon 1980).

La figura 3 muestra los valores de la contracción radial en los internudos de los culmos, donde se puede apreciar que esta contracción varía desde la base (16.52%) hasta el ápice (4.23%) con un promedio de 11.15%, teniendo un comportamiento de disminución gradual desde la base hasta el ápice. De acuerdo al análisis estadístico, se observan diferencias significativas en la contracción radial de los internudos ($p= 0.0000 < 0.05$) para las orientaciones, bloques/orientaciones y tratamientos; sin embargo, para el tratamiento*orientación no existe

diferencia significativa. Esto posiblemente se debe a que a mayor altura, las cañas de bambú presentan mayor contenido de fibra y menos parénquima, tal como lo señala Londoño (2002), se puede destacar que la contracción longitudinal es despreciable, por lo que muchos autores no lo toman en consideración.

La figura 4 muestra los valores de la contracción tangencial en los internudos de los culmos, apreciándose que esta contracción varía desde la base (17.46%) hasta llegar al ápice (3.24%) con un promedio de 7.86%, notándose que desde T1 hasta T4, se presenta una disminución acentuada, luego esta tendencia es gradual y moderada hasta llegar al ápice.

De acuerdo al análisis estadístico, se observan diferencias significativas en la contracción tangencial de los internudos ($p = 0.0000 < 0.05$) para las orientaciones, bloques/orientaciones y tratamientos; sin embargo, para el tratamiento*orientación no existe diferencia significativa. Los resultados son similares a lo encontrado por Berrio y Restrepo (1993) quien para la *Guadua angustifolia* Kunth Medellín, encontró una contracción en porcentaje en diámetro externo (9.02 y 10.48), en longitud (0.5 y 0.42) y en espesor (21.37 y 23.25), los mismos autores recomiendan evaluar la contracción en probetas de mayor tamaño que incluya mínimo dos nudos, además de buscar la normalización de ensayos para el bambú. Por otra parte Sanchis (2004) encontró una contracción para el espesor de 17.07%.

Es importante señalar que tanto la contracción radial y tangencial decrece hacia el ápice del culmo, esto debido a que este segmento tiene un mayor número de haces vasculares y un contenido de humedad inicialmente más bajo. En el presente trabajo de investigación se encontró que la contracción radial 11.15% es mayor que la tangencial 7.86%, posiblemente porque el bambú no tiene células orientadas radialmente como la madera.

CONCLUSIONES

1. El contenido de humedad varía desde la base con 116.66% hasta llegar al ápice con 49.21%, teniendo un promedio de 67.17%.

2. La densidad básica varía desde la base con 0.54 g/cm^3 hasta llegar al ápice con 0.84 g/cm^3, presentando un promedio de 0.75 g/cm^3.

3. La contracción radial varía desde la base con 16.52% hasta llegar al ápice con 4.23%, encontrándose un promedio de 11.15%.

4. La contracción tangencial desde la base con 17.46% hasta llegar al ápice con 3.24% hallándose un promedio de 7.86%.

5. Las variaciones encontradas de las propiedades estudiadas tienden a variar de la base hacia el ápice en sentido creciente para las densidades y decreciente con respecto al contenido de humedad y las contracciones, asimismo es de destacar que al analizar estas propiedades tomando como referencia las orientaciones (N, S, E y O) no se ha encontrado diferencias significativas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CALDERON, C. y SODERSTROM, T. 1980. The genera of Bambusoideae (Poaceae) of the American Continent: keys and comments. Smithsonian Contr. Bot. 44: 1 - 27.

BERRIO, M. y RESTREPO, R. 1993. Determinación de la contracción y densidad en la *Guadua angustifolia* Kunth. Medellín, 1993. Trabajo de grado (Ingeniero Agrícola). Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín. Facultad de Ciencias Agropecuarias. 60 p.

BOTERO, L. 1985. La guadua como elemento estructural. Bogotá. Universidad de Los Andes. Facultad de Ingeniería Civil.

GONZALEZ, E. y DIAZ, J. 1992. Propiedades físicas y mecánicas de la Guadua (*Guadua Angustifolia* Kunth). Medellín. Trabajo de grado (Ingeniero Agrícola). Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín, Facultad de Ciencias Agropecuarias. 103 p.

KAHLER, C. 2006. Caracterización de propiedades tecnológicas básicas del recurso bambú. III Seminario Internacional del Bambú Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Fundación Polar Gobernación del estado Yaracuy Fundación para la Investigación Agrícola DANAC 29 al 31 de octubre de 2003. San Felipe, estado Yaracuy. 56 p.

LIESE, W. 1986. Characterization and utilization of bamboo. University of Hamburg, FRG. In: Proceedings of project group P 5.04. Production and utilization of bamboo and related Species. XVIII IUFRO World Congress. Ljubljana, Yugoslavia. p: 11 - 16.

LONDOÑO, X. 2002. Distribución, morfología, taxonomía, anatomía, silvicultura y usos de los bambúes del nuevo mundo.

MEJIA, F. y SALAZAR, J. 1985. Propiedades físicas y mecánicas de especies maderables en Caldas para su uso en la construcción Incluyendo la Guadua. Manizales: Universidad Nacional de Colombia. 43 p.

PECHO, R. y VERGARA, J. 2006. Variabilidad de la densidad básica de la *Gigantochloa apus*, en el Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva. CIUNAS. Tingo María - Perú. 9 p.

POBLETE, H. 1987. Estudio de algunas características anatómicas, físicas y químicas de *Chusquea culeou* (Coligue). Revista Bosque 8(1). Valdivia Chile. 143 p.

SANCHIS, G, MURPHY, R. 2004. Anatomical changes in *Guadua angustifolia* culms in relation to age, site, and physico-mechanical properties. Imperial College London. Informe: Project INCO - DC ICA4 - Ct2001 - 10091.

TRAZO DE UN CAMINO FORESTAL CON DATOS DEL *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) EN EL BOSQUE MACUYA

STROKE OF A FOREST ROAD WITH DATA *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) IN THE FOREST Macuya

Edward Joel Estela Sánchez[1], Fernando Velásquez de la Cruz[2]

RESUMEN

El modelado de mapas a base del DEM (Modelo de elevación digital) SRTM, permiten la obtención de mapas de calidad, así en la amazonia peruana carente de datos topográficos, dan resultados satisfactorios para el trazo de caminos forestales. Las crecientes necesidades de contar con datos de elevación con una baja demanda de tiempo, procesamiento y a un costo accesible, ha incentivado el desarrollo de diversas plataformas satelitales, destinadas a generar información de la superficie terrestre en forma de DEM (Modelo de elevación digital). En esta investigación se realiza un análisis cuantitativo de la calidad de los DEM (Modelo de elevación digital), SRTM para el trazo de un camino forestal con ayuda del software Arcgis 9.3, en un área con cobertura vegetal. El análisis comparativo se baso en la definición de un trazo de camino digital y su posterior realización en el campo, para lo cual con ayuda de un GPS, se obtuvo los datos de campo para su comparación con el DEM, SRTM. Los resultados indican que existe un CME de geoubicacion de 28.33 metros y de altura 8.14 metros, en esta comparación un factor que influencio mucho fue el dosel vegetal.

Palabras clave: DEM, SRTM, camino forestal, Arcgis 9.3, dosel vegetal.

ABSTRAC

Modeling base maps DEM (Digital Elevation Model) SRTM allow obtaining quality maps and in the Peruvian Amazon devoid of topographic data, give satisfactory results for the stroke of forest roads. The growing needs to have elevation data with a low demand time processing at an affordable cost, has encouraged the development of

[1] Miembro de la Asociación de Profesionales Forestales de Ucayali, Ing. Forestal.

[2] Profesor, Principal de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Ing. Forestal M Sc. - UNU

various satellite platforms, designed to generate information of the Earth's surface in the form of DEM (Digital Elevation Model). In this research, a quantitative analysis of the quality of the DEM (Digital Elevation Model), SRTM for the stroke of a forest road with help from Arcgis 9.3 software in a mulched area is performed. The comparative analysis was based on the definition of a digital path stroke and its subsequent realization in the field, for which using a GPS, field data was obtained for comparison with the DEM, SRTM. The results indicate a CME geolocation of 28.33 meters and 8.14 meters tall, compared with a factor that influenced much was the canopy.

Keywords: DEM, SRTM, forest road, Arcgis 9.3 canopy.

INTRODUCCIÓN

Construir carreteras forestales en la amazonia peruana, demanda gran esfuerzo económico y humano. En la actualidad el único documento cartográfico que existe para toda la selva peruana, es la carta nacional a escala 1: 100 000, con curvas a nivel cada 40 metros. Con esta información no es posible diseñar caminos forestales en lomadas, colinas bajas y altas. Pero a partir del año 2 000 se puede obtener mejor información topográfica, con las nuevas versiones del SRTM y del satélite ASTER.

Hoy en día la información digital avanza rápidamente, cubriendo diversos campos del conocimiento humano, así la era de la modelación digital de la superficie terrestre a comenzado a dar sus frutos. Modelar desde un computador el relieve y diseñar mapas específicos, es imprescindible en la planificación de cualquier obra de infraestructura.

El levantamiento topográfico es necesario para obtener información básica de los procesos que ocurren en la superficie de la tierra. Se utiliza en los análisis de ecología, hidrología, agricultura, climatología, geología, edafología, geomorfología, y muchos otros, como un medio para explicar los procesos y establecer predicciones a través del modelado. Nuestra capacidad para entender y modelar estos procesos

depende de la calidad de los datos topográficos que están disponibles. (JARVIS, 2004). Modelar estos procesos con precisión, en grandes extensiones espaciales o en áreas internacionales es muy difícil, debido a las inconsistencias existentes entre datos topográficos adyacentes. (MATHEW, 2008).

El presente estudio es una iniciativa para fomentar el uso de datos Geoespaciales, con el fin de ayudar en la toma de decisiones, en el momento de la planificación de caminos forestales en la amazonia peruana. Haciendo uso de los modelos digitales de elevación del SRTM, se estimó la exactitud de los datos base, en el trazo de un camino forestal en el área macuya, poniendo a prueba las particularidades de este modelo, como son el sesgo por el follaje, una característica sumamente importante para la modelación, que se hace en áreas con cobertura boscosa.

MATERIALES Y MÉTODOS

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 en el 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 205 m. sobre el nivel del mar, en el distrito de Irazola, provincia de Padre Abad, departamento de Ucayali.

El CICFOR - Macuya abarca una superficie de 2 469.70 ha y se encuentra en la zona de vida Bosque muy húmedo - Pre montano 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.

Material y equipos:

- Ordenador portátil.
- GPS Garmin 60CSx.
- Nivel de ingeniero.
- Libreta de campo.
- Brújula.
- Software ArcGis 9.3, Global Mapper 10.0.

Método de investigación.

En el presente estudio se utilizo un método comparativo, mediante el cual se compara el trazo de un camino forestal, utilizando el modelo de elevación digital del SRTM, bajado de internet con el software Global Mapper y procesados con el software ArcGIS 9.3, con los datos obtenidos en el campo por medio de un GPS Garmin 60 CSx y un nivel de ingeniero.

El método de investigación en el presente proyecto es comparativo, para el cual se realizaran los siguientes pasos, en la siguiente secuencia.

- Dentro del entorno del software ArcGIS 9.3, se proceso los datos del DEM SRTM del área en estudio, obteniéndose derivados como el mapa de la red de drenajes, mapa de pendientes, curvas de nivel cada 3 metros.

- En base a esta información derivada se realizo el trazo de un camino forestal cuyo inicio fueron las coordenadas X= 499349,154, Y= 9018915,085, y las coordenadas finales X= 501104,499 Y= 9012723,031.

- Los criterios para diseñar la ruta del camino fueron, método de la línea cero, evitar cruzar el menor número de drenajes, para lo cual se siguió la divisoria de cuencas, evitar zonas con pendientes fuertes mayores de 13%.

- Una vez obtenido el trazo digital, se cargo dicha información al GPS Garmin 60CSx, por medio del software DNR Garmin.

- Con dicha información se procedió a trazar el camino forestal en el campo, abriendo una trocha por la línea divisoria de cuencas.

- Con la ayuda de un nivel de ingeniero se hizo una nivelación del camino forestal, a partir de la cota establecida en el campamento del CICFOR - Macuya que se levanto anteriormente con un GPS diferencial.

- Las coordenadas UTM de cada punto establecido en la nivelación, se registraron marcando un WAYPOINT con el GPS Garmin 60 CSx, para compararlo con el trazo digital, así como con las distancias obtenidas con el nivel.

- Se siguió este procedimiento hasta abrir una trocha de 2 803 metros del camino forestal.

- Los datos obtenidos por medio del GPS y el nivel, fueron procesados dentro del software ArcGIS 9.3 y exportados a Excel para su análisis estadistico.

Procedimiento de recolección de datos.

Los datos digitales del SRTM se bajaron del internet, por medio del software, Global Mapper, los archivos con las extensiones correspondientes se guardaron en un ordenador portátil, para luego ser procesados.

Formato de Recolección de Datos Digitales

ID	XSRTM	YSRTM	ZSRTM	DISTANCIA SRTM	AZIMUT SRTM	PENDIENTE SRTM
1						
2						
3						
..						

Recolección de datos de campo por medio de un GPS y nivel de ingeniero, obteniendo los principales parámetros a medir, X, Y, Z, azimut, pendiente y distancia, según el formato siguiente.

Formato de Recolección de Datos de Campo								
ID	X GPS	Y GPS	Z GPS	Z Nivel	Distancia GPS	Azimut GPS	Pendiente GPS	Pendiente nivel
1								
2								
3								
..								

Tratamiento de los datos.

Los datos fueron procesados estadísticamente por medio de los siguientes parámetros:

Error cuadrático medio (RMSE ó RCEMC): Permite comparar el ajuste entre los datos observados en campo y los extraídos del DEM. Las unidades son las mismas de los datos observados. Valores de RMSE iguales a 0 son óptimos ya que los errores no existirían y la relación sería perfecta, pueden darse cualquier valor positivo.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N}(H_r(i) - H_o(i))^2}{N}}$$

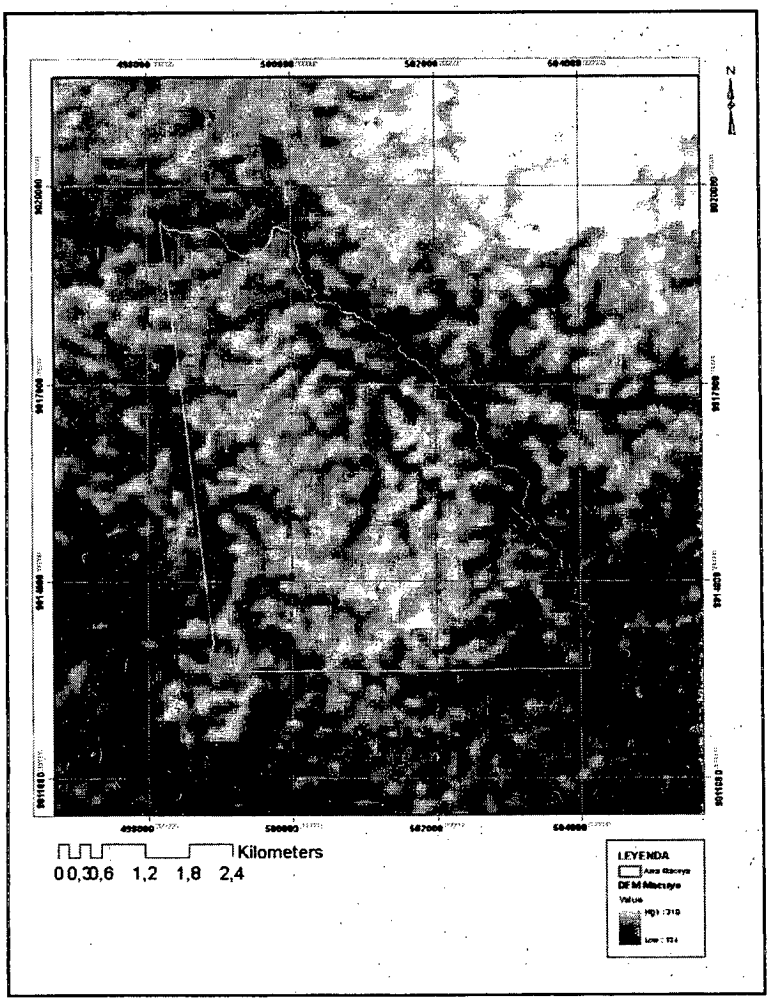
Estándar Según la NSSDA (Nacional Standard For Spatial Data Accuracy) Estándar Nacional para la Exactitud de Datos Geospaciales (NSSDA, por sus siglas en Inglés) (FGDCSTD - 007.3 -1998).

La exactitud debe reportarse utilizando la raíz cuadrada del error medio Cuadrático (RCEMC) para un nivel de confianza del 95% en las unidades del mapa.

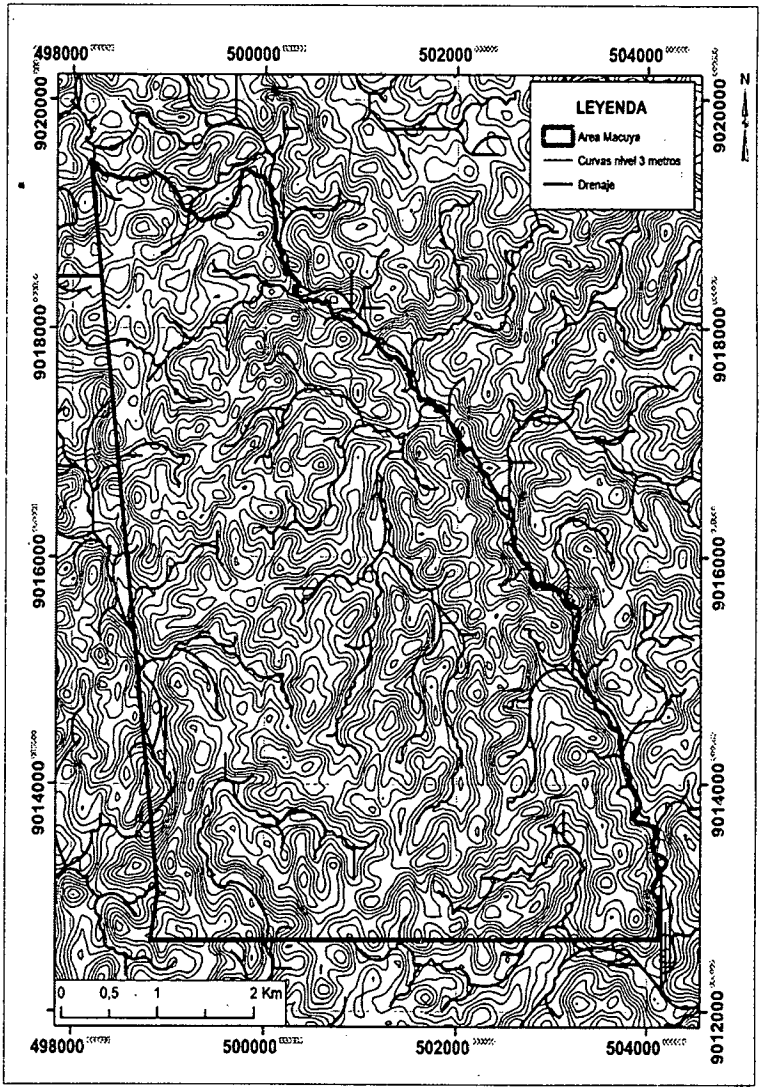
La RCEMC debe calcularse utilizando un mínimo de 20 puntos de muestreo.

- Exactitud horizontal = 1.7308 * RCEMC r.
- Exactitud vertical = 1.960 * RCEMC z.

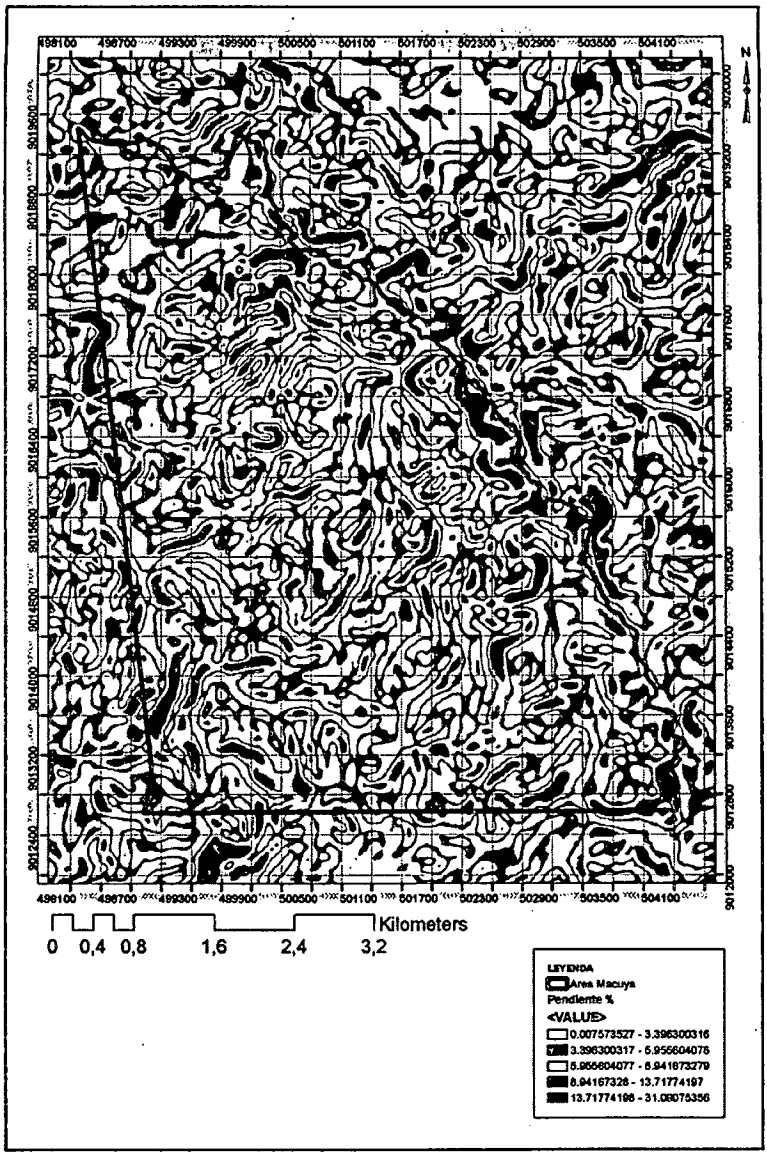
RESULTADOS



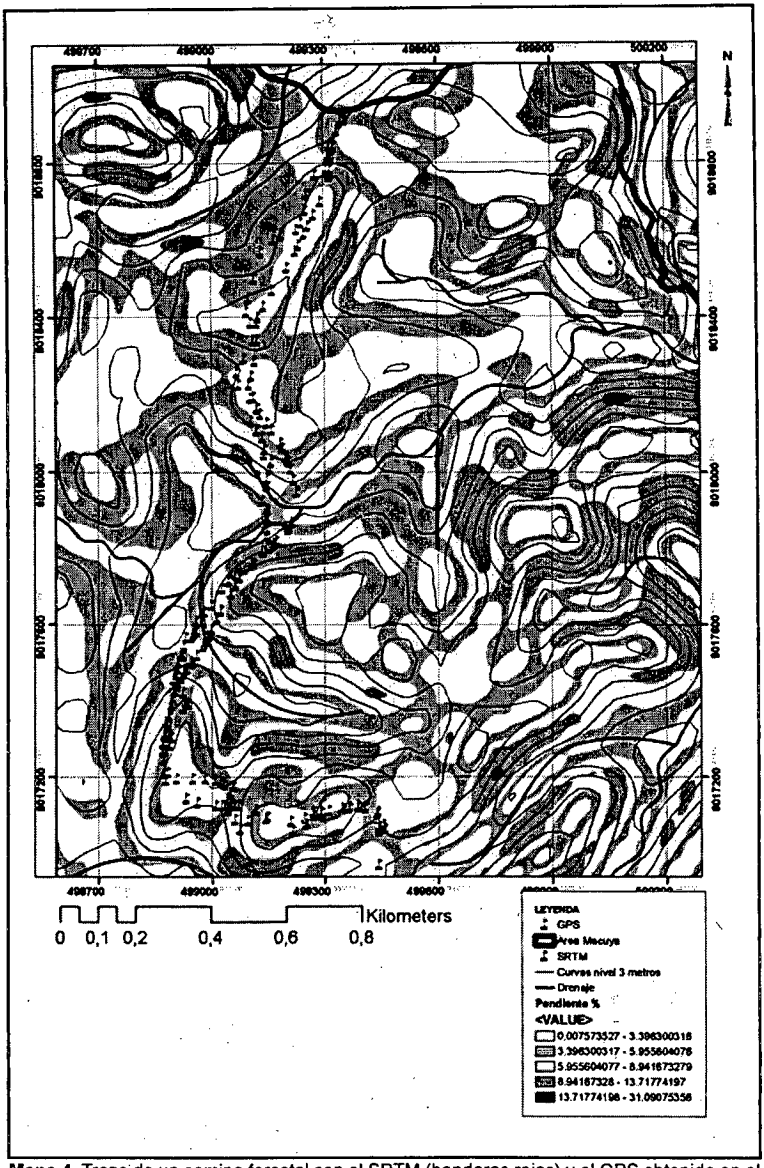
Mapa 1. DEM SRTM. Descargado de la web del CGIAR, por medio del software Global Mapper. Resolución de pixel 45 x 45 metros.



Mapa 2. Curvas de Nivel y Drenajes Derivados del DEM SRTM, la información del DEM nos permite hacer mapas derivados de este producto como el mapa de curvas de nivel cada 3 metros de intervalo. Así como mapa de drenajes, por medio del software ArcGIS 9.3 y la extensión ARC HYDROLOGY.



Mapa 3. Pendiente del area Macuya expresada en porcentaje, siendo las zonas rojas las de mayor pendiente a evitar el el trazo del camino forestal.



Mapa 4. Trazo de un camino forestal con el SRTM (banderas rojas) y el GPS obtenido en el campo (banderas azules), también se puede observar los derivados DEM SRTM usados como base para el camino forestal como son el mapa de pendientes, curvas de nivel, red de drenajes.

Geoubicación:

Tabla 1. Valores de error para coordenadas de geoubicación.

CME Geoubicación		
Coordenada	**X**	**Y**
Max	55.46	40.28
Min	0.01	0.00
CME	23.27	16.17
CMEr	28.33	
95 % IC	49.04	

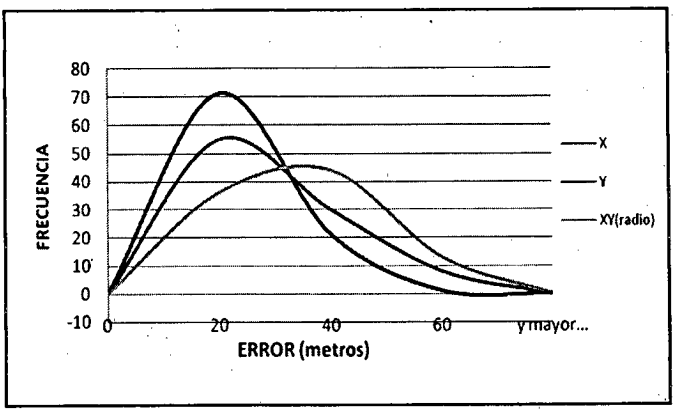


Figura 1. Frecuencia del error de geoubicación, se puede apreciar la consistencia del error que representa un comportamiento a la curva normal.

Altura.

Tabla 2. Cuadrado medio del error para la coordenada Z (Altura).

Cuadrado Medio del Error para Altura en Metros		
	SRTM - Nivel	**SRTM - GPS**
Max	46.60	16.21
Min	17.16	0.00
CME z	29.85	8.14
IC 95%	50.44	15.95

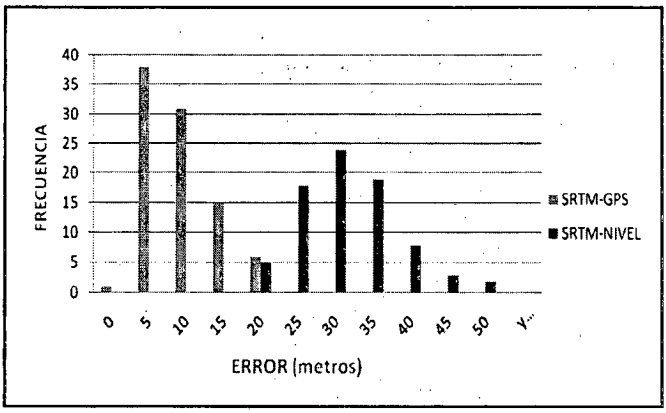


Figura 2. Frecuencia del error en metros para la altura, donde se aprecia la diferencia de medias de las curvas obtenidas con ambos instrumentos, donde el GPS esta mas próxima a nuestro trazo digital, mientras que en nivel muestra con exactitud cuanto dista el trazo del camino forestal del suelo.

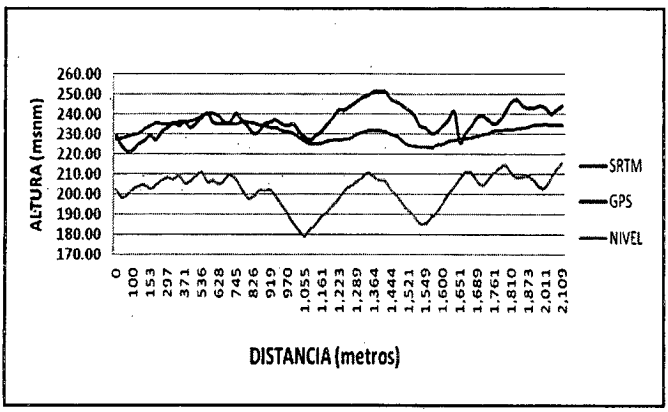


Figura 3. Perfil del camino forestal, se muestra las diferencias de los tres métodos empleados para trazar el camino forestal, donde el GPS y el Nivel muestran cierta similitud en cuanto a perfil aunque distan mucho en altura, mientras que el trazo utilizando el SRTM, es marcada la diferencia, con el perfil del suelo.

Distancia y Azimut:

Tabla 3. Cuadrado medio del error para el azimut y distancia.

	Distancia Azimut	Azimut (grados)
Max	24.073	66.181
Min	0.001	0.439
CME	8.007	29.238

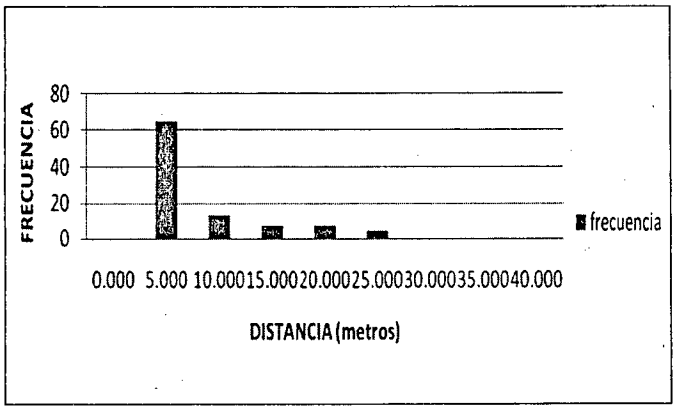


Figura 4. Frecuencia del error para los parámetros de distancia, teniendo para la distancia un error bajo, entre el trazo digital usando el SRTM y el real usando un GPS.

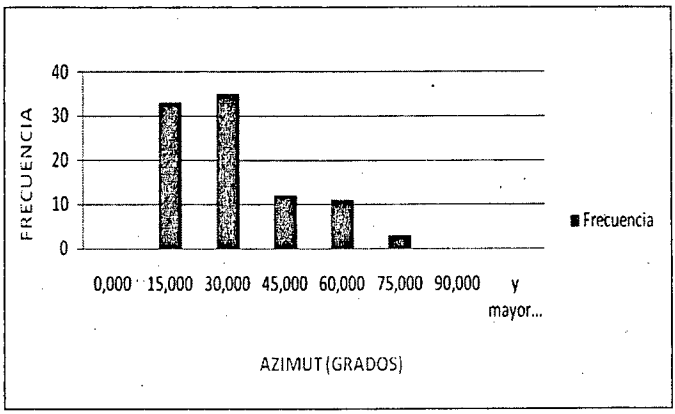


Figura 5. Para el parámetro azimut, que define la dirección con respecto al norte magnético, se obtuvo un CME de 29.23 grados, (tabla 3).

Pendiente:

Tabla 4. Comparación de pendiente expresado en grados.

	Pendiete (grados)			Pendiente %		
Datos	SRTM	GPS	Nivel	SRTM	GPS	Nivel
Max	4.87	44.70	31.10	8.5	98.95	60.32
Min	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.12
Prom	1.82	1.82	7.15	3.17	11.92	12.54
Desv	1.31	1.31	5.97	2.28	13.68	10.46

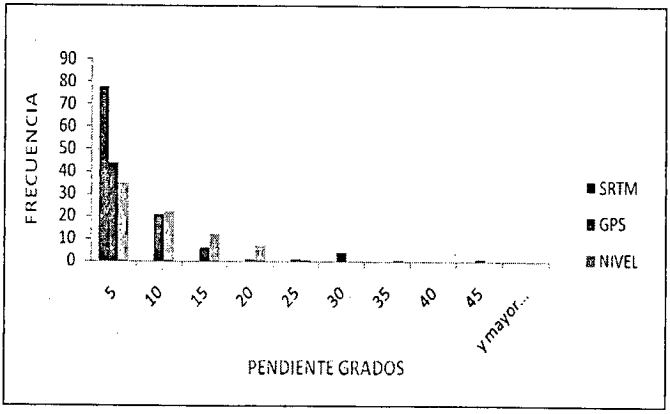


Figura 6. Se observa la frecuencia de la pendiente en los tres métodos empleados para la medición, donde el SRTM esta por debajo de valores de pendiente en comparación con los otros dos métodos, el valor real de la pendiente esta dada por el nivel topográfico.

DISCUSIÓN.

El cuadrado medio de error radial CMEr es de 28.33 metros (49.04 metros al 95% IC) para el radio de ubicación del punto deseado (tabla 01), estando sobre el valor encontrado por Rodríguez, 2006, quien encontró un error de geoubicación de 9 metros para Sudamérica y SRTM 2009 donde menciona que la exactitud absoluta horizontal SRTM es de 20 m (error circular con una probabilidad del 90 %), esta diferencia puede deberse a que en el presente estudio se buscó el mejor camino en campo para construir una carretera forestal, y este puede estar

expresado en un área muy amplia, otra causa de este error seria atribuido al sesgo del follaje como lo menciona Kellndorfer, 2004 debido a la corta (5.6 cm) longitud de onda de la Banda C, la mayoría de las ondas del radar recibidas sobre áreas densamente vegetadas se reflejan de vuelta en el follaje, bastante por encima de la superficie de la tierra desnuda, no siendo un reflejo exacto del suelo si no mas bien de la cobertura boscosa.

La coordenada Z (altura) para nuestro camino forestal, obtiene un CME de 8.14 (15.95 metros al 95 % IC) metros comparando con el GPS (tabla 2), estando no muy distante del encontrado por Rodríguez, 2006 que obtuvo un error promedio de 6.2 metros para Sudamérica, y lo encontrado por SRTM, 2009, que encontró 16 metros con una probabilidad del 90%. Sin embargo en la comparación de error con el nivel topográfico obtuvo un CME de 29.85 metros para la coordenada Z, este error puede atribuirse al sesgo del follaje como lo afirma Kellndorfer, 2004 que la mayoria de las ondas del radar recibidas sobre áreas densamente vegetadas se reflejan de vuelta en el follaje, bastante por encima de la superficie de la tierra desnuda, teniendo una altura promedio la masa boscosa de 29.85 metros, por encima del suelo. Jacobsen, 2004, ha demostrado que los datos SRTM - C poseen una alta precisión (RMS en Z: 8m a 15m), dependiendo de la pendiente del terreno, el tipo de vegetación y de la corrección del desplazamiento planimétrico.

Comparando la distancia de los tramos que componen el camino forestal se obtiene un CME de 11.08 metros, mostrando un error bajo en cuanto al planteado usando los datos del SRTM y los encontrados en el campo por medio de un GPS. (tabla 3).

Para el parámetro azimut (figura 5) que define la dirección con respecto al norte magnético, se obtuvo un CME del 29.23 grados, (tabla 3) considerando poca desviación de la ruta, si bien se observa valores altos esto se debe a que muchas veces se tenia que volver o voltear para retomar el camino, dando con ello un retroceso aparente de los puntos y con ello marcando mayor error en el azimut.

La comparación de pendientes entre los tres métodos usados (tabla 4)

indican que la pendiente del trazo con el SRTM esta subestimada como lo menciona Jarvis, 2004, donde dice que varios estudios han dejado constancia de que la pendiente se subestima en áreas de topografía pronunciada y se sobreestima en áreas de poco relieve, en este caso esta bajo el nivel real, con un promedio de 1.82 grados y una desviación estándar de 1.30. Las lecturas hechas con el GPS y en nivel topográfico indican que evidentemente hay fuertes pendientes aunque estos últimos métodos no difirieren mucho en los datos encontrados entre ellos, sin embargo están en promedio dentro del porcentaje indicado para el trazo de caminos forestales como lo indica Maleska *et al*, 2009 donde menciona que se debe evitar zonas con fuerte pendiente mayores a 35% (19.29 grados) dependiendo del tipo de suelo.

CONCLUSIONES

1. El método de diseño de un camino forestal en el CICFOR - Macuya, utilizando la información del SRTM, es altamente satisfactorio permitiendo el trazo de un camino forestal en la amazonia peruana con errores bajos.

2. Se derivo del DEM SRTM los mapas de curvas de nivel cada 3 metros del area Macuya, mapa de drenajes y mapa de pendientes.

3. La geoubicación del camino forestal presento un CME r de 28.33 metros a un nivel de 95% de intervalo de confianza el error fue de 49.04 metros.

4. La altura para el camino forestal presento un CME z de 8.14 metros en la comparación con el GPS, con 15.95 metros al 95% de intervalo de confianza. Mientras que la comparación con el Nivel topográfico obtuvo un CME de 29.85 metros.

5. La distancia para los tramos del camino forestal dio un CME de 8.007 metros, 15.693 al 95% de intervalo de confianza.

6. Para el parámetro azimut el CME fue de 29.238 grados, y 57.307 grados al 95 % de intervalo de confianza.

7. La pendiente del camino forestal obtuvo un promedio de 1.81 grados (2.85%) con una desviación estándar de 1.3 grados (2.05%), estando por debajo de los valores encontrados por los otros métodos GPS y nivel de ingeniero, que presentan un promedio de 6.79 grados (10.7%) y 7.14 grados (11.27 %) respectivamente, concluyendo que la pendiente del DEM SRTM esta subestimada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOSQUE SENDRA J. 2000. Sistemas de Información Geográfica. Segunda edición. Madrid. 450 pp.

FAO 2009, Ingeniería de Caminos. On line: http://www.fao.org/docrep/V6530S/v6530s06.htm.

FARR, T.y M. KOBRICK, 2000. Shuttle radar topography mission produces a wealth of data, American Geophysical Union Eos online: www.geocomputation.org/2007/1A-Remote_Sensing_1/1A1.pdf.

FELICÍSIMO, A. 1994. Modelos digitales del terreno. Introducción y aplicaciones en ciencias ambientales 118 pp. Online: http://www.etsimo.uniovi.es/ feli/pdf/libromdt.pdf.

GEOSCIENCE AUSTRALIA 2005. "Geodata 9 Second DEM Version 2" http://www.ga.gov.au/nmd/products/digidat/dem_9s.htm:

GOODCHILD, M.F., AND K.K. KEMP, eds. 1990. NCGIA Core Curriculum in GIS. Accuracy of Spatial Databases. National Center for Geographic Information and Analysis, University of California, Santa Barbara CA.

GUTH, P. L. 2006. Geomorphometry from SRTM: Comparison to NED: Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, v. 72, no. 3, p 269-277.

HOLMES K.W., CHADWICK O.A., KYRIAKIDIS P.C. 2000. "Error in a USGS 30 - meter digital elevation model and its impact on terrain

modeling". Journal of Hydrology 233 (2000) 154 - 173.

JACOBSEN, K. 2004. Analyses of Digital elevation Models based on Space Information: EARSEL Symposium, Dubrovnik.

JACOBSEN, K. 2005. Analysis of SRTM Elevation Models, EARSEL 3D - RS Workshop, 2005 Porto.

JACOBSEN, K. 2006. Understanding Geo - Information from High Resolution Optical Satellites. In: GIS Development Asia Pacific, S. 24 - 28.

JARVIS, A., RUBIANO, J., NELSON, A., FARROW, A., & MULLIGAN, M. 2004. Practical use of SRTM data in the tropics - Comparisons with digital elevation models generated from cartographic data. CIAT, Cali, Colombia. Working Document no. 198, 32 pp online: http://srtm.csi.cgiar.org/PDF/Jarvis4.pdf

KELLNDORFER, J., WALKER, W., PIERCE, L., DOBSON, C., FITES, J. A., HUNSAKER, C., VONA, J., AND CLUTER, M. 2004. Vegetation height estimation from Shuttle Radar Topography Mission and National Elevation Datasets: Remote Sensing of Environment, v. 93, p. 339 - 358.

LI, Z., Q. ZHU AND C. GOLD 2005. Digital Terrain Modeling. Principles and Methodology, CRC Press, BocaRaton Florida, USA.

LUDWIG R, P SCHNEIDER. 2006. Validation of digital elevation models from SRTM X - SAR for applications in hydrologic modelling. ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing 60:339 - 358.

MALESCA L., CHAUCHARD, L. Y GONZÁLEZ PEÑALBA M. 2008. Caminos Forestales, Manual para las buenas practicas forestales, Bosque nativo Norpatagonia. Administración de Parques Nacionales online: http://www.minagri.gob.ar/sagpya/programas/compymefor/04-Publicaciones.

MATHEW C. 2008. USGS Programa Geo SUR. Desarrollo de Mapas de Relieve. Hidrografía y Derivados para Suramérica. Corporación Andina de Fomento (CAF).

MAUNE, D. F. ed.; 2001. Digital Elevation Model Technologies and Applications: the DEM Users Manual, The American Society for Photogrammetry and Remote Sensing, USA.

MERCER, B. J. 1998. Summary of Independent Evaluations of Star - 3i DEM's. Intermap Technologies Ltd. Available on line at http://www.intermaptechnologies.com.

MERCURI, P. A. 2005. Terrain Analysis and Surface Hydrologic Modeling Strategies sing High - Resolution Global Digital Topography. Ph.D. Thesis, Chapter 2. Purdue University, IN, USA. NASA, 2005, Shuttle Radar Topography Mission: Instruments. Online: http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/instr.htm.

NASA, 2005. a, Shuttle Radar Topography Mission: Instruments. Http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/instr.htm.

NASA, 2005. b, Shuttle Radar Topography Mission: Instruments, INTERFEROMETRY EXPLAINED. http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/instrumentinterferometry.html.

NATIONAL STANDARD FOR SPATIAL DATA ACCURACY FGDC - STD - 007.3 - 1998. Subcommittee for Base Cartographic Data, on line: http://fgdc.er.usgs.gov/fgdc.html.

ZONIFICACIÓN DEL POTENCIAL PRODUCTIVO DE *Guazuma crinita* (BOLAINA BLANCA) EN EL DISTRITO DE CAMPO VERDE ATRAVÉS DE LA ESTIMACIÓN DE CALIDAD DE SITIO EN BASE AL ÍNDICE DE SITIO

CAPABILITY OF ZONING *Guazuma crinita* (BOLAINA WHITE) IN THE DISTRICT OF GREEN AREA THROUGH THE SITE QUALITY ESTIMATION BASED ON SITE INDEX

Luis A. Tucto Quijano[1], Roly Baldoceda Astete[2], Clovis Ramírez Ramírez[3]

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en los caseríos "el Pimental" y "Antonio Raymondi", ubicados en el distrito de Campo Verde, provincia de Coronel Portillo, región Ucayali.

Los objetivos del presente estudio fueron: 1) Zonificar el potencial productivo de bolaina blanca en función a un registro de edad y altura dominante en sistemas agroforestales; 2) Determinar las características de sitio a través de un análisis de suelos, clima y vegetación para establecer plantaciones exitosas de bolaina blanca; 3) Evaluar el crecimiento y estado fitosanitario de la bolaina blanca.

De acuerdo a los objetivos del trabajo, se obtuvo los siguientes resultados:

El potencial productivo de bolaina blanca en el distrito Campo Verde está entre bajo y medio. No existe potencial productivo alto, por la baja fertilidad de los suelos, por la competencia de nutrientes y espacio con las plantas de pimienta.

La ecuación 1 ($y = y_0 + a (1 - e^{-bx})$), es la que mejor se adapta a la relación edad - altura dominante, porque tiene un mayor coeficiente de correlación y un menor error estándar de la estimación.

Al primer año, la altura en todas las zonas fueron casi uniformes (de 0.40

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

[2] Profesor, Principal de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Ing. Forestal M Sc. - UNU.

[3] Profesor, Auxiliar de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Ing. Forestal M Sc. - UNU.

a 0.42 m), mientras que al sexto año, las mayores alturas se encontraron en las zonas con calidad de sitio medio con 8.51 a 9.44 m, pudiéndose encontrar alturas de hasta 15.11 m en zonas con calidad de sitio alto.

El vigor de todos los árboles de las parcelas en estudio es regular, disminuyendo en aquellas con calidad de sitio bajo.

Las calidades de sitio de la zona se deben porque los suelos que caracterizan esta zona son de baja fertilidad natural y alta saturación de aluminio.

Palabras clave: Potencial productivo, altura dominante, sistemas agroforestales, calidad de sitio, *Guazuma crinita*, vigor, calidad de sitio.

ABSTRACT

The present research was conducted in the villages "the Pimental" and "Antonio Raimondi", located in the district of Campo Verde province of Coronel Portillo, Ucayali region.

The objectives of this study were: 1) Zoning the productive potential of white bolaina according to a record of age and dominant height in agroforestry systems; 2) Determine the characteristics of the site through an analysis of soils, climate and vegetation to establish successful plantations bolaina white; 3) Evaluate growth and plant health of white bolaina.

According to the objectives of the work, the following results were obtained:

The production potential of white bolaina in Campo Verde district is low to medium. No high productive potential, low soil fertility, competition for nutrients and space with the pepper plants.

Equation 1 ($y=y_0+a\ (1-e^{-bx})$), is the best suited to the age relationship - dominant height, because it has a higher correlation coefficient and lower standard error of the estimate.

The first year, the height in all areas were almost uniform (from .40 to 0.42 m), while the sixth year, the highest peaks are found in areas with medium quality site with 8.51 to 9.44 m, being able to find heights to 15.11 m in areas with high - quality site.

The vigor of all trees in the plots under study is regularly decreasing in those with low quality site.

The qualities of the site area must be because soils that characterize this area are of low fertility and high aluminum saturation.

Keywords: Production potential, dominant height, agroforestry systems, site quality, *Guazuma crinita*, vigor, site quality.

INTRODUCCIÓN

En la amazonia peruana se han deforestado aproximadamente dos millones doscientas mil has producto de la agricultura migratoria y la ganadería extensiva de las cuales solamente treinta mil has están sembradas con cultivos agrícolas y pasturas mejoradas, existe aproximadamente un millón novecientas mil has las cuales se encuentran en un estado de degradación, los mismos que pueden ser incorporados al sistema productivo si le damos un manejo adecuado para incrementar las áreas de producción mediante sistemas agroforestales que además de conservar el ecosistema natural sean productivos en el tiempo.

La deforestación indiscriminada con fines agrícolas es el resultado de los procesos migratorios de población andina en las últimas décadas, que ha generado la ocupación desordenada de este territorio, generando graves problemas de erosión de suelos y perdida de la diversidad biológica.

El proceso de establecimiento de una plantación forestal y su posterior mantenimiento, tiene un alto costo. Los campesinos tienen baja capacidad económica para afrontar los gastos que implica una plantación forestal. Si a pesar del esfuerzo que realizan la especie

plantada no se desarrolla de acuerdo a sus expectativas, entonces causa decepción y una desmoralización que se generaliza en el medio en perjuicio de la reforestación.

Tampoco existen manuales o folletos que zonifica las áreas para establecer cultivos exitosos de bolaina blanca. Sobre todo en Campo Verde donde los suelos se encuentran altamente deteriorados por cultivo de pastos e incendios sucesivos que provocan los agricultores al preparar áreas de cultivo de pan llevar. Esta desinformación es una traba para el avance de la reforestación sobre todo en sistemas agroforestales. Al mismo tiempo plantea un reto para los especialistas forestales, puesto que la base para establecer una buena plantación es tener previamente un mapa sobre zonificación productiva en este caso, para bolaina blanca.

El uso de la bolaina blanca se ha generalizado en plantaciones forestales y sistemas agroforestales, muchos de ellos muestran problemas de adaptación y crecimiento por haber sido establecidos en sitios sin previa evaluación de su potencial productivo para esta especie. Es fundamental que para tomar decisiones de establecer plantaciones puras o en sistemas agroforestales usando la especie bolaina blanca, conocer el potencial productivo a través de la calidad de sitio y en base a esta información minimizar los riesgos de fracaso en el distrito de Campo Verde, y garantizar el éxito de las plantaciones.

Teniendo en cuenta estos factores surge el interés de las instituciones en investigar sistemas agroforestales sostenibles que reduzcan la deforestación, la degradación de los suelos y la pobreza rural. Una alternativa es la producción de cultivos continuos o en rotación y la siembra de especies maderables en la misma área, este sistema permitirá a los agricultores mejorar la producción y la productividad sin alterar las condiciones ecológicas contribuyendo a solucionar el problema de la escasez de alimentos y la pobreza rural.

Ante esta situación, es imprescindible, dentro de una estrategia de desarrollo sostenible, elaborar una propuesta de Zonificación productiva para la especie bolaina blanca en la zona de Campo Verde, con el objeto

de que la ocupación de este territorio, se realice en los espacios que poseen mayor potencialidad de uso evitando áreas susceptibles a la degradación ambiental.

Los objetivos del presente estudio son: 1) Zonificar el potencial productivo de bolaina blanca en función a un registro de edad y altura dominante en sistemas agroforestales en el distrito de Campo Verde; 2) Determinar las características de sitio a través de un análisis de suelos, clima y vegetación para establecer plantaciones exitosas de bolaina blanca en el distrito de Campo Verde.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales.

Cinta métrica, hipsómetro de haga, GPS, libreta de recolección de datos, computadora, cámara fotográfica digital.

Método de investigación.

En el presente trabajo se empleó el método experimental, que consistió observar y evaluar los árboles de las parcelas agroforestales para determinar el potencial productivo de la zona en función de la calidad de sitio de las parcelas.

Población y muestra.

La población fue de 10 parcelas de plantaciones agroforestales de bolaina blanca del Proyecto CIDRA (Centro de Investigación y Desarrollo Rural Amazónico) en el distrito de Campo Verde.

La muestra son 6 plantaciones de bolaina blanca, ubicadas en el Caserío Pimental y Caserío Raymondi, con distanciamiento entre planta a planta de 3m, de los cuales, se tomaron 20 árboles con altura dominante de cada parcela para la respectiva evaluación.

Procedimiento.

El presente trabajo se hizo mediante investigación participativa es decir que el experimento se realizo conjuntamente con los agricultores de la zona.

Se evaluó las plantaciones de bolaina blanca (*Guazuma crinita*) establecidas en febrero del 2004 en el distrito de campo verde, las evaluaciones de los años anteriores al 2008, se obtuvo de los archivos del Centro de Investigación y Desarrollo Rural Amazónico (CIDRA) y de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la UNU, de las cuales se escogieron a los árboles con altura dominante.

Identificación de parcelas.

Se hizo un primer trabajo para identificar las parcelas de estudio, para lo cual se tuvo en cuenta las plantaciones donde se establecieron plantones de bolaina blanca en febrero del año 2004, los que sirvieron para determinar índice de sitio, se visito a 12 agricultores de las cuales solo seis continuaron con el trabajo experimental, para ello se seleccionaron las parcelas del Sr. Esau Hidalgo del Aguila, Lirenza Cárdenas y otros.

Debido a la uniformidad de su plantación y a la densidad apropiada (3 m x 3 m), se rotuló las parcelas y se elaboro el plano de distribución de los plantones de bolaina blanca.

Registro de edad y altura.

Para la determinación del DAP de los árboles se utilizó cinta diamétrica. Esta medición se tomó a 1.20 metros del suelo.

La altura total se midió con un Hipsómetro de Haga, instrumento que permitió determinar la altura del árbol y la altura comercial.

La georeferenciación de las unidades experimentales se hizo con un receptor de GPS Garmin Etrex 72 que localiza en forma exacta la latitud, longitud y altitud de la zona en donde se ubican las unidades

experimentales.

Obtención de muestras de suelo.

Para el análisis de suelo de la parcela experimental se obtuvieron 10 sub muestras (método zigzag) de cada parcela tomadas a una profundidad de 0 - 20 cm, luego se procedió a homogenizar y preparar 01kg de nuestra/parcela (de bolaina blanca), estas se sacaron a temperatura ambiente, se codificaron y enviaron al laboratorio de suelos del instituto nacional de investigación y extensión agraria INIEA - Pucallpa, para sus análisis respectivos.

Ajuste de modelos para la predicción del indice de sitio.

Para el procesamiento de datos y generación de los modelos matemáticos para la medición del indice del sitio a partir de la relación altura dominante: edad se utilizó el Programa Zigma 2001, programa estadístico, que además de generar las curvas de las regresiones, genero los parámetros de las regresiones, el coeficiente de determinación (R2), los valores de F calculado.

Los demás cálculos y gráficos de curvas se hicieron aplicando el Programa Microsoft Office Excel 2007.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al realizar el análisis estadístico e interpretación de datos climatológicos del 2008 y comparados con promedios de 19 años.

La figura 1 nos muestra que la temperatura máxima del año 2008 es mayor respecto a los datos de 19 años (1986 - 2005), desde enero a setiembre superando hasta en 2 °C, solo octubre lo supera en 2 °C, lo que indica que la temperatura máxima es mayor.

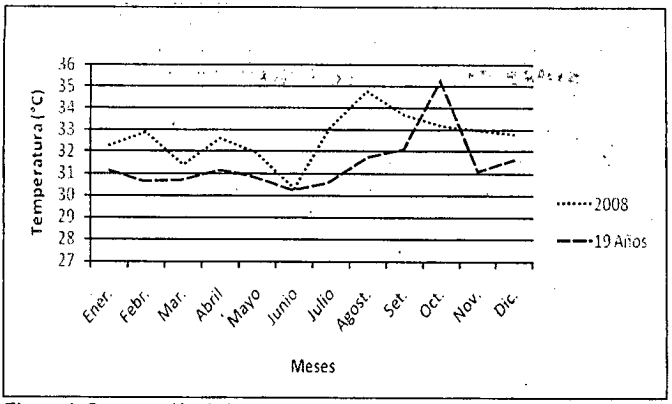


Figura 1. Comparación de las temperaturas máximas del año 2008 con datos de 19 años.

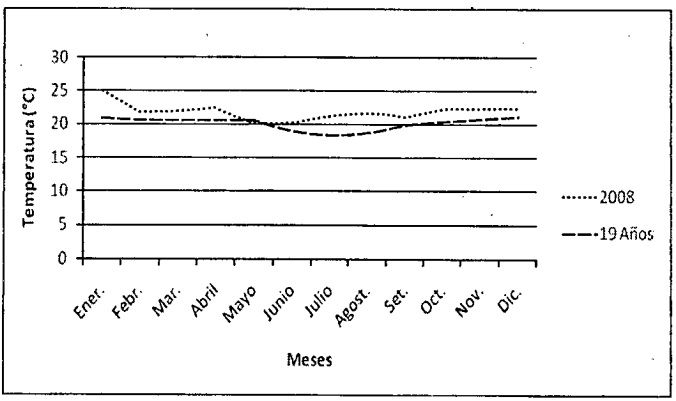


Figura 2. Comparación de las temperaturas mínimas del año 2008 con datos de 19 años.

Respecto a las temperaturas mínimas (figura 2) mayor a lo largo de todo el año del 2008 comparado con los datos de 19 años (1986 - 2005).

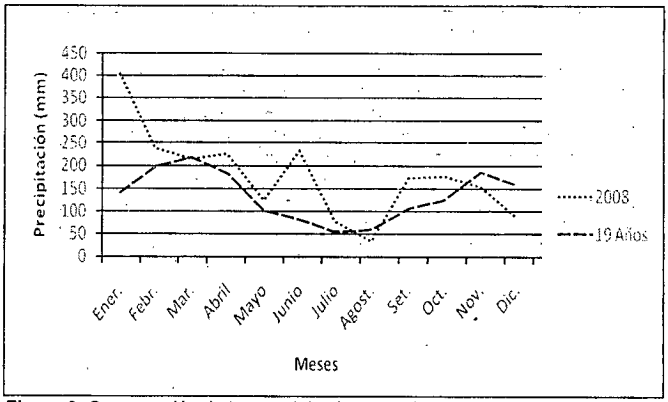


Figura 3. Comparación de las precipitaciones entre datos de 2008 con datos de 19 años.

Los datos de precipitación en el año 2008, durante el experimento se puede notar que hay dos meses de comportamiento anómalo. El primero en el mes de Enero la precipitación es mucho menor que el promedio de 19 años mientras que el mes de Junio se produjo una excesiva precipitación, con valores muy superiores al promedio.

Lo que significa que en este periodo del experimento, si comparamos los datos climáticos con el diagrama bioclimático de Pucallpa, existen variaciones anormales en cuanto a la presencia de la precipitación. Por ello comparado con los datos del promedio de 19 años está superando la cantidad de precipitación en casi todo el año a excepción del mes de noviembre y diciembre.

Para mejor comprensión climática del sitio se muestra el Diagrama Bioclimático de Pucallpa y su interpretación (figura 4).

De acuerdo al diagrama bioclimático elaborados para la zona de Pucallpa, con los parámetros de temperatura, precipitación y evapotranspiración, presenta dos periodos muy marcados, el primero HUMEDO de mayo a setiembre y un periodo PERHUMEDO entre Octubre a Abril.

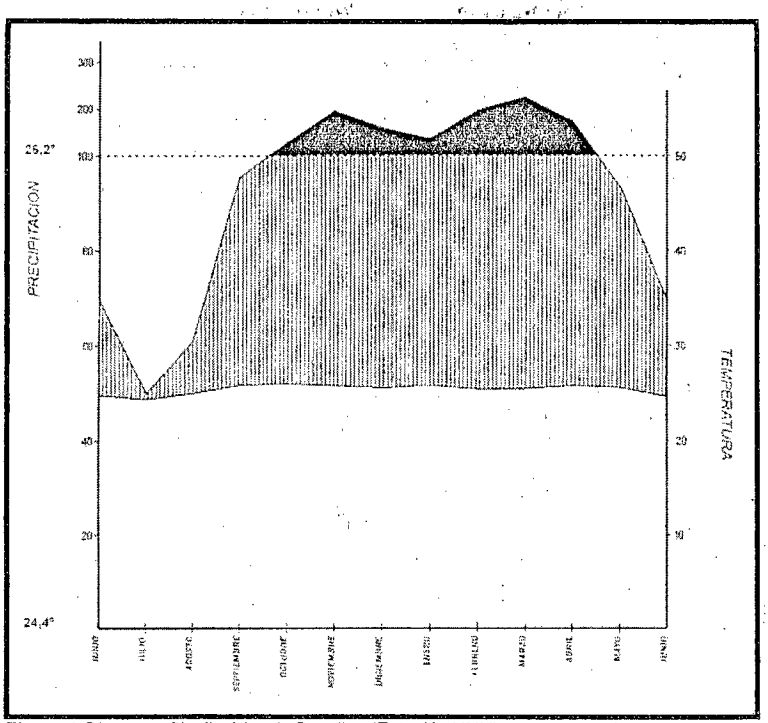


Figura 4. Diagrama Bioclimático de Pucallpa (Estación UNU).

DESCRIPCIÓN DE LAS PARCELAS Y CARACTERIZACIÓN DEL SUELO EN ESTUDIO.

Tabla 1. Análisis de suelos de las parcelas en estudio.

Parcela	pH (1:1)	CE (1:1)	$CaCO_3$	M.O	P	K	Ao y Arcilla	Lim	Clase textural	CIC	Lim					Sum cat	Sum bas	PSB
		Ds/m	(%)	(%)	(ppm)	(ppm)	(%)	(%)			Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^{+}	Na^{+}	Al^{3+}			(%)
P1	4.44	0.12	0	0.07	1.03	69	50	28	Fr.A.	6.04	2.25	0.76	0.14	0.02	2.06	5.95	3.35	52
P2	4.57	0.15	0	0.07	0.01	82	50	32	Fr.A.	7.04	1.93	0.78	0.18	0.26	2.00	5.15	3.15	45
P3	4.31	0.17	0	0.07	0.01	70	52	28	Fr.A.	6.72	1.85	0.78	0.15	0.18	1.08	4.76	2.96	44
P4	5.65	0.17	0	2.50	15.70	118	64	32	Fr.A.	8.64	5.85	1.89	0.24	0.15	0.50	8.63	8.13	94
P5	5.63	0.13	0	3.00	9.80	124	66	32	Fr.A.	9.60	6.67	2.21	0.19	0.13	0.40	9.60	9.20	96
P6	5.07	0.09	0	2.80	6.80	135	60	32	Fr.A.	9.28	4.78	1.64	0.24	0.10	0.60	7.36	6.76	73

Fuente: INIA, 2009.

Se evaluaron 6 parcelas (tabla 1), ubicadas en los caseríos Antonio Raimondi (parcela 1), Pimental (parcela 2, parcela 5 y parcela 6) y Pimentacocha (parcela 3 y parcela 4), con suelos con respecto a su nivel de acidez, van desde ligeramente ácidas a extremadamente ácidas, con bajo contenido de materia orgánica y baja fertilidad (Díaz, 2000).

Dispersión de la altura en función de la edad.

Para la parcela 1. En la figura 5 se observa la dispersión de la altura en función de la edad de la plantación de la parcela 1 ubicado en el Caserío Antonio Raimondi, a un año la plantación está por debajo de un metro de altura, sin embargo, la variabilidad de la altura es mínima; a la edad de 2 años, los árboles de la plantación alcanzan altura de

2m hasta 4m, sin embargo la variabilidad de la altura aumenta; en el año 3, los árboles alcanzan de 4m a 6m de altura; a los 4 años de edad, los árboles alcanzan aproximadamente 5m hasta por debajo de 8m; en el año 5, la variación de altura están por encima de 6m y por encima de 8m; y a los 6 años de edad la variación está entre 7m a 10m de altura.

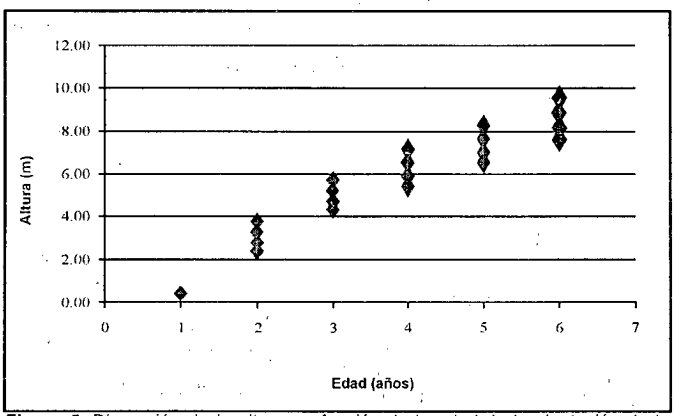


Figura 5. Dispersión de la altura en función de la edad de la plantación de la parcela 1 (Caserío Antonio Raimondi).

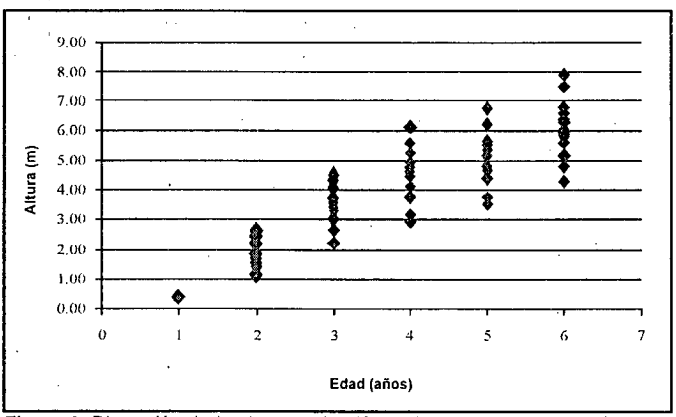


Figura 6. Dispersión de la altura en función de la edad de la plantación de la parcela 2 (Caserío Pimental).

Para la parcela 2. En la figura 6 se observa la dispersión de la altura en función de la edad de la plantación de la parcela 2 ubicado en el

Caserío Pimental.

A un año la plantación está por debajo de un metro de altura, con una mínima variabilidad de la altura; a la edad de 2 años, los árboles de la plantación alcanzan alturas aproximadas de 1m hasta casi 3m, sin embargo la variabilidad de la altura aumenta; en el año 3, los árboles alcanzan de 2m hasta casi 5m de altura; a los 4 años de edad, existen árboles por debajo de los 3m de altura hasta árboles por encima de los 6m de altura; en el año 5, la variación de altura están por encima de 3m hasta 7m; y a los 6 años de edad la variación aproximadamente está entre 4m a 8 m de altura.

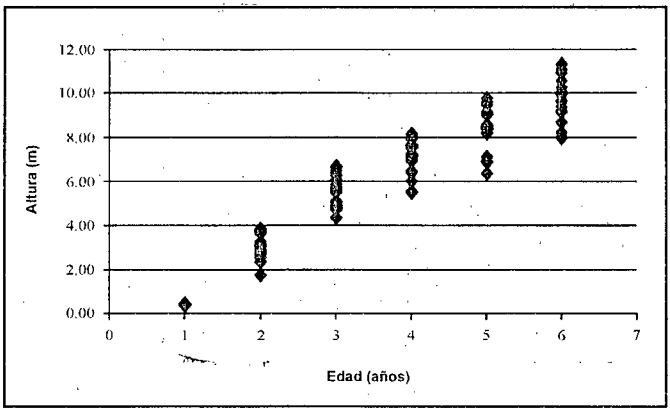


Figura 7. Dispersión de la altura en función de la edad de la plantación de la parcela 3 (Caserío Pimental).

Para la parcela 3. En la figura 7 se observa la dispersión de la altura en función de la edad de la plantación de la parcela 3 ubicado en el Caserío Pimental.

A la edad de un año la plantación está por debajo de un metro de altura, con una mínima variabilidad de la altura; a la edad de 2 años, los árboles de la plantación alcanzan alturas por encima de 1m hasta alturas por encima de 4m, sin embargo la variabilidad de la altura aumenta; en el año 3, los árboles alcanzan alturas por encima de 4m hasta casi 7m de altura; a los 4 años de edad, existen árboles por encima a los 5m de altura hasta árboles por encima de los 8m de altura; en el año 5, la

variación de altura están por encima de 6m hasta 10m; y a los 6 años de edad la variación de la altura está por encima 7m hasta por encima 11m de altura.

Para la parcela 4. En la figura 8 se observa la dispersión de la altura en función de la edad de la plantación de la parcela 4 ubicado en el Caserío Pimental.

A la edad de un año la plantación está por debajo de un metro de altura, con una mínima variabilidad; a la edad de 2 años, los árboles de la plantación alcanzan alturas por encima de 1m hasta alturas por encima de 4m, aumentando la variabilidad de la altura; en el año 3, existen árboles que alcanzan alturas por encima de 3m hasta por encima de 5m de altura; a los 4 años de edad, existen árboles por encima a los 4m de altura hasta árboles por encima a los 8m de altura; en el año 5, la variación de altura están por encima de 5m hasta aproximadamente 10m; y a los 6 años de edad la variación de la altura está por encima de 6m hasta aproximadamente 12m de altura.

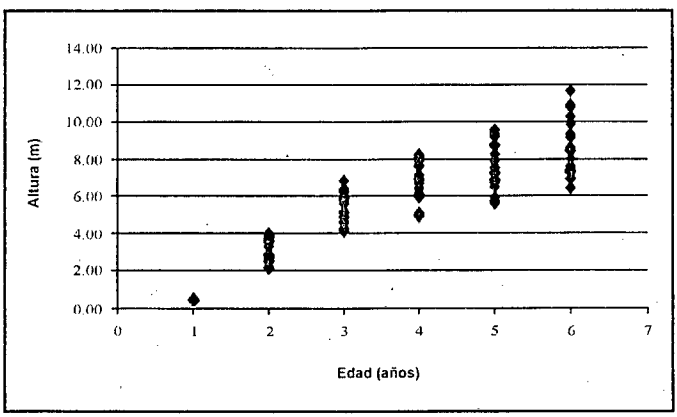


Figura 8. Dispersión de la altura en función de la edad de la plantación de la parcela 4 (Caserío Pimental).

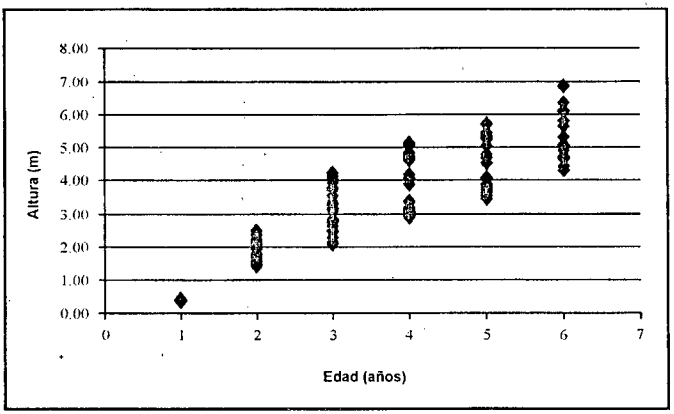


Figura 9. Dispersión de la altura en función de la edad de la plantación de la parcela 5 (Caserío Pimental).

Para la parcela 5. En la figura 9 se observa la dispersión de la altura en función de la edad de la plantación de la parcela 5 ubicado en el Caserío Pimental.

La altura a la edad de un año la plantación está por debajo de un metro de altura, con una mínima variabilidad; a la edad de 2 años, los árboles de la plantación alcanzan alturas por encima de 1m hasta alturas por encima de 2m, aumentando la variabilidad de la altura; en el año 3, existen árboles que alcanzan alturas aproximadas de 2m hasta por encima de 4m de altura; a los 4 años de edad, existen árboles con altura aproximada de 3m hasta árboles por encima a los 5m de altura; en el año 5, la variación de altura están por encima de 3m hasta aproximadamente a 6m; y a los 6 años de edad la variación de la altura está por encima de 4m hasta altura por encima de 7m.

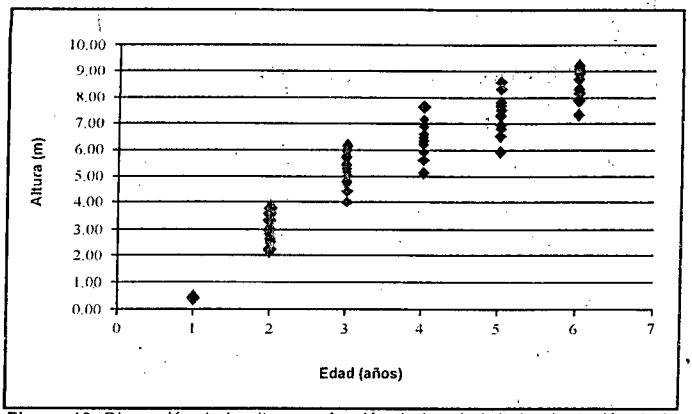


Figura 10. Dispersión de la altura en función de la edad de la plantación de la parcela 6 (Caserío Pimental).

Para la parcela 6. En la figura 10 se observa la dispersión de la altura en función de la edad de la plantación de la parcela 6 ubicado en el Caserío Pimental.

La edad de un año la altura promedio de la plantación está por debajo de un metro de altura, con una mínima variabilidad; a la edad de 2 años, los árboles de la plantación alcanzan alturas aproximadas de 2m hasta alturas aproximadas de 4 m, aumentando la variabilidad de la altura; en el año 3, existen árboles que alcanzan alturas aproximadas de 4m hasta por encima de 6m de altura; a los 4 años de edad, existen árboles con altura aproximada de 5m hasta árboles con aproximadamente 8m de altura; en el año 5, la variación de altura está por encima de 5m hasta aproximadamente a 9 m; y a los 6 años de edad la variación de la altura está por encima de 7m hasta altura por encima de 9m.

Comparando los valores de crecimiento de altura en las 6 parcelas, se aprecia que a la misma edad, la plantación de la parcela 4 alcanza las mayores alturas; mientras que las menores alturas alcanzaron en la plantación de la parcela 5.

Análisis de varianza de los modelos matemáticos.

Los valores del análisis de varianza de la regresión de los ocho modelos

probados para los datos de edad - altura se realizaron para las 6 parcelas.

Para la parcela 1. Los estimadores del análisis de varianza de la regresión para la parcela 1, como son el error estándar de las estimaciones y los coeficientes de determinación.

El modelo $Y = y_0 + ax^b$ (Ecuación 8) que mejor se ajusta a la dispersión natural de los valores reales Edad - altura, con un coeficiente de variación de 10.3% que indica la variabilidad de los valores reales en relación a los valores estimados por el modelo, y un coeficiente de determinación r^2 de 0.9643 que indica que el 96.43% de la variabilidad de los datos es explicada por el modelo, considerando que el rango de dicho coeficiente tiene un rango de 0 y +1 el modelo se ajusta significativamente a los datos reales de edad - altura, además el valor de la prueba de F indica que la probabilidad del ajuste del modelo a la serie de valores reales, es altamente significativa, con un valor de F calculada de 1608.312 a una probabilidad del 1%.

Tabla 2. Resumen del análisis de varianza de la regresión de los ocho modelos probados para los datos de edad - altura en la parcela 1.

ITEM	Modelo	Error estándar de la estimación	Val. F.	R2	Parámetros			
					y0/x0	a	b	c
1	$y = y_0 + a(1 - e^{-bx})$	0.5379	1582.8629	0.96374964	-3.0248	14.1391	0.2797	
2	$y = a(1 - e^{-bx})$	0.7684	1490.8465	0.92603396		49.2712	0.0329	
3	$y = a/1 + (x/x_0)^b$	0.5786	1360.1409	0.95805845	3.0201	10.1031	-2.2826	
4	$y = a e^{-e(-x-x0/b)}$	0.6081	1225.7944	0.95367106	2.2159	8.824	1.3827	
5	$y = a(1 - e^{-bx})^c$	0.5796	1355.4159	0.95791829		9.3068	0.5575	2.9962
6	$y = a/1 + e^{((-x-x0)/b)}$	0.6926	931.5771	0.93990367	2.6886	8.3596	0.8923	
7	$y = y_0 + a \ln x$	0.5573	2940.206	0.9610883	0.1757	4.5605		
8	$y = y_0 + ax^b$	0.5338	1608.312	0.96430311	-16.0379	2.7974	3.3918	

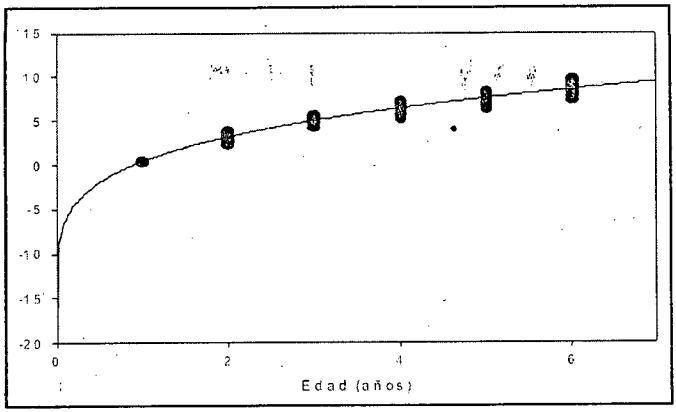


Figura 11. Curva de mejor ajuste de la altura en función de la edad de la parcela 1.

En la figura 11 se observa la curva de mejor ajuste de la altura en función de la edad de la parcela 1. Teniendo el modelo (ecuación 8) y los parámetros del modelo (tabla 4), la ecuación que relaciona la altura con la edad de la parcela 1 es lo siguiente:

$$Y = -16.0379 + 2.7974x^{3.3918}$$

Donde:

Y = Altura dominante.

X = Edad de la plantación.

Tabla 3. Resumen del análisis de varianza de la regresión de los ocho modelos probados para los datos de edad - altura en la parcela 2.

ITEM	Modelo	Error estándar de la estimación	Val. F.	R2	Parámetros			
					y0/x0	a	b	c
1	$y = y_0 + a(1 - e^{-bx})$	0.6893	484.1861	0.89036019	-1.5395	11.4361	0.1838	
2	$y = a(1 - e^{-bx})$	0.761	772.6193	0.86638515		36.1609	0.0308	
3	$y = a/1 + (x/x_0)^b$	0.6941	476.7493	0.88883684	3.5929	8.0991	-2.079	
4	$y = a e^{-e\{-x-x0/b\}}$	0.7024	464.1932	0.8861665	2.4446	6.6784	1.6222	
5	$y = a(1 - e^{-bx})^c$	0.6942	476.5992	0.88880565		7.2838	0.4399	2.5557
6	$y = a/1 + e^{((-x-x0)/b)}$	0.7286	427.2485	0.87750863	2.9218	6.1526	0.9864	
7	$y = y_0 + a \ln x$	0.7334	840.9733	0.87590895	0.0676	3.2094		
8	$y = y_0 + ax^b$	0.6908	481.9399	0.88990449	-3.842	4.2047	0.4829	

Para la parcela 2.: En la tabla 3 se observa el resumen del análisis de varianza de la regresión de los ocho modelos probados para los datos edad - altura en la parcela 2. De acuerdo al resumen y considerando los estimadores del análisis de varianza de la regresión, como son el error estándar de las estimaciones y los coeficientes de determinación, queda comprobado que es el modelo:$Y = y_0 + a(1 - e^{-bx})$ (Ecuación 1)que mejor se ajusta a la dispersión natural de los valores reales Edad - altura, con un coeficiente de variación de 19.2% que indica la variabilidad de los valores reales en relación a los valores estimados por el modelo, y un coeficiente de determinación r^2 de 0.8904 que indica que el 89.04% de la variabilidad de los datos es explicada por el modelo, considerando que el rango de dicho coeficiente tiene un rango de 0 y +1 el modelo se ajusta significativamente a los datos reales de edad - altura, además el valor de la prueba de F indica que la probabilidad del ajuste del modelo a la serie de valores reales, es altamente significativa, con un valor de F calculada de

484.1861 a una probabilidad del 1%.

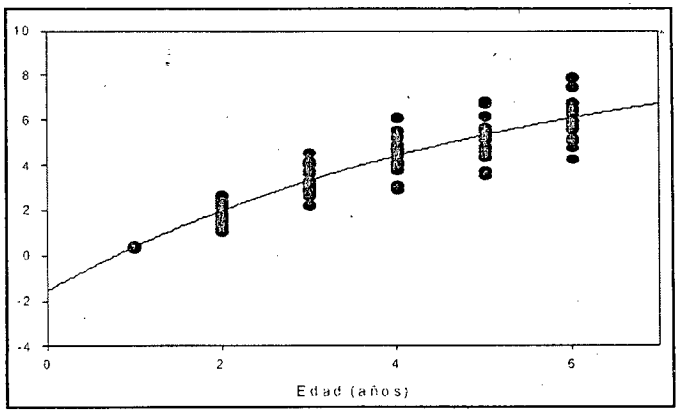


Figura 12. Curva de mejor ajuste de la altura en función de la edad de la parcela 2.

En la figura 12 se observa la curva de mejor ajuste de la altura en función de la edad de la parcela 2. Teniendo el modelo (ecuación 1) y los parámetros del modelo (tabla 3), la ecuación que relaciona la altura con la edad de la parcela 2 es lo siguiente:

$Y = -1.5395 + 11.4361\ (1 - e^{-0.1838x})$.

Donde:

Y = Altura dominante.

X = Edad de la plantación.

Para la parcela 3. En la tabla 4 se observa el resumen del análisis de varianza de la regresión de los ocho modelos probados para los datos edad - altura en la parcela 3. De acuerdo al resumen y considerando los estimadores del análisis de varianza de la regresión, como son el error estándar de las estimaciones y los coeficientes de determinación, queda comprobado que es el modelo: $Y = y_0 + a\ (1 - e^{-bx})$ (Ecuación 1)que mejor se ajusta a la dispersión natural de los valores reales edad - altura, con un coeficiente de variación de 13.6% que indica la variabilidad de los valores reales en relación a los valores estimados por el modelo, y un coeficiente de determinación r^2 de 0.9428 que indica que el 94.28% de la

variabilidad de los datos es explicada por el modelo, considerando que el rango de dicho coeficiente tiene un rango de 0 y +1 el modelo se ajusta significativamente a los datos reales de Edad - Altura, además el valor de la prueba de F indica que la probabilidad del ajuste del modelo a la serie de valores reales, es altamente significativa, con un valor de F calculada de 982.2006 a una probabilidad del 1%.

Tabla 4. Resumen del análisis de varianza de la regresión de los ocho modelos probados para los datos de edad - altura en la parcela 3.

ITEM	Modelo	Error estándar de la estimación	Val. F.	R2	Parámetros			
					y0/x0	a	b	c
1	$y = y_0 + a(1 - e^{-bx})$	0.7661	982.2006	0.94282698	-3.3094	16.1344	0.2583	
2	$y = a(1 - e^{-bx})$	0.9976	1109.3212	0.90304639		43.8912	0.0408	
3	$y = a/1 + (x/x_0)^b$	0.7802	944.9596	0.94070514	3.0398	10.996	-2.4381	
4	$y = a e^{-e(-x-x0/b)}$	0.7964	904.4864	0.93821304	2.2934	9.7765	1.3612	
5	$y = a(1 - e^{-bx})^c$	0.7796	946.3195	0.94078538		10.2283	0.5856	3.3803
6	$y = a/1 + e^{((-x-x0)/b)}$	0.8615	764.501	0.92770361	2.7495	9.2198	0.8577	
7	$y = y_0 + a \ln x$	0.8112	1738.5079	0.93590116	0.0416	5.104		
8	$y = y_0 + ax^b$	0.7749	958.5283	0.94149622	-12.7817	13.1147	0.2958	

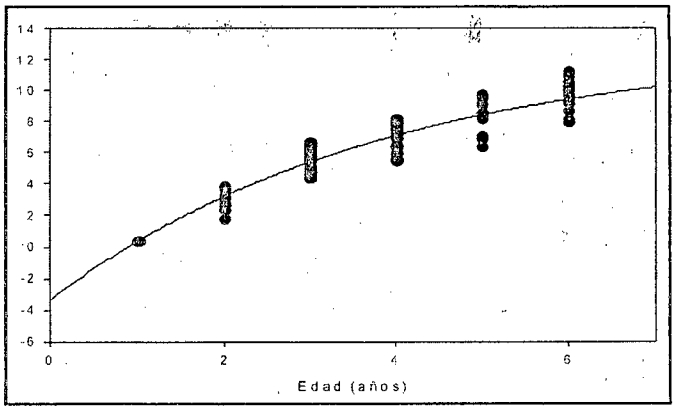


Figura 13. Curva de mejor ajuste de la altura en función de la edad de la parcela 3.

En la figura 13 se aprecia la curva de mejor ajuste de la altura en función de la edad de la parcela 3. Teniendo el modelo (ecuación 1) y los parámetros del modelo (tabla 4), la ecuación que relaciona la altura con la edad de la parcela 3 es lo siguiente:

$$Y = -3.3094 + 16.1344\,(1 - e^{-0.2588x}).$$

Donde:

Y = Altura dominante.

X = Edad de la plantación.

Tabla 5. Resumen del análisis de varianza de la regresión de los ocho modelos probados para los datos de edad - altura en la parcela 4.

ITEM	Modelo	Error estándar de la estimación	Val. F.	R2	Parámetros			
					y0/x0	a	b	c
1	$y = y_0 + a(1 - e^{-bx})$	1.0062	443.7326	0.88152899	-3.2761	13.7798	0.3108	
2	$y = a(1 - e^{-bx})$	1.1584	639.8467	0.84297616		34.6283	0.0484	
3	$y = a/1 + (x/x_0)^b$	1.0205	429.7748	0.87814239	3.8159	9.5098	-2.455	
4	$y = a e^{-e(-x-x0/b)}$	1.0337	417.3801	0.87496851	2.1463	8.5456	1.2745	
5	$y = a(1 - e^{-bx})^c$	1.0215	428.7594	0.87788846		8.8882	0.6307	3.3984
6	$y = a/1 + e^{((-x-x0)/b)}$	1.0797	377.6809	0.86358872	2.5917	8.1333	0.8205	
7	$y = y_0 + a \ln x$	1.0113	876.2951	0.88031722	0.2256	4.5179		
8	$y = y_0 + ax^b$	1.0086	441.3864	0.88097296	-23.9037	24.2708	0.1607	

Para la parcela 4. En la tabla 5 se observa el resumen del análisis de varianza de la regresión de los ocho modelos probados para los datos edad - altura en la parcela 4. De acuerdo al resumen y considerando los estimadores del análisis de varianza de la regresión, como son el error estándar de las estimaciones y los coeficientes de determinación, queda comprobado que es el modelo: $Y = y_0 + a(1 - e^{-bx})$ (Ecuación 1) que mejor se ajusta a la dispersión natural de los valores reales edad - altura, con un coeficiente de variación de 19.4% que indica la variabilidad de los valores reales en relación a los valores estimados por el modelo, y un coeficiente de determinación r^2 de 0.8815 que indica que el 88.15% de la variabilidad de los datos es explicada por el modelo, considerando que el rango de dicho coeficiente tiene un rango de 0 y +1 el modelo se ajusta significativamente a los datos reales de edad - altura, además el valor de la prueba de F indica que la probabilidad del ajuste del modelo a la serie de valores reales, es altamente significativa, con un valor de F calculada de

443.7326 a una probabilidad del 1%.

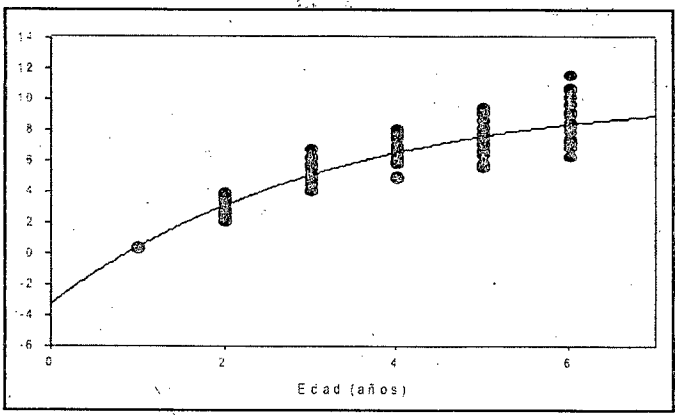


Figura 14. Curva de mejor ajuste de la altura en función de la edad de la parcela 4.

En la figura 14 se observa la curva de mejor ajuste de la altura en función de la edad de la parcela 4. Teniendo el modelo (ecuación 1) y los parámetros del modelo (tabla 5), la ecuación que relaciona la altura con la edad de la parcela 4 es lo siguiente:

$Y = -3.2761 + 13.7798 (1 - e^{-0.3108x})$.

Donde:

Y = Altura dominante.

X = Edad de la plantación.

Tabla 6. Resumen del análisis de varianza de la regresión de los ocho modelos probados para los datos de edad - altura en la parcela 5.

ITEM	Modelo	Error estándar de la estimación	Val. F.	R2	Parámetros			
					y0/x0	a	b	c
1	$y = y_0 + a(1 - e^{-bx})$	0.6463	400.1364	0.8702676	-1.3529	9.0545	0.2233	
2	$y = a(1 - e^{-bx})$	0.6922	681.6949	0.85119325		25.4608	0.0403	
3	$y = a/1 + (x/x_0)^b$	0.6568	385.6747	0.86604371	3.571	7.2895	-1.8787	
4	$y = a e^{-e(-x-x0/b)}$	0.6689	369.6937	0.86104421	2.2863	5.8153	1.6479	
5	$y = a(1 - e^{-bx})^c$	0.6574	384.8447	0.86579291		6.4178	0.4110	2.1674
6	$y = a/1 + e^{((-x-x0)/b)}$	0.6949	338.2512	0.85003195	2.8054	5.4323	1.0471	
7	$y = y_0 + a \ln x$	0.6588	764.8701	0.86521233	0.2345	2.7496		
8	$y = y_0 + ax^b$	0.6428	405.2229	0.87169143	-5.1391	5.5619	0.3547	

Para la parcela 5. En la tabla 6 se observa el resumen del análisis de varianza de la regresión de los ocho modelos probados para los datos edad - altura en la parcela 5. De acuerdo al resumen y considerando los estimadores del análisis de varianza de la regresión, como son el error estándar de las estimaciones y los coeficientes de determinación, queda comprobado que es el modelo:$Y = y_0 + ax^b$ (Ecuación 8)que mejor se ajusta a la dispersión natural de los valores reales edad - altura, con un coeficiente de variación de 19.8% que indica la variabilidad de los valores reales en relación a los valores estimados por el modelo, y un coeficiente de determinación r^2 de 0.8717 que indica que el 87.17% de la variabilidad de los datos es explicada por el modelo, considerando que el rango de dicho coeficiente tiene un rango de 0 y +1 el modelo se ajusta significativamente a los datos reales de edad - altura, además el valor de la prueba de F indica que la probabilidad del ajuste del modelo a la serie de valores reales, es altamente significativa, con un valor de F calculada de

405.2229 a una probabilidad del 1%.

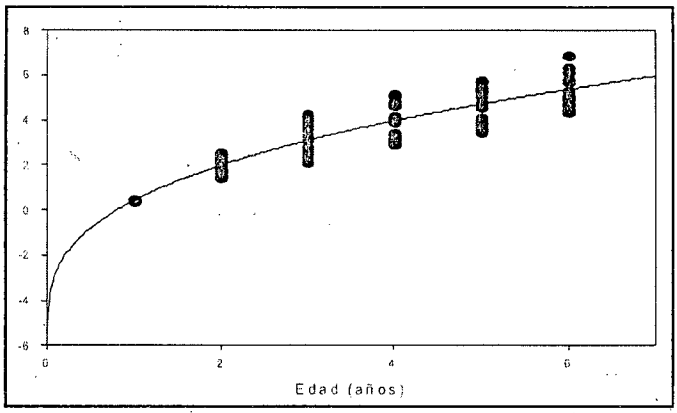


Figura 15. Curva de mejor ajuste de la altura en función de la edad de la parcela 5.

En la figura 15 se aprecia la curva de mejor ajuste de la altura en función de la edad de la parcela 5. Teniendo el modelo (ecuación 8) y los parámetros del modelo (tabla 6), la ecuación que relaciona la altura con la edad de la parcela 5 es lo siguiente:

$Y = -5.1391 + 5.5619x^{0.3547}$.

Donde:

Y = Altura dominante.

X = Edad de la plantación.

Para la parcela 6. En la tabla 7 se aprecia el resumen del análisis de varianza de la regresión de los ocho modelos probados para los datos edad - altura en la parcela 6. De acuerdo al resumen y considerando los estimadores del análisis de varianza de la regresión, como son el error estándar de las estimaciones y los coeficientes de determinación, queda comprobado que es el modelo: $Y = y_0 + a\,(1 - e^{-bx})$ (Ecuación 1) que mejor se ajusta a la dispersión natural de los valores reales edad - altura, con un coeficiente de variación de 10.04% que indica la variabilidad de los valores reales en relación a los valores estimados por el modelo, y un coeficiente de determinación r^2 de 0.9664 que indica que el 96.64% de la

variabilidad de los datos es explicada por el modelo, considerando que el rango de dicho coeficiente tiene un rango de 0 y +1 el modelo se ajusta significativamente a los datos reales de edad - altura, además el valor de la prueba de F indica que la probabilidad del ajuste del modelo a la serie de valores reales, es altamente significativa, con un valor de F calculada de 1712.9767 a una probabilidad del 1%.

Tabla 7. Resumen del análisis de varianza de la regresión de los ocho modelos probados para los datos de edad - altura en la parcela 6.

ITEM	Modelo	Error estándar de la estimación	Val. F.	R2	Parámetros			
					y0/x0	a	b	c
1	$y = y_0 + a(1 - e^{-bx})$	0.5183	1712.9767	0.9664122	-3.0874	14.1485	0.2822	
2	$y = a(1 - e^{-bx})$	0.7669	1500.1592	0.92645965		49.2043	0.0329	
3	$y = a/1 + (x/x_0)^b$	0.5429	1555.7282	0.96314028	2.9444	9.8202	-2.4056	
4	$y = a e^{-e(-x-x0/b)}$	0.5658	1427.7855	0.95996732	2.2169	8.7357	1.3335	
5	$y = a(1 - e^{-bx})^c$	0.5438	1550.6708	0.96302443		9.1301	0.5958	3.2860
6	$y = a/1 + e^{((-x-x0)/b)}$	0.6425	1094.0714	0.9483763	2.6693	8.2654	0.8468	
7	$y = y_0 + a \ln x$	0.5501	3027.4528	0.96216761	0.1513	4.5674		
8	$y = y_0 + ax^b$	0.5241	1674.0632	0.96565782	-15.6181	15.9741	0.2311	

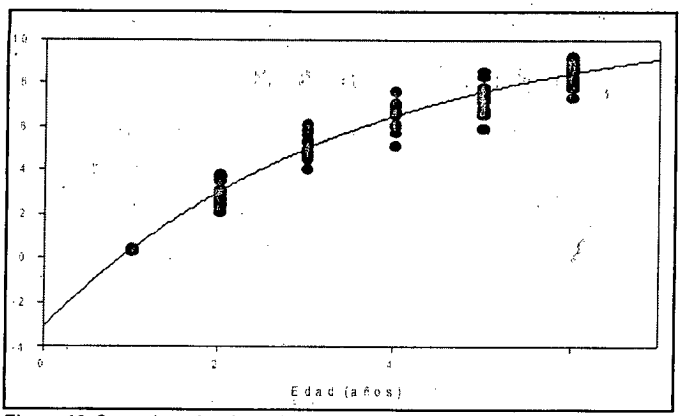


Figura 16. Curva de mejor ajuste de la altura en función de la edad de la parcela 6.

En la figura 16 se observa la curva de mejor ajuste de la altura en función de la edad de la parcela 6. Teniendo el modelo (ecuación 1) y los parámetros del modelo (tabla 7), la ecuación que relaciona la altura con la edad de la parcela 6 es lo siguiente:

$Y = -3.0874 + 14.1485\,(1 - e^{-0.2822x})$.

Donde:

Y = Altura dominante.

X = Edad de la plantación.

Análisis de varianza en las 6 parcelas

De todos los modelos probados en las plantaciones, los valores de la parcela 6 es la que mejor se ajusta.

Modelo: $Y = y_0 + a\,(1 - e^{-bx})$ de la última plantación ubicada en el caserío Pimental, cuya ecuación es: $Y = -3.0874 + 14.1485\,(1 - e^{-0.2822x})$, es la que pasa el coeficiente de correlación se acerca más a +1, por lo tanto, es el modelo con el que se hará los demás cálculos para determinar el índice de sitio de las plantaciones.

Construcción de las curvas de índice de sitio.

Selección de la edad base.

La edad base se determino por la intersección del incremento corriente anual (ICA) y el incremento medio anual (IMA). En este caso, la edad base fue de 4 años, a partir del cual se calculó los demás parámetros (figura 17).

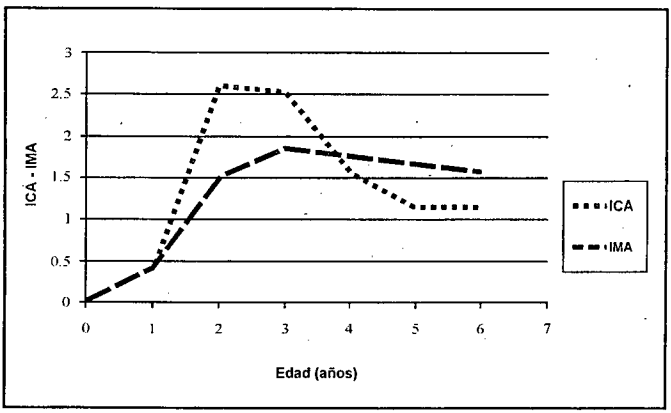


Figura 17. Edad base de la plantación de bolaina blanca.

Determinación de las alturas índice.

Tabla 8. Altura índice a la edad base establecida para generar las curvas de índice de sitio.

Edad base (años)	Altura índice(m)		
	Alto	Medio	Bajo
Uña de gato	12	9	9

Teniendo la edad base, la altura índice se determinó como altura índice alto en 12m, la altura índice medio en 9m y la altura índice bajo en 6m (tabla 8). Esta altura índice se escogió teniendo en cuenta el ancho de banda de la plantación con mayor altura dominante (plantación de la parcela 4).

Ecuaciones para el despliegue de las curvas de índice de sitio.

Tabla 9. Estimadores Y_0 a la edad base y calidad de sitio .

Edad base (años)	Intercepto del modelo/calidad de sitio		
	Alto	Medio	Bajo
4	22.2988	17.8649	13.4310

De acuerdo a las alturas índices, edad base y al mejor modelo escogido (ecuación 1: $Y = y_0 + a\ (1 - e^{-bx})$), se determinó el estimador Y_0 de la ecuación para cada calidad de sitio, siendo para la calidad de sitio alto: Y_0= 22.2988, para la calidad de sitio medio: Y_0= 17.8649, y para la calidad de sitio bajo: Y_0= 13.4310 (tabla 9), generándose las siguientes ecuaciones.

Para la calidad de sitio alto: $Y = 22.2988 + 14.1485\ (1 - e^{-0.2822x})$.

Para la calidad de sitio medio: $Y = 17.8649 + 14.1485\ (1 - e^{-0.2822x})$.

Para la calidad de sitio bajo: $Y = 13.4310 + 14.1485\ (1 - e^{-0.2822x})$.

Construcción de la familia de curvas de calidad de sitio.

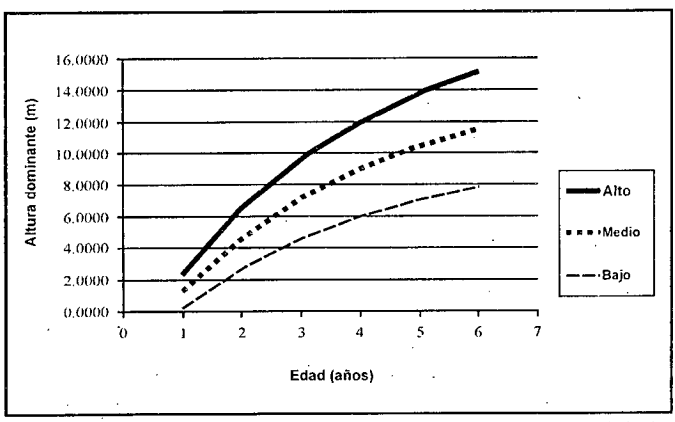


Figura 18. Familia de curvas de Calidad de sitio para bolaina blanca en el distrito de Campo Verde.

En la figura 18 se observa la familia de curvas de calidad de sitio en el distrito de Campo Verde. La curva de calidad de sitio alto está generado por la ecuación para sitio alto; la curva de calidad de sitio medio está generado por la ecuación para sitio medio y la curva de sitio bajo está generado por la ecuación para sitio bajo.

Zonificación del potencial productivo de acuerdo a la calidad de sitio.

Para la parcela 1. En la figura 19 se observa la curva de calidad de sitio para bolaina blanca de la parcela 1. Al contrastar con la familia de curvas de calidad de sitio en el distrito de Campo Verde, se ve que la parcela se encuentra dentro de la calidad de sitio medio, ya que la altura dominante promedio por año de los árboles de dicha parcela se encuentra por encima de la curva de calidad de sitio bajo y por debajo de la curva de calidad de sitio medio a lo largo de los 6 años. Asimismo de acuerdo a la vigorosidad del árbol, se observa que los árboles de esta parcela en su mayoría tienen vigor regular, cuyas características de los árboles son: fuste con torceduras, pudriciones, tamaño y grosor del tallo mediano. Estas características del fuste es el resultado de la calidad de sitio de la parcela 1, cuyos suelos son ácidos y degradados.

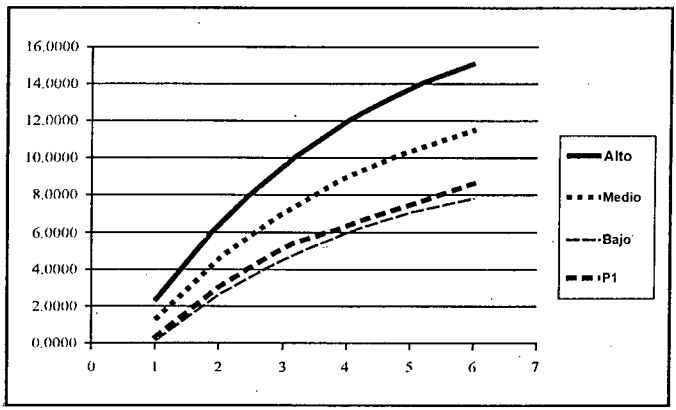


Figura 19. Curva de Calidad de sitio para bolaina blanca de la parcela 1.

De acuerdo al crecimiento en altura, esta parcela al primer año alcanza una altura promedio de 0.40m, al segundo año 3.01m, al tercer año

5.22m, al cuarto año 6.35m, al quinto año 7.46m, y al sexto año 8.62m de altura.

La altura de 10 m a los 4 años de edad en zonas aluviales, con suelos franco arcillosos a arcillosos, encontrado por Wightman *et. al.*, (2006) es superior al encontrado en el presente trabajo, porque la calidad de sitio de esta zona es alto. Del mismo modo, los resultados encontrados por Villachica *et. al.*, (1993) y Baldoceda *et. al.*, (1991) son superiores a la altura de la bolaina de esta zona, porque los árboles de esta plantación están en continua competencia por nutrientes con las plantas de pimienta con los que están asociados y que sirven de tutor de la pimienta.

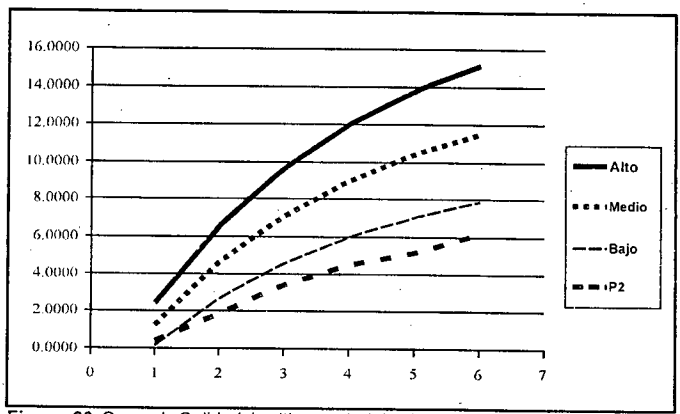


Figura 20. Curva de Calidad de sitio para bolaina blanca de la parcela 2.

Para la parcela 2. En la figura 20 se observa la curva de calidad de sitio para bolaina blanca de la parcela 2. Al contrastar con la familia de curvas de calidad de sitio en el distrito de Campo Verde, se ve que la parcela se encuentra dentro de la calidad de sitio bajo, ya que la altura dominante promedio por año de los árboles de la parcela se encuentra por debajo de la curva de calidad de sitio bajo a lo largo de los 6 años de evaluación. Asimismo de acuerdo a la vigorosidad del árbol, se observa que los individuos de esta parcela en su mayoría tienen vigor regular, sin embargo, el vigor malo se incrementa notablemente, notándose las siguientes de los árboles: fustes muy deformados, con hojas marchitas o

sin hojas y presencia de raquitismo en los árboles. Estas características del árbol es el resultado de la calidad de sitio de la parcela 2.

De acuerdo al crecimiento en altura, esta parcela al primer año alcanza una altura promedio de 0.41m, al segundo año 1.88m, al tercer año 3.41m, al cuarto año 4.48m, al quinto año 5.19m, y al sexto año 6.17m de altura.

La altura encontrado en el presente trabajo en los 6 años de evaluación está por debajo a los encontrados por Wightman *et. al.,* (2006), Villachica *et. al.,* (1993) y Baldoceda *et. al.,* (1991), porque los árboles de esta plantación están en continua competencia por nutrientes con las plantas de pimienta con los que están asociados y que sirven de tutor de la pimienta, además los árboles de bolaina no se adapta bien a los suelos muy ácidos porque es muy sensible al aluminio (Wightman *et. al.,* 2006).

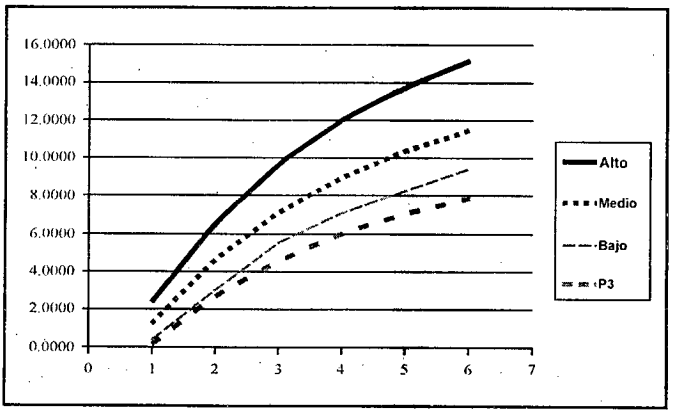


Figura 21. Curva de Calidad de sitio para bolaina blanca de la parcela 3.

Para la parcela 3. En la figura 21 se observa la curva de calidad de sitio para bolaina blanca de la parcela 3. Al contrastar con la familia de curvas de calidad de sitio en el distrito de Campo Verde, se ve que la parcela se encuentra dentro de la calidad de sitio medio, ya que la altura dominante promedio por año de los árboles de dicha parcela se encuentra por encima de la curva de calidad de sitio bajo y por debajo de la curva de calidad de sitio medio a lo largo de los 6 años. Asimismo de acuerdo a la

vigorosidad del árbol, se observa que los árboles de esta parcela en su mayoría tienen vigor regular, cuyas características de los árboles son: fuste con torceduras, tamaño y grosor del tallo mediano.

De acuerdo al crecimiento en altura, esta parcela al primer año alcanza una altura promedio de 0.42m, al segundo año 3.02m, al tercer año 5.55m, al cuarto año 7.12m, al quinto año 8.28m, y al sexto año 9.44m de altura.

Del mismo modo que la plantación anterior, la altura encontrado en el presente trabajo en los 6 años de evaluación está por debajo a los encontrados por Wightman *et. al.*, (2006), Villachica *et. al.*, (1993) y Baldoceda *et. al.*, (1991), porque los árboles de esta plantación están en continua competencia por nutrientes con las plantas de pimienta con los que están asociados y que sirven de tutor de la pimienta, además los árboles de bolaina no se adapta bien a los suelos muy ácidos porque es muy sensible al aluminio (Wightman *et. al.*, 2006).

Para la parcela 4. En la figura 22 se observa la curva de calidad de sitio para bolaina blanca de la parcela 4. Al contrastar con la familia de curvas de calidad de sitio en el distrito de Campo Verde, se ve que la parcela se encuentra dentro de la calidad de sitio medio, ya que la altura dominante promedio por año de los árboles de dicha parcela se encuentra por encima de la curva de calidad de sitio bajo y por debajo de la curva de calidad de sitio medio a lo largo de los 6 años. Asimismo de acuerdo a la vigorosidad del árbol, se observa que los árboles de esta parcela en su mayoría tienen vigor regular, cuyas características de los árboles son: fuste con torceduras, pudriciones, tamaño y grosor del tallo mediano.

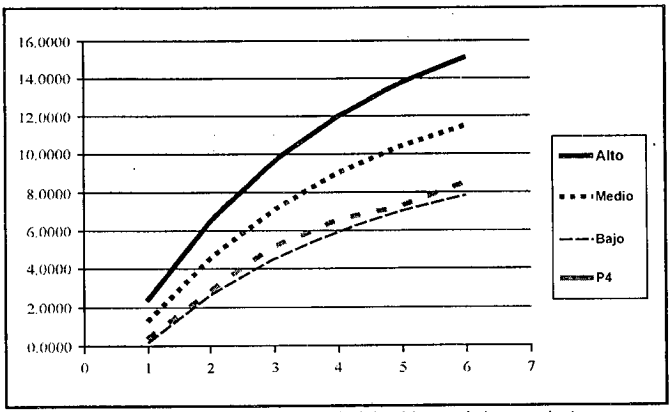


Figura 22. Curva de Calidad de sitio para bolaina blanca de la parcela 4.

En el primer año esta parcela alcanzó una altura promedio de 0.42m, al segundo año 2.99m, al tercer año 5.26m, al cuarto año 6.56m, al quinto año 7.33m, y al sexto año 8.51m de altura.

Del mismo modo que la plantación anterior, la altura encontrado en el presente trabajo en los 6 años de evaluación está por debajo a los encontrados por Wightman *et. al.,* (2006), Villachica *et. al.,* (1993) y Baldoceda *et. al.,* (1991), por la competencia de nutrientes de los árboles con las plantas de pimienta con los que están asociados y que sirven de tutor de la pimienta, y además porque los árboles de bolaina no se adapta bien a los suelos muy ácidos por ser muy sensible al aluminio (Wightman *et. al.,* 2006).

Para la parcela 5. En la figura 23 se observa la curva de calidad de sitio para bolaina blanca de la parcela 5. Al contrastar con la familia de curvas de calidad de sitio en el distrito de Campo Verde, se ve que la parcela se encuentra dentro de la calidad de sitio bajo, ya que la altura dominante promedio por año de los árboles de la parcela se encuentra por debajo de la curva de calidad de sitio bajo a lo largo de los 6 años de evaluación. Asimismo de acuerdo a la vigorosidad del árbol, se observa que los individuos de esta parcela en su mayoría tienen vigor regular, sin embargo, el vigor malo se incrementa notablemente, notándose las siguientes características de los árboles: fustes muy deformados, con

hojas marchitas o sin hojas y presencia de raquitismo en los árboles.

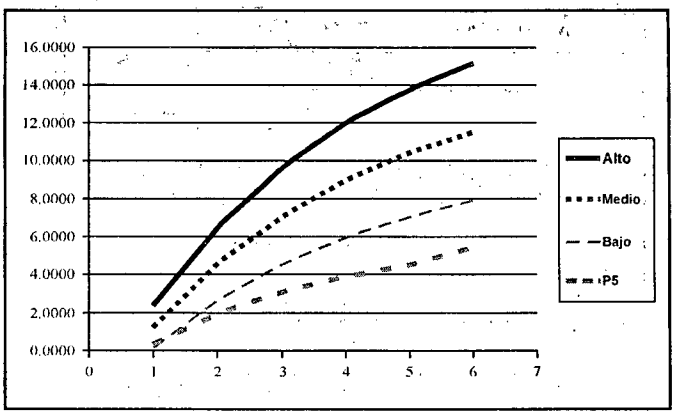


Figura 23. Curva de Calidad de sitio para bolaina blanca de la parcela 5.

La altura de los árboles de esta parcela se asemejan más a los de la parcela 2, por tener calidad de sitio bajo. Es así que en el primer año, alcanzó una altura promedio de 0.41m, al segundo año 1.97m, al tercer año 3.15m, al cuarto año 3.93m, al quinto año 4.58m, y al sexto año 5.45m de altura.

Estas alturas encontrados en el presente trabajo en los 6 años de evaluación son inferiores a los encontrados por Wightman *et. al.*, (2006), Villachica *et. al.*, (1993) y Baldoceda *et. al.*, (1991), por la competencia de nutrientes de los árboles con las plantas de pimienta con los que están asociados y que sirven de tutor de la pimienta, y además porque los árboles de bolaina no se adapta bien a los suelos muy ácidos por ser muy sensible al aluminio (Wightman *et. al.*, 2006).

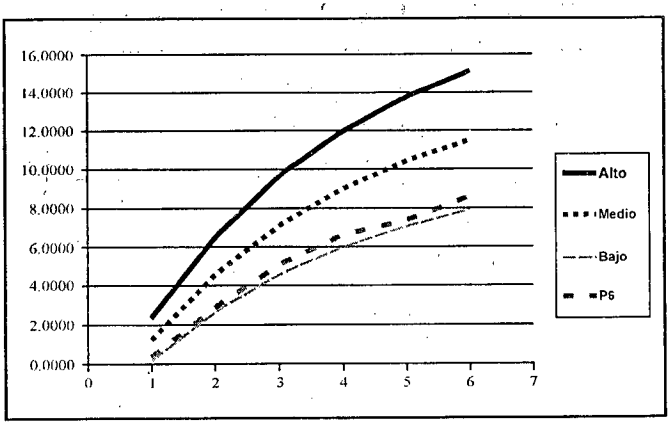


Figura 24. Curva de Calidad de sitio para bolaina blanca de la parcela 6.

Para la parcela 6. En la figura 24 se observa la curva de calidad de sitio para bolaina blanca de la parcela 6. Al contrastar con la familia de curvas de calidad de sitio en el distrito de Campo Verde, se ve que la parcela se encuentra dentro de calidad de sitio medio, ya que la altura dominante promedio por año de los árboles de dicha parcela se encuentra por encima de la curva de calidad de sitio bajo y por debajo de la curva de calidad de sitio medio a lo largo de los 6 años. Asimismo de acuerdo a la vigorosidad del árbol, se observa que los árboles de esta parcela en su mayoría tienen vigor regular, cuyas características de los árboles son: fuste con torceduras, pudriciones, tamaño y grosor del tallo mediano. Estas características del fuste es el resultado de la calidad de sitio de la parcela 6.

La altura promedio de los árboles en el primer año, alcanzó 0.41m, al segundo año 2.91m, al tercer año 5.11m, al cuarto año 6.59m, al quinto año 7.35m, y al sexto año 8.58m de altura.

Al igual que en las plantaciones anteriores, las alturas encontrados en los 6 años de evaluación son inferiores a los encontrados por Wightman *et. al.,* (2006), Villachica *et. al.,* (1993) y Baldoceda *et. al.,* (1991), por la competencia de nutrientes de los árboles con las plantas de pimienta con los que están asociados y que sirven de tutor de la pimienta, y además porque los árboles de bolaina no se adaptan bien a los suelos

muy ácidos por ser muy sensible al aluminio (Wightman *et. al.*, 2006).

En resumen, referente a la calidad de sitio de cada una de las parcelas, ninguna tiene calidad de sitio alto. Las parcelas 2 y 5 tienen calidad de sitio bajo, mientras que las parcelas 1, 3, 4 y 6 tienen calidad de sitio medio. Estas calidades de sitio de la zona se debe porque los suelos que caracterizan esta zona en su mayoría son de origen coluvio - aluvial y aluvial de insipiente desarrollo genético, superficiales a moderadamente profundo de textura fina a moderadamente fina, drenaje de bueno a moderado, alta saturación de aluminio y baja fertilidad natural (IIAP, 2003).

Es necesario ampliar el número de plantaciones de bolaina blanca en todo el distrito de Campo Verde para tener una visión más amplia de la calidad de sitio y poder zonificar el potencial productivo de bolaina blanca en toda la zona.

Tabla de altura dominante a diferentes calidad/índice de sitio.

Tabla 10. Altura dominante a diferente Calidad/Índice de Sitio para bolaina blanca *(Guazuma crinita)* en el distrito de Campo Verde a una edad base de 4 años.

Edad (años)	IS 12	IS 9	IS 6
	CS Alto	CS Medio	CS Bajo
1	2.3954	1.3052	0.2150
2	6.5300	4.6177	2.7054
3	9.6515	7.1158	4.5834
4	11.9994	8.9996	5.9997
5	13.7727	10.4203	7.0678
6	15.1100	11.4916	7.8732
7	16.1184	12.2995	8.4806
8	16.8789	12.9088	8.9387
9	17.4524	13.3683	9.2841
10	17.8849	13.7148	9.5446

En la tabla 10 se observa el moderamiento de la altura dominante a diferente calidad/índice de sitio a una edad base de 4 años. Estos fueron

calculados en función de las ecuaciones de calidad de sitio. Así se tiene que el índice de sitio de 12m, está considerado como calidad de sitio alto, y en este tipo de sitio se estima que la altura debería estar alrededor de 2.40m de altura a una edad de 1 año de plantado, alrededor de 13.77m de altura a los 5 años y 17.88m a la edad de 10 años de plantado. El índice de sitio medio de 9m de altura está considerado como calidad de sitio medio, y el promedio de la altura que deberían tener los árboles es de 1.31m a un año de plantado, 10.42 a los 5 años y 13.71m a los 10 años de plantado. El índice de sitio de 6m de altura está considerado como calidad de sitio bajo, y se estima que en este tipo de sitio los árboles alcanzan un promedio de 0.22m. a la edad de un año, 7.07m a la edad de 5 años y 9.54m a la edad de 10 años.

CONCLUSIONES

1. De acuerdo a los resultados encontrados en función a la edad y altura, el potencial productivo de bolaina blanca en los caseríos Antonio Raimondi y el Pimental en el distrito de Campo Verde está entre bajo y medio.

2. No existe en la zona en estudio un potencial productivo alto de bolaina blanca, por encontrarse en suelos de baja fertilidad, por la competencia de nutrientes con la planta asociada (pimienta), y además porque sirve de tutor de la misma restando su desarrollo libremente.

3. De las 8 ecuaciones probadas en la relación edad - altura dominante, la que mejor se adapta es la ecuación 1 ($y = y_0 + a\ (1 - e^{-bx})$), porque tiene un mayor coeficiente de correlación y un menor error estándar de la estimación.

4. En las zonas con calidad de sitio bajo, los árboles de bolaina alcanzaron en el primer año 0.41m de altura y al sexto año de 5.45m a 6.17m de altura, mientras que en las zonas con calidad de sitio medio alcanzaron alturas de 0.40m a 0.42m, y al sexto año 8.51m a 9.44m, pudiéndose encontrar alturas de hasta 15.11m en zonas con calidad de sitio alto.

5. El vigor de todos los árboles de las parcelas en estudio es regular, disminuyendo en aquellas con calidad de sitio bajo.

6. Las calidades de sitio de la zona se debe porque los suelos que caracterizan esta zona en su mayoría son de origen coluvio - aluvial y aluvial de insipiente desarrollo genético, superficiales a moderadamente profundo de textura fina a moderadamente fina, drenaje de bueno a moderado, alta saturación de aluminio y baja fertilidad natural.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALDOCEDA, R. 1991. Silvicultura de la bolaina blanca, temas forestales N° 10 Pucallpa - Perú.

DÍAZ, Z. 2000. Génesis, Morfología y clasificación de algunos suelos de Pucallpa. Tesis Mg. Sc. Universidad Nacional Agraria la Molina Lima, Perú.

IIAP y GOREU. 2003. "Propuesta de Zonificación Ecológica Económica de la Cuenca Del Río Aguaytia" Pucallpa - Ucayali. 219p.

VILLACHICA, H.; JULCA, A.; ALVÁN, G.; CANCHUCAJA, J.; PARRAGA, R. 1993. Evaluación de tres especies forestales de rápido crecimiento para embalaje de frutas. In Resumen de investigaciones apoyadas por FUNDEAGRO 1988 -1992. Lima, Perú. Pt 2, p 167-169.

WITGHTMAN, K.; CORNELIUS, J.; UGARTE, J. 2006. Plantemos Madera. ICRAF technical manual n° 4.Perú.193 p.

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

Impreso en los talleres gráficos de la
Universidad Nacional de Ucayali - EDITUNU
Carretera Federico Basadre Km. 6.2 - Pucallpa
Ruc: 20154598244
email. dgiunu@gmail.com