

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

**DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS DE LOS
RECURSOS NATURALES RENOVABLES**



**DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS A TRES
NIVELES DEL FUSTE DE "CETICO" *Cecropia sciadophylla*
Mart. EN EL BOSQUE RESERVADO DE LA UNIVERSIDAD
NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**

Tesis

Para optar el título de:

**INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES
MENCIÓN FORESTALES**

PATRICIA TORRES SÁNCHEZ

PROMOCIÓN 2007

**Tingo María – Perú
2009**

F50

T73

Torres Sánchez, Patricia

Determinación de las Propiedades Físicas a Tres Niveles del Fuste de "Cetico" *Cecropia sciadophylla* Mart. en el Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, 2009

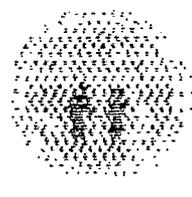
53 h.; 17 cuadros; 7 fgrs.; 26 ref.; 30 cm.

Tesis (Ing. Recursos Naturales Renovables Mención: Forestales) Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María (Perú). Facultad de Recursos Naturales Renovables.

CECROPIA SCIADOPHYLLA MART. / DETERMINACIÓN - PROPIEDADES
FÍSICA / METODOLOGÍA / ANÁLISIS ESTADÍSTICO / BRUNAS / TINGO
MARÍA / RUPA RUPA / LEONCIO PRADO / HUÁNUCO / PERÚ.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María - Perú



FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 06 de enero de 2009, a horas 11:00 a.m. en la Sala de Conferencias de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, para calificar la tesis titulada:

DETERMINACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS A TRES NIVELES DEL FUSTE DE "CETICO" *Cecropia sciadophylla* Mart. EN EL BOSQUE RESERVADO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Presentado por la Bachiller: **PATRICIA TORRES SANCHEZ**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara aprobado con el calificativo de "MUY BUENO".

En consecuencia la sustentante queda apta para optar el Título de **INGENIERO en RECURSOS NATURALES RENOVABLES**, mención **FORESTALES**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, tramitándolo al Consejo Universitario para la otorgación del título correspondiente.

Tingo María, 09 de enero de 2009

.....
Ing. M.Sc. RICARDO OCHOA CUYA
Presidente



.....
ING. MANUEL BRAVO MORALES
Vocal

.....
Ing. M.Sc. LUIS ALBERTO VALDIVIA ESPINOZA
Vocal

.....
Ing. JORGE LUIS VERGARA PALOMINO
Asesor

DEDICATORIA

A mis padres:

Paquito y Acela, con mucho cariño y agradecimiento sincero por su apoyo moral e incondicional en el logro de mi carrera profesional.

A **Marco Antonio** y a mi adorable primogénito **Antonio Xavier** quienes fueron mi constante motivación en la culminación de la tesis.

A mi hermana **Cecilia**, a **Greys** mi cuñado, quienes me comprendieron y me brindaron su apoyo en todo momento.

A **Eusebia** mi abuelita, mi eterno agradecimiento por sus sabios y recordados consejos. A mis tíos y primos.

AGRADECIMIENTO

A DIOS, por permitirme culminar satisfactoriamente mi brillante carrera profesional.

A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, por la formación profesional brindada.

A los Docentes de la Facultad de Recursos Naturales Renovables – UNAS, por las sabias enseñanzas y experiencias impartidas durante mi formación profesional.

A los Ing. Jorge Luis Vergara Palomino y Robert Gilbert Pecho de la Cruz, asesores de la presente Tesis.

Al Ing. Marco Antonio Soto Gonzales, coasesor de la presente Tesis.

A los Ing. M. Sc. David Guarda Sotelo, Luis García Carrión, Vicente Pocomucha Poma por la orientación y apoyo a nivel estadístico.

A la Bach. María del Pilar Castillo Pérez, por su apoyo desinteresado en los trabajos de redacción.

A los Señores Leyden Fuchs, Mario Sosa y a los alumnos del curso de Propiedades Físicas y Mecánicas de la Madera del Semestre 2007- II.

ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	1
Objetivo General.....	2
Objetivos Específicos.....	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Generalidades sobre las propiedades de la madera.....	3
2.1.1. Propiedades físicas de la madera.....	4
a. Contenido de humedad.....	4
b. Densidad básica.....	5
c. Contracción y expansión de la madera.....	8
2.2. Características físicas de la madera.....	11
2.3. Características de la especie forestal “cetico” <i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.....	11
2.3.1. Taxonomía de la especie.....	11
2.3.2. Distribución.....	12
2.3.3. Importancia y usos.....	12
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	13
3.1. Ubicación política.....	13
3.2. Ubicación geográfica.....	13
3.3. Ubicación de la investigación.....	14
3.4. Zona de vida.....	14
3.5. Características climáticas.....	14
3.6. Materiales y equipos.....	15
3.6.1. De estudio.....	15
3.6.2. De campo.....	15
3.6.3. De laboratorio.....	16
3.6.4. De gabinete.....	16
3.7. Metodología.....	17
3.7.1. Selección de la zona de muestreo.....	17
3.7.2. Selección de los árboles.....	17

3.7.3.	Colección de muestras de madera.....	17
a.	Talado.....	19
b.	Trozado y aserrío primario.....	19
c.	Transporte.....	19
d.	Aserrío primario.....	19
e.	Obtención de viguetas.....	20
3.7.4.	Estudio de las propiedades físicas de la madera.....	20
a.	Método para determinar el contenido de humedad.....	20
b.	Método para determinar la densidad.....	21
c.	Método para determinar la contracción.....	23
3.8.	Análisis estadístico.....	26
3.8.1.	Análisis de varianza (ANVA).....	26
3.8.2.	Modelo estadístico.....	27
3.8.3.	Prueba estadística.....	28
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	29
4.1.	Determinación del contenido de humedad.....	29
4.2.	Determinación de la densidad.....	32
4.2.1.	Densidad básica.....	32
4.3.	Determinación de la contracción.....	35
4.3.1.	Contracción Radial total (CR_t).....	35
4.3.2.	Contracción Tangencial total (CT_t).....	38
4.3.3.	Contracción Volumétrica total (CV_t).....	41
4.3.4.	Contracción Longitudinal total (CL_t).....	44
V.	CONCLUSIONES.....	47
VI.	RECOMENDACIONES.....	48
	ABSTRACT.....	49
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	50
	ANEXOS.....	53

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Clasificación de la madera según su densidad básica.....	6
2. Clasificación de la madera según la contracción volumétrica.....	10
3. Clasificación de la madera según la relación de contracción tangencial y radial.....	10
4. Coordenadas UTM.....	13
5. Análisis de variancia (ANVA).....	26
6. Análisis de variancia para el contenido de humedad en porcentaje por cada nivel del fuste.....	29
7. Prueba de significación de Tuckey ($\alpha=0.05$) para los promedios de contenido de humedad por cada nivel del fuste en <i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.....	31
8. Análisis de variancia para la densidad básica en g/cm^3 por cada nivel del fuste.....	32
9. Prueba de significación de Tuckey ($\alpha=0.05$) para los promedios de densidad básica por cada nivel del fuste en <i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.....	34
10. Análisis de variancia para la contracción radial total (%) por nivel del fuste.....	35
11. Prueba de significación de Tuckey ($\alpha=0.05$) para los promedios de la contracción radial total (%) en <i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.....	37
12. Análisis de variancia para la contracción tangencial total (%) por cada nivel del fuste.....	38
13. Prueba de significación de Tuckey ($\alpha=0.05$) para los promedios de la contracción tangencial total (%) en <i>Cecropia sciadophylla</i> Mar.....	40

14. Análisis de variancia para la contracción volumétrica total (%) por cada nivel del fuste.....	41
15. Prueba de significación de Tuckey ($\alpha=0.05$) para los promedios de la contracción volumétrica total (%) en <i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.....	43
16. Análisis de variancia para la contracción longitudinal total (%) por cada nivel del fuste. Datos transformados a $\sqrt{\text{Arcoseno}}$	44
17. Prueba de significación de Tuckey ($\alpha=0.05$) para los promedios de contracción longitudinal total (%) en <i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.....	45

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1.	Colección de las muestras de madera dentro de un árbol.....	18
2.	Promedio de contenido de humedad en % por cada nivel del fuste en <i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.....	31
3.	Promedio de densidad básica por cada nivel del fuste en <i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.....	34
4.	Promedio de la contracción radial total (%) por cada nivel del fuste en <i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.....	37
5.	Promedio contracción tangencial total (%) por cada nivel del fuste en <i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.....	40
6.	Promedio de la contracción volumétrica total (%) por cada nivel del fuste en <i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.....	43
7.	Promedio de contracción longitudinal total (%) para cada nivel del fuste en <i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.....	46

RESUMEN

La investigación se realizó en el Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (BRUNAS) y el Laboratorio Taller de Aprovechamiento y Maquinaria Forestal de la FRNR, ubicado en el distrito de Rupa Rupa, Provincia de Leoncio Prado, Departamento de Huánuco, con temperatura y precipitación promedio anual de 24,2 °C y 3300 mm, humedad relativa 80% y a 695 msnm. Los objetivos fueron determinar el contenido de humedad, densidad básica y los cambios dimensionales en la base, medio y ápice del fuste en la especie *Cecropia sciadophylla* Mart. "cetico". Se utilizó el Diseño de Bloques Completo Randomizado (DBCR) con unidades de muestreo. Los resultados obtenidos para el contenido promedio de humedad y la densidad básica fueron de 138,67 % y 0,32 g/cm³; mientras que la contracción total radial, tangencial, volumétrica y longitudinal, en promedio presentaron el 2,71%, 8,29%, 10,17% y 0,28%; encontrándose diferencias significativas para la contracción radial; sin embargo, no se encontraron variaciones en el fuste para las variables contracción volumétrica y tangencial.

I. INTRODUCCIÓN

Los bosques secundarios en esta zona están conformadas en su mayoría por especies pioneras tales como: "topa" *Ochroma sp.*, "cetico" *Cecropia sp.*, "pashaco" *Schizolobium parahybum* (Benth) Benth. y "huamanzamana" *Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don; entre otras especies. Estos árboles se caracterizan por tener un crecimiento rápido, vertical, con un solo tallo principal, con hojas compuestas o lobuladas, grandes, simples y ramas bajas deciduas.

La *Cecropia sciadophylla* Mart. conocido vernacularmente como cetico, es un buen indicador del cambio de vegetación dentro de un bosque y además sirve de alimento para la fauna silvestre.

La industria forestal en la amazonía emplea muchas especies pioneras; esto implica que los bosques secundarios son de importancia socioeconómica y que contribuye a darle un valor agregado a los productos obtenidos de estos bosques; por lo que es necesario que su aprovechamiento debe orientarse con criterios de investigación científica y técnica.

De la escasa información sobre las propiedades físicas de la madera de especies comunes existentes en purmas y bosques secundarios, así como de sus usos actuales y potenciales; surge el interés de desarrollar el presente trabajo de investigación titulado determinación de las propiedades físicas del "cetico". Frente a lo expuesto anteriormente, se tiene los siguientes objetivos:

Objetivo General

Determinar las propiedades físicas del "cetico" *Cecropia sciadophylla* Mart. a tres niveles del fuste.

Objetivos Específicos

- Determinar el contenido de humedad del "cetico" *Cecropia sciadophylla* Mart. a tres niveles del fuste.
- Determinar la densidad básica del "cetico" *Cecropia sciadophylla* Mart. a tres niveles del fuste.
- Determinar los cambios dimensionales del "cetico" *Cecropia sciadophylla* Mart. a tres niveles del fuste.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Generalidades sobre las propiedades de la madera

La madera presenta grandes variaciones en sus propiedades físicas y mecánicas lo cual es notable la forma en que varían en los árboles de la misma especie, debido a los distintos sitios en que se desarrollan, aun en el mismo árbol por diferentes factores tales como: edad, diámetro, altura, contenido de humedad, diferenciación en las fibras y anillos de crecimiento (HOHEISEL, 1981).

Además (DELGADO, 1981), afirma que la variación de las propiedades físicas y mecánicas en un árbol es de igual amplitud que la variación de las propiedades físicas y mecánicas entre diferentes árboles de la misma especie en un sitio determinado; los cuales esta variación deben tomarse muy en cuenta en la planificación de los ensayos.

Son aquellas propiedades que pueden determinarse sin alterar la integridad de la muestra sometida a ensayo; es decir que pueden definirse mediante la inspección, la pesada, la medida y el secado. También permite explicar las causas correspondientes a la contracción, expansión de la madera y alta resistencia mecánica en relación a su densidad (GRIGORIEV, 1985).

2.1.1. Propiedades físicas de la madera

a. Contenido de humedad

El agua contenido en la madera se encuentra bajo tres formas: agua libre, llenando las cavidades celulares; agua de saturación o higroscópica, infiltradas en las paredes celulares; y agua de constitución, formando parte integrante de la estructura molecular de la madera (ARÓSTEGUI, 1982).

Como la madera es higroscópica, absorbe o desprende humedad, según el medio ambiente. El agua libre desaparece totalmente al cabo de un cierto tiempo, quedando además del agua de constitución, el agua de saturación correspondiente a la humedad de la atmósfera que rodea a la madera, hasta conseguir un equilibrio, diciéndose que la madera está secada al aire (GONZALES, 1996).

El contenido de humedad de la madera tiene importancia en la utilización, ya que influye en el peso, resistencia mecánica, contracción y expansión, conductividad térmica y acústica, durabilidad, inflamabilidad y permeabilidad (ARÓSTEGUI, 1982).

En las especies frondosas la humedad de la albura no varía y la humedad del duramen disminuyen por el tronco hacia arriba. En los árboles jóvenes la humedad es más alta y sus variaciones durante el año son mayores que en los árboles viejos. El contenido de agua en el árbol varía según la altura y el radio del tronco, así como de la temporada del año (KOLLMANN, 1970).

Las características de comportamiento de la madera, están influenciadas por el contenido de humedad de la madera. Así, la humedad de la madera influye de forma determinante en la concepción de procesos tales como el aserrado, desenrollo, cepillado, encolado, barnizado, etc. Respecto del comportamiento, la humedad es un factor determinante en su durabilidad, en su resistencia, peso y sobre todo en sus dimensiones, es decir, que la madera varía sus dimensiones con el contenido de humedad, hinchándose cuando gana humedad y mermando cuando la pierde (VIGNOTE Y JIMÉNEZ, 1996).

La determinación del contenido de humedad en la madera se hace considerando sólo los valores del agua libre y de saturación o higroscópica, de manera que en la práctica la madera se considera totalmente seca cuando alcanza un peso constante al secarla en horno a $103\pm 2^{\circ}\text{C}$ (JUNAC, 1998). Es decir que comercialmente la madera estará seca o anhidra al 6% de humedad, que es el valor del agua de constitución química (GONZALES, 1996).

b. Densidad básica

La mayoría de las propiedades de la madera, sobre todo la fuerza y la rigidez, dependen de la densidad. Las especies relativamente densas son duras y fuertes, debido a que contienen gran parte de sustancias, (lignina, taninos, resinas, sílice, etc.) en la pared celular (ÁLVAREZ Y FERNÁNDEZ, 1992).

Cuando la madera está seca, su densidad indica la cantidad aproximada de espacios libres (cavidades celulares) disponibles para contener líquidos, en consecuencia, cuanto mayor es la amplitud de estas cavidades celulares (lúmenes) menor será su densidad y mayor la absorción que pueda lograrse en la madera (ARÓSTEGUI Y VALENZUELA, 1984).

Según ARÓSTEGUI (1982), es una de las propiedades más importantes de la madera ya que tiene gran influencia en la resistencia mecánica. Se define como la relación entre el peso seco al horno y su volumen verde.

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

Grupo	Rango	Clasificación
I	Menor de 0,30 g/cm ³	Muy baja (MB)
II	De 0,31 a 0,40 g/cm ³	Baja (B)
III	De 0,41 a 0,60 g/cm ³	Media (M)
IV	De 0,61 a 0,75 g/cm ³	Alta (A)
V	Mayor de 0,75 g/cm ³	Muy alta (MA)

Grupo I: En este grupo se encuentran maderas que poseen generalmente buenas propiedades en cuanto a la contracción, tienen muy baja resistencia mecánica y generalmente son susceptibles al ataque de hongos e insectos. Sin embargo a pesar de tener una baja durabilidad natural, se puede

aumentar su duración mediante la preservación, por su buena retención y penetración de productos químicos. Estas maderas por sus propiedades tecnológicas indicadas, se pueden utilizar en la construcción como aislantes, revestimientos, laminado y cajonería liviana.

Grupo II: Estas maderas generalmente poseen buenas propiedades de trabajo con maquinas de carpintería, regular en cuanto a su contracción, presentan baja resistencia mecánica y también baja durabilidad natural, que puede mejorarse mediante el tratamiento con productos químicos. Estas maderas por sus propiedades tecnológicas tienen los siguientes usos: cajonería liviana, moldurado, revestimiento y laminado.

Grupo III: Se caracterizan por su buen comportamiento al trabajo con maquinas de carpintería, regular en cuanto a sus propiedades de contracción, resistencia mecánica y durabilidad. También fácilmente se puede mejorar su durabilidad por su buen comportamiento a la retención y penetración de los productos químicos. De acuerdo a sus propiedades, estas maderas son utilizadas en la industria de la construcción: encofrados, revestimientos, estructuras clavadas y empernadas, así como en carpintería de obra, por ejemplo de puertas y ventanas.

Grupo IV: Las características tecnológicas mas importantes de las maderas de este grupo, son: Textura fina, propiedades de contracción de regular a mala, resistencia mecánica alta, especialmente flexión estática, compresión, cizallamiento y dureza. Durabilidad natural de regular a buena.

Debido a sus propiedades señaladas, las maderas de este grupo son apropiadas para la construcción de estructuras (vigas y columnas), recubrimiento de exteriores, pisos y parquet.

Grupo V: Estas maderas se caracterizan por tener muy buena resistencia mecánica y alta durabilidad natural. Las propiedades tecnológicas de estas maderas las hacen apropiadas para construcción pesada, en estructuras empernadas y parquet.

c. Contracción y expansión de la madera

La contracción y expansión de la madera son los cambios dimensionales tanto en sentido radial, tangencial y longitudinal, que sufre la madera como consecuencia del cambio de su contenido de humedad por debajo del punto de saturación de las fibras. La causa de estos cambios dimensionales se debe principalmente a la pérdida o entrada del agua higroscópica entre la estructura celulósica de la pared celular. El agua libre no tiene ninguna influencia en estos cambios (ARÓSTEGUI, 1982).

La contracción en la dirección tangencial es siempre mas importante que la contracción radial y más característico del comportamiento de una madera en cuanto a estabilidad durante el proceso de secado (TUSET, 1981).

La contracción corrientemente se estudia en tres modalidades: radial, tangencial y volumétrica; la relación tangencial – radial permite predecir si la madera sufrirá agrietamientos, torceduras u otros defectos durante el secado (JUNAC, 1984).

La madera densa tiende a contraerse por que carece de espacios en las cavidades celulares (lúmenes), ocurriendo lo contrario en madera menos densas (ÁLVAREZ y FERNÁNDEZ, 1992).

RODRÍGUEZ (1998), agrega que en el proceso de hinchamiento o expansión, la toma de agua por la madera hasta alcanzar el punto de saturación de las fibras se realiza mediante los mecanismos siguientes:

- Sorción molecular superficial (hasta alcanzar el 8%)
- Adsorción superficial (hasta alcanzar el 15 a 16%)
- Condensación capilar (hasta alcanzar el 30%)

Según ARÓSTEGUI (1982), se puede correlacionar densidad y contracción, manifestando que las maderas con mayor densidad tienen mayor contracción que las maderas de menor densidad.

Cuadro 2. Clasificación de la madera según la contracción volumétrica.

Grupo	Rango	Clasificación
I	Menor de 7%	Muy baja (MB)
II	De 7,1 a 10%	Baja (B)
III	De 10,1 a 13 %	Media (M)
IV	De 13,1 a 15 %	Alta (A)
V	Mayor de 15,1%	Muy alta (MA)

Cuadro 3. Clasificación de la madera según la relación de contracción tangencial y radial.

Grupo	Rango (T/R) %	Clasificación	Estabilidad
I	Menor de 1,5 %	Muy baja (MB)	Muy estable (ME)
II	De 1,51a 2,0 %	Baja (B)	Estable (E)
III	De 2,1a 2,5 %	Media (M)	Mod. estable (M)
IV	De 2,51a 3,0 %	Alta (A)	Inestable (I)
V	mayor de 3,1%	Muy alta (MA)	Muy inestable (MI)

2.2. Características físicas de la madera

Según la Junta del Acuerdo del Cartagena (1982), son:

- Contenido de humedad
- Cambios dimensionales
- Densidad y peso específico
- Expansión y conductividad térmica
- Transmisión y absorción de sonidos
- Conductividad eléctrica

2.3. Características de la especie forestal “cetico” *Cecropia sciadophylla* Mart.

2.3.1. Taxonomía de la especie

Según CRONQUIST (1991), la descripción taxonómica es:

División	:	Magnoliophyta
Clase	:	Magnoliopsida
Subclase	:	Rosidae
Orden	:	Urticales
Familia	:	CECROPIACEAE
Género	:	<i>Cecropia</i>
Especie	:	<i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.
Nombre común	:	Cetico, guarumo, tacona, tacuna, toroc.

2.3.2. Distribución

Se distribuye desde México, Bolivia, Perú y Brasil. La familia Cecropiaceae es reconocida en el Perú por presentar tres géneros y 58 especies. Estas especies endémicas ocupan las regiones de bosques húmedos amazónicos y bosques muy húmedos montanos, entre los 500 y 2000 m de altitud aproximadamente (REVISTA PERÚ BIOLÓGICO, 2008).

2.3.3. Importancia y usos

La corteza del "cetico" está constituida por una fibra larga, resistente, que es usada para fabricar cuerdas ordinarias, y pulpa para papel. Los tallos huecos se han utilizado para hacer boyas para redes de pescar y para salvavidas. Partiendo a la mitad los troncos se usan como canales para agua y cunetas. La madera se mezcla con cemento para hacer pajilla de madera. La decocción de las hojas se emplea para curar la tos, asma y neumonía (MORALES, 2008).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación política

Región	:	Huánuco
Departamento:		Huánuco
Provincia	:	Leoncio Prado
Distrito	:	Rupa Rupa
Localidad	:	Tingo María
Sector	:	Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva

3.2. Ubicación geográfica

Cuadro 4. Coordenadas UTM (Anexo Mapa 1).

ESTE	NORTE	ALTITUD (m.s.n.m)
390656	8970387	660

3.3. Ubicación de la investigación

Se ejecutó en el Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (BRUNAS) y en el Laboratorio Taller de Aprovechamiento y Maquinaria Forestal de la FRNR.

3.4. Zona de vida

Se clasifica como bosque muy húmedo Premontano Sub Tropical (bmh-PST) (HOLDRIDGE, 1987).

3.5. Características climáticas

Los datos siguientes fueron tomados de la Estación Meteorológica "José Abelardo Quiñones" y son:

Temperatura máxima	:	29,3° C
Temperatura mínima	:	19,5° C
Temperatura promedio anual	:	24,2° C
Precipitación promedio anual	:	3300mm
Humedad relativa	:	80%
Altitud	:	660 m.s.n.m.

3.6. Materiales y equipos

3.6.1. De estudio

- Cuatro árboles de “cetico” *Cecropia sciadophylla* Mart.
(Anexo Certificado 2 y Fotografía 3).

3.6.2 De campo

- Libreta de campo, lapicero
- Plumones indelebles
- Brújula Sunto
- GPS 12 XL (Garmin)
- 01 machete
- Lima triangular
- Cinta diamétrica
- 01 wincha de 50 m
- 01 wincha de 5 m
- 01 motosierra (Sthil 070)
- 01 cámara digital (Kodak)
- 01 lápiz de cera
- Formones
- 01 sierra disco
- 01 garlopa
- 01 cepilladora

3.6.3 De laboratorio

- 01 balanza digital (cc 1500g-QT, marca Adam Equipment)
- 01 balanza digital (cc 400g -TS, marca OHAUS)
- 01 calibrador digital (150mm - marca Stainless Hardened)
- 01 micrómetro (25-50mm - marca Mitutoyo)
- 02 reglas (30cm)
- Agua destilada
- 01 punzón
- 01 martillo de madera
- 01 soporte universal
- 01 vaso volumétrico
- 01 estufa eléctrica
- 01 desecador de laboratorio
- 01 pinza de metal
- Parafina

3.6.4. De gabinete

- Mapa del área en estudio
- Formato de registro de datos
- Papel - A4 80 g/cm²
- Bibliografía especializada
- Equipo de cómputo

3.7. Metodología

Se ejecutó de acuerdo a las Normas Técnicas Peruanas: Madera (Anexo Figura 4).

3.7.1. Selección de la zona de muestreo

La zona de muestreo y selección del área experimental, se realizó según la Norma Técnica Peruana (NTP 251.008:1980).

3.7.2. Selección de los árboles

La selección de los árboles se realizó de acuerdo a la Norma Técnica Peruana (NTP 251.008:1980). Se seleccionó al azar 4 árboles del área en estudio, teniendo en cuenta las siguientes características silviculturales: calidad de fuste y sanidad del árbol. Luego se tomó datos de altura total y comercial, diámetro a la altura del pecho (d.a.p). Finalmente a cada árbol seleccionado se hizo un raspado del fuste y a una altura visible, se marcó con plumón indeleble en los lados norte y sur (N, S) (Anexo Fotografía 5).

3.7.3. Colección de muestras de madera

La colección de muestras para los diferentes ensayos físicos se realizó de acuerdo a la Norma Técnica Peruana (NTP 251.008:1980). Las muestras se obtuvieron de cada nivel de fuste (base, medio, ápice) y se colectó muestras considerando la dirección norte y sur de la sección transversal del

árbol, tal como se muestra en la Figura 1. La colección de muestras comprende las siguientes actividades:

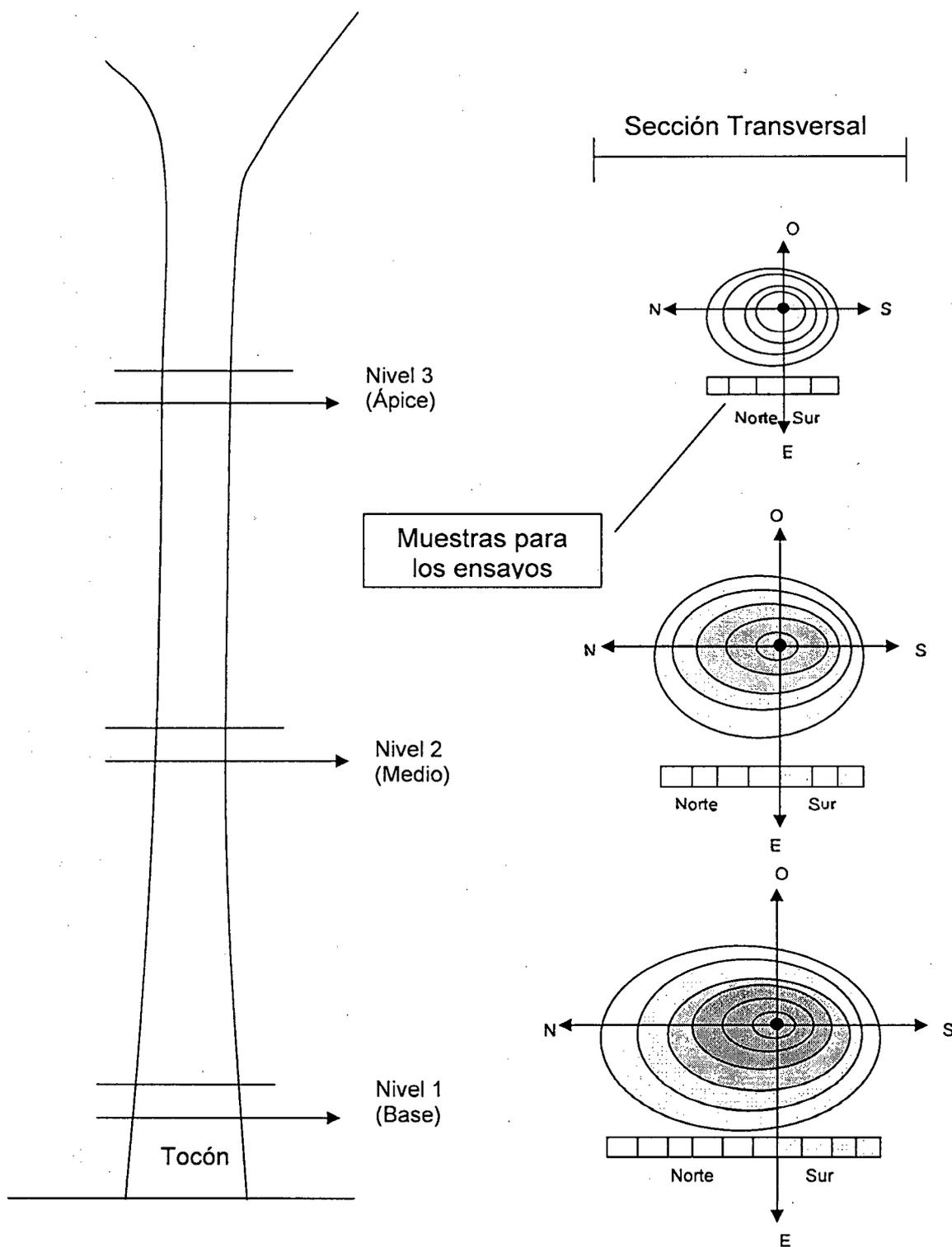


Figura 1. Colección de las muestras de madera dentro de un árbol.

a. Talado

Los árboles seleccionados fueron talados con motosierra, dándole una orientación adecuada a la dirección de caída (Anexo Fotografía 6).

b. Trozado y aserrío primario

Una vez talado los árboles, se procedió a seccionar el fuste del árbol a 1,30 m de longitud en tres niveles base, medio y ápice; marcando cada troza con una clave para poder diferenciar el código del árbol y el nivel de fuste al que pertenece (Anexo Fotografía 7).

c. Transporte

Se realizó con la ayuda de estibadores, el mismo que fue trasladado hacia el laboratorio taller de aprovechamiento y maquinaria forestal.

d. Aserrío primario

Se empleó motosierra y las trozas fueron aserradas longitudinalmente en tres secciones, obteniéndose un tablón central de 7 cm de espesor y dos tapas laterales (Anexo Fotografía 8).

e. Obtención de viguetas

Los tablones fueron reaserrados con el fin de obtener viguetas de distintas dimensiones y orientaciones de corte; para realizar los diferentes ensayos de propiedades físicas (Anexo Fotografía 9 y 10).

3.7.4. Estudio de las propiedades físicas de la madera

Para los ensayos físicos se emplearon Normas Técnicas Peruanas: Madera (Anexo Fotografía 11).

a. Método para determinar el contenido de humedad

La determinación del contenido de humedad se realizó por el método de secado en estufa, tal como lo menciona la Norma Técnica Peruana (NTP 251.010:2004).

- **Preparación de probetas**

Se preparó probetas de 3x3x10 cm. Se colectó por cada nivel del fuste (base, medio y ápice), de los cuales se tomó las probetas de la dirección norte y sur de la sección transversal al eje longitudinal del fuste, enumerándolas en orden creciente en dirección médula-corteza. Las probetas se prepararon en base a la Norma Técnica Peruana (NTP 251.010:2004).

- **Método**

Para la determinación del contenido de humedad (CH); se pesaron las muestras para obtener el peso húmedo (PH) y luego se colocaron en la estufa. Se aplicó un calentamiento gradual de 30 hasta alcanzar los 103 ± 2 °C, dejando las probetas a estas temperaturas no menos de 20 horas. Se retiraron las muestras de la estufa, se dejó enfriar por medio de un desecador y se pesaron, repitiéndose este proceso hasta obtener un peso constante, o sea el peso seco al horno (PSH).

Se calculó el contenido de humedad con la siguiente fórmula:

$$CH = \frac{PH - PSH}{PSH} \times 100$$

Donde:

CH = El contenido de humedad (%)

PH = Peso húmedo de la muestra (g)

PSH = Peso seco al horno (g)

b. Método para determinar la densidad

La densidad se determinó en base a la Norma Técnica Peruana (NTP 251.011:2004).

- **Preparación de probetas**

Se tomó las mismas probetas empleadas para la determinación del contenido de humedad.

- **Método**

La densidad se determinó en base a la Norma Técnica Peruana (NTP 251.011:2004), se pesó las probetas en estado saturado para obtener el peso húmedo (PH). El volumen húmedo (VH) se determinó en forma indirecta, sumergiendo la probeta en un peso conocido de agua sin tocar el fondo del recipiente y se registró el incremento de peso correspondiente, que representa el volumen desplazado por la probeta. Luego las probetas se colocaron en la estufa, seguidamente se aplicó un calentamiento gradual de 30 - 40 - 50 - 60 - 70 - 80 - 90 y 103 ± 2 °C, dejando las probetas a estas temperaturas no menor de 20 horas. Se retiró las probetas de la estufa, dejando enfriar en el desecador y se pesó. Se repitió el tratamiento hasta obtener peso constante; de esta forma se consiguió el peso seco al horno (PSH).

Posteriormente las probetas fueron parafinadas, para determinar el volumen seco al homo (VSH), en forma indirecta por inmersión en agua.

La densidad básica se determinó con la siguiente fórmula:

$$DB = \frac{PSH}{VH}$$

Donde:

DB = Densidad básica (g/cm³)

PSH = Peso seco al horno (g)

VH = Volumen húmedo o saturado (cm³)

c. Método para determinar la contracción

La contracción de la madera se determinó en base a la Norma Técnica Peruana (NTP 251.012:2004).

- **Preparación de las probetas**

Para realizar este ensayo se tomó las mismas probetas empleadas para la determinación del contenido de humedad.

- **Método**

Se determinó la contracción empleando la Norma Técnica Peruana (NTP 251.012:2004), elaboradas las probetas se procedió a marcar los puntos centrales de las caras tangencial (T), radial (R); seguidamente se tomó y registró las medidas de los puntos centrales; se secó las probetas lentamente en una estufa con ventilación adecuada, aumentando la temperatura gradualmente de 30 - 40 - 50 - 60 - 70 - 80 - 90 y 103±2 °C. se enfrió las

probetas en el desecador e inmediatamente se tomaron las dimensiones tangencial, radial y longitudinal.

La contracción total de la madera (desde húmeda a seco al horno), se calculó con la fórmula siguiente:

Contracción tangencial total (CT_t)

$$CT_t = \frac{dth - dtsh}{dth} X 100$$

Donde:

dth = Dimensión tangencial de la probeta húmeda en mm
(Contenido de humedad mayor de 30%).

$dtsh$ = Dimensión tangencial de la probeta seca al horno en mm (Contenido de humedad igual a 0%).

Contracción radial total (CR_t)

$$CR_t = \frac{drh - drsh}{drh} X 100$$

Donde:

drh = Dimensión radial de la probeta húmeda en mm
(Contenido de humedad mayor de 30%).

$drsh$ = Dimensión radial de la probeta seca al horno o anhidra
en mm (Contenido de humedad igual a 0%).

Contracción longitudinal total (CL_t)

$$CL_t = \frac{dlh - dlsh}{dlh} X 100$$

Donde:

dlh = Dimensión longitudinal de la probeta húmeda en mm
(Contenido de humedad mayor de 30%).

$dlsh$ = Dimensión longitudinal de la probeta seca al horno en
mm (Contenido de humedad igual a 0%).

Contracción volumétrica total (CV_t)

$$CV_t = \frac{Vh - Vsh}{Vh} X 100$$

Donde:

V_h = Volumen de la madera en condición húmeda en cm^3

(Contenido de humedad mayor del 30%).

V_{sh} = Volumen de la madera en condición seca al horno en cm^3

(Contenido de humedad igual a 0%).

3.8. Análisis estadístico

Los datos obtenidos fueron procesados mediante un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con unidades de muestreo, para lo cual se le asignó 3 tratamientos, 4 bloques y 2 unidades de muestreo.

3.8.1. Análisis de varianza (ANVA)

Cuadro 5. Análisis de varianza (ANVA)

F.V.	G.L
Bloque (árboles)	3
Tratamiento (niveles del fuste)	2
Error Experimental	6
Error de Muestreo	12
Total	23

3.8.2. Modelo estadístico

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij} + \lambda_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Es el resultado que se obtendrá en la k - ésimo unidad de muestreo, correspondiente a la unidad experimental del j - ésimo árbol, a la cual se le asignó el i - ésimo nivel del fuste.

μ = Efecto de la media general.

τ_i = Efecto del i - ésimo nivel del fuste.

β_j = Efecto del j - ésimo árbol.

ε_{ij} = Es el efecto aleatorio del error experimental asociado a dicha observación, perteneciente al j - ésimo árbol, a la cual se le asignó el i - ésimo nivel del fuste.

λ_{ijk} = Es el efecto aleatorio del error de muestreo obtenido en la k - ésima unidad de muestreo, del j - ésimo árbol a la cual se le asignó el i - ésimo nivel del fuste.

Para:

i = 1, 2, 3 niveles del fuste.

j = 1, 2, 3, 4, árboles.

k = 1 y 2 direcciones (norte y sur) de la sección transversal del eje longitudinal del fuste del árbol.

Donde:

i = 1, 2, 3 Tratamientos

j = 1, 2, 3, 4, Bloques o repeticiones

k = 1 y 2 Unidades de muestreo

3.8.3. Prueba estadística

Se realizó la prueba de Tuckey con un nivel de significancia de 5%.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Determinación del contenido de humedad

En el Cuadro 6, del análisis de variancia para el contenido de humedad expresado en porcentajes (%) evaluados en cada uno de los niveles del fuste (base, medio y ápice) en la fuente de variación, se observa alta significación estadística, con un coeficiente de variación de 19,76 % considerado según CALZADA (1996) como coeficiente "Bueno".

Cuadro 6. Análisis de variancia para el contenido de humedad en porcentaje por cada nivel del fuste.

FUENTE DE VARIACION	GL	SC	CM		Fcal
Repeticiones	3	4531.591	1510.530	NS	1.01
Tratamientos	2	193217.809	96608.904	**	64.36
Error experimental	6	9006.187	1501.031	NS	0.98
Error de muestreo	12	18290.542	1524.212		
TOTAL	23	225046.129			

CV = 19,76%

Promedio = 138,67%

NS = No significativo

** = Significativo a un nivel de probabilidad 99% ($p < 0.01$)

El resultado promedio (138,67 %) del contenido de humedad obtenido en el "cetico" *Cecropia sciadophylla* Mart. son valores aproximados a los encontrados en las especies de peine de mono y la cascarilla que presentaron contenido de humedad de 128,65 % y 118,42 % (BABILONIA, 1998); sin embargo, respecto a los resultados encontrados en las especies de aceite caspi y cumala blanca que presentaron contenido de humedad de 90,57 % y 80,71 % (BRAVO, 1998), muestran una ligera variación.

Las diferencias encontradas en el contenido de humedad entre los niveles de fuste son propias de cada especie, las mismas que presentan en sus propiedades físicas y mecánicas; así mismo presentan diferenciaciones entre los árboles de la misma especie, debido a los sitios donde se desarrollan; así como los diferentes factores tales como: edad, diámetro, altura, diferenciación en las fibras y anillos de crecimiento (HOHEISEL, 1981).

Por otro lado las características del comportamiento de la madera, están influenciadas por el contenido de humedad de forma determinante en la concepción de procesos tales como el aserrado, desenrollo, cepillado, encolado, barnizado, durabilidad, resistencia, peso y sobre todo en sus dimensiones, hinchándose cuando gana humedad y mermando cuando la pierde (VIGNOTE Y JIMÉNEZ, 1996).

En el Cuadro 7 y la Figura 2 de la prueba de significación de Tuckey para el contenido de humedad por cada nivel del fuste en promedio, se observa que el Nivel-1 (T-1) presenta un contenido de humedad de 265,54 %, tres veces más que los Niveles 2 y 3 (T-2 y T-3), que presentaron 77,07 % y

73,39 % de contenido de humedad, respectivamente; mostrando diferencias significativas en cada uno de los niveles de fuste. Al respecto (KOLLMANN, 1970) menciona que el contenido de agua en el árbol varía según la altura, el radio del tronco y la temporada del año; así mismo podemos mencionar que los árboles jóvenes contienen mayor humedad y sus variaciones durante el año son mayores que en los árboles viejos.

Cuadro 7. Prueba de significación de Tuckey ($\alpha=0.05$) para los promedios de contenido de humedad por cada nivel del fuste en *Cecropia sciadophylla* Mart.

O.M.	TRATAMIENTO	PROMEDIO	SIGNIFICACIÓN
1	Nivel – 1 (T-1)	265,54	a
2	Nivel – 2 (T-2)	77,07	b
3	Nivel – 3 (T-3)	73,39	b

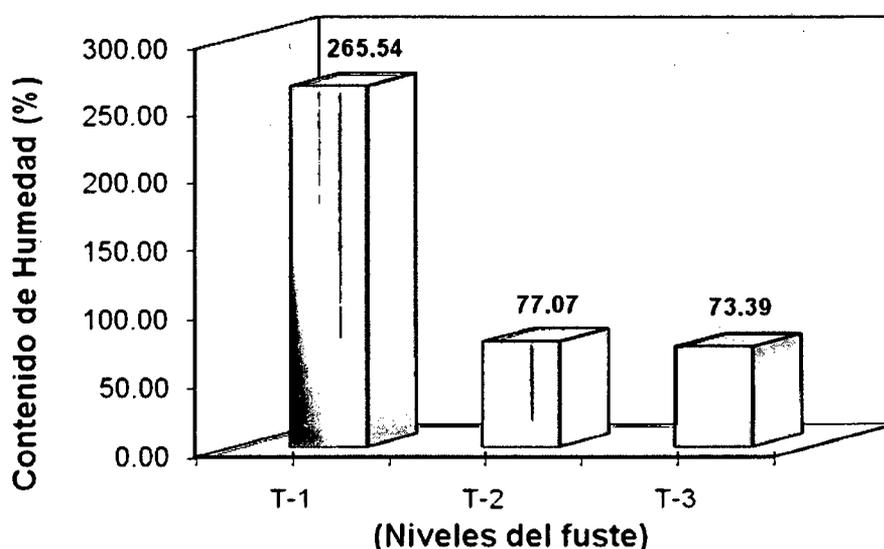


Figura 2. Promedio de contenido de humedad en % por cada nivel del fuste en *Cecropia sciadophylla* Mart.

4.2. Determinación de la densidad

4.2.1. Densidad básica

En el Cuadro 8 del análisis de variancia para la densidad básica evaluada en los tres niveles del fuste, se observa diferencias estadísticas significativas, con un coeficiente de variación de 9,46 % considerado según CALZADA (1996) como coeficiente "Excelente".

Cuadro 8. Análisis de variancia para la densidad básica en g/cm^3 por cada nivel del fuste.

FUENTE DE VARIACION	GL	SC	CM		Fcal
Repeticiones	3	0.033	0.011	*	6.09
Tratamientos	2	0.026	0.013	*	7.15
Error experimental	6	0.011	0.002	NS	1.95
Error de muestreo	12	0.011	0.001		
TOTAL	23	0.081			

CV= 9,46%

Promedio = $0,32 \text{ g/cm}^3$

NS= No significativo

* = Significativo a un nivel de probabilidad 95% ($p < 0.05$)

El resultado del promedio ($0,32 \text{ g/cm}^3$) de la densidad básica obtenido en el "cetico" *Cecropia sciadophylla* Mart. es menor a las densidades encontradas en las especies de "higuerilla negra" *Micrandra spruceana* ($0,40 \text{ g/cm}^3$), "ubos" *Spondias mombin* ($0,35 \text{ g/cm}^3$), "pashaco" *Macrolobium*

acaciaefolium (0,40 g/cm³) y "marupa" *Simarouba amara* (0,36 g/cm³) (PROMPEX, 2008; CNM. 1994); sin embargo se encontró menor densidad respecto a la especie "huamanzamana" *Jacaranda copaia* que presentó una densidad básica de 0,31 g/cm³ (PROMPEX, 2008) (Anexo 12).

La densidad encontrada en el "cético" *Cecropia sciadophylla* Mart. según la clasificación de la madera Cuadro 1 se ubica dentro del Grupo II, considerado como densidad Baja (B), al respecto se menciona que en las maderas generalmente poseen buenas propiedades para el trabajo con maquinarias en la carpintería y esta relacionado a la densidad; se indica regular en cuanto a su contracción, presentando baja resistencia mecánica y baja durabilidad natural, que puede mejorarse mediante el tratamiento con productos químicos. Este tipo de maderas por sus propiedades tecnológicas pueden ser utilizados en cajonería liviana, moldurado, revestimiento y laminado (ARÓSTEGUI, 1982).

En el Cuadro 9 y la Figura 3 de la prueba de significación de Tuckey para la densidad básica por cada nivel del fuste en promedio, se observa que el Nivel-3 (T-3) y Nivel-1 (T-1) muestran diferencias estadísticas significativas; sin embargo, el Nivel-3 (T-3) no muestran diferencias estadísticas con los niveles 2 y 1 (T-2 y T-1); estos resultados nos indican que la densidad básica depende de la ubicación en los niveles del fuste. Por otro lado, la mayoría de las propiedades de la madera, sobre todo la fuerza y la rigidez, dependen de la densidad. Las especies relativamente densas son

duras y fuertes, debido a que contienen gran parte de sustancias en la pared celular (ÁLVAREZ Y FERNÁNDEZ, 1992).

Cuadro 9. Prueba de significación de Tuckey ($\alpha=0.05$) para los promedios de densidad básica por cada nivel del fuste en *Cecropia sciadophylla* Mart.

O.M.	TRATAMIENTO	PROMEDIO	SIGNIFICACIÓN
1	Nivel – 3 (T-3)	0,36	a
2	Nivel – 2 (T-2)	0,31	a b
3	Nivel – 1 (T-1)	0,28	b

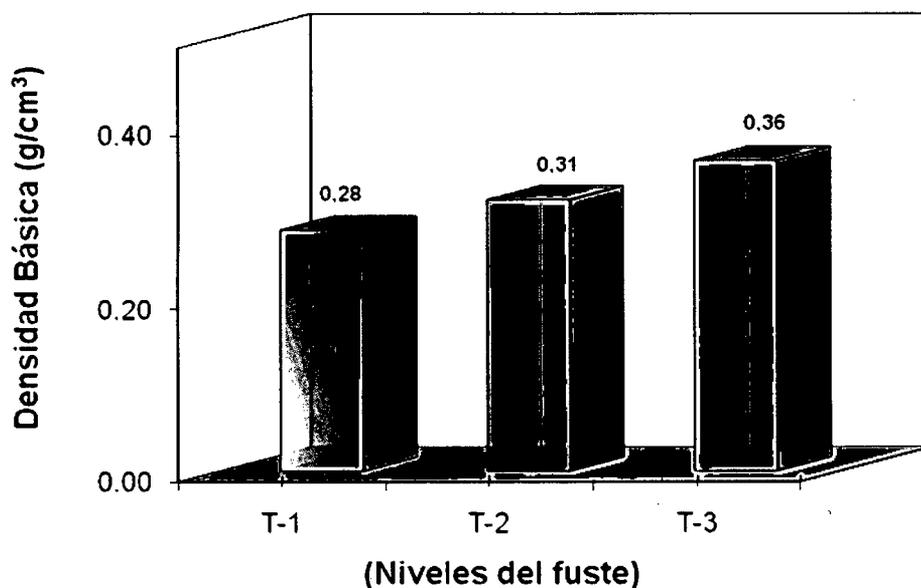


Figura 3. Promedio de densidad básica por cada nivel del fuste en *Cecropia sciadophylla* Mart.

Así mismo, se menciona que en madera seca, su densidad indica la cantidad aproximada de espacios libres o cavidades celulares, disponibles

para contener líquidos, en consecuencia, cuanto mayor es la amplitud de las cavidades celulares (lúmenes) menor será su densidad y mayor la absorción que pueda lograrse en la madera (ARÓSTEGUI Y VALENZUELA, 1984).

4.3. Determinación de la contracción

4.3.1. Contracción Radial total (CR_t)

En el Cuadro 10 del análisis de variancia para la contracción radial total en los tres niveles del fuste, se observa que no existe diferencias estadísticas significativas y un coeficiente de variación de 12,50 % considerado según CALZADA (1996) como coeficiente "Muy bueno".

Cuadro 10. Análisis de variancia para la contracción radial total (%) por nivel del fuste.

FUENTE DE VARIACION	GL	SC	CM		Fcal
Repeticiones	3	3.628	1.209	*	5.28
Tratamientos	2	0.019	0.009	NS	0.04
Error experimental	6	1.374	0.229	NS	1.02
Error de muestreo	12	2.688	0.224		
TOTAL	23	7.709			

CV= 12,50%

Promedio= 2,71%

NS= No significativo

* = Significativo a un nivel de probabilidad 95% ($p < 0.05$)

Los resultados de la contracción radial total en promedio (2,71%) obtenidas en el “cetico” *Cecropia sciadophylla* Mart. esta dentro del rango de contracción radial conseguidos en las especies “huamanzamana” *Jacaranda copaia*, “ubos” *Spondias mombin*, “pashaco” *Macrolobium acaciaefolium*, “marupa” *Simarouba amara* y “higuerilla negra” *Micranda spruceana*, que presentaron contracción radial de 5,4%; 3,18%; 3,70%; 2,91% y 3,43%; respectivamente (PROMPEX, 2008; CNM. 1994) (Anexo 12).

Estos resultados nos indican que la contracción y expansión de la madera son los cambios dimensionales que sufre la madera como consecuencia del cambio de su contenido de humedad por debajo del punto de saturación de las fibras. Así mismo se debe principalmente a la pérdida o entrada del agua higroscópica en la estructura celulósica de la pared celular; donde el agua libre no tiene ninguna influencia en estos cambios (ARÓSTEGUI, 1982).

En el Cuadro 11 y la Figura 4 de la prueba de significación de Tuckey para la contracción radial total (%) por cada nivel del fuste en promedio, se observa que los niveles (tratamientos) en estudio no muestran diferencias estadísticas; estos resultados nos indican que la contracción radial total es similar en toda la longitud del fuste en la especie del “cetico” *Cecropia sciadophylla* Mart.

Cuadro 11. Prueba de significación de Tuckey ($\alpha=0.05$) para los promedios de la contracción radial total (%) en *Cecropia sciadophylla* Mart.

O.M.	TRATAMIENTO	PROMEDIO	SIGNIFICACIÓN
1	Nivel – 2 (T-2)	2,74	a
2	Nivel – 1 (T-1)	2,71	a
3	Nivel – 3 (T-3)	2,67	a

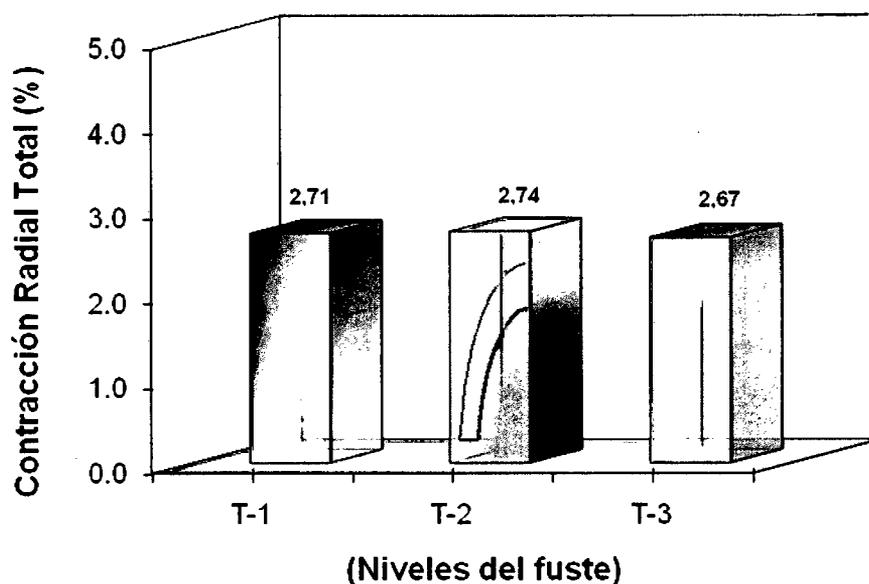


Figura 4. Promedio de la contracción radial total (%) por cada nivel del fuste en *Cecropia sciadophylla* Mart.

Sin embargo, podemos señalar que la contracción y la expansión de la madera presentan cambios dimensionales tanto en el sentido radial, tangencial y longitudinal, que sufre la madera como consecuencia del cambio en su contenido de humedad por debajo del punto de saturación de las fibras; así mismo, la causa de estos cambios dimensionales se debe principalmente a

la pérdida o entrada del agua higroscópica entre la estructura celulósica de la pared celular (ARÓSTEGUI, 1982).

Así mismo, podemos mencionar que la madera densa tiende a contraerse porque carece de espacios en las cavidades celulares (lúmenes), ocurriendo lo contrario en maderas que presentan menor densidad (ÁLVAREZ y FERNÁNDEZ, 1992).

4.3.2. Contracción Tangencial total (CT_t)

En el Cuadro 12 del análisis de variancia para la contracción tangencial total en los tres niveles del fuste, se observa que existen diferencias estadísticas significativas y un coeficiente de variación de 5,79% considerado según CALZADA (1996) como coeficiente "Excelente".

Cuadro 12. Análisis de variancia para la contracción tangencial total (%) por cada nivel del fuste

FUENTE DE VARIACION	GL	SC	CM		Fcal
Repeticiones	3	6.092	2.031	NS	4.40
Tratamientos	2	5.816	2.908	*	6.31
Error experimental	6	2.767	0.461	NS	0.33
Error de muestreo	12	16.850	1.404		
TOTAL	23	31.525			

CV= 5,79%

Promedio = 8,29%

NS= No significativo

* = Significativo a un nivel de probabilidad 95% ($p < 0.05$)

Los resultados de la contracción tangencial total en promedio (8,29%) obtenidas en el "cetico" *Cecropia sciadophylla* Mart. esta dentro del rango de contracción tangencial conseguidos en las especies "huamanzamana" *Jacaranda copaia*, "pashaco" *Macrolobium acaciaefolium*, "higuerilla negra" *Micranda spruceana*, "ubos" *Spondias mombin*, "marupa" *Simarouba amara* y que presentaron contracción tangencial de 8,20%; 7,00%; 6,75%; 7,44% y 6,95%; respectivamente (PROMPEX, 2008; CNM. 1994) (Anexo 12).

Según la clasificación de la madera Cuadro 3, la relación de contracción tangencial y radial encontradas en el "cetico" *Cecropia sciadophylla* Mart. se ubica dentro del Grupo V, que presenta un rango (T/R) mayor de 3,1% mostrando una clasificación de Muy Alta (MA) y estabilidad Muy Inestable (MI) (ARÓSTEGUI, 1982). El mismo que permitirá predecir si la madera sufrirá agrietamientos, torceduras u otros defectos durante el secado (JUNAC, 1984).

En el Cuadro 13 y la Figura 5 de la prueba de significación de Tuckey para la contracción tangencial total (%) para cada nivel del fuste en promedio, se observa que entre los niveles 1 y 3 (T-1 y T-3) existe diferencias estadísticas significativas; sin embargo, el Nivel-1 (T-1) no muestran diferencias estadísticas con el Nivel-2 (T-2); así mismo entre los niveles 2 y 3 (T-2 y T-3) no se encontró diferencias significativas. Estos resultados nos indican que la

contracción tangencial total depende de la ubicación en los niveles del fuste (JUNAC, 1984).

Cuadro 13. Prueba de significación de Tuckey ($\alpha=0.05$) para los promedios de la contracción tangencial total (%) en *Cecropia sciadophylla* Mart.

O.M.	TRATAMIENTO	PROMEDIO	SIGNIFICACIÓN
1	Nivel – 1 (T-1)	8,93	a
2	Nivel – 2 (T-2)	8,23	a b
3	Nivel – 3 (T-3)	7,73	b

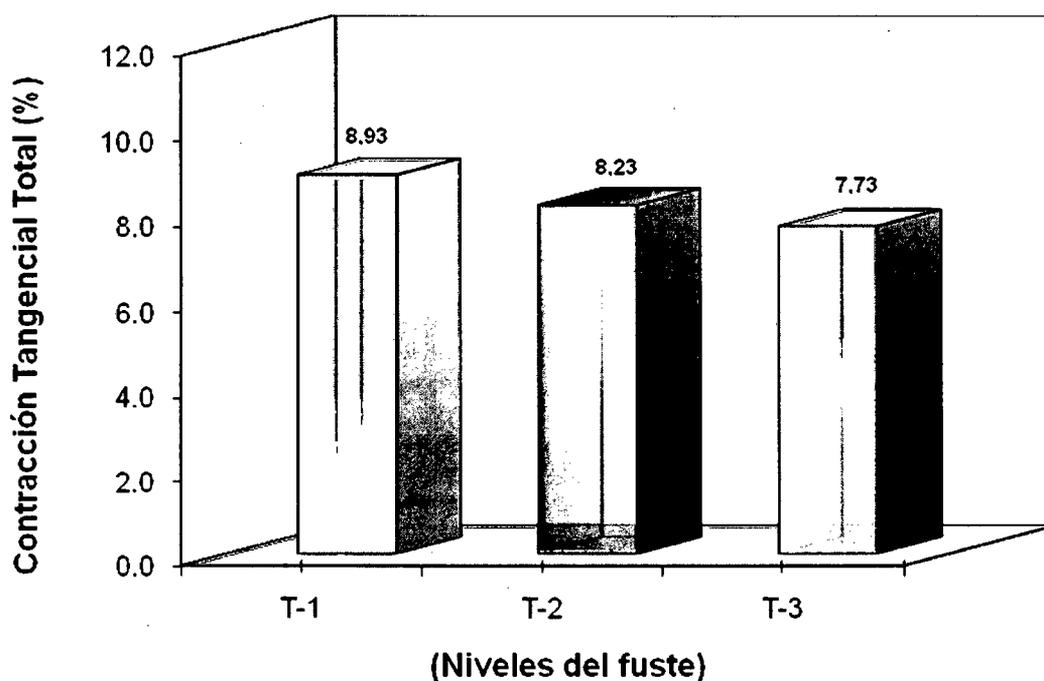


Figura 5. Promedio contracción tangencial total (%) por cada nivel del fuste en *Cecropia sciadophylla* Mart.

Sin embargo (TUSET, 1981) menciona que la contracción en la dirección tangencial es siempre más importante que la contracción radial y más característico del comportamiento de una madera en cuanto a estabilidad durante el proceso de secado. Así mismo, (BABILONIA, 1998) menciona que la contracción radial es menor respecto a la contracción tangencial en cualquier especie forestal.

4.3.3. Contracción Volumétrica total (CV_t)

En el Cuadro 14 del análisis de variancia para la contracción volumétrica total en los tres niveles del fuste, se observa que no existe diferencias estadísticas significativas, y un coeficiente de variación de 7,57% considerado según CALZADA (1996) como coeficiente "Excelente".

Cuadro 14. Análisis de variancia para la contracción volumétrica total (%) por cada nivel del fuste.

FUENTE DE VARIACION	GL	SC	CM		Fcal
Repeticiones	3	20.981	6.994	*	5.89
Tratamientos	2	9.865	4.933	NS	4.15
Error experimental	6	7.123	1.187	NS	0.55
Error de muestreo	12	26.041	2.170		
TOTAL	23	64.010			

CV= 7,57%

Promedio =10,17%

NS= No significativo

* = Significativo a un nivel de probabilidad 95% ($p < 0.05$)

Los resultados de la contracción volumétrica total en promedio (10,17%) obtenidas en el "cetico" es mayor a la contracción volumétrica encontrados en las especies "ubos" *Spondias mombin*, "higuerilla negra" *Micranda spruceana* y "marupa" *Simarouba amara* que presentaron valores de 10,00%; 8,92% y 8,6% (PROMPEX, 2008; CNM. 1994); pero menores que la especies de "huamanzamana" *Jacaranda copaia* y "pashaco" *Macrolobium acaciaefolium*, que presentaron contracción volumétrica de 13,9% y 10,4%; respectivamente (PROMPEX, 2008) (Anexo 12).

La contracción volumétrica total encontrada en el "cetico" *Cecropia sciadophylla* Mart. según la clasificación de la madera Cuadro 2 se ubica dentro del Grupo III, que tiene un rango de 10,1 a 13% presentando una clasificación Media (M) (ARÓSTEGUI, 1982).

En el Cuadro 15 y la Figura 6 de la prueba de significación de Tuckey para la contracción volumétrica total (%) y por cada nivel del fuste en promedio, se observa que los niveles (tratamientos) en estudio no muestran diferencias estadísticas; estos resultados nos indican que la contracción volumétrica es similar en toda la longitud del fuste que presenta el "cetico" *Cecropia sciadophylla* Mart.

Cuadro 15. Prueba de significación de Tuckey ($\alpha=0.05$) para los promedios de la contracción volumétrica total (%) en *Cecropia sciadophylla* Mart.

O.M.	TRATAMIENTO	PROMEDIO	SIGNIFICACIÓN
1	Nivel – 1 (T-1)	11,08	a
2	Nivel – 2 (T-2)	9,81	a
3	Nivel – 3 (T-3)	9,64	a

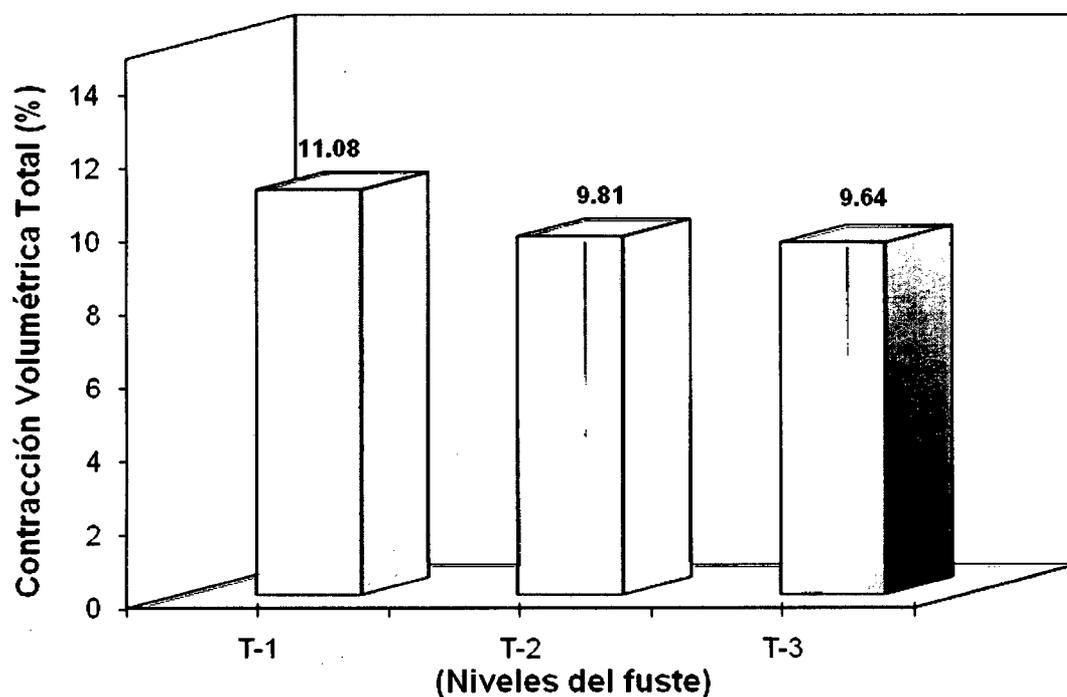


Figura 6. Promedio de la contracción volumétrica total (%) por cada nivel del fuste en *Cecropia sciadophylla* Mart.

4.3.4. Contracción Longitudinal total (CL_t)

En el Cuadro 16 del análisis de variancia para la contracción longitudinal total en los tres niveles del fuste, donde los datos fueron transformados a $\sqrt{\text{Arcoseno}}$, se observa que no existen diferencias estadísticas significativas; sin embargo se encontró diferencias significativas entre las repeticiones.

Cuadro 16. Análisis de variancia para la contracción longitudinal total (%) por cada nivel del fuste. Datos transformados a $\sqrt{\text{Arcoseno}}$.

FUENTE DE VARIACION	GL	SC	CM		Fcal
Repeticiones	3	13.797	4.599	*	7.29
Tratamientos	2	5.384	2.692	NS	4.27
Error experimental	6	3.787	0.631	NS	0.58
Error de muestreo	12	13.037	1.086		
TOTAL	23	36.005			

CV= 20,12%

Promedio =0,28%

NS= No significativo

* = Significativo a un nivel de probabilidad 95% (p< 0.05)

El coeficiente de variación es de 20,12% según la escala de calificación según CALZADA (1996) es considerado coeficiente "Bueno".

Los resultados encontrados nos indican que la contracción longitudinal total en la especie "cetico" *Cecropia sciadophylla* Mart. son

homogéneos todo el fuste presentando una variación dependiendo del habitat donde se desarrolla la especie.

En el Cuadro 17 y la Figura 7 de la prueba de significación de Tuckey para la contracción longitudinal total (%) para cada nivel del fuste en promedio, se observa que los tres niveles (tratamientos) en estudio no muestran diferencias estadísticas; sin embargo, según el orden de merito el Nivel-1 presentó mayor promedio con 0,41 %, seguido de los niveles 2 y 3 con valores de 0,24 % y 0,21%; estos resultados nos indican que la contracción longitudinal total es similar en toda la longitud del fuste en la especie "cetico".

Cuadro 17. Prueba de significación de Tuckey ($\alpha=0.05$) para los promedios de contracción longitudinal total (%) en *Cecropia sciadophylla* Mart.

O.M.	TRATAMIENTO	PROMEDIO	SIGNIFICACIÓN
1	Nivel – 1 (T-1)	0,41	a
2	Nivel – 2 (T-2)	0,24	a
3	Nivel – 3 (T-3)	0,21	a

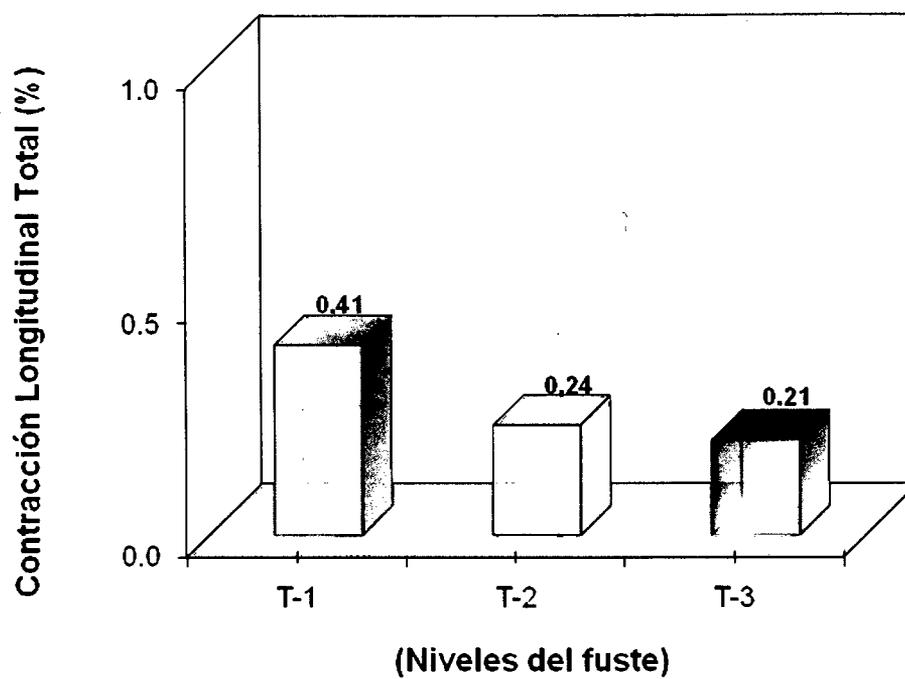


Figura 7. Promedio de contracción longitudinal total (%) para cada nivel del fuste en *Cecropia sciadophylla* Mart.

V. CONCLUSIONES

1. El contenido promedio de humedad encontrado en el "cetico" *Cecropia sciadophylla* Mart. fue de 138,67 %, encontrándose diferencias estadísticas altamente significativas entre los niveles del fuste, siendo el primer nivel del fuste el que mayor porcentaje de humedad alcanzó.
2. La densidad básica promedio es de 0,32 g/cm³; encontrándose diferencias significativas entre los niveles del fuste para la densidad básica; siendo el tercer nivel del fuste el que mayor densidad básica obtuvo.
3. La contracción promedio total: radial, tangencial, volumétrica y longitudinal, encontrado en la especie "cetico" *Cecropia sciadophylla* Mart. son: 2,71%, 8,29%, 10,17%, 0,28% respectivamente; encontrándose diferencias significativas para la contracción tangencial. Sin embargo, no se encontraron variaciones en el fuste para las variables contracción radial, volumétrica y longitudinal.

VI. RECOMENDACIONES

1. Realizar trabajos similares en diferentes especies de selva baja y alta, a fin de poder generar un banco de datos en especies forestales.
2. Considerar en los trabajos experimentales en las especies a evaluarse, otras características como las propiedades físicas, mecánicas y tecnológicas.
3. Considerar la presente tesis como aporte en la investigación de la tecnología de maderas tropicales.
4. Promocionar al "cetico" a nivel industrial para la obtención de pulpa para papel, cajonería liviana, moldurado, revestimiento; así como también para usos medicinales.

ABSTRACT

The investigation was carried out in the Reserved Forest of the Agrarian National University of the Forest (BRUNAS) and the Laboratory Shop of Use and Forest Machinery of the FRNR, located in the district of Rupa Rupa, County of Leoncio Prado, Department of Huanuco, with temperature and precipitation averages yearly of 24,2 °C and 3300 mm, humidity relative 80% and to 695 msnm. The objectives were to determine the content of humidity, basic density and the dimensional changes in the base, half and apex of the shaft in the species *Cecropia sciadophylla* Mart. "cetico". They were used the design of Complete Blocks Randomizado (DBCR) with sampling units. The results obtained for the content average of humidity and the basic density were of 138,67% and 0,32 g/cm³; while the radial, tangential, volumetric and longitudinal total contraction, on the average they presented 2,71%, 8,29%, 10,17% and 0,28%; being significant differences for the radial contraction; however they were not variations in the shaft for the variable volumetric and tangential contraction.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ÁLVAREZ, H. y FERNÁNDEZ, J. 1992. Fundamentos Teóricos del Secado de la Madera. Madrid. 190 p.
- ARÓSTEGUI, A. 1982. Recopilación y Análisis de Estudios Tecnológicos de Maderas Peruanas. Documento de trabajo N° 2. Proyecto PNUD/FAO/PER/81/002. Lima, Perú. 57 p.
- ARÓSTEGUI, A. y VALENZUELA, W. 1984. Influencia de los Elementos Xilemáticos en las Propiedades Físico – Mecánicas de 45 Maderas del Perú. Revista Forestal del Perú. Vol. XII. 72 p.
- BABILONIA, E. 1998. Influencia de las Propiedades Físicas y Características Anatómicas en los Usos de *Apeiba membranaceae* S. ex B. y *Cinchona micrantha* R. et P. Tesis Ing. Recursos Naturales Renovables. Tingo María, Perú. 70 p.
- BRAVO, L. 1998. Relación entre las características anatómicas y propiedades físicas de *Scheffera morototoni* (Aublet). Maguire et al. y *Virola pavanis*. (A. DC.). A. C. Smith. Tesis Ing. Recursos Naturales Renovables. Tingo María, Perú. 74 p.
- CALZADA, J. 1996. Métodos estadísticos para investigación. 5^{ta} Edición. Lima, Perú. 640 p.
- CNM. 1994. Compendio de Información Técnica de 32 Especies Forestales. Lima, Perú. 146 p.

- CRONQUIST, A; GLEASON, A. 1991. Manual of the vascular plants of northeastern United States and adjacent Canada. 2° ed. New York Botanical Garden, Bronx, New York, USA. [En línea]: Conabio, (<http://www.conabio.gob.mx>, 17 Set. 2008).
- DELGADO, G. 1981. Propiedades de la Madera. Universidad Nacional de los Andes. Escuela de Ingeniería Forestal. Mérida, Venezuela. 67 p.
- GONZALES, R. 1996. Secado de la Madera. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima, Perú. 164 p.
- GRIGORIEV, M. 1985. Estudio de Materiales para Ebanistas y Carpinteros. Editorial Mir-Moscu. 246 p.
- HOHEISEL, H. 1981. Estipulaciones para los Ensayos de Propiedades Físicas y Mecánicas de la Madera. Universidad Nacional de los Andes. Facultad de Ciencias Forestales. Mérida, Venezuela. 51 p.
- HOLDRIDGE, L. 1987. Ecología Basada en Zonas de Vida. San José de Costa Rica. 216p.
- JUNAC. 1982. Manual del Grupo Andino para la Preservación de las Maderas. Proyecto Sub Regional de Promoción Industrial de la Madera para la Construcción (PRID-MADERA). Lima, Perú.
- JUNAC. 1984. Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino. 3^{era} Edición. PADT-REFORT. Lima, Perú. 1-20 p.
- KOLLMANN, F. 1970. Tecnología de la Madera y sus aplicaciones. Madrid, España. 6 -18 p.
- MORALES, L. 2008. Dendrología de la Familia CECROPIACEAE. Universidad Nacional de Colombia. [En línea]: Conservación,

(<http://www.conservacion.unalmed.edu.co/documentos/doc9.pdf+cecropiaceae>, 22 Mar. 2008).

NPT 251.008:1980. MADERAS. Selección y colección de muestras. Lima, Perú. 11p.

NPT 251.010:2004. MADERA. Método para determinar el contenido de humedad. 2a. ed. Lima, Perú. 13p.

NPT 251.011:2004. MADERAS. Método de determinación de la densidad. 2a. ed. Lima, Perú. 9p.

NPT 251.012:2004. MADERAS. Método de determinación de la contracción. 2a. ed. Lima, Perú. 6p.

PROMPEX. 2008. Perú maderas. [En línea]: Prompex maderas del Perú, ([http:// www.prompexmaderasdelperu.com.pe/32especies/pdf/92p](http://www.prompexmaderasdelperu.com.pe/32especies/pdf/92p), 18 Agost. 2008).

REVISTA PERÚ BIOLÓGICO. 2008. El libro rojo de las plantas endémicas del Perú: Blanca León et al. Facultad de Ciencias Biológicas UNMSM. [En línea]: UNMSM, ([http:// unmsm. edu. Pe / bvrevistas / biologia / v13n 2 / pdf cecropiaceae](http://unmsm.edu.pe/bvrevistas/biologia/v13n2/pdf_cecropiaceae), 15 Mar. 2008).

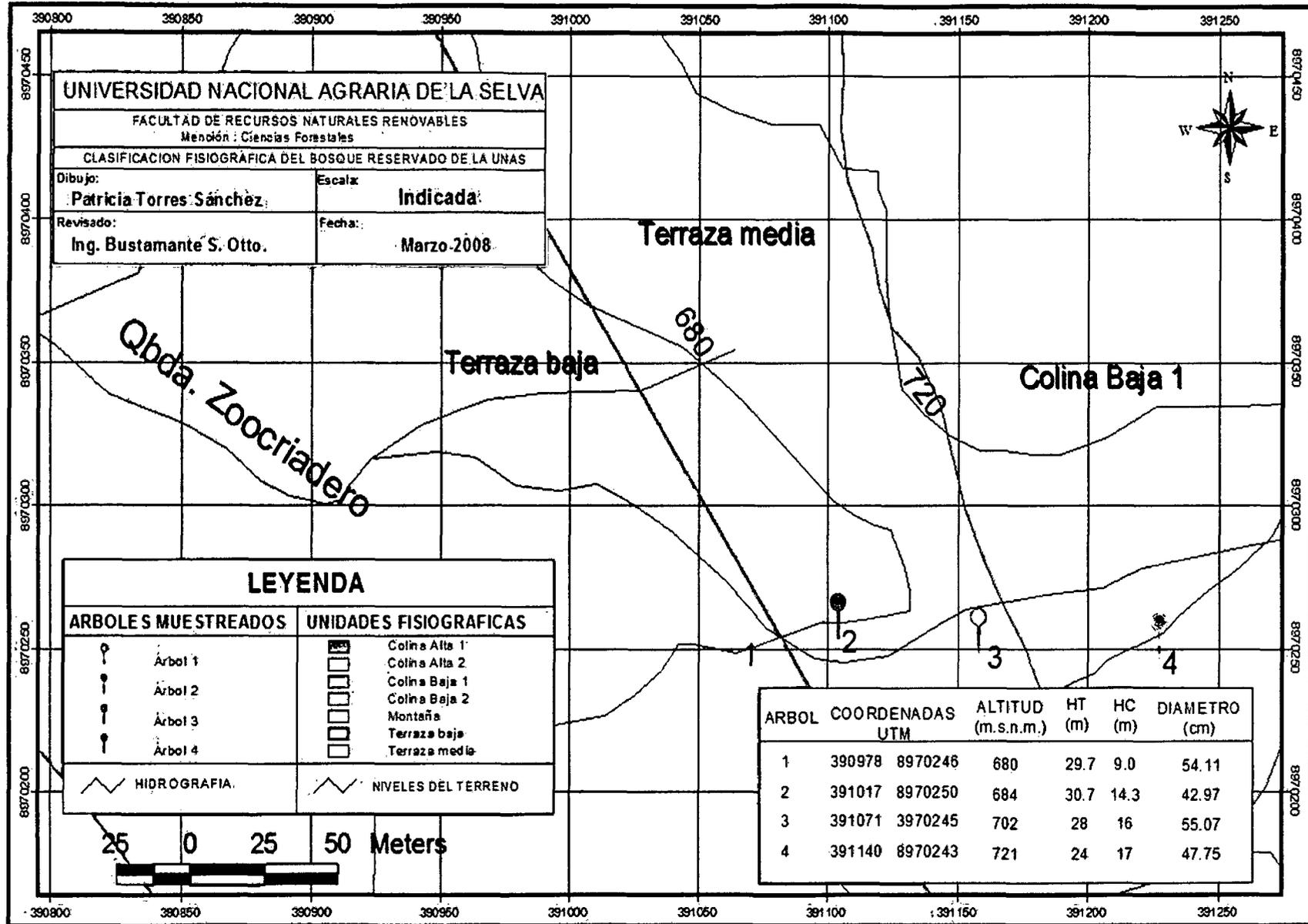
RODRÍGUEZ, J. 1998. Patología de la Madera. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Montes. Ediciones Mundi, Prensa. 349 p.

TUSET, R. 1981. Manual de Maderas Comerciales, Equipos y Procesos de Comercialización. Edit. Hemisferio Sur. Montevideo, Uruguay. 36

VIGNOTE, S. y JIMÉNEZ, F. 1996. Tecnología de la Madera. Madrid, Es 93 -115 p.

ANEXOS

Mapa 1. Ubicación de los árboles de *Cecropia sciadophylla* Mart.





EL QUE SUSCRIBE PROFESOR DEL CURSO DE DENDROLOGIA

CERTIFICA

Que la muestra dendrológica colectada en el Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, para la ejecución de Tesis por el Bach. Miguel A. Ruesta Carrasco, pertenece a la especie forestal: *Cecropia sciadophylla* Mart. De la familia CECROPIACEAE.

Se expide el presente certificado a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.



Tingo María, 21 de Octubre del 2008


Ing. Warren Rios García
Profesor de Dendrologia-UNAS



Fotografia 3. *Cecropia sciadophylla* Mart.

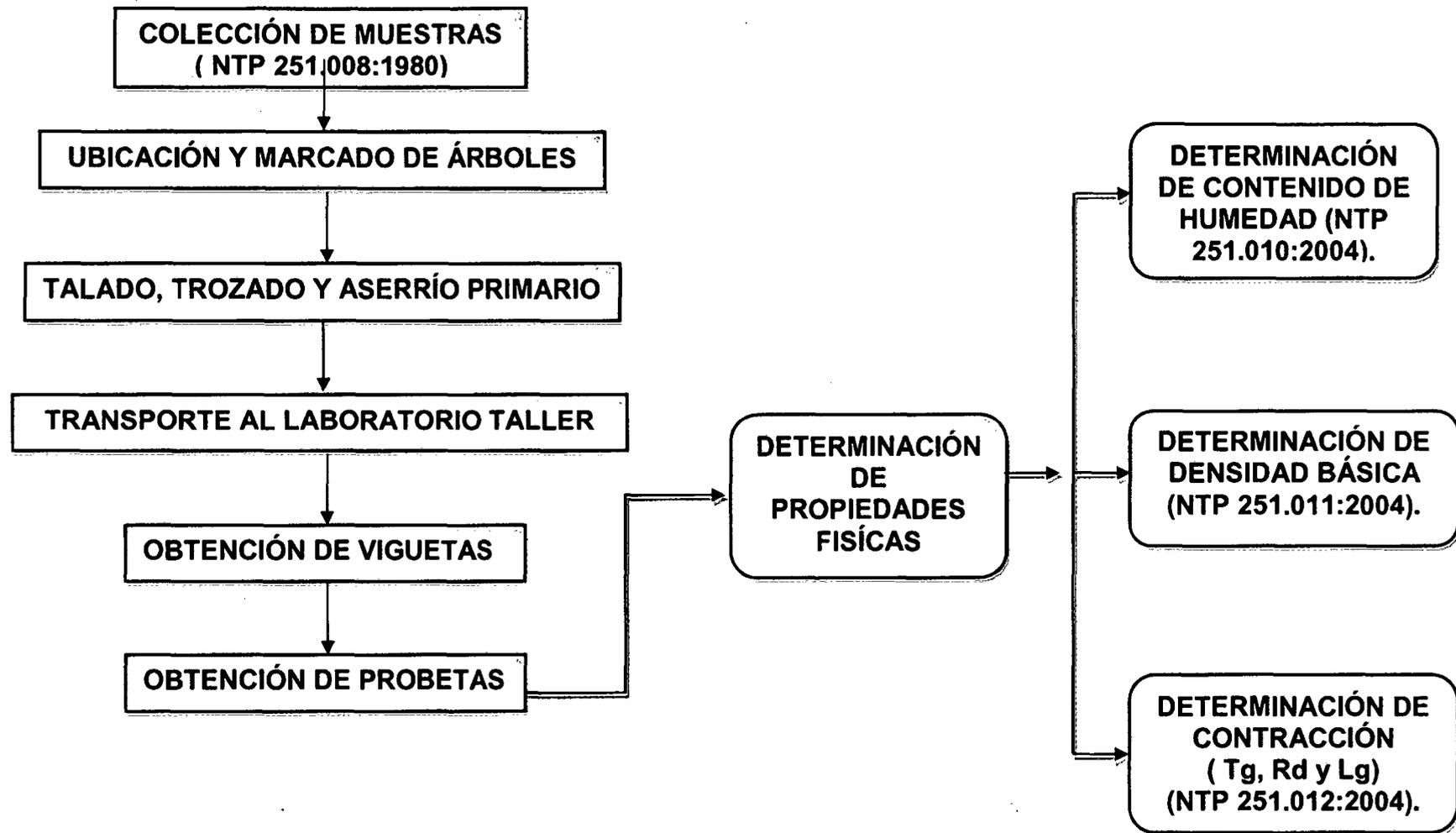
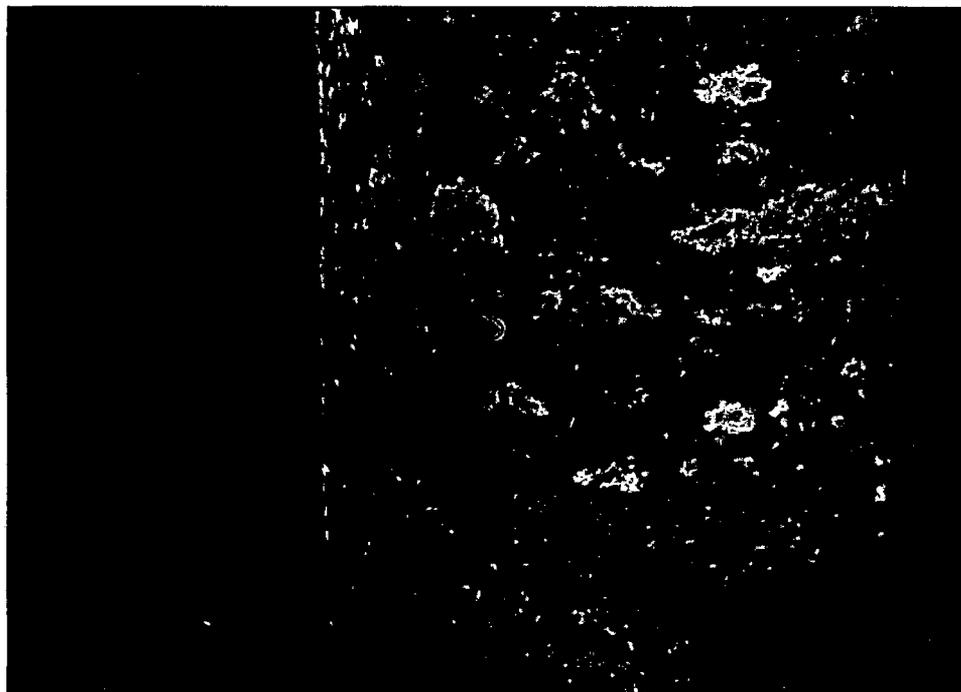


Figura 4. Flujograma del procedimiento de la determinación de propiedades físicas.



Fotografía 5. Ubicación y orientación de los árboles de *Cecropia sciadophylla* Mart.



Fotografía 6. Talado de los árboles de *Cecropia sciadophylla* Mart.



Fotografía 7. Medición y trozado de los árboles de *Cecropia sciadophylla* Mart.



Fotografía 8. Aserrio primario.



Fotografía 9. Elaboración de viguetas.



Fotografía 10. Elaboración y codificación de probetas



Fotografía 11. Actividades realizadas en laboratorio para la determinación de las propiedades físicas.

Nombre científico	Nombre común	CH (%)	Densidad básica (g/cm ³)	Contracción total				Autor/año
				Volum. (%)	Long. (%)	Radial (%)	Tang. (%)	
<i>Cecropia sp.</i>	Cetico	138.67	0.32	10.17	0.28	2.71	8.29	TORRES, 2008
<i>Simarouba amara</i>	Marupa		0.36	8.60		2.91	6.95	CNM, 1994
<i>Cinchona micrantha</i>	Cascarilla	118.42						BABILONIA, 1998
<i>Micrandra spruceana</i>	Higuerilla negra		0.40	8.92		3.43	6.75	PROMPEX, 2008
<i>Jacaranda copaia</i>	Huamansamana		0.31	13.90		5.40	8.20	PROMPEX, 2008
<i>Macrolobium acaciaefolium</i>	Pashaco		0.40	10.40		3.70	7.00	PROMPEX, 2008
<i>Apeiba membranacea</i>	Peine de mono	128.65						BABILONIA, 1998
<i>Spondias mombin</i>	Ubos		0.35	10.00		3.18	7.44	PROMPEX, 2008
<i>Scheffera morototoni</i>	Aceite caspi	90.57						BRAVO, 1998
<i>Virola pavonis</i>	Cumala blanca	80.71						BRAVO, 1998

Cuadro 12. Propiedades físicas.