

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL



“DETERMINACIÓN DE ALGUNAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MADERA DE LA ESPECIE *Septotheca tessmannii* Ulbr (UTUCURO), Y SU VARIABILIDAD EN TRES NIVELES LONGITUDINALES DEL FUSTE, PROCEDENTES DE LOS DISTRITOS DE CALLERÍA E IPARÍA - UCAYALI”

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO FORESTAL

SHARON LUCILA VANESSA PÉREZ ZEVALLOS

PUCALLPA – PERÚ

2019



UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL



COMISIÓN DE GRADOS Y TÍTULOS

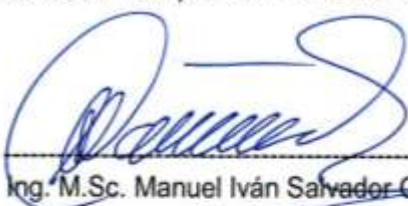
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS 294-2015-CGyT-FCFyA-UNU

En la ciudad de Pucallpa siendo las 12:20 am del día 01 de Abril del 2015 se reunieron en la sala de grados de la Universidad Nacional de Ucayali los miembros del jurado calificador integrado por los siguientes docentes:


| | |
|--|------------|
| Ing. M.Sc. Manuel Iván Salvador Cárdenas | Presidente |
| Ing. M.Sc. Cesar Mori Montero | Miembro |
| Lic. Desiderio Vásquez Placido | Miembro |

Para proceder a evaluar la sustentación de la tesis titulada "**DETERMINACIÓN DE ALGUNAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MADERA DE LA ESPECIE *Septotheca tessmannii* Ulbr (UTUCURO), Y SU VARIABILIDAD EN TRES NIVELES LONGITUDINALES DEL FUSTE, PROCEDENTES DE LOS DISTRITOS DE CALLERÍA E IPARÍA - UCAYALI**" sustentada por la bachiller **SHARON LUCILA VANESSA PÉREZ ZEVALLOS**.

Terminada la sustentación se procedió con la rueda de preguntas por los miembros del jurado evaluador, siendo absueltas satisfactoriamente por la tesista, razón por la cual la tesis fue **APROBADA** por **UNANIMIDAD**. Quedando la tesista expedida para optar el título profesional de Ingeniero Forestal con el arreglo de las observaciones del jurado para su publicación correspondiente, siendo la 1:35 pm del mismo día se dio por concluido el acto académico.


Ing. M.Sc. Manuel Iván Salvador Cárdenas
Presidente


Ing. M.Sc. César Mori Montero
Miembro


Lic. Desiderio Vásquez Placido
Miembro

ACTA DE APROBACIÓN

Esta tesis fue sometida a consideración para su aprobación ante el Jurado Evaluador de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad Nacional de Ucayali, como requisito para optar el Título Profesional de Ingeniero Forestal.

Ing. M.Sc. Manuel Iván Salvador Cárdenas



Presidente

Ing. M.Sc. Cesar Morí Montero



Miembro

Lic. Desiderio Vásquez Placido



Miembro

Ing. Mg. Pedro Aparicio Campos Cabrera



Asesor

Bach. Sharon Lucila Vanessa Pérez Zevallos.



Tesista



UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES
COMISION DE GRADOS Y TITULOS



ACTA N° 097 - 2019 CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

En los ambientes de la Comisión de Grados y Títulos (Aula 5) del Pabellón VI de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad Nacional de Ucayali, siendo las 9:31 a.m. horas del día 27 de agosto del 2019, de acuerdo a las atribuciones de la comisión, se reunieron los Miembros de la Comisión, integrado por el Ing. Mg. PEDRO APARICIO CAMPOS CABRERA (Presidente) y el Ing. M. Sc. MOISES TORRES VELASCO (Miembro) para constar que la bachiller SHARON LUCILA VANESSA PEREZ ZEVALLOS, ha sustentado la tesis denominada "DETERMINACION DE ALGUNAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MADERA DE LA ESPECIE *Septotheca tessmannii* Ulbr (UTUCURO) Y SU VARIABILIDAD DE TRES NIVELES LONGITUDIANLES DEL FUSTE, PROCEDENTES DE LOS DISTRITOS DE CALLERIA E IPARÍA – UCAYALI" con fecha 01 de abril del 2015, según consta en el libro de actas como consta en el folio 201 y el asiento 294.

Cabe precisar que, la tesis de la Bachiller SHARON LUCILA VANESSA PEREZ ZEVALLOS no le corresponde pasar por la aplicación del SOFTWARE ANTIPLAGIO URKUND DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI, porque dicha directiva fue aprobado con Resolución N° 516-2018-UNU-R con fecha 17 de julio de 2018.

Se levanta la sesión a las 10:00 a.m. horas del mismo día y fecha, dándose por concluido el acto.


.....
Ing. Mg. PEDRO APARICIO CAMPOS CABRERA
PRESIDENTE


.....
Ing. M. Sc. MOISES TORRES VELASCO
MIEMBRO

REPOSITORIO DE TESIS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS

Yo, SHARON LUCILA VANESSA PÉREZ ZEGALLOS

Autor de la TESIS titulada:

“DETERMINACIÓN DE ALGUNAS PROPIEDADES MECÓNICAS DE LA MADERA DE LA ESPECIE *Septotheca tessmannii* Ulbr (UTUCURO), Y SU VARIABILIDAD ENTRE TRES NIVELES LONGITUDINALES DEL FUSTE, PROCEDENTES DE LOS DISTRITOS DE COLLERÍA E IPARÍA - UCAYALI.”

Sustentada el año: 2015

Con la asesoría de: Inp. Mr. PEDRO APARICIO CAMPOS CABRERA

En la Facultad de: CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES

Carrera Profesional de: INGENIERÍA FORESTAL

Autorizo la publicación de mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali, bajo los siguiente términos: Primero: otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en forma digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones. Segundo: declaro que la tesis es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas. Tercero: autorizo la publicación,

Total (significa que todo el contenido de la tesis en PDF será compartido en el repositorio).

Parcial (significa que solo la carátula, la dedicatoria y el resumen en PDF serán compartidos en el repositorio).

De mi TESIS de investigación en la página web del Repositorio Institucional de la UNU.

En señal de conformidad firma la presente autorización.

Fecha: 17/01/2020

Email: Shalova_19@hotmail.com

Firma: 

Teléfono: 920692265

DNI: 46221985

DEDICATORIA

A Dios, mi padre celestial, por brindarme la salud y guiar mi camino.

Con infinito amor a mi gran fortaleza, mi mama Belma Zevallos Ysuiza, por su apoyo incondicional, trabajo y sacrificio durante todos estos años.

A mi padre Alfonso Samuel Pérez Córdova, que no está físicamente; pero sé que desde el cielo siempre me cuida y guía mi camino.

AGRADECIMIENTO

A mi mamá Belma, a mis hermanos Jimmy y Jessenia, a mi abuelita Elma, y a mi familia en general que siempre están en los buenos y malos momentos apoyándome, alentándome y brindándome la confianza para seguir adelante, gracias por el cariño, amor y comprensión.

A la Asociación para la Investigación y Desarrollo Integral, en la persona del Ing. Pio Santiago Puertas, Director del Proyecto “Estudio tecnológico y de mercado de diez especies maderables de bosques secundarios y primarios remanentes”, que me brindó la oportunidad y las facilidades para llevar a cabo esta investigación.

Al Ing. David Gerardo Llúncor Mendoza, por la orientación que me brindó para la realización de esta tesis, la enseñanza y su gran apoyo en el presente trabajo de investigación.

Y a todas las personas que me rodean y que forman parte de mi vida, que comparten mis alegrías, tristezas, sueños, logros y que participaron directa e indirectamente en la realización de la presente tesis.

ÍNDICE DEL CONTENIDO

| | Pág. |
|---|-------|
| DEDICATORIA..... | vi |
| AGRADECIMIENTO..... | vii |
| ÍNDICE DE TABLAS..... | xii |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | xvi |
| RESUMEN..... | xviii |
| ABSTRACT..... | xix |
| INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... | 2 |
| 1.1. Formulación del problema..... | 2 |
| 1.2. Justificación..... | 3 |
| 1.3. Objetivos de la investigación..... | 5 |
| 1.3.1. Objetivo general..... | 5 |
| 1.3.2. Objetivos específicos..... | 5 |
| CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO..... | 6 |
| 2.1. Antecedentes del problema..... | 6 |
| 2.1.1. Aspectos generales de la especie <i>Septotheca tessmannii</i> Ulbr (utucuro)..... | 6 |
| 2.1.2. Estudios de las propiedades mecánicas..... | 9 |
| 2.1.2.1. Propiedades mecánicas..... | 9 |
| 2.1.2.2. Factores que inciden sobre las propiedades mecánicas..... | 10 |
| 2.2. Planteamiento teórico del problema..... | 12 |
| 2.2.1. Propiedades mecánicas..... | 12 |
| 2.2.2. Propiedades mecánicas y su variación a nivel longitudinal del | |

| | |
|---|----|
| fuste..... | 14 |
| 2.2.3. Clasificación de la madera según propiedades mecánicas.... | 17 |
| 2.3. Definición de términos básicos..... | 19 |
| CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN..... | 22 |
| 3.1. Método de investigación..... | 22 |
| 3.2. Población y muestra..... | 22 |
| 3.3. Instrumento de recolección de datos..... | 23 |
| 3.3.1. Materiales de campo..... | 23 |
| 3.3.2. Equipos de campo..... | 23 |
| 3.3.3. Materiales de carpintería..... | 23 |
| 3.3.4. Equipos de carpintería..... | 24 |
| 3.3.5. Material experimental..... | 24 |
| 3.3.6. Equipos de laboratorio..... | 24 |
| 3.4. Procedimiento de recolección de datos..... | 24 |
| 3.4.1. Selección de árboles..... | 24 |
| 3.4.2. Toma de datos preliminares de los árboles seleccionados..... | 25 |
| 3.4.3. Colección e identificación de muestras botánicas..... | 25 |
| 3.4.4. Tumbado y trozado..... | 25 |
| 3.4.5. Marcado de trozas..... | 25 |
| 3.4.6. Transporte..... | 25 |
| 3.4.7. Aserrado y Pre habilitado..... | 26 |
| 3.4.8. Secado de la madera..... | 26 |
| 3.4.9. Preparación de probetas..... | 26 |
| 3.5. Ensayos mecánicos..... | 26 |
| 3.6. Tratamiento de datos..... | 30 |

| | |
|---|----|
| CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 32 |
| 4.1. Propiedades mecánicas de la madera de la especie <i>septotheca tessmannii</i> Ulbr (utucuro), en tres niveles longitudinales del fuste.... | 32 |
| 4.1.1. Flexión estática de la madera..... | 32 |
| 4.1.1.1. Esfuerzo de las Fibras Limite Proporcional (EFLP).... | 32 |
| 4.1.1.2. Módulo de Ruptura (MOR)..... | 34 |
| 4.1.1.3. Módulo de Elasticidad (MOE)..... | 35 |
| 4.1.2. Compresión paralela al grano de la madera..... | 37 |
| 4.1.2.1. Esfuerzo de las Fibras en el Limite Proporcional (EFLP)..... | 37 |
| 4.1.2.2. Resistencia máxima (RM)..... | 39 |
| 4.1.2.3. Módulo de Elasticidad (MOE)..... | 41 |
| 4.1.3. Compresión perpendicular al grano..... | 43 |
| 4.1.4. Tracción perpendicular al grano de la madera..... | 45 |
| 4.1.5. Dureza de la madera..... | 47 |
| 4.1.5.1. Dureza de lados..... | 47 |
| 4.1.5.2. Dureza de extremos..... | 48 |
| 4.1.6. Cizallamiento de la madera..... | 51 |
| 4.1.6.1. Cizallamiento radial..... | 51 |
| 4.1.6.2. Cizallamiento tangencial..... | 52 |
| 4.1.7. Clivaje de la madera..... | 54 |
| 4.1.7.1. Clivaje radial..... | 54 |
| 4.1.7.2. Clivaje tangencial..... | 56 |
| 4.1.8. Resumen de las propiedades mecánicas..... | 58 |
| 4.2. Análisis comparativo de las propiedades mecánicas de la madera | |

| | |
|---|----|
| de la especie <i>Septotheca tessmannii</i> Ulbr (utucuro)..... | 59 |
| 4.3. Posibles usos de la madera de la especie <i>Septotheca tessmannii</i> Ulbr (utucuro)..... | 60 |
| CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 61 |
| 5.1. Conclusiones..... | 61 |
| 5.2. Recomendaciones..... | 62 |
| REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA..... | 63 |
| ANEXOS..... | 66 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | | Pág. |
|------------------|---|------|
| Tabla 1. | Propiedades físicas de la madera de utucuro..... | 8 |
| Tabla 2. | Propiedades mecánicas de la madera de utucuro..... | 9 |
| Tabla 3. | Clasificación de las propiedades mecánicas de las maderas mexicanas en condición seca al aire (CH = 12%)..... | 17 |
| Tabla 4. | Criterios cuantitativos de las propiedades mecánicas..... | 18 |
| Tabla 5. | Ubicación de los árboles..... | 22 |
| Tabla 6. | Promedio del Esfuerzo de las Fibras en el Límite Proporcional por niveles longitudinales del fuste de la madera de <i>Septotheca tessmannii</i> Ulbr (utucuro)..... | 32 |
| Tabla 7. | Análisis de varianza del Esfuerzo de las Fibras en el Límite Proporcional por niveles longitudinales del fuste.... | 33 |
| Tabla 8. | Promedio del módulo de Ruptura por niveles longitudinales del fuste de la madera de <i>Septotheca tessmannii</i> Ulbr (utucuro)..... | 34 |
| Tabla 9. | Análisis de varianza del Módulo de Ruptura por niveles longitudinales del fuste..... | 35 |
| Tabla 10. | Promedio del Módulo de Elasticidad por niveles longitudinales del fuste de la madera de <i>Septotheca tessmannii</i> Ulbr (utucuro)..... | 36 |
| Tabla 11. | Análisis de varianza del Módulo de Elasticidad por niveles longitudinales del fuste..... | 37 |
| Tabla 12. | Promedio del Esfuerzo de las Fibras en el Límite | |

| | | |
|------------------|---|----|
| | Proporcional por niveles longitudinales del fuste de la madera de <i>Septotheca tessmannii</i> Ulbr (utucuro)..... | 38 |
| Tabla 13. | Análisis de varianza del Esfuerzo de las Fibras en el Límite Proporcional por niveles longitudinales del fuste.... | 39 |
| Tabla 14. | Promedio de la Resistencia Máxima por niveles longitudinales del fuste de la madera de <i>Septotheca tessmannii</i> Ulbr (utucuro)..... | 40 |
| Tabla 15. | Análisis de varianza de la Resistencia Máxima por niveles longitudinales del fuste..... | 40 |
| Tabla 16. | Promedio del Módulo de Elasticidad por niveles longitudinales del fuste de la madera de <i>Septotheca tessmannii</i> Ulbr (utucuro)..... | 42 |
| Tabla 17. | Análisis de varianza de Módulo de Elasticidad por niveles longitudinales del fuste..... | 42 |
| Tabla 18. | Promedio de los valores de la compresión perpendicular al grano por niveles longitudinales del fuste de la madera de <i>Septotheca tessmannii</i> Ulbr (utucuro)..... | 43 |
| Tabla 19. | Análisis de varianza de los valores de la compresión perpendicular al grano por niveles longitudinales del fuste..... | 44 |
| Tabla 20. | Promedio de los valores a la tracción perpendicular al grano por niveles longitudinales del fuste de la madera de <i>Septotheca tessmannii</i> Ulbr (utucuro)..... | 45 |
| Tabla 21. | Análisis de varianza de los valores a la tracción perpendicular al grano por niveles longitudinales del | |

| | | |
|------------------|---|----|
| | fuste..... | 46 |
| Tabla 22. | Promedio de los valores de la dureza de lados por niveles longitudinales del fuste de la madera de <i>Septotheca tessmannii</i> Ulbr (utucuro)..... | 47 |
| Tabla 23. | Análisis de varianza de los valores de la dureza de lados por niveles longitudinales del fuste..... | 48 |
| Tabla 24. | Promedio de los valores de la dureza de extremos por niveles longitudinales del fuste de la madera de <i>Septotheca tessmannii</i> Ulbr (utucuro)..... | 49 |
| Tabla 25. | Análisis de varianza de los valores de la dureza de extremos por niveles longitudinales del fuste..... | 49 |
| Tabla 26. | Análisis de la prueba de dos medias de muestras independientes de los valores promedios de la dureza de lados y extremos por niveles longitudinales del fuste..... | 50 |
| Tabla 27. | Promedio de los valores del cizallamiento radial de la madera por niveles longitudinales del fuste de la madera de <i>Septotheca tessmannii</i> Ulbr (utucuro)..... | 51 |
| Tabla 28. | Análisis de varianza del cizallamiento radial de la madera por niveles longitudinales del fuste..... | 52 |
| Tabla 29. | Promedio de los valores del cizallamiento tangencial de la madera por niveles longitudinales del fuste de la madera de <i>Septotheca tessmannii</i> Ulbr (utucuro)..... | 52 |
| Tabla 30. | Análisis de varianza del cizallamiento tangencial de la madera por niveles longitudinales del fuste..... | 53 |
| Tabla 31. | Análisis de la prueba de dos medias de muestras | |

| | | |
|------------------|--|----|
| | independientes de los valores promedios del cizallamiento radial y tangencial por niveles longitudinales del fuste..... | 54 |
| Tabla 32. | Promedio de los valores al clivaje radial por niveles longitudinales del fuste de la madera de <i>Septotheca tessmannii</i> Ulbr (utucuro)..... | 55 |
| Tabla 33. | Análisis de varianza de los valores al clivaje radial por niveles longitudinales del fuste..... | 55 |
| Tabla 34. | Promedio de los valores al clivaje tangencial por niveles longitudinales del fuste de la madera de <i>Septotheca tessmannii</i> Ulbr (utucuro)..... | 56 |
| Tabla 35. | Análisis de varianza de los valores al clivaje tangencial por niveles longitudinales del fuste..... | 57 |
| Tabla 36. | Análisis de la prueba de dos medias de muestras independientes de los valores promedios al clivaje radial y tangencial por niveles longitudinales del fuste..... | 58 |
| Tabla 37. | Resumen de las propiedades mecánicas y su clasificación..... | 58 |
| Tabla 38. | Resumen de las propiedades mecánicas de la madera provenientes de los distritos Callería e Iparía..... | 59 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| En el texto: | Pág. |
|--|-------------|
| Figura 1. Promedio del esfuerzo de las fibras en el límite proporcional por niveles longitudinales del fuste..... | 33 |
| Figura 2. Promedio del módulo de ruptura por niveles longitudinales del fuste..... | 34 |
| Figura 3. Promedio del módulo de elasticidad por niveles longitudinales del fuste..... | 36 |
| Figura 4. Promedio del esfuerzo de las fibras en el límite Proporcional por niveles longitudinales del fuste..... | 38 |
| Figura 5. Promedio de la resistencia máxima por niveles longitudinales del fuste..... | 40 |
| Figura 6. Promedio del módulo de elasticidad por niveles longitudinales del fuste..... | 42 |
| Figura 7. Promedio de los valores de la compresión perpendicular al grano por niveles longitudinales del fuste..... | 44 |
| Figura 8. Promedio de los valores a la tracción perpendicular al grano por niveles longitudinales del fuste..... | 46 |
| Figura 9. Promedio de los valores de la dureza de lados por niveles longitudinales del fuste..... | 47 |
| Figura 10. Promedio de los valores de la dureza de extremos por niveles longitudinales del fuste..... | 49 |
| Figura 11. Promedio de los valores del cizallamiento radial por niveles longitudinales del fuste..... | 51 |
| Figura 12. Promedio de los valores del cizallamiento tangencial por | |

| | | |
|---------------------|---|----|
| | niveles longitudinales del fuste..... | 53 |
| Figura 13. | Promedio de los valores al clivaje radial por niveles longitudinales del fuste..... | 55 |
| Figura 14. | Promedio de los valores al clivaje tangencial por niveles longitudinales del fuste..... | 57 |
| En el anexo: | | |
| Figura 15. | Preparando las probetas en la carpintería de la Universidad Nacional de Ucayali..... | 67 |
| Figura 16. | Realizando los ensayos de propiedades mecánicas en el laboratorio de Tecnología de la Madera de la Universidad Nacional de Ucayali..... | 67 |
| Figura 17. | Realizando las medidas de las probetas..... | 68 |
| Figura 18. | Procesando información de los resultados de los ensayos realizados..... | 68 |

RESUMEN

Se determinan las propiedades mecánicas de *Septotheca tessmannii* Ulbr (utucuro), provenientes de los distritos de Callería e Iparía – Ucayali, con el objetivo de proponer los probables usos en la industria forestal. La metodología empleada fue evaluar las propiedades mecánicas de 5 árboles al azar provenientes de distritos diferentes para determinar y analizar la variación mecánica por niveles longitudinales del fuste. De acuerdo a los procedimientos establecidos de la NTP 251.008 se tomó muestras botánicas fértiles para su posterior identificación en el Herbario Regional del Instituto de Investigación en Enfermedades Tropicales y de Altura – IVITA, Universidad Nacional de San Marcos, se realizó el tumbado, marcado de trozas, transporte, aserrado y pre habilitado para la obtención de las probetas. Se realizó el análisis estadístico respectivo para determinar diferencias significativas y finalmente se compararon los resultados obtenidos con otros autores para determinar los posibles usos de la especie en estudio, recomendándose su uso para para pisos, carpintería, marcos, cajonería de frutas, vigas, viguetas, entablados, postes, pie derecho, columnas, tijerales, entre otros.

Palabras claves: Propiedades mecánicas, madera, niveles longitudinales, fuste.

ABSTRACT

The mechanical properties of *Septotheca tessmannii* Ulbr (utucuro), coming from the districts of Callería and Iparía - Ucayali, are determined with the objective of proposing the probable uses in the forestry industry. The methodology used was to evaluate the mechanical properties of 5 trees randomly from different districts to determine and analyze the mechanical variation by longitudinal stem levels. According to the established procedures of NTP 251.008, fertile botanical samples were taken for later identification in the Regional Herbarium of the Research Institute for Tropical and High Altitude Diseases - IVITA, National University of San Marcos, the felling was carried out, marking of logs, transport, sawing and pre-qualified to obtain the test pieces. The respective statistical analysis was performed to determine significant differences and finally the results obtained with other authors were compared to determine the possible uses of the species under study, its use being recommended for floors, carpentry, frames, fruit boxes, beams, joists, boards, poles, right foot, columns, trusses, among others.

Keywords: Mechanical properties, wood, longitudinal levels, shaft.

INTRODUCCIÓN

El Perú es un país que posee una gran biodiversidad de especies forestales maderables y no maderables, los bosques amazónicos están generalmente constituidos por especies conocidas y también poco conocidas para el empresario maderero. Los bosques de la región Ucayali están experimentando un empobrecimiento paulatino de especies forestales comúnmente llamadas valiosas debido a su alto valor comercial, que generalmente se debe a la tala ilegal, lo que provoca un desequilibrio en nuestros bosques ya que dejan a un lado especies que también son valiosas pero no aprovechadas debido a la falta de un estudio general de estas especies forestales que garanticen valor y el adecuado uso.

El propósito fundamental del presente trabajo es determinar los valores de algunas de las propiedades mecánicas de la madera de la especie *Septotheca tessmannii* Ulbr (utucuro), y su variabilidad en tres niveles longitudinales del fuste, procedentes de los distritos de Callería e Iparía de la región de Ucayali, y analizar los resultados con el fin de encontrar los posibles usos.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Formulación del problema

Los recursos forestales son abundantes en la región Ucayali, pueden y deben ser fuente de ingreso y generación de riqueza, beneficiados por una gran mayoría por la tala ilegal y una minoría de extractores legales, siendo los primeros respectivamente los que causan insostenibilidad de los recursos maderables, extracción selectiva y por ende ocasiona deterioro de los ecosistemas y alta erosión genética de las especies maderables. Existe muchas especies maderables por conocer y otras conocidas que aún le faltan realizar estudios especialmente aquellos que se consideran la variación de las propiedades tecnológicas a través del fuste.

El uso correcto de la madera requiere del conocimiento de sus características anatómicas, de sus propiedades físicas y mecánicas. Estos estudios se deben centrar en la elaboración de métodos que permitan, en base a las características y propiedades mencionadas, poder estimar con facilidad y confiabilidad las condiciones de utilización y procesamiento adecuado de las especies forestales. (Mercedes, 2012).

El ingeniero, el arquitecto y el usuario de la madera como elemento estructural, requieren de información confiable y estandarizada de la resistencia mecánica del material, (American Society of Civil Engineers, 1975; Sotomayor, 1987). Esto con la finalidad de optimizar los procesos constructivos y de diseño, así como de mejorar la calidad y la fabricación de los productos.

Ante la escasa información sobre las propiedades mecánicas de la madera de la especie *Septotheca tessmannii* Ulbr (utucuro) dificulta el aprovechamiento manejable y su adecuada utilización en la industria, por lo que el presente trabajo permitirá resolver las siguientes interrogantes:

- ¿Cuáles son los valores promedios de algunas de las propiedades mecánicas de la madera de la especie *Septotheca tessmannii* Ulbr (utucuro)?
- ¿Existirán diferencias significativas entre las propiedades mecánicas de la madera en los tres niveles longitudinales del fuste de la madera de la especie *Septotheca tessmannii* Ulbr (utucuro)?
- ¿Cuáles serán los posibles usos de la madera de la especie *Septotheca tessmannii* Ulbr (utucuro)?
- ¿Existirán diferencia significativa entre las propiedades mecánicas de la madera de la especie *Septotheca tessmannii* Ulbr (utucuro), procedentes de dos distritos?

1.2. Justificación

Como base a todo estudio tecnológico, se estudia las propiedades mecánicas de las especies forestales de la amazonia que permita conocer sus usos y aplicaciones y a su vez, poder masificar su uso en la industria forestal de la región Ucayali en el proceso de promoción de nuevas especies arbóreas; además esto permitirá tener un precedente a aplicarse en programas de reforestación con fines industriales. (Nájera et al., 2005).

Esta investigación aportará en el ámbito científico ya que en el Perú no existe un amplio conocimiento científico sustentado sobre las características y los posibles usos de la enorme variedad de especies forestales que existen en el país, ya que ese desconocimiento dificulta el

uso y la comercialización de aquellas que no son tradicionalmente utilizadas (Abadie, 1976).

En el ámbito social con esta investigación queremos darle un mejor aprovechamiento a la especie en la industria de transformación mecánica, ya que tradicionalmente la industria maderera en el Perú se ha caracterizado por el comercio de especies valiosas; sin embargo, esta tendencia en los últimos años está cambiando, habiéndose incorporado al mercado nacional e internacional, especies poco conocidas.

En base a la economía con la investigación se logrará tener la información requerida para darle los posibles usos a la madera de utucuro (*Septotheca tessmannii*). De esta manera que se puedan satisfacer las necesidades de la población y generar más ingresos a la región, generar fuente de trabajo e incrementar promoción e información de los diversos usos de la especie *Septotheca tessmannii* Ulbr (utucuro).

Esta investigación permitirá dar a conocer los valores promedios de las principales propiedades mecánicas de la madera de la especie *Septotheca tessmannii* Ulbr (utucuro), de esta manera el conocimiento de las características mecánicas de la madera procedentes de bosques amazónicos contribuirá a dar el uso adecuado de la madera, y aumentar la rentabilidad de las concesiones y generar puestos de trabajo directos e indirectos brindando una mejor calidad de vida al poblador amazónico.

En el aspecto ambiental esta investigación es de muy buen aporte porque se revalorizará las especies forestales poco conocidas, y contribuirá a un manejo sostenible de los bosques de la Amazonía peruana.

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

- Determinar los valores de algunas de las propiedades mecánicas de la madera de la especie *Septotheca tessmannii* Ulbr (utucuro), y su variabilidad en tres niveles longitudinales del fuste.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar bajo qué condiciones normalizadas de laboratorio las siguientes propiedades mecánicas: flexión estática, compresión paralela y perpendicular al grano, tensión perpendicular al grano, cizallamiento radial y tangencial, dureza de lados y extremos, clivaje radial y tangencial de la madera de la especie *Septotheca tessmannii* Ulbr (utucuro), en tres niveles longitudinales del fuste.
- Determinar los posibles usos de la madera de la especie *Septotheca tessmannii* Ulbr (utucuro) en función de sus propiedades mecánicas.
- Determinar si existe diferencia significativa de las propiedades mecánicas de la madera de la especie *Septotheca tessmannii* Ulbr (utucuro), procedentes de dos distritos.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del problema

2.1.1. Aspectos generales de la especie *Septotheca tessmannii* Ulbr (utucuro)

Duque (2007), menciona:

Descripción taxonómica

Reino : Plantae

Phylum : Magnoliophyta

Clase : Magnoliopsida

Orden : Malvales

Familia : Bombacaceae

Género : *Septotheca*

Autor : Ulbr.

Especie: *Septotheca tessmannii*

Distribución geográfica y ecológica

Septotheca es un género monotípico. La única especie, *Septotheca tessmannii*, se encuentra en Brasil, Ecuador, Perú y Colombia en bosques por debajo de los 500 msnm, en selvas bajas inundables. Crece en Huánuco, Loreto y Ucayali. Se halla en el ámbito de los ríos Ucayali y Pachitea, así como los alrededores de la laguna de Yarinacocha. (INIA, 1996), cuya presencia en el Perú es reportada por ONERM (1979) en Pucallpa - Abujao, zona del río Sesha, asignando un valor de importancia de 4.4 sobre un total de 300.

Descripción dendrológica

Árbol alto de hasta 40 m de altura y 90 cm de diámetro, tronco cilíndrico, con aletas delgadas, que pueden alcanzar los 3 m. Superficie del tronco de color pardo grisáceo; corteza muerta leñosa que se desprende en placas largas o redondas, dejando cicatrices concavas, dando la apariencia de martillazos. Ramas jóvenes lepidotas. Hojas muy grandes, alternas, simples, 40-50 cm de longitud, incluyendo el pecíolo; coriáceas, elípticas, base cordada, márgenes enteros; pinnadas nervados, venas secundarias sub-opuestas. Inflorescencias axilares, pedunculadas. Flores subumbeladas, poseen 5 pétalos; grandes, color amarillo. Fruto cápsula loculicida, leñosa, de hasta 15 cm de longitud, se abre longitudinalmente en 5 partes. Semillas numerosas, aladas, 2,5 cm de largo por 0,8 cm de ancho. Posee una madera de buena calidad (Mostacero et al., 2009; INIA, 1996; Toledo & Rincón, 1996; Soukup, 1974).

Características organolépticas

INIA (1996), indican que las características organolépticas, macroscópicas y microscópicas de la madera de la especie *Septotheca tessmannii* Ulbr (utucuro) son las siguientes:

Color: El tronco recién cortado presenta las capas externas de madera (albura) de color crema y las capas internas (duramen) de color marrón rojizo y de forma regular, observándose entre ambas capas un gradual y leve contraste de color. En la madera seca al aire la albura se torna color blanco rosáceo HUE 8/27.5YR y el duramen rosado HUE 7/47.5YR.

- Olor : No distintivo
- Sabor : No distintivo.
- Brillo : Opaco a bajo
- Grano : Recto
- Textura : Media a gruesa.

- Veteado: Poco definido, con líneas verticales vasculares pronunciadas y largas.
- Dureza y peso: La madera es semidura y semipesado; peso específico básico medio, entre 550 y 750 kg/m³.

Características macroscópicas

Anillos de crecimiento: (Corte X), muy poco diferenciados, con bandas claras e irregulares; en promedio de 9 anillos en 2.5cm y rango de 7 a 10.

Poros: Visibles a simple vista; medianos; muy pocos: menos de 5 poros por mm; difusos, solitarios y múltiples radiales en mayor proporción. (Corte R Y T) Líneas vasculares visibles a simple vista, angostas, cortas o largas.

Parénquima Axial: (Corte X) Visibles con lupa; está lejos de los poros y tiene distribución difusa (apotraqueal difuso).

Radios: Visibles con lupa; finos: de 1 a 3 células de ancho; numerosos: más de 12 radios por mm lineal. (Corte R Y T) Radios visibles a simple vista; no estratificados, pocos contrastados; grandes: mayores de 1 mm de altura; no presenta tamaños distintos.

Propiedades físicas y mecánicas

Chavesta y Meléndez (2009), indica las propiedades físico - mecánicas del utucuro (*Septotheca tessmannii*).

Tabla 1. Propiedades físicas de la madera de utucuro

| Contenido de humedad | Densidad básica g/cc | Densidad anhidra g/cc | Contracciones (%) | | | Relación T/R |
|----------------------|----------------------|-----------------------|-------------------|-------|-------|--------------|
| | | | Radial | Tang. | Vol. | |
| 58 | 0.59 | 0.7 | 5.4 | 10.45 | 15.19 | 1.9 |
| s | 0.05 | 0.06 | 0.76 | 0.98 | 1.45 | |
| C.V % | 8.47 | 8.57 | 10.07 | 9.38 | 9.55 | |

Tabla 2. Propiedades mecánicas de la madera de utucuro

| PROPIEDAD | CONDICIÓN SATURADA | | | SECA AL 12% | | |
|----------------------|-------------------------|-------|------|------------------------|-------|--------|
| | X (Kg/cm ²) | s | C.V% | X(Kg/cm ²) | s | C.V% |
| FLEXIÓN ESTÁTICA | X (Kg/cm ²) | s | C.V% | X(Kg/cm ²) | s | C.V% |
| ELP | 339 | 30.5 | 9 | 526 | 40.2 | 7.6 |
| MOR | 611 | 52.3 | 8.6 | 917 | 75.9 | 8.3 |
| MOE | 125 | 13900 | 11.1 | 136 | 19750 | 14.5 |
| COMPRESIÓN PARALELA | X (Kg/cm ²) | s | C.V% | X(Kg/cm ²) | s | C.V% |
| ELP | 205 | 16.7 | 8.2 | 256 | 21.47 | 8.4 |
| RM | 287 | 23 | 8 | 464 | 34.88 | 7.5 |
| MOE | 168 | 23281 | 13.9 | 181 | 28943 | 17.9* |
| COMPRESIÓN PERP. | X (Kg/cm ²) | s | C.V% | X(Kg/cm ²) | s | C.V% |
| | 43 | 3.68 | 8.6 | 93 | 6.84 | 7.4 |
| CLIVAJE | X (Kg/cm) | s | C.V% | X(Kg/cm) | s | C.V% |
| | 33 | 6.02 | 18.2 | 55 | 5.57 | 10.1* |
| TRACCIÓN PERP. | X (Kg/cm ²) | s | C.V% | X(Kg/cm ²) | s | C.V% |
| | 39 | 6.33 | 16.2 | 45 | 6.51 | 14.5 |
| CIZALLAMIENTO | X (Kg/cm ²) | s | C.V% | X(Kg/cm ²) | s | C.V% |
| | 76 | 7.59 | 10 | 106 | 12.63 | 12 |
| DUREZA | X (Kg) | s | C.V% | X(Kg) | s | C.V% |
| LADOS | 458 | 38 | 8.3 | 570 | 41.1 | 7.2 |
| EXTREMOS | 409 | 36.1 | 8.8 | 493 | 31.8 | 6.5 |
| TENACIDAD | X (Kg-cm) | s | C.V% | X (Kg-cm) | s | C.V% |
| | 2.6 | 0.48 | 18.5 | 2.5 | 0.53 | 21.2** |
| EXTRACCIÓN DE CLAVOS | X (Kg) | s | C.V% | X (Kg) | s | C.V% |
| LADOS | 147 | 14.9 | 10.1 | 158 | 13.3 | 8.4** |
| EXTREMOS | 104 | 9.21 | 8.9 | 118 | 15.1 | 12.8 |

X : Promedio.

s : Desviación estándar.

C.V : Coeficiente de variabilidad.

* : Valores sin ajuste por no haber factor de corrección.

** : Valores determinados al 12% de contenido de humedad.

2.1.2. Estudios de las propiedades mecánicas

2.1.2.1. Propiedades mecánicas

La madera, cuerpo sólido, poroso y heterogéneo, tiene la capacidad de resistir a solicitaciones externas, que tienen a deformarla o alterar sus dimensiones (Díaz-Vaz y Cuevas, 1982).

Las propiedades mecánicas son las que determinan la capacidad que tienen los materiales de resistir fuerzas externas, con lo cual se puede controlar las formas más adecuadas (Karsulovic, 1982; Pérez, 1983).

2.1.2.2. Factores que inciden sobre las propiedades mecánicas

Según Díaz-Vaz y Cuevas (1982), la madera, es un material heterogéneo, que se ve reflejado por la variabilidad que es posible encontrar en probetas extraídas de una misma especie maderera y de diferentes árboles, o aún mas de probetas provenientes de un mismo árbol, lo que muestra una marcada diferencia en su densidad y resistencia. Esta variabilidad responde a diferencias genéticas, de ambientes y/o ambas. Es por esto que posee valores de resistencia variables. Incluso pueden resultar más variables debido a que algunas de sus características no son controladas o controlables. Entre las más importantes cabe señalar:

Contenido de humedad: Afecta en general a las propiedades mecánicas tales como, flexión estática, compresión paralela, compresión perpendicular, tracción, cizalla, dureza, clivaje. Sobre el P.S.F, la resistencia mecánica se mantiene constante y a medida que el contenido de humedad disminuye, desde el P.S.F hasta estado anhidrido la resistencia mecánica de la madera aumenta (Díaz-Vaz y Cuevas, 1982; Pérez, 1983; Cuevas, 2003), excepto en la propiedad de tenacidad, ya que disminuye.

Densidad: la densidad indica la cantidad de sustancia celular presente en una unidad de volumen de madera. Es por eso que especies con madera densa tienen resistencias altas y maderas livianas resisten menos que las anteriores.

Angulo de fibras: la dirección de la carga que se aplica, puede coincidir o no con la dirección en que se encuentra el eje mayor de las células. El ángulo que se forma entre la carga aplicada y la fibra, se denomina ángulo de las fibras.

Las mayores resistencias se alcanzan en sollicitaciones paralelas a las fibras, por ser las resistencias mecánicas inversamente proporcionales al ángulo de las fibras

Nudosidad: la presencia de nudos en la madera afecta a las propiedades mecánicas por:

- Variación de las fibras.
- Diferencia de la densidad entre madera y nudo.
- Presencia de grietas cuando la madera está seca.

Los nudos disminuyen la resistencia de la madera por inducir a una distribución irregular de las tensiones (Diaz-Vaz y Cuevas, 1982).

Temperatura: el incremento de la temperatura provoca un aumento de la deformación disminuyendo la cohesión en el material.

Las resistencias estáticas disminuyen cuando la temperatura cambia de valores negativos a positivos. Para las resistencias dinámicas los cambios que se producen son irregulares y dependientes de la densidad y el contenido de humedad de la madera ensayada.

Otras influencias: cabe destacar que los ataques patógenos de algún modo modifican o destruyen la pared celular, deterioran las resistencias mecánicas. Cabe señalar que existen algunos hongos patógenos, como hongos y mohos cromógenos que no influyen por lo general en las resistencias, a no ser que estén acompañados de degradadores de la madera (Diaz-Vaz y Cuevas, 1982).

2.2. Planteamiento teórico del problema

2.2.1. Propiedades mecánicas

Según Cuevas (2003), los diferentes ensayos a los que puede estar sometida la madera son las siguientes:

- Flexión estática
- Compresión
- Tracción
- Cizalla
- Clivaje
- Dureza

Flexión estática

Los esfuerzos en flexión se producen en cuerpos de gran longitud respecto a las dimensiones de su sección transversal, cuando estos son sometidos a la acción de cargas transversales o normales de su eje longitudinal, de tal manera que tiendan a producir una arqueadura del elemento. Un caso típico es de la viga.

El ensayo de flexión estática mide la resistencia que opone una viga a una carga puntual aplicada a la distancia entre apoyos, aplicada en la cara radial de la probeta.

Compresión

Según (Karsulovic 1982 y Campos et al., 1990), se distinguen dos tipos de fuerzas de compresión según el sentido de aplicación de la fuerza; compresión paralela, corresponde a la resistencia que opone una viga a una carga aplicada en el mismo sentido de la dirección de la fibra, y compresión perpendicular a la fibra, corresponde a la resistencia que opone la madera a una carga aplicada en sentido perpendicular a la

dirección de las fibras en una cara radial de la probeta.

Clivaje

El ensayo de clivaje también llamado ensayo de rajadura, es un ensayo mecánico, que muestra cual es la resistencia que ofrece la madera al rajado; dependiendo de la ubicación de los anillos de crecimiento, con respecto a plano de falla, el clivaje puede ser tangencial: cuando el plano de falla es tangencial a los anillos de crecimiento y radial: cuando el plano de falla es perpendicular a los anillos de crecimiento.

Tracción

La resistencia a la tracción paralela en especímenes pequeños libres de defectos es aproximadamente 2 veces la resistencia a la compresión paralela, la resistencia a la tracción paralela es afectada significativamente por la inclinación del grano.

Cizalla

En elementos constructivos el esfuerzo por corte o cizallamiento se presenta cuando las piezas están sometidas a flexión (corte por flexión). Los análisis teóricos de esfuerzos indican que en un punto dado los esfuerzos de corte son iguales tanto a lo largo como perpendicularmente al eje del elemento. Como la madera es homogénea, si no que sus fibras se orientan por lo general con el eje longitudinal de la pieza, presenta distinta resistencia al corte en estas dos direcciones. La menor es aquella paralela a la fibra. Perpendicularmente a las fibras la resistencia es de cuatro veces mayor que en la dirección paralela.

Dureza

Es la resistencia que presenta una madera a la penetración, así como a las abolladuras y al desgaste.

2.2.2. Propiedades mecánicas y su variación a nivel longitudinal del fuste

Aróstegui-Sato citado por Fachín (1986) señala que las propiedades físicas y mecánicas de las maderas son unas de las principales características que determinan los usos más convenientes.

En relación a las propiedades mecánicas, las cuales miden su aptitud o capacidad para resistir cargas o fuerzas externas. Arroyo (1983), agrega que su comportamiento además depende de: Tipo de carga aplicada, diferencias básicas en su organización estructural y de la influencia de la humedad y temperatura.

Llúncor (1977) afirma que el módulo de elasticidad indica la rigidez o flexibilidad de la madera y proviene de una ecuación en la cual se relaciona la carga con la deformación. Al analizar la influencia del módulo de elasticidad se puede partir del siguiente principio: la especie que presenta el menor valor es más flexible y por lo tanto debe tener mejor comportamiento.

Llúncor (1977) afirma que el módulo de ruptura indica la resistencia que tiene la madera para fallar bajo la acción de una carga. Al analizar su influencia se puede partir del siguiente principio. La especie que presente el menor valor del módulo de ruptura es la que tiene el mejor comportamiento.

Nutsch (2000) afirma que la resistencia a la tracción es solo de poca importancia para muebles y construcciones interiores. Se distingue entre resistencia a la tracción longitudinal y transversal. La primera, es inferior al 1% de la resistencia longitudinal a las fibras. La resistencia a la compresión puede en general no tenerse en cuenta en ebanistería. De todos modos, en el trabajo de la madera puede considerarse cuando se emplean prensas y prensillas en lugares de presión. En la resistencia a la

compresión se distingue la compresión longitudinal y transversal. En el sentido longitudinal de la fibra, la resistencia a la compresión es 5 a 8 veces mayor que transversalmente.

El mismo señala que la resistencia a la cortadura se presenta frente a la fuerza que actúa de una pieza de material contra otra en una superficie (superficie de corte) tratando de desplazarla. En esa superficie aparecen tensiones de deslizamiento. En la madera se distingue la resistencia a la cortadura paralela a las fibras (al hilo) de la normal a las mismas (transversal). La resistencia a la flexión es importante cuando se trata de piezas delgadas, largas y de plano o planas. La pieza se flexiona cuando se carga fuera de los soportes o apoyos. Por lo general es tanto mayor cuanto mayor es la densidad bruta y menor la humedad de la madera; además, se ve disminuida por desviaciones de las vetas y por nudos.

La flexión estática es la resistencia que ofrece la madera a una carga que actúa sobre una viga, es decir, es el trabajo impuesto a una pieza de madera sobre dos apoyos, soporta un peso uniformemente repartido a lo largo de sus eje principal o situado en un punto sobre varios puntos determinados (Aróstegui, 1982).

Vignote y Jiménez (1996) menciona que la dureza es una propiedad que indica la facilidad de penetración de un material en otro. La madera en relación con otros materiales (acero y hormigón), se puede definir como blando, que aunque en algunos aspectos se puede considerar un defecto tiene como ventaja, su facilidad de procesado (corte, unión).

Kollman (1959), Panshin y De Zeeuw (1980) definen a la madera como un material biológico, altamente variable en sus características y propiedades. Su anatomía y propiedades varían de especie a especie,

entre árboles de una misma especie y entre diferentes partes de un mismo árbol.

Así mismo, las propiedades de la madera están estrechamente relacionadas con su estructura en los niveles macro y microscópico. La utilización de la madera para una aplicación específica va a depender de la aptitud tecnológica, las que, a su vez, están influenciadas por la estructura anatómica.

Vignote y Jiménez (1996) señalan respecto a los valores de resistencia de la madera, en dirección longitudinal es relativamente muy resistente, mientras que transversalmente, su resistencia es muy pequeña, hasta el punto que muchas veces no se considera. También debe indicarse la influencia de la resistencia de la madera en función de la humedad. Aunque varía con el tipo de esfuerzo, cuando la madera aumenta un 1% su porcentaje de humedad, la resistencia merma entre el 1.5 y el 2%.

Vignote y Jiménez (1996) mencionan que la madera no es un material homogéneo, sino un material muy diferente según el plano o la dirección que se considere. Como resultado de esa desigual configuración, presenta un desigual comportamiento. Es decir es un material anisotrópico y para dar una idea de este comportamiento señalan que la madera, resiste entre 20 y 200 veces más en el sentido del eje del árbol, que en el sentido transversal.

Patiño (2002) realizó un estudio sobre las propiedades físico-mecánicas de *Simarouba amara* Aubl. (Marupá) procedente de plantaciones de diferentes edades (16 y 27 años) teniendo en cuenta el nivel del fuste (A = basal, B = intermedio y C = apical) encontró que en Flexión estática en ambas plantaciones el MOR aumenta desde el nivel basal hasta el apical y el MOE aumenta desde el nivel A hasta el nivel B y decrece fuertemente hacia el nivel C. Tanto en Compresión paralela

(MR) como en tenacidad, las que proceden de plantaciones de 16 años aumenta desde el nivel A hasta el B y decrece suavemente hacia el nivel C.

2.2.3. Clasificación de la madera según propiedades mecánicas






Aróstegui (1982), menciona los rangos para clasificar las maderas según sus propiedades físicas y mecánicas. En las tablas 4 y 5 se muestran la clasificación de propiedades mecánicas de las maderas mexicanas en las condiciones seca al aire (12%) y verde respectivamente.

Tabla 3. Clasificación de las propiedades mecánicas de las maderas mexicanas en condición seca al aire (CH=12%)

| Flexión estática | | Compresión Paralela RM (kg/cm ²) | Compresión Perpendicular ELP (kg/cm ²) | Cizallamiento (kg/cm ²) | Dureza | | Clasificación |
|---------------------------|--------------------------|--|--|-------------------------------------|--------------|---------------|---------------|
| MOR (kg/cm ²) | MOE (t/cm ²) | | | | Lateral (kg) | Extremos (kg) | |
| < 550 | < 75 | < 325 | < 35 | < 50 | < 150 | < 160 | Muy bajo |
| 551-800 | 76-105 | 326-450 | 36-65 | 51-90 | 151-350 | 161-400 | Bajo |
| 801-1000 | 106-125 | 451-530 | 66-85 | 91-120 | 351-550 | 401-625 | Medio |
| 1000-1300 | 126-150 | 531-650 | 86-125 | 121-165 | 551-900 | 426-1050 | Alto |
| > 1300 | > 150 | > 650 | > 125 | > 165 | > 900 | > 1050 | Muy alto |

Fuente: Dávalos y Bárcenas (1999).

Tabla 4. Criterios cuantitativos de las propiedades mecánicas

| PROPIEDAD MECÁNICA | RANGO | CALIDAD | GRADO | GRÁFICOS |
|---|---|--|---------------------------|---|
| FLEXIÓN | | | | |
| Módulo de elasticidad (MOE) Clasifica la madera por su resistencia o esfuerzo a la aplicación de una carga central sin causar deformaciones. | Menor de 100 kg/cm^2 . De 101 a 120 kg/cm^2 . De 121 a 150 kg/cm^2 . De 151 a 200 kg/cm^2 . Mayor de 200 kg/cm^2 . | Muy flexible. Flexible. Poco rígida. Rígida. Muy rígida. | I II III IV V |  |
| Módulo de ruptura (MOR) Clasifica la madera según su resistencia a esfuerzos en el cual se produce la falla o rotura. Se rompe por influencia de una carga. | Menor de 300 kg/cm^2 . De 300 a 500 kg/cm^2 . De 501 a 800 kg/cm^2 . De 801 a 1000 kg/cm^2 . Mayor de 1000 kg/cm^2 . | Muy baja (MB). Baja (B). Mediana (M). Alta (A). Muy alta (MA). | I II III IV V | |
| COMPRESIÓN | | | | |
| Compresión perpendicular (ELP) Resistencia de la madera a la fuerza que actúa en dirección perpendicular a las fibras. Esfuerzo de las fibras en el límite proporcional de la madera a la fuerza que actúa en dirección perpendicular a las fibras. | Menor de 10 kg/cm^2 . De 10 a 40 kg/cm^2 . De 41 a 70 kg/cm^2 . De 71 a 100 kg/cm^2 . Mayor de 100 kg/cm^2 . | Muy baja (MB). Baja (B). Mediana (M). Alta (A). Muy alta (MA). | I II III IV V |  |
| Compresión paralela (ER) Resistencia de la madera a la fuerza que actúa en dirección paralela a las fibras. La carga que produce la falla se considera resistencia máxima a la compresión paralela al grano. | Menor de 120 kg/cm^2 . De 120 a 240 kg/cm^2 . De 241 a 360 kg/cm^2 . De 361 a 480 kg/cm^2 . Mayor de 480 kg/cm^2 . | Muy baja (MB). Baja (B). Mediana (M). Alta (A). Muy alta (MA). | I II III IV V | |
| CIZALLAMIENTO | | | | |
| Corte paralelo a las fibras. Resistencia que ofrece la madera a la acción de dos fuerzas paralelas en dirección opuesta. | Menor de 30 kg/cm^2 . De 30 a 60 kg/cm^2 . De 61 a 90 kg/cm^2 . De 91 a 120 kg/cm^2 . Mayor de 120 kg/cm^2 . | Muy baja (MB). Baja (B). Mediana (M). Alta (A). Muy alta (MA). | I II III IV V |  |
| DUREZA EN LOS LADOS | | | | |
| Resistencia de un cuerpo a la penetración de otro. Se clasifican el promedio de las cargas máximas de las cuatro caras de la pieza de madera. Sirve para clasificar a la madera según su dureza lateral. | Menor de 100 kg/cm^2 . De 100 a 300 kg/cm^2 . De 301 a 600 kg/cm^2 . De 601 a 900 kg/cm^2 . Mayor de 900 kg/cm^2 . | Muy baja (MB). Baja (B). Mediana (M). Alta (A). Muy alta (MA). | I II III IV V |  |
| TENACIDAD | | | | |
| Resistencia de la madera al impacto o al choque, depende de la capacidad de absorber la energía para su deformación. | Menor de 1 kg/cm^2 . De 1,1 a 2 kg/cm^2 . De 2,1 a 3 kg/cm^2 . De 3,1 a 4 kg/cm^2 . Mayor de 4 kg/cm^2 . | Muy baja (MB). Baja (B). Mediana (M). Alta (A). Muy alta (MA). | I II III IV V |  |

Fuente: Sibille (2006).

2.3. Definición de Términos Básicos

Según, NTP 251.001.2003 define:

- **Albura:** Capa de madera suave que se encuentra inmediatamente después de la corteza. Generalmente es de color blanquecino.
- **Anillo de crecimiento:** Son capas concéntricas de crecimiento observables en la sección transversal de la madera.
- **Cizallamiento:** Es la propiedad de un material de resistir a esfuerzos que tienden a seccionarlos en determinado plano. Es la resistencia que ofrece la madera a fuerzas paralelas de sentido opuesto que tiende a causar que una porción de ella se mueva con respecto a la otra.
- **Densidad:** Es la relación entre la masa de un cuerpo y su respectivo volumen, ambas magnitudes determinadas bajo las mismas condiciones.
- **Desgaste:** Es la pérdida de sección de una pieza de madera debida al efecto erosivo de algún agente.
- **Duramen:** Leño biológicamente inactivo y que generalmente se diferencia de la albura por su color más oscuro. Se encuentra localizado en el centro del árbol, entre la médula y la albura.
- **Dureza:** La dureza de la madera es la resistencia que opone al desgaste, rayado, clavado, etc. Depende de su densidad, edad, estructura y si se trabaja en sentido de sus fibras o en el perpendicular.

- **Esfuerzo:** Es la fuerza interna (reacción a la carga exterior) medida por unidad de superficie.
- **Esfuerzo al límite proporcional:** Es el esfuerzo unitario máximo que puede desarrollarse sin pasar el límite de proporcionalidad entre el esfuerzo unitario y la deformación unitaria.
- **Grano:** Se refiere a la dirección, tamaño, arreglo, apariencia o calidad de las fibras de madera.
- **Módulo de rotura (MOR):** Es el esfuerzo máximo provocado en una probeta de madera en el momento de su rotura.
- **Módulo de elasticidad (MOE):** Es la relación entre el esfuerzo por unidad de superficie sobre la deformación por unidad de longitud, constituyendo una medida de rigidez o flexibilidad de la madera.
- **Nudos:** Son las bases de las ramas encerradas entre la madera del tronco.
- **Parénquima:** Células de longitud menor que se orientan en sentido radial, de la corteza hacia la medula, conformando los radios medulares.
- **Poros:** Término de conveniencia para la sección transversal de un vaso o de una traqueada vascular, tomando el aspecto de pequeños agujeros. Observables en la sección transversal de la madera.
- **Propiedades mecánicas:** Las propiedades mecánicas de la madera miden su aptitud o capacidad para resistir cargas o fuerzas externas.
- **Textura:** Característica dada por la distribución, proporción y tamaño relativo de los elementos leñosos (poro, parénquima y fibras), tiene

importancia en el acabado de la madera son de tres tipos: gruesa, media y fina.

- **Vasos:** Son elementos de conducción, constituidos por células articuladas y que forman una estructura tubular.

Según Cuevas (2003) define:

- **Compresión paralela:** Es la resistencia que opone una viga a una carga aplicada en el mismo sentido de la dirección de la fibra.
- **Compresión perpendicular:** Es la resistencia que opone la madera a una carga aplicada en sentido perpendicular a la dirección de las fibras en una cara radial de la probeta.
- **Flexión estática:** Es la resistencia que opone una viga a una carga puntual aplicada a la distancia entre apoyos.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Método de investigación

El método que se aplicó para la investigación fue experimental se realizó ensayos para determinar los valores de las propiedades mecánicas de la madera de la especie *Septotheca tessmannii* Ulbr (utucuro), y su variabilidad por niveles longitudinales del fuste, según las especificaciones de las normas técnicas pertinentes y de acuerdo a los procedimientos practicados en el laboratorio de Tecnología de la Madera de la Universidad Nacional de Ucayali.

3.2. Población y Muestra

La población estuvo constituida por todos los árboles de la especie *Septotheca tessmannii* Ulbr (utucuro) con diámetro mínimo de 39 cm, que se encuentran ubicados en los distritos de Callería e Iparía.

Tabla 5. Ubicación de los árboles

| N° ÁRBOL (ex/pr) | COORDENADAS UTM (Y) | COORDENADAS UTM (X) | DISTRITO | D.A.P (cm) |
|------------------------|------------------------|------------------------|----------|------------|
| U - 1 | 9105644 | 547797 | Callería | 49/48 |
| U - 2 | 9105978 | 548071 | Callería | 42.5/39 |
| U - 3 | 9105048 | 547975 | Callería | 46/44.2 |
| U - 4 | 8978776 | 571826 | Iparia | 44/43.5 |
| U - 5 | 8980539 | 571735 | Iparia | 56/54.5 |

La muestra se tomó al azar y estuvo constituida por cinco árboles de la especie *Septotheca tessmannii* (utucuro), tres árboles extraídos del distrito de Callería y dos árboles extraídos del distrito de Iparia por la Asociación para la Investigación y Desarrollo Integral (AIDER), en marco

del proyecto “Utilización industrial y mercado de 10 especies maderables potenciales de bosques secundarios y primarios residuales”.

3.3. Instrumentos de recolección de datos

3.3.1. Materiales de campo

- Cinta métrica de 5 m
- Pintura esmalte
- Marcadores indelebles
- Disolvente (Thinner)
- Prensa botánica
- Papel periódico
- Alcohol
- Libreta de campo
- Lápiz carbón
- Lapicero azul y negro

3.3.2. Equipos de campo

- Brújula
- Cámara fotográfica
- Motosierra
- Navegador (GPS)

3.3.3. Materiales de carpintería

- Regla graduada
- Escuadra
- Tizas de diferentes colores
- Lápiz carpintero
- Navaja

3.3.4. Equipos de carpintería

- Sierra de cinta
- Sierra circular
- Despuntadora

3.3.5. Material experimental

- 45 Probetas de 2.5 x 2.5 x 41 cm. (Flexión estática)
- 45 Probetas de 5 x 5x 20 cm. (Compresión paralela al grano)
- 45 Probetas de 5 x 5 x 6.3 cm. (Cizallamiento radial y tangencial)
- 45 Probetas de 5 x 5 x 15 cm. (Compresión perpendicular al grano)
- 45 Probetas de 5 x 5 x 15 cm. (Dureza)
- 45 Probetas de 5 x 5 x 9.5 cm (Clivaje radial y tangencial)
- 45 Probetas de 5 x 5 x 6.3 cm. (Tracción perpendicular al grano)

3.3.6. Equipos de laboratorio

- Calibrador milimétrico
- Cámara fotográfica
- Prensa Universal y accesorios (Tinius Olsen)
- Computadora
- Impresora

3.4. Procedimientos de recolección de datos

3.4.1. Selección de árboles

Se seleccionó cinco árboles tomando en consideración la buena conformación fitosanitaria del individuo, accesibilidad del lugar, asimismo se escogerán árboles de diferentes diámetros, según las especificaciones de la norma COPANT (1972) seleccionaremos árboles con un diámetro mínimo de 39 cm.

3.4.2. Toma de datos preliminares de los árboles seleccionados

Los árboles seleccionados fueron marcados con pintura esmalte y se midió el DAP, la altura total se estimó con un hipsómetro, esta información se registró en un formato previamente elaborado, también se registró información adicional del estado fitosanitario, forma del fuste, ahusamiento, asociación ecológica, descripción del sitio, etc.

3.4.3. Colección e identificación de muestras botánicas

Para la identificación en base al material botánico se tomó las muestras botánicas fértiles, las cuales fueron herborizadas de acuerdo a los procedimientos establecidos de la NTP 251.008. La identificación se realizó en el Herbario Regional del Instituto de Investigación en Enfermedades Tropicales y de Altura – IVITA, Universidad Nacional de San Marcos.

3.4.4. Tumbado y trozado

El tumbado se realizó con motosierra, se quitó todas las ramas del árbol y se cortaron tres trozas del correspondiente de los niveles longitudinales del fuste (basal, intermedio y apical).

3.4.5. Marcado de trozas

Las trozas se marcaron con pintura esmalte, rotuladas según árbol de procedencia y nivel utilizando un código con dos números, el primero corresponde al número de árbol y el segundo al nivel longitudinal; según las especificaciones de la NTP 251.008.

3.4.6. Transporte

Las trozas de los tres árboles del distrito de Callería fueron trasladadas por vía terrestre y las dos trozas del distrito de Iparia fueron

trasladadas vía fluvial y luego terrestre hacia el taller de la carpintería de la Universidad Nacional de Ucayali – Pucallpa.

3.4.7. Aserrado y pre habilitado

El pre habilitado de las probetas fue elaborado en la carpintería de la Universidad Nacional de Ucayali - Pucallpa, de las cuales se dimensionaron todas las probetas en espesor y ancho a 5 cm x 5 cm para los ensayos de las propiedades mecánicas.

3.4.8. Secado de la madera

La madera obtenida se secó en condición seca al aire en las instalaciones de la carpintería de la Universidad Nacional de Ucayali – Pucallpa con un detector de humedad (Higrómetro), se midió la humedad de tres muestras al azar, cada cierto tiempo hasta que las probetas alcanzaron la condición de humedad de equilibrio con el ambiente de la zona de Pucallpa según las especificaciones de la NTP 251.008.

3.4.9. Preparación de probetas

Las probetas se realizaron en la carpintería de la Universidad Nacional de Ucayali – Pucallpa, las probetas pre habilitadas secas se dimensionaron para los ensayos respectivos; teniendo en cuenta la orientación de las fibras (corte tangencial) como sigue: flexión estática: 2.5 cm x 2.5 cm x 41 cm.; compresión paralela al grano: 5 cm x 5 cm x 20 cm; compresión perpendicular al grano y dureza: 5 cm x 5 cm x 15 cm.; cizallamiento y tensión perpendicular al grano: 5 cm x 5 cm x 6.3 cm.; clivaje: 5 cm x 5 cm x 9.5 cm.

3.5. Ensayos mecánicos

Se realizó los siguientes cálculos, según la ASTM 143.94 indica:

- **Flexión estática**

Esfuerzo de las fibras en el límite proporcional (EFLP)

$$\text{EFLP} = \frac{3 \times P_1 \times L}{2 \times a \times h^2} = (\text{kg/cm}^2)$$

Dónde:

P1= carga al límite proporcional (kg)

L = distancia entre soportes (cm)

a = ancho de la probeta (cm)

h = espesor o altura de la probeta (cm)

Módulo de ruptura (MOR)

$$\text{MOR} = \frac{3 \times P_2 \times L}{2 \times a \times h^2} = (\text{kg/cm}^2)$$

Dónde:

P2 = carga máxima (kg)

L = distancia entre soportes (cm)

a = ancho de la probeta (cm)

h = espesor o altura de la probeta (cm)

Módulo de elasticidad (MOE)

$$\text{MOE} = \frac{P_1 \times L^3}{4 \times a \times h^3 \times d} = (\text{kg/cm}^2)$$

Dónde:

P1= carga al límite proporcional (kg)

L = distancia entre soportes (cm)
a = ancho de la probeta (cm)
h = espesor de la probeta (cm)
d = deflexión al límite proporcional

- **Compresión paralelo al grano**

Esfuerzo de las fibras en el límite proporcional (EFLP)

$$\text{EFLP} = \frac{P_1}{A} = (\text{kg/cm}^2)$$

Dónde:

P₁ = carga al límite proporcional (kg)

A = área (cm²)

Resistencia máxima

$$\text{RM} = \frac{P_2}{A} = (\text{kg/cm}^2)$$

Dónde:

P₂ = carga máxima (kg)

A = área (cm²)

Módulo de elasticidad (MOE)

$$\text{MOE} = \frac{P_1 L}{A \times d} = (\text{kg/cm}^2)$$

Dónde:

P₁ = carga al límite proporcional (kg)

L = distancia entre soportes (cm)

A = área (cm²)

d = deformación al límite proporcional (cm)

- **Compresión perpendicular al grano**

Aplicación de fórmula

$$= \frac{P_1}{\text{Ancho pieza metálica} * \text{espesor probeta}} = \text{Kg/cm}^2$$

Dónde:

P₁ = carga al límite proporcional (kg)

- **Cizallamiento paralelo al grano**

Aplicación de fórmula

$$= \frac{P_2}{A} = \text{Kg/cm}^2$$

Dónde:

P₂ = es la carga máxima (kg)

A = es el área de la zona de cizallamiento (cm²)

- **Clivaje**

$$Cl = \frac{P_2}{a} = (\text{kg/cm})$$

Dónde:

P_2 = carga máxima (kg)

a = ancho de la probeta (cm)

- **Tracción perpendicular al grano**

$$\text{Esfuerzo máximo} = \frac{P_2}{A} = \text{Kg/cm}^2$$

Dónde:

P_2 = carga máxima (kg)

A = área de corte (cm²)

3.6. Tratamiento de datos

Los resultados obtenidos fueron procesados mediante el programa Microsoft Excel para Windows y el programa estadístico Minitab 15.

Se obtuvo información del promedio de la especie por cada árbol y por cada nivel, desviación estándar, coeficiente de variación total, entre y dentro de árboles, y límites de confianza para cada una de las propiedades mecánicas.

Se realizó el análisis de varianza unifactorial, para determinar si existen diferencias significativas entre los promedios de las propiedades mecánicas por niveles de fuste.

Se realizó la prueba de dos medias de muestras independientes para determinar si existe diferencia significativa entre los planos de corte radial y tangencial de cizallamiento y clivaje, de igual manera se realizó la prueba para dureza para determinar si existe diferencia significativa de los lados y extremos.

Para el caso de las maderas provenientes de los distritos de Callería e Iparía se realizó la prueba de dos medias para determinar si existe diferencia significativa entre los promedios de las propiedades mecánicas.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Propiedades mecánicas de la madera de la especie *Septotheca tessmannii* Ulbr (utucuro), en tres niveles longitudinales del fuste

4.1.1. Flexión estática de la madera

4.1.1.1. Esfuerzo de las fibras en el límite proporcional (EFLP)

El tabla 6 y la figura 1 presentan los valores promedios del esfuerzo de las fibras en el límite proporcional de la carga (EFLP), de los cinco árboles de la especie *Septotheca tessmannii* Ulbr (utucuro) por niveles longitudinales del fuste; así mismo se aprecia un coeficiente de variación de 41% en el nivel basal a la que se atribuye la heterogeneidad en cuanto a los valores del esfuerzo de las fibras en el límite proporcional de la carga (EFLP) de dicha madera.

Tabla 6. Promedio del esfuerzo en el límite de las fibras proporcional por niveles longitudinales del fuste de la madera de *Septotheca tessmannii* Ulbr (utucuro).

| E.F.L.P. - NIVELES (Kgf/cm ²) | | | | |
|---|-------|-------|--------|---------|
| ÁRBOL | BASAL | MEDIO | APICAL | PROMED. |
| U - 1 | 915 | 343 | 472 | 577 |
| U - 2 | 490 | 462 | 485 | 479 |
| U - 3 | 431 | 403 | 434 | 422 |
| U - 4 | 380 | 339 | 409 | 376 |
| U - 5 | 445 | 482 | 443 | 457 |
| PROMED. | 532 | 406 | 449 | 462 |
| S | 218 | 66 | 30 | 105 |
| Cv % | 41 | 16 | 7 | 21 |

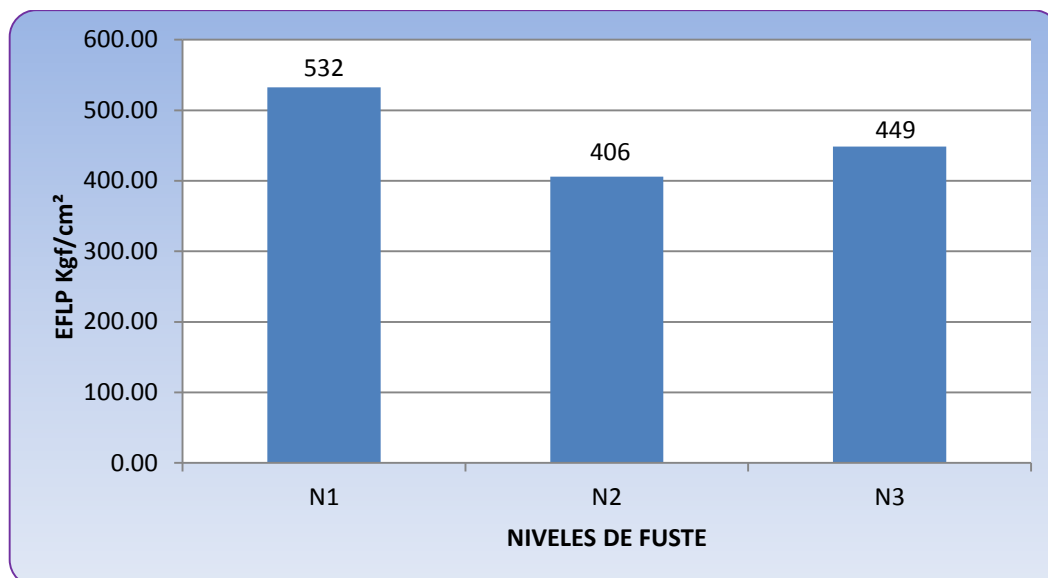


Figura 1. Promedio del esfuerzo de las fibras en el límite proporcional por niveles longitudinales del fuste

Tabla 7. Análisis de varianza del esfuerzo de las fibras en el límite proporcional por niveles longitudinales del fuste

| Fuente de variación | GL | SC | CM | F obs | F tab | Sig. |
|-------------------------|----|-----------|----------|-------|-------|------|
| Entre Niveles del fuste | 2 | 41576.13 | 20788.07 | 1.185 | 3.89 | N.S |
| Error | 12 | 210510.28 | 17542.52 | | | |
| Total | 14 | 252086.41 | | | | |

En la tabla 7, se muestra el análisis de varianza del esfuerzo de las fibras en el límite proporcional de la carga por niveles de longitudinales del fuste, donde se aprecia que no existe diferencias significativas entre los valores promedios del esfuerzo en el límite proporcional de la carga por niveles longitudinales con este resultado podemos mencionar que se puede considerar en promedio de 462 Kg/cm² con un coeficiente de variación 21% a la madera de la especie *Septotheca tessmannii* Ulbr (utucuro), para someterse a cargas sin sufrir deformaciones.

Chavesta y Meléndez en el año 2009 realizó un estudio a la madera de la especie *Septotheca tessmannii* Ulbr (utucuro), donde obtiene como valor 526 Kg/cm² en el esfuerzo de las fibras en el límite

proporcional y si comparamos con el resultado obtenido de 462 Kg/cm² en el esfuerzo de las fibras en el límite proporcional, se puede decir que este valor es menor al resultado obtenido por los autores mencionados.

4.1.1.2. Módulo de Ruptura (MOR)

En la tabla 8 y la figura 2 se muestra los valores promedios del módulo de ruptura (MOR), de los cinco árboles de la especie *Septotheca tessmannii* Ulbr (utucuro) por niveles longitudinales del fuste, así mismo se aprecia que el coeficiente de variación en los niveles longitudinales del fuste corresponde a una población normal.

Tabla 8. Promedio del módulo de ruptura por niveles longitudinales del fuste de la madera de *Septotheca tessmannii* Ulbr (utucuro)

| ÁRBOL | M.O.R. - NIVELES (Kg/cm ²) | | | PROMED |
|---------|--|-------|--------|--------|
| | BASAL | MEDIO | APICAL | |
| U - 1 | 1087 | 640 | 727 | 818 |
| U - 2 | 730 | 689 | 683 | 701 |
| U - 3 | 734 | 703 | 738 | 725 |
| U - 4 | 651 | 572 | 669 | 631 |
| U - 5 | 766 | 703 | 675 | 715 |
| PROMED. | 794 | 661 | 699 | 718 |
| S | 169 | 57 | 32 | 86 |
| Cv % | 21 | 9 | 5 | 11 |

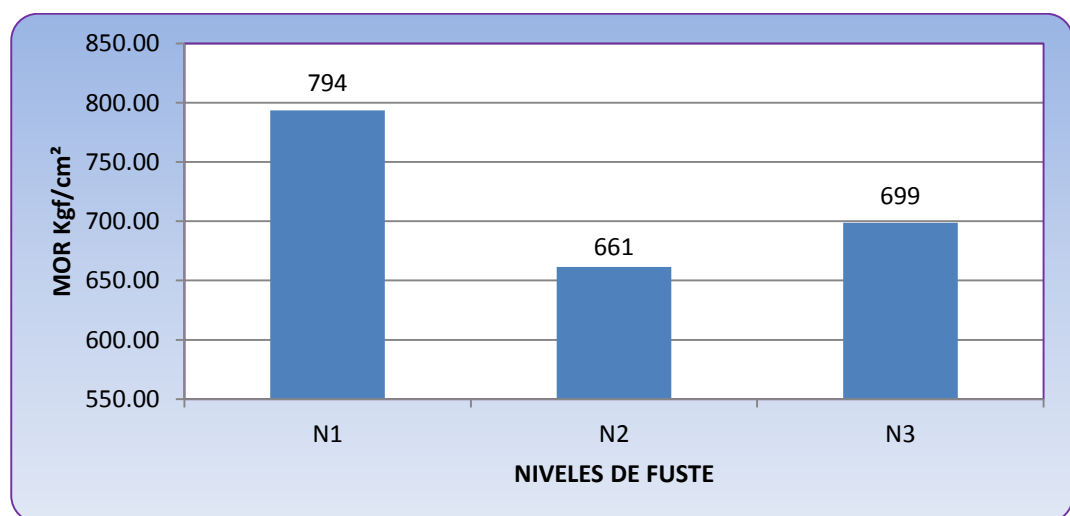


Figura 2. Promedio del módulo de ruptura por niveles longitudinales del fuste

Tabla 9. Análisis de varianza del módulo de ruptura por niveles longitudinales del fuste

| Fuente de variación | GL | SC | CM | F obs | F tab | Sig. |
|-------------------------|----|-----------|----------|-------|-------|------|
| Entre Niveles del fuste | 2 | 46397.45 | 23198.72 | 2.119 | 3.89 | N.S |
| Error | 12 | 131360.30 | 10946.69 | | | |
| Total | 14 | 177757.75 | | | | |

En la tabla 9 se muestra el análisis de varianza del módulo de ruptura de la madera de la especie *Septotheca tessmannii* Ulbr (utucuro), por niveles longitudinales del fuste, donde se aprecia que no existe diferencias significativas entre los valores promedios del módulo de ruptura. De la tabla 8, podemos mencionar que se puede considerar en promedio de 718 Kgf/cm² con un coeficiente de variación 11% como módulo de ruptura.

Chavesta y Meléndez en el año 2009 obtuvieron como valor 917 Kgf/cm² en el módulo de ruptura y si comparamos con el resultado obtenido de 718 Kgf/cm² sobre el módulo de ruptura, se puede decir que este valor es menor al resultado obtenido por los autores mencionados.

Sibille (2006) menciona que según su resistencia a esfuerzos en el cual se produce la falla o ruptura de la madera lo clasifica como calidad mediana. Discrepando con Dávalos y Bárcenas (1999), quienes lo clasifican como calidad baja.

4.1.1.3. Módulo de Elasticidad (MOE)

En la tabla 10 y la figura 3 se muestra los valores promedios del módulo de elasticidad (MOE), de los cinco árboles de la especie *Septotheca tessmannii* Ulbr (utucuro) por niveles longitudinales del fuste;

así mismo se aprecia el coeficiente de variación por niveles longitudinales del fuste, correspondiéndole valores de una población normal.

Tabla 10. Promedio del módulo de elasticidad por niveles longitudinales del fuste de la madera de *Septotheca tessmannii* Ulbr (utucuro)

| ÁRBOL | M.O.E - NIVELES (Kgf/cm ²) | | | PROMED |
|---------|--|-------|--------|--------|
| | BASAL | MEDIO | APICAL | |
| U - 1 | 128540 | 80031 | 95918 | 101496 |
| U - 2 | 95499 | 95655 | 89417 | 93524 |
| U - 3 | 99217 | 87704 | 101889 | 96270 |
| U - 4 | 81163 | 86713 | 98336 | 88737 |
| U - 5 | 97925 | 95737 | 97374 | 97012 |
| PROMED. | 100469 | 89168 | 96587 | 95408 |
| S | 17273 | 6650 | 4573 | 9499 |
| Cv % | 17 | 7 | 5 | 10 |

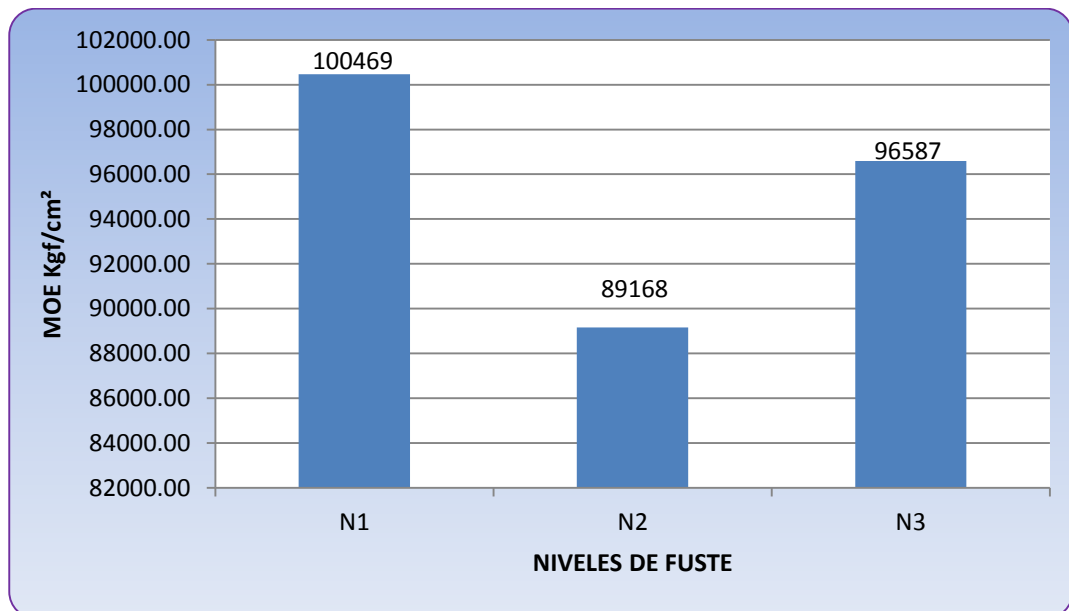


Figura 3. Promedio del módulo de elasticidad por niveles longitudinales del fuste

Tabla 11. Análisis de varianza del módulo de elasticidad por niveles longitudinales del fuste

| Fuente de variación | GL | SC | CM | F obs | F tab | Sig. |
|-------------------------|----|---------------|--------------|-------|-------|------|
| Entre Niveles del fuste | 2 | 329701167.73 | 164850583.86 | 1.361 | 3.89 | N.S |
| Error | 12 | 1453963609.49 | 121163634.12 | | | |
| Total | 14 | 1783664777.22 | | | | |

En la tabla 11, se muestra el análisis de varianza del módulo de elasticidad por niveles de longitudinales del fuste, donde se aprecia que no existe diferencias significativas entre los valores promedios del Módulo de Elasticidad, de la tabla 10 podemos mencionar que se puede considerar en promedio de 95408 Kgf/cm² con un coeficiente de variación 10% a la madera de la especie *Septotheca tessmannii* Ulbr (utucuro), en el módulo de elasticidad para someterse a cargas sin sufrir deformaciones.

Chavesta y Meléndez en el año 2009 obtienen como valor 13600 Kgf/cm² en el Módulo de Elasticidad y si comparamos con el resultado obtenido de 95408 Kgf/cm² sobre el módulo de elasticidad, se puede decir que este valor es mayor al resultado obtenido por los autores mencionados.

Sibille (2006), clasifica a esta madera por su resistencia o esfuerzo a la aplicación de una carga sin sufrir deformaciones en calidad de muy flexible concordando Dávalos y Bárcenas (1999) quien lo clasifica en la resistencia a la deformación como baja.

4.1.2. Compresión paralela al grano de la madera

4.1.2.1. Esfuerzo de las fibras en el límite proporcional (EFLP)

En la tabla 12 y la figura 4 se muestra los valores promedios del esfuerzo de la fibras en el límite proporcional de la carga (EFLP), de los

cinco árboles de la especie *Septotheca tessmannii* Ulbr (utucuro) por niveles longitudinales del fuste, así mismo se aprecia el coeficiente de variación en los niveles longitudinales, correspondiéndole valores de una población normal.

Tabla 12. Promedio del esfuerzo de la fibras en el límite proporcional por niveles longitudinales del fuste de la madera de *Septotheca tessmannii* Ulbr (utucuro)

| ÁRBOL | E.F.L.P. - NIVELES (Kgf/cm ²) | | | PROMED |
|---------|---|-------|--------|--------|
| | BASAL | MEDIO | APICAL | |
| U - 1 | 307 | 366 | 357 | 343 |
| U - 2 | 367 | 381 | 404 | 384 |
| U - 3 | 377 | 323 | 314 | 338 |
| U - 4 | 318 | 369 | 404 | 364 |
| U - 5 | 343 | 391 | 325 | 353 |
| PROMED. | 342 | 366 | 361 | 356 |
| S | 30 | 26 | 43 | 33 |
| Cv % | 9 | 7 | 12 | 9 |

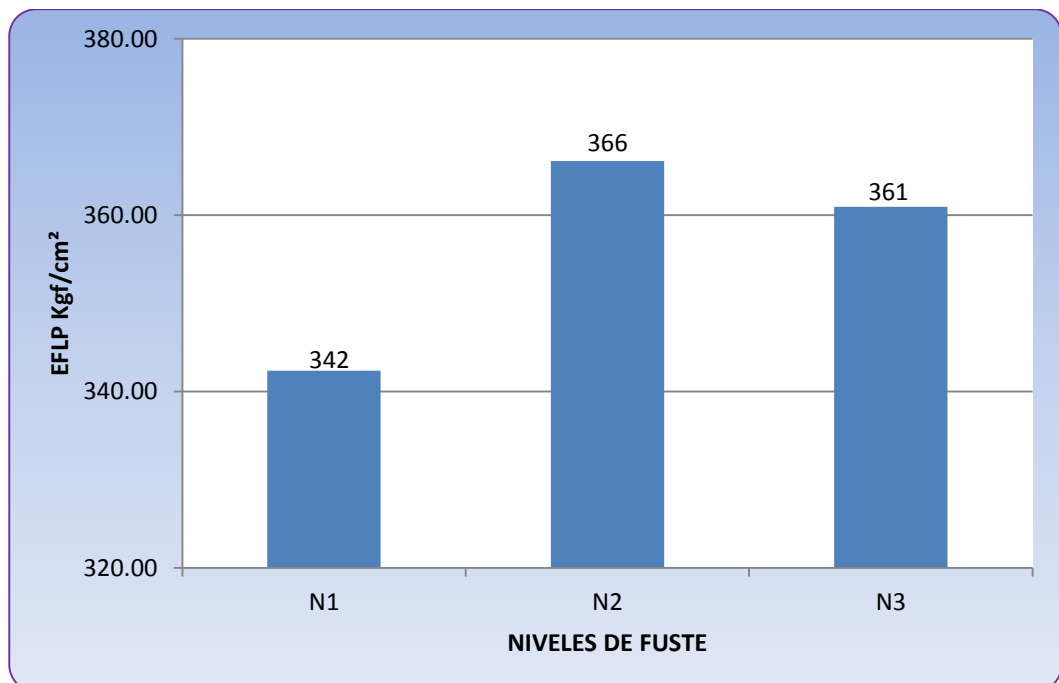


Figura 4. Promedio del esfuerzo de la fibras en el límite proporcional por niveles longitudinales del fuste

Tabla 13. Análisis de varianza del esfuerzo de la fibra en el límite proporcional por niveles longitudinales del fuste

| Fuente de variación | GL | SC | CM | F obs | F tab | Sig. |
|-------------------------|----|----------|---------|-------|-------|------|
| Entre Niveles del fuste | 2 | 1562.26 | 781.13 | 0.691 | 3.89 | N.S. |
| Error | 12 | 13566.16 | 1130.51 | | | |
| Total | 14 | 15128.42 | | | | |

En la tabla 13, se muestra el análisis de varianza del esfuerzo de la fibras en el límite proporcional de la carga por niveles de longitudinales del fuste, donde se aprecia que no existe diferencias significativas entre los valores promedios del esfuerzo de la fibras en el límite Proporcional de la carga por niveles longitudinales con este resultado podemos mencionar que se puede considerar en promedio de 356 Kgf/cm² con un coeficiente de variación 9% a la madera de la especie *Septotheca tessmannii* Ulbr (utucuro), para someterse a cargas sin sufrir deformaciones.

Chavesta y Meléndez en el año 2009 obtienen como valor 256 Kgf/cm² en el esfuerzo de las fibras en el límite proporcional y si comparamos con el resultado obtenido de 356 Kgf/cm² en el esfuerzo de las fibras en el límite proporcional, se puede decir que este valor es mayor al resultado obtenido por los autores mencionados.

4.1.2.2. Resistencia Máxima (RM)

En la tabla 14 y la figura 5 se muestra los valores promedios de la resistencia máxima (RM), de los cinco árboles de la especie *Septotheca tessmannii* Ulbr (utucuro) por niveles longitudinales del fuste; así mismo se aprecia el coeficiente de variación en los niveles longitudinales que correspondiéndoles valores de una población normal.

Tabla 14. Promedio de la resistencia máxima por niveles longitudinales del fuste de la madera de *Septotheca tessmannii* Ulbr (utucuro)

| ÁRBOL | R.M. - NIVELES (Kgf/cm ²) | | | PROMED |
|---------|---------------------------------------|-------|--------|--------|
| | BASAL | MEDIO | APICAL | |
| U - 1 | 312 | 394 | 384 | 364 |
| U - 2 | 392 | 408 | 423 | 408 |
| U - 3 | 397 | 365 | 366 | 376 |
| U - 4 | 328 | 384 | 384 | 365 |
| U - 5 | 364 | 406 | 406 | 392 |
| PROMED. | 359 | 392 | 393 | 381 |
| S | 38 | 18 | 22 | 26 |
| Cv % | 11 | 5 | 6 | 7 |

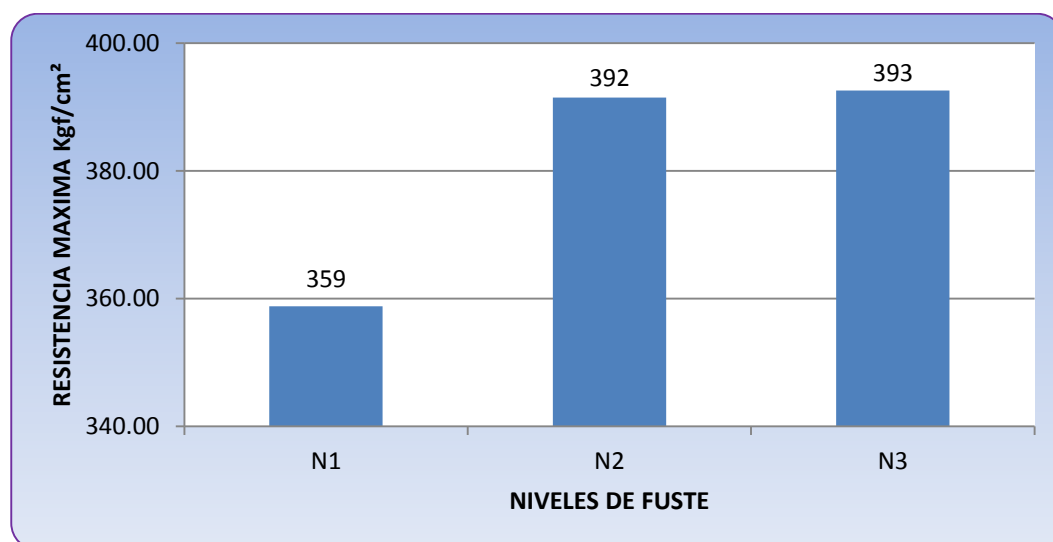


Figura 5. Promedio de la resistencia máxima por niveles longitudinales del fuste

Tabla 15. Análisis de varianza de la resistencia máxima por niveles longitudinales del fuste

| Fuente de variación | GL | SC | CM | F obs | F tab | Sig. |
|-------------------------|----|----------|---------|-------|-------|------|
| Entre Niveles del fuste | 2 | 3678.27 | 1839.13 | 2.474 | 3.89 | N.S. |
| Error | 12 | 8921.02 | 743.42 | | | |
| Total | 14 | 12599.29 | | | | |

En la tabla 15, se muestra el análisis de varianza de la resistencia máxima (RM), por niveles de longitudinales del fuste, donde se aprecia que no existen diferencias significativas entre los valores promedios de la resistencia máxima (RM), por niveles longitudinales, de la tabla 14 podemos mencionar que se puede considerar en promedio de 381 Kgf/cm² con un coeficiente de variación 7% a la madera de la especie *Septotheca tessmannii* Ulbr (utucuro), en la resistencia máxima.

Chavesta y Meléndez en el año 2009 obtienen como valor 464 Kgf/cm² en la resistencia máxima (RM) y si comparamos con el resultado obtenido de 381 Kgf/cm² en la resistencia máxima (RM), se puede decir que este valor es menor al resultado obtenido por los autores mencionados.

Sibille (2006), menciona que la resistencia máxima de la madera a la fuerza que actúa en dirección paralela a las fibras lo clasifica con una calidad alta, discrepando de Dávalos y Bárcenas (1999) quienes lo clasifican en calidad baja en cuanto a su resistencia máxima.

4.1.2.3. Módulo de Elasticidad (MOE)

En la tabla 16 y la figura 6 se muestra los valores promedios del módulo de elasticidad (MOE), de los cinco árboles de la especie *Septotheca tessmannii* Ulbr (utucuro) por niveles longitudinales del fuste; así mismo se aprecia el coeficiente de variación en los niveles longitudinales, correspondiéndoles valores de una población normal.

Tabla 16. Promedio del módulo de elasticidad por niveles longitudinales del fuste de la madera de *Septotheca tessmannii* Ulbr (utucuro)

| ÁRBOL | M.O.E - NIVELES (Kgf/cm ²) | | | PROMED |
|---------|--|-------|--------|--------|
| | BASAL | MEDIO | APICAL | |
| U - 1 | 29655 | 37788 | 36581 | 34674 |
| U - 2 | 39353 | 43838 | 46221 | 43137 |
| U - 3 | 42006 | 35768 | 25966 | 34580 |
| U - 4 | 30488 | 38689 | 41743 | 36973 |
| U - 5 | 37849 | 39317 | 41964 | 39710 |
| PROMED. | 35870 | 39080 | 38495 | 37815 |
| S | 5507 | 2978 | 7793 | 5426 |
| Cv % | 15 | 8 | 20 | 14 |

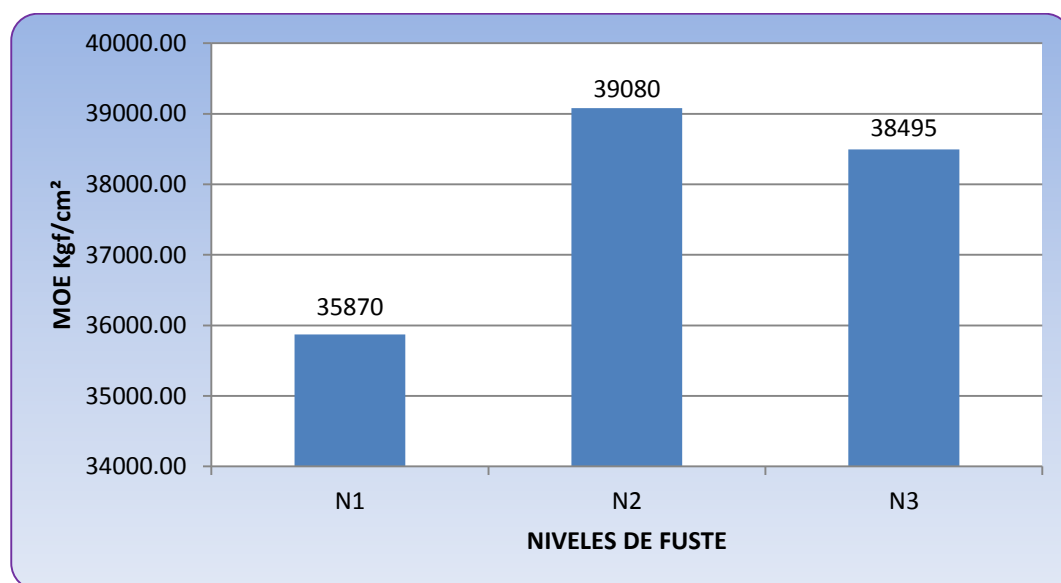


Figura 6. Promedio del módulo de elasticidad por niveles longitudinales del fuste

Tabla 17. Análisis de varianza de módulo de elasticidad por niveles longitudinales del fuste

| Fuente de variación | GL | SC | CM | F obs | F tab | Sig. |
|-------------------------|----|--------------|-------------|-------|-------|------|
| Entre Niveles del fuste | 2 | 29220735.84 | 14610367.92 | 0.439 | 3.89 | N.S. |
| Error | 12 | 399698167.17 | 33308180.60 | | | |
| Total | 14 | 428918903.01 | | | | |

En la tabla 17, se muestra el análisis de varianza del módulo de elasticidad por niveles de longitudinales del fuste, donde se aprecia que no existe diferencias significativas entre los valores promedios del módulo de elasticidad por niveles longitudinales, de la tabla 16 podemos mencionar que se puede considerar en promedio de 37815 Kgf/cm² con un coeficiente de variación 14% a la madera de la especie *Septotheca tessmannii* Ulbr (utucuro), en el módulo de elasticidad.

Chavesta y Meléndez en el año 2009 obtienen como valor 18,100 Kgf/cm² en el módulo de elasticidad y si comparamos con el resultado obtenido de 37,815 Kgf/cm² en el módulo de elasticidad, se puede decir que este valor es mayor al resultado obtenido por los autores mencionados.

4.1.3. Compresión perpendicular al grano de la madera

En la tabla 18 y la figura 7 se muestra los valores promedios de la compresión perpendicular al grano de la madera de la especie *Septotheca tessmannii* Ulbr (utucuro), por niveles longitudinales del fuste; así mismo se aprecia elevados coeficiente de variación en el nivel basal y apical a la que se atribuye la heterogeneidad de la madera, correspondiéndole valores de una población normal.

Tabla 18. Promedio de los valores de la compresión perpendicular al grano por niveles longitudinales del fuste de la madera de *Septotheca tessmannii* Ulbr (utucuro)

| ÁRBOL | NIVELES Kgf/cm ² | | | PROMED |
|---------|-----------------------------|-------|--------|--------|
| | BASAL | MEDIO | APICAL | |
| U - 1 | 19 | 21 | 44 | 28 |
| U - 2 | 59 | 25 | 25 | 36 |
| U - 3 | 9 | 24 | 15 | 16 |
| U - 4 | 16 | 24 | 60 | 34 |
| U - 5 | 35 | 15 | 25 | 25 |
| PROMED. | 28 | 22 | 34 | 28 |
| S | 20 | 4 | 18 | 14 |
| Cv % | 72 | 18 | 54 | 48 |

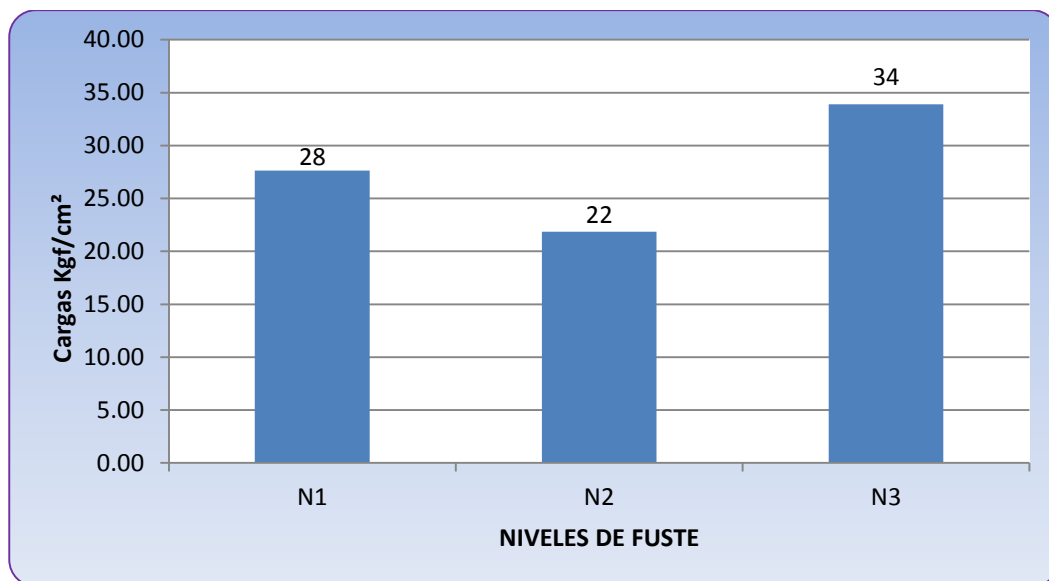


Figura 7. Promedio de los valores de la compresión perpendicular al grano por niveles longitudinales del fuste

Tabla 19. Análisis de varianza de los valores de la compresión perpendicular al grano por niveles longitudinales del fuste

| Fuente de variación | GL | SC | CM | F obs | F tab | Sig. |
|-------------------------|----|---------|--------|-------|-------|------|
| Entre Niveles del fuste | 2 | 361.38 | 180.69 | 0.727 | 3.89 | N.S. |
| Error | 12 | 2982.97 | 248.58 | | | |
| Total | 14 | 3344.35 | | | | |

En la tabla 19, se muestra el análisis de varianza de los valores de la compresión perpendicular al grano por niveles longitudinales del fuste, donde se aprecia que no existe diferencias significativas entre los valores promedios de la compresión perpendicular al grano con este resultado podemos mencionar que se puede considerar en promedio de 28 Kg/cm² con un coeficiente de variación 48% a la madera de la especie *Septotheca tessmannii* Ulbr (utucuro), para someterse a cargas sin sufrir deformaciones.

Chavesta y Meléndez en el año 2009 obtienen como valor 93 Kgf/cm² en las cargas sometidas y si comparamos con el resultado obtenido de 28 Kgf/cm², se puede decir que este valor es menor al resultado obtenido por los autores mencionados.

Sibille (2006), menciona que la resistencia de la madera a la fuerza que actúa en dirección perpendicular a las fibras lo clasifica como calidad baja, mientras que Dávalos y Bárcenas (1999) lo clasifica como calidad muy baja.

4.1.4. Tracción perpendicular al grano de la madera

En la tabla 20 y la figura 8 se muestra los valores promedios a la tracción perpendicular al grano de la madera de la especie *Septotheca tessmannii* Ulbr (utucuro), por niveles longitudinales del fuste; así mismo se aprecia elevados coeficiente de variación en el niveles longitudinales del fuste a la que se atribuye la heterogeneidad de la madera, correspondiéndoles valores de una población normal.

Tabla 20. Promedio de los valores a la tracción perpendicular al grano por niveles longitudinales del fuste de la madera de *Septotheca tessmannii* Ulbr (utucuro)

| ÁRBOL | NIVELES Kgf/cm ² | | | PROMEDIO |
|---------|-----------------------------|-------|--------|----------|
| | BASAL | MEDIO | APICAL | |
| U - 1 | 10 | 45 | 38 | 31 |
| U - 2 | 27 | 30 | 25 | 27 |
| U - 3 | 33 | 24 | 24 | 27 |
| U - 4 | 28 | 7 | 20 | 18 |
| U - 5 | 27 | 24 | 17 | 23 |
| PROMED. | 25 | 26 | 25 | 25 |
| S | 9 | 13 | 8 | 10 |
| Cv % | 34 | 52 | 33 | 40 |

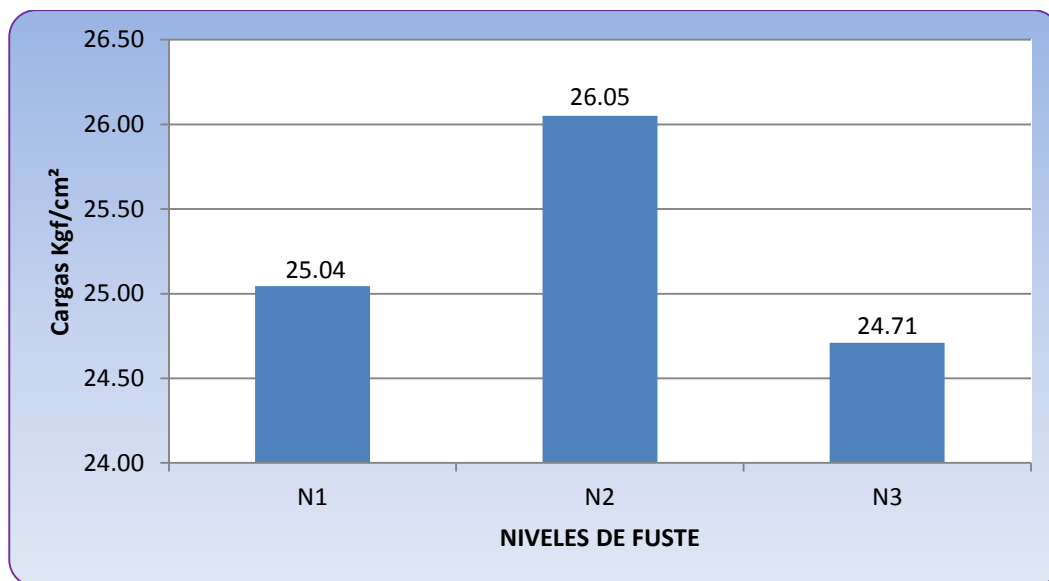


Figura 8. Promedio de los valores a la tracción perpendicular al grano por niveles longitudinales del fuste

Tabla 21. Análisis de varianza de los valores a la tracción perpendicular al grano por niveles longitudinales del fuste

| Fuente de variación | GL | SC | CM | F obs | F tab | Sig. |
|-------------------------|----|---------|--------|-------|-------|------|
| Entre Niveles del fuste | 2 | 4.86 | 2.43 | 0.023 | 3.89 | N.S. |
| Error | 12 | 1289.09 | 107.42 | | | |
| Total | 14 | 1293.95 | | | | |

En la tabla 21, se muestra el análisis de varianza de los valores a la tracción perpendicular al grano por niveles longitudinales del fuste, donde se aprecia que no existe diferencias significativas entre los valores promedios; con este resultado podemos mencionar que se puede considerar en promedio de 25 Kg/cm² con un coeficiente de variación 40% a la madera de la especie *Septotheca tessmannii* Ulbr (Utucuro), para someterse a cargas sin sufrir deformaciones.

Chavesta y Meléndez en el año 2009 obtienen como valor 45 Kg/cm² en las cargas sometidas y si comparamos con el resultado obtenido de 25 Kg/cm² se puede decir que este valor es menor al resultado obtenido por los autores mencionados.

4.1.5. Dureza de la madera

4.1.5.1. Dureza de lados

En la tabla 22 y la figura 9, se muestra los valores promedios de la dureza de lados de la madera de la especie *Septotheca tessmannii* Ulbr (utucuro), por niveles longitudinales del fuste; así mismo se aprecia el coeficiente de variación en los niveles longitudinales del fuste, correspondiéndole valores de una población normal.

Tabla 22. Promedio de los valores de la dureza de lados por niveles longitudinales del fuste de la madera de *Septotheca tessmannii* Ulbr (utucuro)

| ÁRBOL | NIVELES (Kgf) | | | PROMED |
|---------|---------------|-------|--------|--------|
| | BASAL | MEDIO | APICAL | |
| U - 1 | 299 | - | - | 299 |
| U - 2 | 307 | 357 | 411 | 358 |
| U - 3 | 644 | 373 | 411 | 476 |
| U - 4 | 400 | 311 | 565 | 425 |
| U - 5 | 432 | 259 | 540 | 411 |
| PROMED. | 416 | 325 | 482 | 408 |
| S | 140 | 51 | 82 | 91 |
| Cv % | 34 | 16 | 17 | 22 |

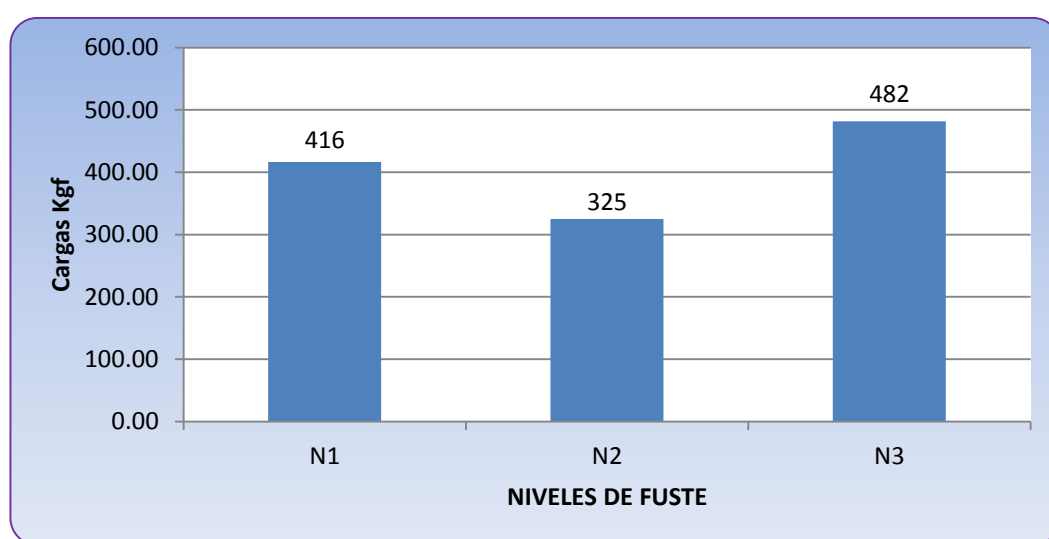


Figura 9. Promedio de los valores de la dureza de lados por niveles longitudinales del fuste

Tabla 23. Análisis de varianza de los valores de la dureza de lados por niveles longitudinales del fuste

| Fuente de variación | GL | SC | CM | F obs | F tab | Sig. |
|-------------------------|----|-----------|----------|-------|-------|------|
| Entre Niveles del fuste | 2 | 49654.87 | 24827.43 | 2.339 | 4.24 | N.S. |
| Error | 10 | 106165.96 | 10616.60 | | | |
| Total | 12 | 155820.83 | | | | |

En la tabla 23, se muestra el análisis de varianza de los valores a la dureza de lados por niveles longitudinales del fuste, donde se aprecia que no existe diferencias significativas entre los valores promedios de las cargas por niveles longitudinales con este resultado podemos mencionar que se puede considerar en promedio de 408 Kgf con un coeficiente de variación 22% a la madera de la especie *Septotheca tessmannii* Ulbr (utucuro), para oponerse a la penetración de cuerpos.

Chavesta y Meléndez en el año 2009 obtienen como valor en dureza de lados 570 Kgf en los valores de las cargas y si comparamos con el resultado obtenido de 408 Kgf sobre los valores promedios, se puede decir que este valor es menor al resultado obtenido por los autores mencionados.

Sibille (2006) menciona que es la resistencia de un cuerpo a la penetración de otro y lo clasifica en calidad media. Concordando con Dávalos y Bárcenas (1999), quienes lo clasifican con calidad media.

4.1.5.2. Dureza de extremos

En la tabla 24 y la figura 10, se muestra los valores promedios de la dureza de extremos de la madera de la especie *Septotheca tessmannii* Ulbr (Utucuro), por niveles longitudinales del fuste; así mismo se aprecia

el coeficiente de variación en los niveles longitudinales del fuste, correspondiéndole valores de una población normal.

Tabla 24. Promedio de los valores de la dureza de extremos por niveles longitudinales del fuste de la madera de *Septotheca tessmannii* Ulbr (utucuro)

| ÁRBOL | NIVELES (Kgf) | | | PROMED |
|---------|---------------|-------|--------|--------|
| | BASAL | MEDIO | APICAL | |
| U - 1 | 384 | - | - | 384 |
| U - 2 | 448 | 491 | 478 | 472 |
| U - 3 | 634 | 508 | 539 | 560 |
| U - 4 | 583 | 499 | 518 | 533 |
| U - 5 | 212 | 332 | 847 | 463 |
| PROMED. | 452 | 457 | 595 | 501 |
| S | 168 | 84 | 170 | 140 |
| Cv % | 37 | 18 | 28 | 28 |

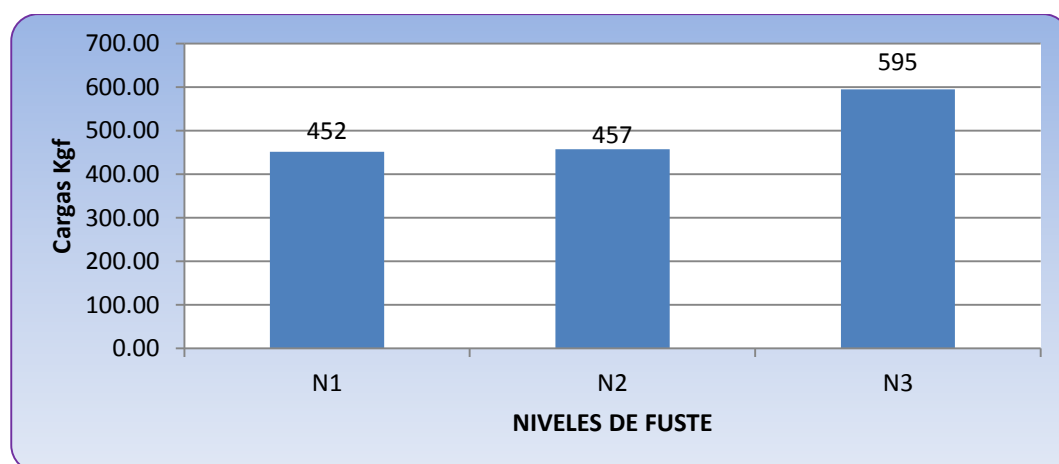


Figura 10. Promedio de los valores de la dureza de extremos por niveles longitudinales del fuste

Tabla 25. Análisis de varianza de los valores de la dureza de extremos por niveles longitudinales del fuste

| Fuente de variación | GL | SC | CM | F obs | F tab | Sig. |
|-------------------------|----|-----------|----------|-------|-------|------|
| Entre Niveles del fuste | 2 | 54993.45 | 27496.73 | 1.250 | 4.24 | N.S. |
| Error | 10 | 220019.05 | 22001.91 | | | |
| Total | 12 | 275012.50 | | | | |

En la tabla 25, se muestra el análisis de varianza valores de la dureza de extremos por niveles longitudinales del fuste, donde se aprecia que no existe diferencias significativas entre los valores promedios de las cargas por niveles longitudinales con este resultado podemos mencionar que se puede considerar en promedio de 501 Kgf con un coeficiente de variación 28% a la madera de la especie *Septotheca tessmannii* Ulbr (utucuro), para oponerse a la penetración de cuerpos.

Chavesta y Meléndez en el año 2009 obtienen como valor en dureza de extremos 493 Kgf en los valores de las cargas y si comparamos con el resultado obtenido de 501 Kgf sobre los valores promedios, se puede decir que este valor es menor al resultado obtenido por los autores mencionados.

Dávalos y Bárcenas (1999), clasifican a la resistencia de los extremos como calidad media.

Tabla 26. Análisis de la prueba de dos medias de muestras independientes de los valores promedios de la dureza de lados y extremos por niveles longitudinales del fuste

| Prop. Mecánicas | Prom. Kg | T | Valor de P | Signif. |
|-----------------|----------|-----|------------|---------|
| D. Lados | 408 | | | |
| D. Extremos | 498 | 1.7 | 0.101 | N.S. |

En la tabla 25, se muestra el análisis de la prueba de dos medias de muestras independientes de los valores promedios de la dureza de lados y extremos, donde se aprecia que no existe diferencia significativa en cuanto a la dureza de lados y extremos, lo que indica que la dureza son similares y se puede usar la madera en ambas superficies.

4.1.6. Cizallamiento de la madera

4.1.6.1. Cizallamiento radial

En la tabla 26 y la figura 11, se muestra los valores promedios del cizallamiento radial de la madera de la especie *Septotheca tessmannii* Ulbr (utucuro), por niveles longitudinales del fuste; así mismo se aprecia el coeficiente de variación en niveles longitudinales del fuste, correspondiéndole valores de una población normal.

Tabla 27. Promedio de los valores del cizallamiento radial de la madera por niveles longitudinales del fuste de la madera de *Septotheca tessmannii* Ulbr (utucuro)

| ÁRBOL | NIVELES Kg/cm ² | | | PROMED |
|---------|----------------------------|-------|--------|--------|
| | BASAL | MEDIO | APICAL | |
| U - 1 | 71 | 80 | 72 | 74 |
| U - 2 | 24 | 28 | 72 | 41 |
| U - 3 | - | - | 86 | 86 |
| U - 4 | 85 | 75 | 69 | 76 |
| U - 5 | 70 | 59 | - | 65 |
| PROMED. | 62 | 61 | 75 | 66 |
| S | 26 | 23 | 8 | 19 |
| Cv % | 42 | 38 | 10 | 30 |

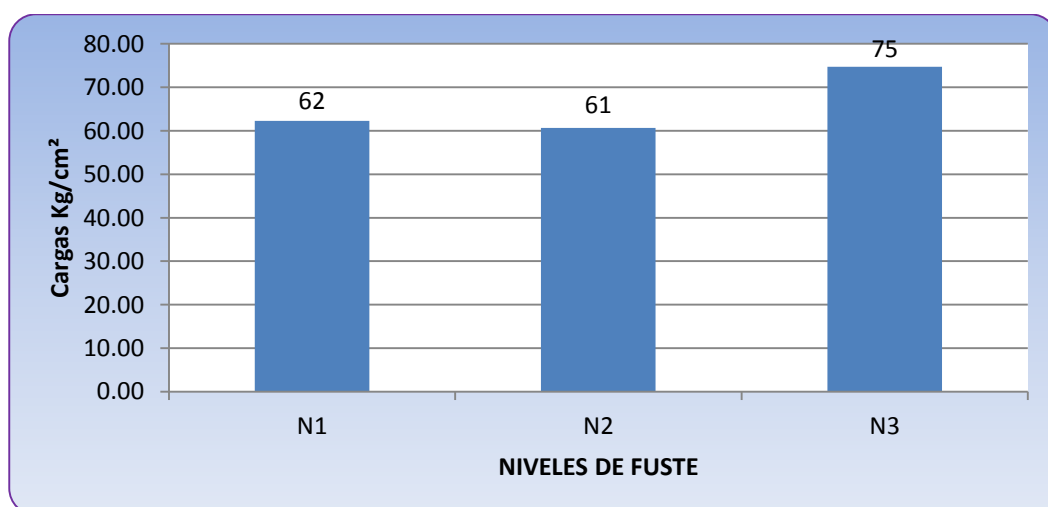


Figura 11. Promedio de los valores del cizallamiento radial por niveles longitudinales del fuste

Tabla 28. Análisis de varianza del cizallamiento radial de la madera por niveles longitudinales del fuste

| Fuente de variación | GL | SC | CM | F obs | F tab | Sig. |
|-------------------------|----|---------|--------|-------|-------|------|
| Entre Niveles del fuste | 2 | 472.55 | 236.27 | 0.547 | 4.48 | N.S. |
| Error | 9 | 3890.55 | 432.28 | | | |
| Total | 11 | 4363.10 | | | | |

En la tabla 27, se muestra el análisis de varianza de los valores del cizallamiento radial de la madera por niveles longitudinales del fuste, donde se aprecia que no existe diferencias significativas entre los valores promedios, se puede considerar en promedio de 66 Kg/cm² con un coeficiente de variación 30% a la madera de la especie *Septotheca tessmannii* Ulbr (utucuro), para someterse a cargas.

4.1.6.2. Cizallamiento tangencial

En la tabla 28 y la figura 12, se muestra los valores promedios del cizallamiento tangencial de la madera de la especie *Septotheca tessmannii* Ulbr (utucuro), por niveles longitudinales del fuste; así mismo se aprecia el coeficiente de variación en los niveles longitudinales, correspondiéndole valores de una población normal.

Tabla 29. Promedio de los valores del cizallamiento tangencial de la madera por niveles longitudinales del fuste de la madera de *Septotheca tessmannii* Ulbr (utucuro)

| ÁRBOL | NIVELES Kg/cm ² | | | PROMED |
|---------|----------------------------|-------|--------|--------|
| | BASAL | MEDIO | APICAL | |
| U - 1 | 75 | 64 | 94 | 77 |
| U - 2 | 80 | 78 | 89 | 82 |
| U - 3 | 99 | 101 | 94 | 98 |
| U - 4 | 78 | - | 81 | 79 |
| U - 5 | - | 112 | 88 | 100 |
| PROMED. | 83 | 88 | 89 | 87 |
| S | 11 | 22 | 5 | 13 |
| Cv % | 13 | 25 | 6 | 14 |

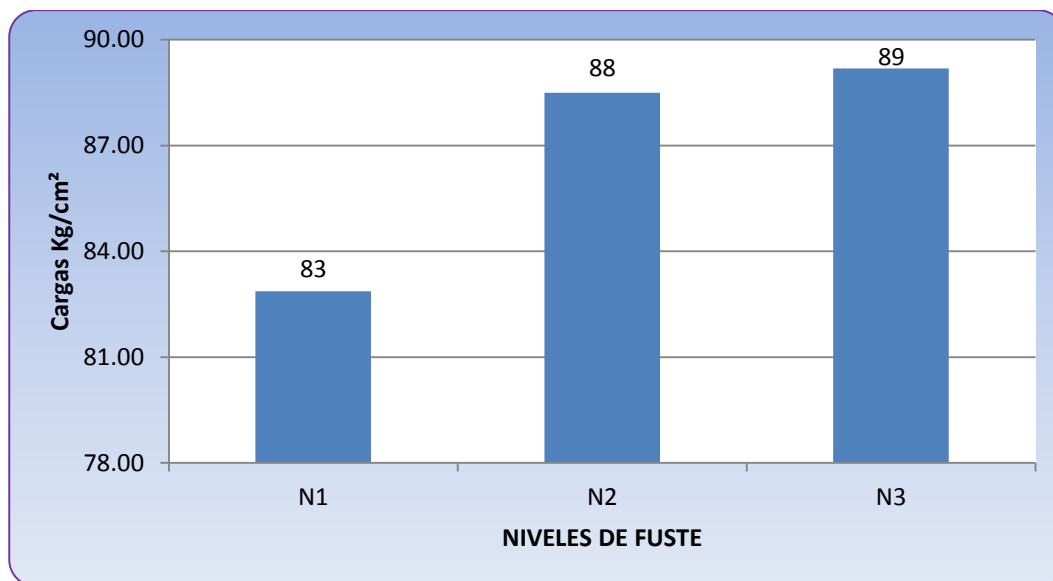


Figura 12. Promedio de los valores del cizallamiento tangencial de la madera por niveles longitudinales del fuste

Tabla 30. Análisis de varianza del cizallamiento tangencial de la madera por niveles longitudinales del fuste

| Fuente de variación | GL | SC | CM | F obs | F tab | Sig. |
|-------------------------|----|---------|--------|-------|-------|------|
| Entre Niveles del fuste | 2 | 101.20 | 50.60 | 0.270 | 4.24 | N.S. |
| Error | 10 | 1873.08 | 187.31 | | | |
| Total | 12 | 1974.28 | | | | |

En la tabla 29, se muestra el análisis de varianza de los valores del cizallamiento tangencial de la madera por niveles longitudinales del fuste, donde se aprecia que no existen diferencias significativas entre los valores promedios, con este resultado podemos mencionar que se puede considerar en promedio de 87 Kg/cm² con un coeficiente de variación 14% a la madera de la especie *Septotheca tessmannii* Ulbr (utucuro), para someterse a cargas.

Chavesta y Meléndez en el año 2009 obtienen como valor 106 Kg/cm² en las cargas sometidas y si comparamos con el resultado obtenido en el cizallamiento radial 66 Kg/cm² y en el cizallamiento

tangencial 87 Kg/cm², se puede decir que estos valores son menores al resultado obtenido por los autores mencionados.

Sibille (2006) clasifica la resistencia que ofrece la madera en calidad mediana, discrepando con Dávalos y Bárcenas (1999), quienes lo clasifican como calidad baja.

Tabla 31. Análisis de la prueba de dos medias de muestras independientes de los valores promedios del cizallamiento radial y tangencial por niveles longitudinales del fuste

| Prop. Mecánicas | Prom. Kg/cm ² | T | Valor de P | Signif. |
|-----------------|--------------------------|------|------------|---------|
| Ciz. radial | 65.9 | | | |
| Ciz. tangencial | 87.2 | 3.18 | 0.004 | * |

En la tabla 26, se muestra el análisis de la prueba de dos medias de muestras independientes de los valores promedios del cizallamiento radial y tangencial, donde se muestran que existe diferencia significativa en cuanto a la resistencia del cizallamiento en los planos de corte, siendo el cizallamiento tangencial la de mayor resistencia.

4.1.7. Clivaje de la madera

4.1.7.1. Clivaje radial

En la tabla 30 y la figura 13, se muestra los valores promedios al clivaje radial de la madera de la especie *Septotheca tessmannii* Ulbr (utucuro), por niveles longitudinales del fuste; así mismo se aprecia el coeficiente de variación en los niveles longitudinales del fuste, correspondiéndoles valores de una población normal.

Tabla 32. Promedio de los valores al clivaje radial por niveles longitudinales del fuste de la madera de *Septotheca tessmannii* Ulbr (utucuro)

| ÁRBOL | NIVELES (Kg/cm) | | | PROMED |
|---------|-----------------|-------|--------|--------|
| | BASAL | MEDIO | APICAL | |
| U - 1 | 18 | - | 5 | 11 |
| U - 2 | - | 9 | 17 | 13 |
| U - 3 | 14 | 16 | 13 | 14 |
| U - 4 | - | 8 | 20 | 14 |
| U - 5 | 9 | 12 | 35 | 19 |
| PROMED. | 13 | 11 | 18 | 14 |
| S | 5 | 3 | 11 | 6 |
| Cv % | 34 | 31 | 61 | 42 |

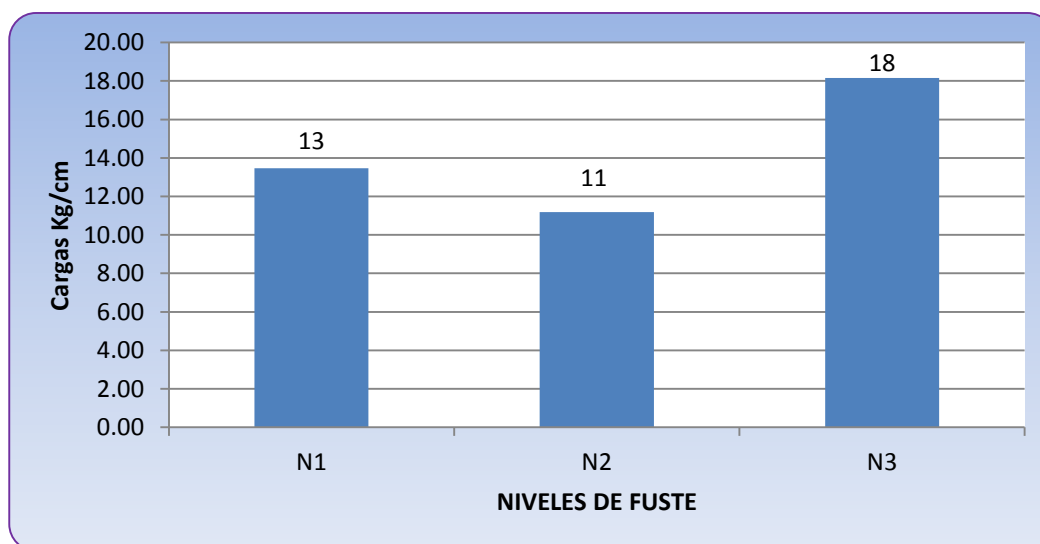


Figura 13. Promedio de los valores al clivaje radial por niveles longitudinales del fuste

Tabla 33. Análisis de varianza de los valores al clivaje radial por niveles longitudinales del fuste

| Fuente de variación | GL | SC | CM | F obs | F tab | Sig. |
|-------------------------|----|--------|-------|-------|-------|------|
| Entre Niveles del fuste | 2 | 113.58 | 56.79 | 0.888 | 4.48 | N.S. |
| Error | 9 | 575.73 | 63.97 | | | |
| Total | 11 | 689.31 | | | | |

En la tabla 31, se muestra el análisis de varianza al clivaje radial por niveles longitudinales del fuste, donde se aprecia que no existe diferencias significativas entre los valores promedios de las cargas por niveles longitudinales con este resultado podemos mencionar que se puede considerar en promedio de 14 Kg/cm con un coeficiente de variación 42% a la madera de la especie *Septotheca tessmannii* Ulbr (utucuro), para someterse a cargas.

4.1.7.2. Clivaje tangencial

En la tabla 32 y la figura 14, se muestran los valores promedios al clivaje radial de la madera de la especie *Septotheca tessmannii* Ulbr (utucuro), por niveles longitudinales del fuste; así mismo se aprecia el coeficiente de variación en los niveles longitudinales del fuste, correspondiéndole valores de una población normal.

Tabla 34. Promedio de los valores al clivaje tangencial por niveles longitudinales del fuste de la madera de *Septotheca tessmannii* Ulbr (utucuro)

| ÁRBOL | NIVELES (Kg/cm) | | | PROMED |
|---------|-----------------|-------|--------|--------|
| | BASAL | MEDIO | APICAL | |
| U - 1 | 23 | 52 | 53 | 42 |
| U - 2 | 27 | - | 45 | 36 |
| U - 3 | - | 42 | 42 | 42 |
| U - 4 | - | 35 | 31 | 33 |
| U - 5 | 41 | 33 | 23 | 32 |
| PROMED. | 30 | 40 | 39 | 36 |
| S | 10 | 9 | 12 | 10 |
| Cv % | 33 | 21 | 31 | 28 |

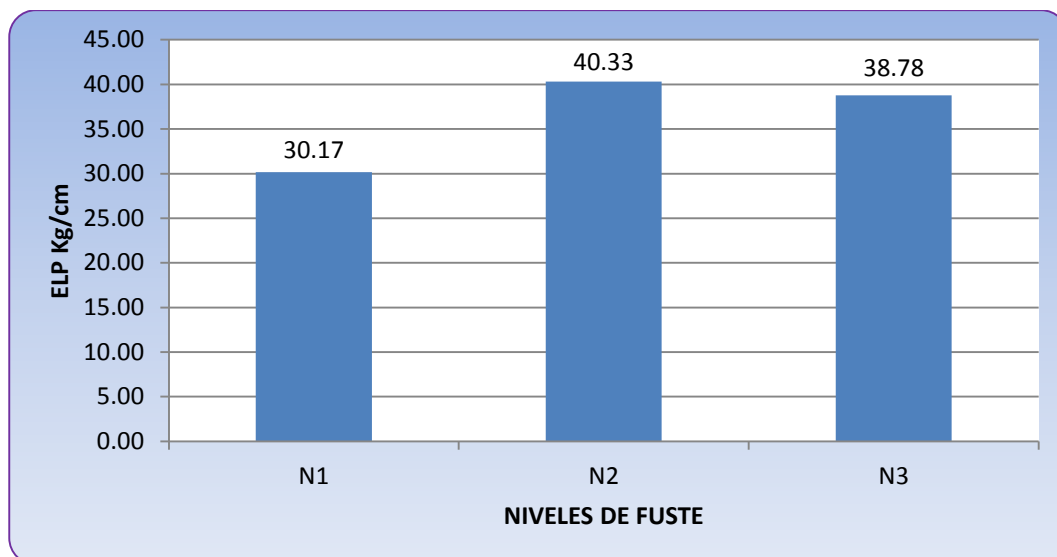


Figura 14. Promedio de los valores al clavaje tangencial por niveles longitudinales del fuste

Tabla 35. Análisis de varianza de los valores al clavaje tangencial por niveles longitudinales del fuste

| Fuente de variación | GL | SC | CM | F obs | F tab | Sig. |
|-------------------------|----|---------|--------|-------|-------|------|
| Entre Niveles del fuste | 2 | 199.91 | 99.95 | 0.911 | 4.48 | N.S. |
| Error | 9 | 987.15 | 109.68 | | | |
| Total | 11 | 1187.05 | | | | |

En la tabla 33, se muestra el análisis de varianza de los valores al clavaje tangencial por niveles longitudinales del fuste, donde se aprecia que no existe diferencias significativas entre los valores promedios, con este resultado podemos mencionar que se puede considerar en promedio de 36 Kg/cm² con un coeficiente de variación 28% a la madera de la especie *Septotheca tessmannii* Ulbr (utucuro), para someterse a cargas.

Chavesta y Meléndez en el año 2009 obtienen como valor 55 Kg/cm en los valores de las cargas y si comparamos con el resultado obtenido en el clavaje radial 14 Kg/cm y en clavaje tangencial 36 Kg/cm, se puede decir que este valor es menor al resultado obtenido por los autores

mencionados.

Tabla 36. Análisis de la prueba de dos medias de muestras independientes de los valores promedios al clivaje radial y tangencial por niveles longitudinales del fuste

| Prop. Mecánicas | Prom. Kg/cm | T | Valor de P | Signif. |
|------------------|-------------|------|------------|---------|
| Cliv. radial | 14.67 | | | |
| Cliv. tangencial | 37.2 | 6.06 | 0.000 | * |

En la tabla 26, se muestra el análisis de la prueba de dos medias de muestras independientes al clivaje radial y tangencial, donde se muestra que existe diferencia significativa al clivaje en los planos de corte, resultando que el clivaje en sentido tangencial presenta mayor resistencia que el clivaje radial.

4.1.8. Resumen de las propiedades mecánicas

Tabla 37. Resumen de las propiedades mecánicas y su clasificación

| Propiedades Mecánicas | Unidad | Valor | Sibille | Dávalos y Bárcenas |
|-------------------------------|--------------------|-------|--------------|--------------------|
| FLEXIÓN ESTÁTICA | | | | |
| ELP | Kg/cm ² | 462 | -- | -- |
| MOR | Kg/cm ² | 718 | Media | Baja |
| MOE | Kg/cm ² | 95408 | Muy flexible | Baja |
| COMPRESIÓN PARALELA | | | | |
| ELP | Kg/cm ² | 356 | -- | -- |
| RM | Kg/cm ² | 381 | Alta | Baja |
| MOE | Kg/cm ² | 37815 | -- | -- |
| COMPRESIÓN PERPENDICULAR | Kg/cm ² | 28 | Baja | Muy baja |
| TRACCION PERPENDICULAR | | | | |
| DUREZA | | | | |
| LADOS | Kg | 408 | Media | Media |
| EXTREMOS | Kg | 501 | -- | Media |
| CIZALLAMIENTO | | | | |
| RADIAL | Kg/cm ² | 66 | Media | Baja |
| TANGENCIAL | Kg/cm ² | 87 | Media | Baja |
| CLIVAJE | | | | |
| RADIAL | Kg/cm | 14 | -- | -- |
| TANGENCIAL | Kg/cm | 36 | -- | -- |

En la tabla 34, se muestra el resumen de las propiedades mecánicas y su clasificación en cuanto a las tablas 3 y 4 ya antes mencionados por los autores Sibille, Dávalos y Bárcenas donde nos muestras las diferentes clasificaciones de acuerdo a los valores obtenidos de las propiedades mecánicas.

4.2. Análisis comparativo de las propiedades mecánicas de la madera de la especie *Septotheca tessmannii* Ulbr (utucuro), provenientes de los distritos de Callería e Iparía

Tabla 38. Resumen de las propiedades mecánicas de la madera provenientes de los distritos de Callería e Iparía

| Propiedades Mecánicas | | Callería | Iparía | T | Valor de P | Signif |
|--------------------------|------------|----------|--------|------|------------|--------|
| Flexión estática | E.F.L.P. | 487 | 416.5 | 1.41 | 0.166 | N.S. |
| | M.O.R. | 741 | 672.8 | 1.50 | 0.142 | N.S. |
| | M.O.E. | 971.30 | 928.75 | 1.02 | 0.313 | N.S. |
| Compresión paralela | E.F.L.P. | 349.4 | 354.9 | 0.31 | 0.755 | N.S. |
| | R.M. | 377.3 | 375.4 | 0.12 | 0.907 | N.S. |
| | M.O.E. | 36411 | 38125 | 0.72 | 0.473 | N.S. |
| Compresión perpendicular | E.L.P. | 27.3 | 31.0 | 0.51 | 0.617 | N.S. |
| Tracción perpendicular | E.L.P. | 29.5 | 21.5 | 1.41 | 0.170 | N.S. |
| Dureza | Lados | 406 | 418 | 0.23 | 0.820 | N.S. |
| | Extremos | 498 | 498 | 0.00 | 0.996 | N.S. |
| | Radial | 61.9 | 71.6 | 0.83 | 0.424 | N.S. |
| Cizalla | Tangencial | 88.4 | 89.3 | 0.09 | 0.926 | N.S. |
| | Radial | 13.17 | 14.8 | 0.4 | 0.694 | N.S. |
| Clivaje | Tangencial | 36.9 | 34.02 | 0.44 | 0.668 | N.S. |

En la tabla 36, se muestra el análisis realizado mediante la prueba de dos medias aplicadas a los 5 árboles provenientes de distritos diferentes, donde encontramos que no existen diferencia significativa en cuanto a las propiedades mecánicas.

4.3. Posibles usos de la madera de la especie *Septotheca tessmannii* Ulbr (utucuro)

Los posibles usos a los que se puede someter la madera de la especie *Septotheca tessmannii* Ulbr (utucuro) de acuerdo a los datos obtenidos de los valores de las propiedades mecánicas y su clasificación son:

- La madera se podría utilizar para pisos, carpintería y marcos por la resistencia media que opone al desgaste, rayado y clavado.
- Se podría considerar que esta madera puede ser utilizada para cajonería de frutas, cielorraso por ser una madera muy flexibles y con una resistencia media para soportar cuerpos, como también servirá para vigas, viguetas, entablados.
- La madera puede ser usada como postes, pie derecho y columnas debido a su alta resistencia a soportar cargas.
- La madera opone resistencia media a las cargas sobre sus uniones es por eso que se puede usar a la madera para tijerales.

Concordando con Chavesta y Meléndez (2009), que menciona que las características anatómicas y físicas unidas a la resistencia mecánica de la madera de utucuro permiten pronosticar los siguientes usos: carpintería de obra (panelería, puertas, ventanas, marcos, zócalos, cielorraso, entre otras), estructuras (columnas, vigas y viguetas) y encofrados.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Los valores promedios de la resistencia a la flexión estática de la madera de la especie *Septotheca tessmannii* Ulbr (Utucuro) son: ELP 462 Kgf/cm², RM 718 Kgf/cm², MOE 95408 Kgf/cm².
- Los valores promedios de la resistencia a la compresión paralela al grano de la madera de la especie *Septotheca tessmannii* Ulbr (Utucuro) son: ELP 356 Kgf/cm², RM 381, MOE 37815 Kgf/cm².
- El valor promedio de la resistencia a la compresión perpendicular al grano de la madera de la especie *Septotheca tessmannii* Ulbr (Utucuro) es: 28 Kgf/cm².
- El valor promedio de la resistencia a la tracción perpendicular al grano de la madera de la especie *Septotheca tessmannii* Ulbr (Utucuro) es: 25 Kg/cm².
- Los valores promedios de la resistencia a la dureza de lados y extremos de la madera de la especie *Septotheca tessmannii* Ulbr (Utucuro) son: lados 408 Kg, extremos 501 Kg.
- Los valores promedios de la resistencia al cizallamiento radial y tangencial de la madera de la especie *Septotheca tessmannii* Ulbr (Utucuro) son: radial 65.90 Kg/cm², tangencial 87 Kg/cm².
- Los valores promedios de la resistencia al clivaje radial y tangencial de la madera de la especie *Septotheca tessmannii* Ulbr (Utucuro) son: radial 14 Kg/cm, tangencial 36 Kg/cm.

5.2. Recomendaciones

- Los valores de las propiedades mecánicas confirman la posibilidad de usar a la madera como parquet, pero se debería hacer un estudio más detallado ya que esta madera tiene una densidad media.
- Se debe realizar tratamientos de preservación para garantizar el uso y la vida útil de la madera en carpintería.
- Realizar estudios de la especie en diferentes tipos de suelo, para ver la variación y comportamiento de la especie de esa manera conseguir nuevos posibles usos.
- Para la mejor utilización de la especie maderable se debe realizar en su totalidad estudios de las propiedades tecnológicas de la madera (físicas mecánicas, trabajabilidad, secado y preservación).

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Abadie, G. (1976). Caracterización del tipo de bosque de terraza en la zona de Jenaro Herrera (Iquitos). Tesis Ing. Forestal. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 70 p.
- American Society of Civil Engineers. (1975). Wood Structures: A Design Guide and Commentary. New York. USA.
- Aróstegui, A. (1982). Recopilación y análisis de estudio tecnológicos de maderas Peruanas. Proyecto PNUD/FAO/PER/81/002 fortalecimiento de los programas de desarrollo forestal en selva central. Documento de trabajo N° 2. Lima - Perú. 57 p.
- Arroyo, J. (1983). Propiedades físico-mecánicas de la madera. Mérida, Venezuela. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de los Andes. 197 p.
- ASTM D 143 – 94. (2000). American Society for Testing Materials. Standard test methods for small clear specimens of timber. 31p.
- Campos, A.; Cubillos, G.; Morales, F.; Pastene, A. (1990). Propiedades y usos de especies madereras de corta rotación. Santiago, Chile. Corporación de Fomento de la Producción (CORFO). 87 p.
- Chavesta, M.; Meléndez, M. (2009). Características anatómicas y propiedades físico mecánicas del utucuro (*Septotheca tessmannii*). Revista xilema. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima. Perú
- COPANT. (1972). Norma Panamericana COPANT 458. “Selección y colección de muestras”. Ciudad de Panamá – Panamá. 11 p.
- Cuevas, E. (2003). Propiedades físicas y mecánicas de la madera. Material de apoyo en propiedades físicas y mecánicas. Talca, Chile. Universidad de Talca, Escuela de Ingeniería en Industrias de la Madera. 68p.
- Díaz-Vaz, J.; Cuevas, H. (1982). Ensayos mecánicos de la madera. Valdivia, Chile. Universidad Austral de Chile. Facultad de ciencias forestales. 44 p.
- Duque, J. (2007). Instituto de Ciencias Naturales. <http://www.biovirtual.unal.edu.co/ICN/?controlador=ShowObject&accion=show&id=57445>. [Consulta Jueves, 18 de Diciembre del 2014]

- Fachín, C. (1986). Estudio de las propiedades físico-mecánicas y su variación en el tronco de la *Parkia velutina* R. Benth (Pashaco curtidor), en las plantaciones de Jenaro Herrera. Tesis Ingeniero Forestal. UNAP. Iquitos-Perú. 96p.
- INIA. (1996). Manual de identificación de especies forestales de la subregión andina. Instituto Nacional de Investigación Agraria-Perú (INIA)-OIMT. Primera Edición. Lima Perú. 489p.
- Karsulovic, J. (1982). Propiedades mecánicas de la madera. Santiago de Chile. Editorial Universidad de Chile, Facultad de ciencias Agrarias, Veterinarias y Forestales, departamento de Tecnología de la Madera. 101p.
- Kollman, F. (1959). Tecnología de la madera y sus aplicaciones. Tomo I. traducción de la 2ª edición. Ministerio de Agricultura. Instituto Forestal de Investigación, experiencias y Servicios de la madera. Madrid, España. 647 p.
- Llúncor, D. (1977). Relaciones entre las características de cepillado de algunas maderas de Venezuela y sus propiedades físico -mecánicas y anatómicas. Tesis Magíster Scientiae. Mérida – Venezuela. Universidad de los Andes. 78p.
- Mercedes, M. (2012). Boletín Informativo del Curso de Introducción a las Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad Nacional de La Plata. Curso Introducción a las Ciencias Agrarias y Forestales. FCAYF. UNLP.
- Mostacero, J. et al., (2009). Fanerógamas del Perú: taxonomía, utilidad y ecogeografía. 1º edición. Trujillo, Perú.
- Nájera, J., et al., (2005). Propiedades físicas y mecánicas de la madera en *Quercus laeta* Liemb. Del salto, Durango. Universidad Autónoma Indígena de México. El fuerte – México. Revista Ra Ximbai Vol 1. N° 003. Pp.559-576.
- Nutsch, W. (2000). Tecnología de la madera y el mueble. Editorial REVERTE, S.A. Barcelona – España. 509p.
- ONERN. (1979). Inventario, Evaluación e integración de los recursos naturales de la zona de Pucallpa - Abujao. Lima, Perú. 262p.
- Panshin, A. y De Zeeuw, C. (1980). Textbook of Wood Technology. 4th Edic. Mc.-Graw. Hill, New Cork. 450p.
- Patiño, F. (2002). Propiedades físico mecánicas de *Simaroba amara* Aubl.

- (Marupa) proveniente de plantaciones de diferentes edades. Tesis Ingeniero Forestal. UNALM. Lima – Perú. 46p.
- Pérez, V. (1983). Manual de propiedades físicas y mecánicas de maderas chilenas. Santiago, Chile. Corporación Nacional Forestal. 451p.
- Sotomayor, J. (1987). Calidad de la madera para la industria de la construcción. Consideraciones Tecnológicas, Industriales y Comerciales. Cámara Nacional de la industria de la Construcción. Morelia, Michoacán, México. 141 páginas y anexos.
- Soukup, J. (1974). Las bombacáceas del Perú, sus géneros y lista de especies. *Biota* 10 (77): 1-10.
- Toledo, E.; Rincón C. (1996). Utilización industrial de nuevas especies forestales en el Perú. OIMT-Cámara Nacional Forestal del Perú. Lima, PE.
- Vignote, S.; Jiménez, F. (1996). Tecnología de la madera. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. Madrid-España. 602p.

ANEXOS

ANEXO 1

PANEL FOTOGRÁFICO DE LA INVESTIGACIÓN REALIZADA



Figura 15. Preparando las probetas en la carpintería de la Universidad Nacional de Ucayali



Figura 16. Realizando los ensayos de propiedades mecánicas en el laboratorio de Tecnología de la Madera de la Universidad Nacional de Ucayali



Figura 17. Realizando las medidas de las probetas

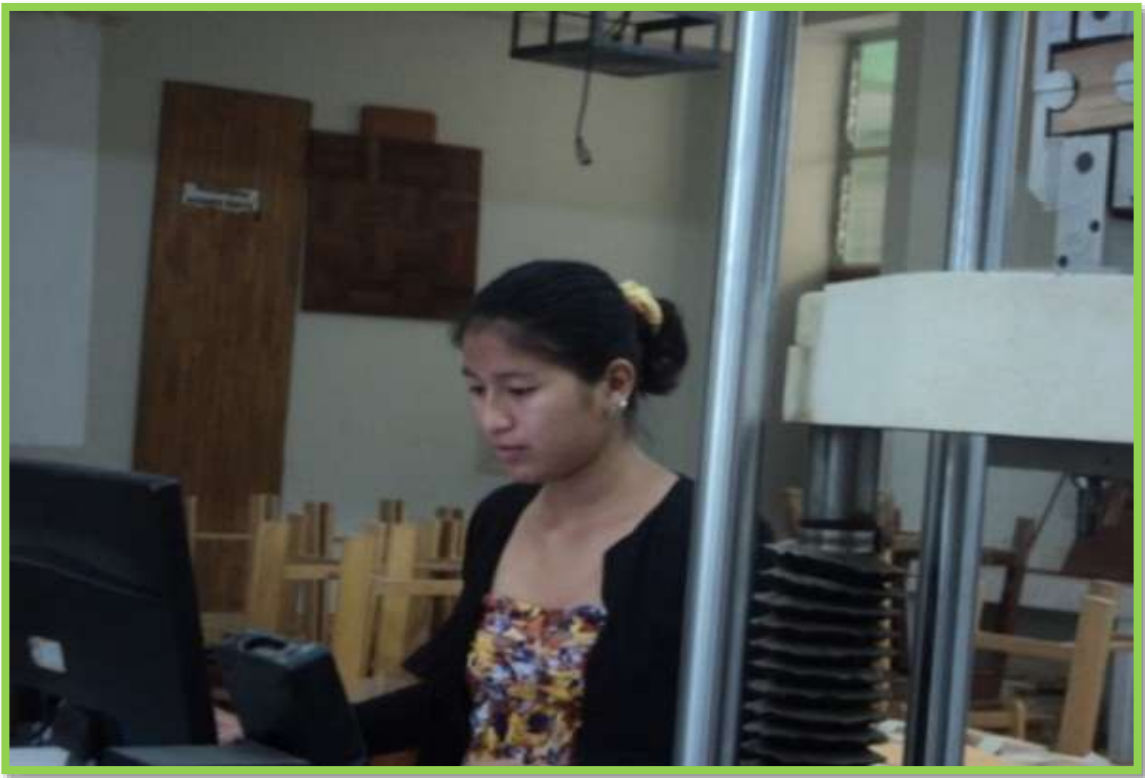


Figura 18. Procesando información de los resultados de los ensayos realizados

ANEXO 2

PROBETAS ENSAYADAS





TRACCION PERPENDICULAR



VISTA RADIAL

TRACCION PERPENDICULAR



VISTA TANGENCIAL

CIZALLAMIENTO



VISTA RADIAL

CIZALLAMIENTO



VISTA TANGENCIAL



ANEXO 3
RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS
DE LA MADERA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI



FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DE LA MADERA

TIPO DE ENSAYO: CIZALLAMIENTO

ORIENTACIÓN:

ESPECIE: UTUCURO

CLIENTE:

RESPONSABLE: SHARON LUCILA VANESSA PÉREZ ZEVALLOS

| Nº | MEDIDAS | | | | | | | |
|----|----------|----|--------|--------|--------------|--------|--------|--------------|
| | CÓDIGO | | A1(cm) | A2(cm) | AX(cm) | L1(cm) | L2(cm) | LX(cm) |
| 1 | U1 T3 S1 | Tg | 493 | 491 | 492 | 497 | 506 | 501.5 |
| 2 | U1 T2 N1 | Rd | 493 | 499 | 496 | 505 | 499 | 502 |
| 3 | U1 T1 N1 | Rd | 501 | 510 | 505.5 | 486 | 490 | 488 |
| 4 | U1 T2 S1 | Tg | 507 | 509 | 508 | 491 | 500 | 495.5 |
| 5 | U1 T3 N1 | Rd | 502 | 504 | 503 | 498 | 498 | 498 |
| 6 | U1 T1 S1 | Tg | 497 | 496 | 496.5 | 495 | 502 | 498.5 |
| 7 | U2 T1 S2 | Rd | 499 | 498 | 498.5 | 500 | 500 | 500 |
| 8 | U2 T1 S1 | Rd | 487 | 485 | 486 | 483 | 482 | 482.5 |
| 9 | U2 T1 N1 | Tg | 498 | 498 | 498 | 500 | 502 | 501 |
| 10 | U2 T3 S1 | Rd | 500 | 498 | 499 | 497 | 494 | 495.5 |
| 11 | U2 T2 N1 | Tg | 501 | 496 | 498.5 | 498 | 506 | 502 |
| 12 | U2 T3 N1 | Tg | 496 | 494 | 495 | 496 | 502 | 499 |
| 13 | U2 T2 S1 | Rd | 497 | 494 | 495.5 | 505 | 504 | 504.5 |
| 14 | U3 T3 N1 | Rd | 496 | 499 | 497.5 | 493 | 493 | 493 |
| 15 | U3 T3 S1 | Tg | 489 | 487 | 488 | 498 | 497 | 497.5 |
| 16 | U3 T3 S2 | Tg | 496 | 498 | 497 | 489 | 500 | 494.5 |
| 17 | U3 T2 S1 | Tg | 492 | 490 | 491 | 500 | 514 | 507 |
| 18 | U3 T1 S1 | Tg | 496 | 500 | 498 | 495 | 501 | 498 |
| 19 | U3 T2 S2 | Rd | 503 | 502 | 502.5 | 491 | 497 | 494 |
| 20 | U3 T1 S2 | Rd | 494 | 494 | 494 | 498 | 498 | 498 |
| 21 | U3 T1 N1 | Tg | 495 | 492 | 493.5 | 496 | 497 | 496.5 |
| 22 | U3 T2 N1 | Tg | 493 | 488 | 490.5 | 489 | 495 | 492 |

| | | | | | | | | |
|-----------|----------|----|-----|-----|--------------|-----|-----|--------------|
| 23 | U4 T3 N1 | Rd | 494 | 494 | 494 | 498 | 495 | 496.5 |
| 24 | U4 T1 N2 | Tg | 490 | 494 | 492 | 486 | 488 | 487 |
| 25 | U4 T3 S1 | Rd | 488 | 485 | 486.5 | 485 | 485 | 485 |
| 26 | U4 T2 S1 | Rd | 493 | 490 | 491.5 | 488 | 487 | 487.5 |
| 27 | U4 T1 S1 | Tg | 504 | 498 | 501 | 492 | 491 | 491.5 |
| 28 | U4 T1 N1 | Rd | 507 | 503 | 505 | 490 | 498 | 494 |
| 29 | U4 T2 N1 | Rd | 501 | 500 | 500.5 | 494 | 504 | 499 |
| 30 | U4 T3 S1 | Tg | 497 | 498 | 497.5 | 484 | 487 | 485.5 |
| 31 | U4 T2 S2 | Tg | 499 | 501 | 500 | 490 | 497 | 493.5 |
| 32 | U5 T1 S1 | Rd | 508 | 506 | 507 | 501 | 513 | 507 |
| 33 | U5 T2 S2 | Rd | 505 | 512 | 508.5 | 496 | 501 | 498.5 |
| 34 | U5 T2 N1 | Tg | 502 | 501 | 501.5 | 489 | 495 | 492 |
| 35 | U5 T1 N1 | Rd | 511 | 502 | 506.5 | 502 | 492 | 497 |
| 36 | U5 T1 N1 | Tg | 492 | 495 | 493.5 | 486 | 492 | 489 |
| 37 | U5 T3 S2 | Tg | 501 | 496 | 498.5 | 483 | 490 | 486.5 |
| 38 | U5 T1 S1 | Tg | 500 | 503 | 501.5 | 482 | 490 | 486 |
| 39 | U5 T3 S1 | Tg | 494 | 495 | 494.5 | 490 | 494 | 492 |
| 40 | U5 T3 S3 | Rd | 509 | 516 | 512.5 | 489 | 498 | 493.5 |
| 41 | U5 T1 S2 | Tg | 498 | 497 | 497.5 | 495 | 490 | 492.5 |



UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES



LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DE LA MADERA

TIPO DE ENSAYO: TRACCIÓN PERPENDICULAR

ESPECIE: UTUCURO

CLIENTE:

RESPONSABLE: SHARON LUCILA VANESSA PÉREZ ZEVALLOS

| Nº | MEDIDAS | | | | | | |
|----|----------|---------|---------|--------------|--------|--------|--------------|
| | CÓDIGO | LE1(cm) | LE2(cm) | LE X | A1(cm) | A2(cm) | Ax(cm) |
| 1 | U1 T3 S1 | 256 | 250 | 253 | 501 | 503 | 502 |
| 2 | U1 T1 S1 | 251 | 297 | 274 | 505 | 498 | 501.5 |
| 3 | U1 T2 S1 | 248 | 252 | 250 | 503 | 500 | 501.5 |
| 4 | U1 T2 N1 | 264 | 247 | 255.5 | 506 | 498 | 502 |
| 5 | U1 T3 N1 | 248 | 253 | 250.5 | 500 | 496 | 498 |
| 6 | U2 T2 N1 | 258 | 256 | 257 | 500 | 507 | 503.5 |
| 7 | U2 T3 N1 | 255 | 246 | 250.5 | 501 | 508 | 504.5 |
| 8 | U2 T2 S1 | 240 | 220 | 230 | 496 | 499 | 497.5 |
| 9 | U3 T3 S2 | 240 | 254 | 247 | 495 | 490 | 492.5 |
| 10 | U3 T3 S1 | 257 | 257 | 257 | 493 | 497 | 495 |
| 11 | U3 T1 S2 | 243 | 250 | 246.5 | 499 | 501 | 500 |
| 12 | U3 T1 N1 | 254 | 254 | 254 | 490 | 488 | 489 |
| 13 | U3 T3 N1 | 257 | 258 | 257.5 | 500 | 501 | 500.5 |
| 14 | U3 T2 S1 | 258 | 247 | 252.5 | 488 | 492 | 490 |
| 15 | U3 T2 S2 | 255 | 259 | 257 | 495 | 488 | 491.5 |
| 16 | U3 T1 S1 | 242 | 238 | 240 | 491 | 498 | 494.5 |
| 17 | U3 T2 N1 | 255 | 252 | 253.5 | 500 | 501 | 500.5 |
| 18 | U3 T2 N1 | 250 | 286 | 268 | 504 | 503 | 503.5 |
| 19 | U4 T1 N2 | 253 | 254 | 253.5 | 497 | 497 | 497 |
| 20 | U4 T3 S1 | 248 | 256 | 252 | 500 | 489 | 494.5 |
| 21 | U4 T1 N1 | 233 | 254 | 243.5 | 504 | 503 | 503.5 |
| 22 | U4 T3 N1 | 251 | 257 | 254 | 498 | 485 | 491.5 |
| 23 | U4 T2 N1 | 247 | 241 | 244 | 500 | 496 | 498 |
| 24 | U5 T2 S1 | 259 | 230 | 244.5 | 494 | 494 | 494 |
| 25 | U5 T3 S2 | 249 | 290 | 269.5 | 504 | 498 | 501 |
| 26 | U5 T2 S2 | 249 | 225 | 237 | 503 | 513 | 508 |
| 27 | U5 T1 S1 | 246 | 250 | 248 | 503 | 508 | 505.5 |
| 28 | U5 T2 N1 | 257 | 222 | 239.5 | 501 | 505 | 503 |



UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DE LA MADERA



TIPO DE ENSAYO: FLEXIÓN

ORIENTACIÓN:

ESPECIE: UTUCURO

CLIENTE:

RESPONSABLE: SHARON LUCILA VANESSA PÉREZ ZEVALLOS

| Nº | MEDIDAS | | | | | | |
|----|----------|--------|--------|------------|--------|--------|------------|
| | CÓDIGO | A1(cm) | A2(cm) | AX(cm) | E1(cm) | E2(cm) | EX(cm) |
| 1 | U1 T3 N1 | 265 | 262 | 264 | 262 | 268 | 265 |
| 2 | U1 T3 S1 | 263 | 267 | 265 | 260 | 265 | 263 |
| 3 | U1 T3 N1 | 263 | 265 | 264 | 266 | 264 | 265 |
| 4 | U1 T2 N1 | 263 | 262 | 263 | 261 | 261 | 261 |
| 5 | U1 T2 N1 | 261 | 266 | 264 | 262 | 261 | 262 |
| 6 | U1 T2 S1 | 264 | 262 | 263 | 265 | 265 | 265 |
| 7 | U1 T1 N1 | 267 | 260 | 264 | 262 | 262 | 262 |
| 8 | U1 T1 S1 | 262 | 263 | 263 | 267 | 261 | 264 |
| 9 | U1 T1 S1 | 266 | 264 | 265 | 264 | 265 | 265 |
| 10 | U2 T1 S1 | 261 | 265 | 263 | 266 | 267 | 267 |
| 11 | U2 T1 N1 | 263 | 267 | 265 | 264 | 270 | 267 |
| 12 | U2 T1 S1 | 265 | 259 | 262 | 266 | 266 | 266 |
| 13 | U2 T2 S1 | 261 | 261 | 261 | 265 | 263 | 264 |
| 14 | U2 T2 S1 | 262 | 259 | 261 | 266 | 266 | 266 |
| 15 | U2 T2 N1 | 263 | 264 | 264 | 265 | 268 | 267 |
| 16 | U2 T3 N1 | 265 | 262 | 264 | 267 | 265 | 266 |
| 17 | U2 T3 S1 | 260 | 259 | 260 | 267 | 268 | 268 |
| 18 | U2 T3 S1 | 263 | 255 | 259 | 265 | 267 | 266 |
| 19 | U3 T3 S1 | 260 | 264 | 262 | 264 | 262 | 263 |
| 20 | U3 T3 N1 | 265 | 263 | 264 | 266 | 268 | 267 |
| 21 | U3 T3 S1 | 265 | 264 | 265 | 264 | 263 | 264 |
| 22 | U3 T2 S1 | 263 | 262 | 263 | 267 | 264 | 266 |
| 23 | U3 T2 S2 | 259 | 264 | 262 | 264 | 264 | 264 |
| 24 | U3 T2 S2 | 263 | 261 | 262 | 265 | 263 | 264 |
| 25 | U3 T1 S1 | 264 | 265 | 265 | 266 | 264 | 265 |
| 26 | U3 T1 S2 | 265 | 264 | 265 | 266 | 264 | 265 |
| 27 | U3 T1 S2 | 262 | 265 | 264 | 266 | 264 | 265 |
| 28 | U4 T3 N1 | 261 | 264 | 263 | 263 | 265 | 264 |

| | | | | | | | |
|-----------|----------|-----|-----|------------|-----|-----|------------|
| 29 | U4 T3 S1 | 259 | 259 | 259 | 264 | 268 | 266 |
| 30 | U4 T3 S1 | 260 | 259 | 260 | 266 | 266 | 266 |
| 31 | U4 T2 S1 | 263 | 265 | 264 | 267 | 263 | 265 |
| 32 | U4 T2 N1 | 260 | 265 | 263 | 264 | 267 | 266 |
| 33 | U4 T2 S1 | 263 | 263 | 263 | 265 | 268 | 267 |
| 34 | U4 T1 N1 | 265 | 263 | 264 | 265 | 265 | 265 |
| 35 | U4 T1 S1 | 266 | 266 | 266 | 264 | 266 | 265 |
| 36 | U4 T1 S1 | 264 | 264 | 264 | 264 | 267 | 266 |
| 37 | U5 T2 S1 | 260 | 261 | 261 | 264 | 260 | 262 |
| 38 | U5 T2 S2 | 262 | 266 | 264 | 266 | 267 | 267 |
| 39 | U5 T2 N1 | 261 | 263 | 262 | 268 | 263 | 266 |
| 40 | U5 T3 S1 | 263 | 261 | 262 | 266 | 261 | 264 |
| 41 | U5 T3 N1 | 264 | 257 | 261 | 264 | 262 | 263 |
| 42 | U5 T3 S2 | 255 | 258 | 257 | 261 | 262 | 262 |
| 43 | U5 T1 N1 | 265 | 261 | 263 | 267 | 267 | 267 |
| 44 | U5 T1 S1 | 263 | 264 | 264 | 267 | 260 | 264 |
| 45 | U5 T1 N1 | 263 | 258 | 261 | 267 | 265 | 266 |



UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DE LA MADERA



TIPO DE ENSAYO: CLIVAJE

ORIENTACIÓN:

ESPECIE: UTUCURO

CLIENTE:

RESPONSABLE: SHARON LUCILA VANESSA PÉREZ ZEVALLOS

| Nº | MEDIDAS | | | | | | | |
|----|----------|----|---------|---------|--------------|--------|--------|--------------|
| | CÓDIGO | | LE1(cm) | LE2(cm) | LE X | A1(cm) | A2(cm) | Ax(cm) |
| 1 | U1 T2 N1 | Tg | 753 | 742 | 747.5 | 497 | 497 | 497 |
| 2 | U1 T3 S1 | Tg | 739 | 749 | 744 | 500 | 501 | 500.5 |
| 3 | U1 T3 N1 | Rd | 759 | 750 | 754.5 | 502 | 505 | 503.5 |
| 4 | U1 T1 N1 | Tg | 757 | 738 | 747.5 | 498 | 498 | 498 |
| 5 | U1 T1 S1 | Rd | 754 | 745 | 749.5 | 497 | 498 | 497.5 |
| 6 | U2 T3 S1 | Tg | 758 | 760 | 759 | 498 | 500 | 499 |
| 7 | U2 T3 N1 | Rd | 752 | 764 | 758 | 498 | 499 | 498.5 |
| 8 | U2 T1 S2 | Tg | 739 | 754 | 746.5 | 503 | 497 | 500 |
| 9 | U2 T2 S1 | Rd | 753 | 765 | 759 | 496 | 499 | 497.5 |
| 10 | U2 T1 S1 | Tg | 753 | 764 | 758.5 | 493 | 502 | 497.5 |
| 11 | U3 T3 S1 | Rd | 757 | 759 | 758 | 499 | 503 | 501 |
| 12 | U3 T3 N1 | Tg | 759 | 753 | 756 | 502 | 496 | 499 |
| 13 | U3 T2 S1 | Rd | 757 | 761 | 759 | 495 | 489 | 492 |
| 14 | U3 T3 S2 | Rd | 759 | 762 | 760.5 | 478 | 458 | 468 |
| 15 | U3 T2 N1 | Tg | 749 | 751 | 750 | 489 | 492 | 490.5 |
| 16 | U3 T1 S1 | Rd | 765 | 761 | 763 | 499 | 502 | 500.5 |
| 17 | U3 T1 S2 | Tg | 774 | 775 | 774.5 | 498 | 502 | 500 |
| 18 | U4 T2 S1 | Rd | 760 | 760 | 760 | 507 | 500 | 503.5 |
| 19 | U4 T2 S2 | Tg | 754 | 745 | 749.5 | 488 | 491 | 489.5 |
| 20 | U4 T3 N1 | Rd | 759 | 761 | 760 | 490 | 490 | 490 |
| 21 | U4 T3 S1 | Tg | 753 | 752 | 752.5 | 499 | 497 | 498 |
| 22 | U4 T2 N1 | Rd | 759 | 761 | 760 | 498 | 507 | 502.5 |
| 23 | U5 T2 S2 | Tg | 759 | 773 | 766 | 503 | 505 | 504 |
| 24 | U5 T1 N1 | Tg | 762 | 762 | 762 | 497 | 496 | 496.5 |
| 25 | U5 T2 N1 | Rd | 759 | 754 | 756.5 | 494 | 497 | 495.5 |
| 26 | U5 T3 S2 | Tg | 765 | 771 | 768 | 500 | 500 | 500 |
| 27 | U5 T1 S2 | Rd | 764 | 762 | 763 | 497 | 502 | 499.5 |
| 28 | U5 T2 S1 | Rd | 757 | 755 | 756 | 503 | 495 | 499 |
| 29 | U5 T3 S1 | Rd | 763 | 763 | 763 | 502 | 503 | 502.5 |
| 30 | U5 T1 S1 | Tg | 758 | 764 | 761 | 501 | 498 | 499.5 |



UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DE LA MADERA



TIPO DE ENSAYO: COMPRESIÓN PARALELA

ORIENTACIÓN:

ESPECIE: UTUCURO

CLIENTE:

RESPONSABLE: SHARON LUCILA VANESSA PÉREZ ZEVALLOS

| Nº | MEDIDAS | | | | | | | | | |
|----|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | CÓDIGO | A1(cm) | A2(cm) | AX(cm) | E1(cm) | E2(cm) | EX(cm) | L1(cm) | L2(cm) | LX(cm) |
| 1 | U1T2N1 | 498 | 498 | 498 | 499 | 494 | 497 | 20 | 19 | 19.5 |
| 2 | U1T1S2 | 502 | 502 | 502 | 511 | 505 | 508 | 21 | 20 | 20.5 |
| 3 | U1T2S1 | 501 | 504 | 502.5 | 502 | 500 | 501 | 20 | 20 | 20 |
| 4 | U1T3N1 | 497 | 502 | 499.5 | 502 | 506 | 504 | 19 | 20 | 19.5 |
| 5 | U1T1S1 | 494 | 492 | 493 | 504 | 503 | 504 | 18 | 20 | 19 |
| 6 | U1T1N1 | 506 | 505 | 505.5 | 491 | 490 | 491 | 20 | 20 | 20 |
| 7 | U1T3S1 | 497 | 493 | 495 | 493 | 492 | 493 | 20 | 20 | 20 |
| 8 | U2T3S1 | 501 | 503 | 502 | 494 | 494 | 494 | 19 | 19 | 19 |
| 9 | U2T2N1 | 499 | 501 | 500 | 498 | 494 | 496 | 19 | 20 | 19.5 |
| 10 | U2T2S1 | 495 | 501 | 498 | 496 | 500 | 498 | 20 | 19 | 19.5 |
| 11 | U2T1S2 | 497 | 503 | 500 | 504 | 499 | 502 | 19 | 20 | 19.5 |
| 12 | U2T3N1 | 497 | 494 | 495.5 | 489 | 490 | 490 | 19 | 19 | 19 |
| 13 | U2T1N1 | 490 | 488 | 489 | 495 | 500 | 498 | 20 | 20 | 20 |
| 14 | U2T1S1 | 489 | 486 | 487.5 | 496 | 496 | 496 | 19 | 20 | 19.5 |
| 15 | U3T3S1 | 500 | 494 | 497 | 492 | 490 | 491 | 19 | 19 | 19 |
| 16 | U3T1N1 | 494 | 487 | 490.5 | 500 | 497 | 499 | 20 | 20 | 20 |
| 17 | U3T1S1 | 488 | 497 | 492.5 | 493 | 499 | 496 | 19 | 19 | 19 |
| 18 | U3T2N1 | 498 | 497 | 497.5 | 500 | 496 | 498 | 19 | 18 | 18.5 |
| 19 | U3T2S2 | 503 | 495 | 499 | 507 | 498 | 503 | 20 | 20 | 20 |
| 20 | U3T2S1 | 499 | 503 | 501 | 490 | 494 | 492 | 19 | 20 | 19.5 |
| 21 | U3T3N1 | 500 | 498 | 499 | 501 | 501 | 501 | 19 | 20 | 19.5 |
| 22 | U3T1S2 | 493 | 490 | 491.5 | 496 | 494 | 495 | 19 | 19 | 19 |
| 23 | U3T3S2 | 492 | 486 | 489 | 497 | 498 | 498 | 19 | 20 | 19.5 |
| 24 | U4T3N1 | 502 | 491 | 496.5 | 493 | 493 | 493 | 20 | 19 | 19.5 |
| 25 | U4T2N1 | 501 | 500 | 500.5 | 496 | 500 | 498 | 19 | 20 | 19.5 |
| 26 | U4T1S1 | 501 | 504 | 502.5 | 505 | 503 | 504 | 20 | 19 | 19.5 |

| | | | | | | | | | | |
|----|--------|-----|-----|-------|-----|-----|-----|----|----|------|
| 27 | U4T2S1 | 491 | 496 | 493.5 | 501 | 494 | 498 | 20 | 20 | 20 |
| 28 | U4T3S1 | 499 | 505 | 502 | 495 | 495 | 495 | 19 | 19 | 19 |
| 29 | U4T1N1 | 506 | 501 | 503.5 | 499 | 507 | 503 | 19 | 19 | 19 |
| 30 | U4T2S2 | 496 | 497 | 496.5 | 489 | 481 | 485 | 20 | 20 | 20 |
| 31 | U4T1N2 | 499 | 501 | 500 | 502 | 508 | 505 | 20 | 19 | 19.5 |
| 32 | U5T1N2 | 493 | 498 | 495.5 | 500 | 498 | 499 | 19 | 20 | 19.5 |
| 33 | U5T1N1 | 499 | 495 | 497 | 503 | 506 | 505 | 20 | 19 | 19.5 |
| 34 | U5T3S3 | 505 | 503 | 504 | 507 | 509 | 508 | 19 | 19 | 19 |
| 35 | U5T2N1 | 504 | 510 | 507 | 497 | 503 | 500 | 20 | 19 | 19.5 |
| 36 | U5T1S2 | 503 | 500 | 501.5 | 502 | 497 | 500 | 19 | 19 | 19 |
| 37 | U5T2S1 | 500 | 498 | 499 | 502 | 500 | 501 | 19 | 20 | 19.5 |
| 38 | U5T1S1 | 505 | 501 | 503 | 502 | 497 | 500 | 19 | 20 | 19.5 |
| 39 | U5T3N1 | 512 | 507 | 509.5 | 498 | 504 | 501 | 19 | 20 | 19.5 |
| 40 | U5T3S1 | 496 | 498 | 497 | 499 | 494 | 497 | 20 | 20 | 20 |
| 41 | U5T2S2 | 497 | 499 | 498 | 504 | 509 | 507 | 19 | 20 | 19.5 |
| 42 | U5T3S2 | 506 | 510 | 508 | 496 | 511 | 504 | 20 | 19 | 19.5 |



UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI



FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DE LA MADERA

TIPO DE ENSAYO: COMPRESIÓN PERPENDICULAR

ORIENTACIÓN:

ESPECIE: UTUCURO

CLIENTE:

RESPONSABLE: SHARON LUCILA VANESSA PÉREZ ZEVALLOS

| Nº | MEDIDAS | | | | |
|----|---------|----|-------|-------|-------|
| | CÓDIGO | | A(cm) | E(cm) | L(cm) |
| 1 | U1T3N1 | Tg | 502 | 500 | 15.2 |
| 2 | U1T2S1 | Tg | 490 | 503 | 15.2 |
| 3 | U1T2N1 | Tg | 504 | 502 | 15.2 |
| 4 | U1T1S1 | Tg | 504 | 504 | 15.1 |
| 5 | U2T2S1 | Tg | 500 | 498 | 15.1 |
| 6 | U2T1S1 | Tg | 509 | 500 | 15.3 |
| 7 | U2T2N1 | Tg | 497 | 497 | 15.1 |
| 8 | U2T1N1 | Tg | 506 | 504 | 15.2 |
| 9 | U2T3S1 | Tg | 502 | 510 | 15.2 |
| 10 | U2T3N1 | Tg | 499 | 490 | 15.1 |
| 11 | U3T3S1 | Tg | 498 | 504 | 15.1 |
| 12 | U3T2N1 | Tg | 496 | 501 | 15.2 |
| 13 | U3T1S1 | Tg | 497 | 497 | 15.1 |
| 14 | U3T2S1 | Tg | 496 | 502 | 15.1 |
| 15 | U4T2S1 | Tg | 499 | 500 | 15.2 |
| 16 | U4T1S1 | Tg | 507 | 507 | 15.2 |
| 17 | U4T2N1 | Tg | 506 | 502 | 15.2 |
| 18 | U4T2S1 | Tg | 494 | 489 | 15.2 |
| 19 | U4T3S1 | Tg | 509 | 508 | 15.2 |
| 20 | U5T2S1 | Tg | 499 | 502 | 15.2 |
| 21 | U5T3S2 | Tg | 504 | 509 | 15.1 |
| 22 | U5T2S2 | Tg | 499 | 497 | 15.2 |
| 23 | U5T1N1 | Tg | 504 | 502 | 15.1 |
| 24 | U1T2S1 | Rd | 500 | 502 | 15.1 |
| 25 | U1T3N1 | Rd | 502 | 510 | 15.2 |
| 26 | U1T3S1 | Rd | 498 | 493 | 15.2 |
| 27 | U1T1S2 | Rd | 503 | 500 | 15.1 |
| 28 | U2T1N1 | Rd | 494 | 504 | 15.2 |

| | | | | | |
|-----------|--------|----|-----|-----|------|
| 29 | U2T3S1 | Rd | 502 | 498 | 15.2 |
| 30 | U2T2N1 | Rd | 497 | 501 | 15.1 |
| 31 | U2T2S1 | Rd | 500 | 494 | 15.2 |
| 32 | U3T2N1 | Rd | 508 | 503 | 15.2 |
| 33 | U3T2S1 | Rd | 496 | 483 | 15.3 |
| 34 | U3T1S2 | Rd | 499 | 493 | 15.2 |
| 35 | U3T3S2 | Rd | 498 | 498 | 15.1 |
| 36 | U3T2S2 | Rd | 501 | 502 | 15.2 |
| 37 | U3T1S2 | Rd | 498 | 497 | 15.1 |
| 38 | U4T2N1 | Rd | 500 | 503 | 15 |
| 39 | U4T3N1 | Rd | 504 | 503 | 15.1 |
| 40 | U4T3N1 | Rd | 509 | 500 | 15.1 |
| 41 | U4T1S1 | Rd | 508 | 504 | 15 |
| 42 | U5T2S1 | Rd | 501 | 503 | 15.1 |
| 43 | U5T1S2 | Rd | 506 | 505 | 15.1 |
| 44 | U5T3S1 | Rd | 494 | 504 | 15.2 |
| 45 | U5T1S1 | Rd | 506 | 506 | 15.2 |
| 46 | U5T1N1 | Rd | 500 | 504 | 15.1 |
| 47 | U5T3S1 | Rd | 502 | 503 | 15.1 |



UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES



LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DE LA MADERA

TIPO DE ENSAYO: DUREZA

ORIENTACIÓN:

ESPECIE: UTUCURO

CLIENTE:

RESPONSABLE: SHARON LUCILA VANESSA PÉREZ ZEVALLOS

| Nº | CÓDIGO | A (cm) | E (cm) | Área (cm ²) | C _{MAX} (kg) |
|----|-----------|--------|--------|-------------------------|-----------------------|
| 1 | U1T1N1-L1 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 291.00 |
| 2 | U1T1N1-L2 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 318.00 |
| 3 | U1T1N1-L3 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 397.00 |
| 4 | U1T1N1-L4 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 308.00 |
| 5 | U1T1N1-L5 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 449.00 |
| 6 | U1T1N1-L6 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 447.00 |
| 7 | U1T1S1-L1 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 237.00 |
| 8 | U1T1S1-L2 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 290.00 |
| 9 | U1T1S1-L3 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 217.00 |
| 10 | U1T1S1-L4 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 335.00 |
| 11 | U1T1S1-L5 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 357.00 |
| 12 | U1T1S1-L6 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 281.00 |
| 13 | U2T1S1-L1 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 270.00 |
| 14 | U2T1S1-L2 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 246.00 |
| 15 | U2T1S1-L3 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 286.00 |
| 16 | U2T1S1-L4 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 388.00 |
| 17 | U2T1S1-L5 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 401.00 |
| 18 | U2T1S1-L6 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 373.00 |
| 19 | U2T1S2-L1 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 272.00 |
| 20 | U2T1S2-L2 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 262.00 |
| 21 | U2T1S2-L3 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 299.00 |
| 22 | U2T1S2-L4 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 431.00 |
| 23 | U2T1S2-L5 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 372.00 |
| 24 | U2T1S2-L6 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 644.00 |
| 25 | U2T2S1-L1 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 277.00 |
| 26 | U2T2S1-L2 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 371.00 |
| 27 | U2T2S1-L3 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 393.00 |
| 28 | U2T2S1-L4 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 387.00 |

| | | | | | |
|----|-----------|------|------|-------|---------|
| 29 | U2T2S1-L5 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 472.00 |
| 30 | U2T2S1-L6 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 509.00 |
| 31 | U2T3N1-L1 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 388.00 |
| 32 | U2T3N1-L1 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 377.00 |
| 33 | U2T3N1-L3 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 531.00 |
| 34 | U2T3N1-L4 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 348.00 |
| 35 | U2T3N1-L5 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 484.00 |
| 36 | U2T3N1-L6 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 471.00 |
| 37 | U3T1N1-L1 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 503.00 |
| 38 | U3T1N1-L2 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 336.00 |
| 39 | U3T1N1-L3 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 429.00 |
| 40 | U3T1N1-L4 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 452.00 |
| 41 | U3T1N1-L4 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 588.00 |
| 42 | U3T1N1-L6 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 642.00 |
| 43 | U3T1S1-L1 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 861.00 |
| 44 | U3T1S1-L2 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 445.00 |
| 45 | U3T1S1-L3 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 511.00 |
| 46 | U3T1S1-L4 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 1614.00 |
| 47 | U3T1S1-L5 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 672.00 |
| 48 | U3T1S1-L6 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 632.00 |
| 49 | U3T2S2-L1 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 351.00 |
| 50 | U3T2S2-L2 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 440.00 |
| 51 | U3T2S2-L3 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 342.00 |
| 52 | U3T2S2-L4 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 357.00 |
| 53 | U3T2S2-L5 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 521.00 |
| 54 | U3T2S2-L6 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 495.00 |
| 55 | U3T3N1-L1 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 483.00 |
| 56 | U3T3N1-L2 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 403.00 |
| 57 | U3T3N1-L3 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 470.00 |
| 58 | U3T3N1-L4 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 430.00 |
| 59 | U3T3N1-L5 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 632.00 |
| 60 | U3T3N1-L6 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 631.00 |
| 61 | U3T3S2-L1 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 399.00 |
| 62 | U3T3S2-L2 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 298.00 |
| 63 | U3T3S2-L3 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 490.00 |
| 64 | U3T3S2-L4 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 312.00 |
| 65 | U3T3S2-L5 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 569.00 |
| 66 | U3T3S2-L6 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 322.00 |
| 67 | U4T1N1-L1 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 348.00 |
| 68 | U4T1N1-L2 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 490.00 |
| 69 | U4T1N1-L3 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 438.00 |
| 70 | U4T1N1-L4 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 325.00 |

| | | | | | |
|-----|-----------|------|------|-------|---------|
| 71 | U4T1N1-L5 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 571.00 |
| 72 | U4T1N1-L6 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 594.00 |
| 73 | U4T2S2-L1 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 412.00 |
| 74 | U4T2S2-L2 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 249.00 |
| 75 | U4T2S2-L3 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 260.00 |
| 76 | U4T2S2-L4 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 322.00 |
| 77 | U4T2S2-L5 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 482.00 |
| 78 | U4T2S2-L6 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 516.00 |
| 79 | U4T3S1-L1 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 440.00 |
| 80 | U4T3S1-L2 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 411.00 |
| 81 | U4T3S1-L3 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 373.00 |
| 82 | U4T3S1-L4 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 1034.00 |
| 83 | U4T3S1-L5 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 486.00 |
| 84 | U4T3S1-L6 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 549.00 |
| 85 | U5T1N1-L1 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 227.00 |
| 86 | U5T1N1-L2 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 369.00 |
| 87 | U5T1N1-L3 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 384.00 |
| 88 | U5T1N1-L4 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 748.00 |
| 89 | U5T1N1-L5 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 211.00 |
| 90 | U5T1N1-L6 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 212.00 |
| 91 | U5T2N1-L1 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 288.00 |
| 92 | U5T2N1-L2 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 259.00 |
| 93 | U5T2N1-L3 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 237.00 |
| 94 | U5T2N1-L4 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 253.00 |
| 95 | U5T2N1-L4 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 272.00 |
| 96 | U5T2N1-L6 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 391.00 |
| 97 | U5T3N1-L1 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 912.00 |
| 98 | U5T3N1-L2 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 431.00 |
| 99 | U5T3N1-L3 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 423.00 |
| 100 | U5T3N1-L4 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 395.00 |
| 101 | U5T3N1-L5 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 658.00 |
| 102 | U5T3N1-L6 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 1035.00 |

ANEXO 4

MAPA DE UBICACIÓN

