UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE FORESTAL

EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE LA MADERA DE *GUAZUMA CRINITA* MART (BOLAINA BLANCA), DE UNA PLANTACIÓN POR PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE CINCO AÑOS DE EDAD, EN PUCALLPA, UCAYALI

Tesis para optar el título profesional de

INGENIERO FORESTAL

ROLDAN, PAIMA GONZALES

Pucallpa, Perú

2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES
COMISIÓN DE GRADOS Y TÍTULOS

ACTA DE APROBACIÓN DE SUSTENTACION DE TESIS
N°453/2023-CGyT-FCFyA-UNU

En la ciudad de Pucallpa a las 12:15 horas del día lunes 26 de junio del 2023, de acuerdo con Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Ucayali, se reunieron los miembros del jurado evaluador en el auditorio de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, los mismos que estuvo designados con Memo Múltiple N° 056-2023-UNU-FCFyA-CGT, Conformado por los siguientes docentes:

Dr. Mori Vásquez Jorge Arturo	Presidente
Dra. María Angélica Flores Romayna	Miembro
Dr. Cesar Mori Montero	Miembro

Se procedió a evaluar a la sustentación de la tesis denominado: "**EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE LA MADERA DE *GUAZUMA CRINITA* MART (BOLAINA BLANCA), DE UNA PLANTACIÓN POR PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE CINCO AÑOS DE EDAD, EN PUCALLPA, UCAYALI**", presentado por el Bachiller **ROLDAN PAIMA GONZALES**, habiendo finalizado la sustentación, se procedió a la formulación de preguntas por parte del Jurado Evaluador, las que fueron absueltas por el sustente, en consecuencia la tesis fue **APROBADO POR UNANIMIDAD**, quedando expedido para el otorgamiento del **TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO FORESTAL**, después de las correcciones respectivas de la tesis. *Siendo las 13:39 horas del mismo día se da por finalizado el acto académico*, firmando los miembros en señal de conformidad.

.....

Dr. Mori Vásquez Jorge Arturo

Presidente

.....

Dra. María Angélica Flores Romayna

Miembro

.....

Dr. Cesar Mori Montero

Miembro

ACTA DE APROBACIÓN

Tesis aprobada por el jurado de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad Nacional de Ucayali, conformado por.

Dr. Mori Vásquez Jorge Arturo ----------

Presidente

Dra. María Angélica Flores Romayna ----------

Miembro

Dr. Cesar Mori Montero ----------

Miembro

Dr. Manuel Iván Salvador Cárdenas ----------

Asesor

Bach. Roldan Paima Gonzales ----------

Tesista

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
DIRECCION GENERAL DE PROPIEDAD INTELECTUAL

CONSTANCIA

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN
SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND

Nº V/0253-2023.

La Dirección de Producción Intelectual, hace constar por la presente, que el Informe final de tesis, titulado:
"EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE LA MADERA DE GUAZUMA CRINITA MART (BOLAINA BLANCA), DE UNA PLANTACIÓN POR PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE CINCO AÑOS DE EDAD, EN PUCALLPA, UCAYALI"

Autor(es)	:	**PAIMA GONZALES, ROLDAN**
Facultad	:	**CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES**
Escuela	:	**ING. FORESTAL**
Asesor(a)	:	**Dr. Salvador Cárdenas, Manuel Iván**

Después de realizado el análisis correspondiente en el Sistema Antiplagio URKUND, dicho documento presenta un **porcentaje de similitud 9%.**
En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentaje establecidos en el artículo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND, el cual indica que no se debe superar el 10%. Se declara, que el trabajo de investigación: SI Contiene un porcentaje aceptable de similitud, por lo que SI se aprueba su originalidad.
En señal de conformidad y verificación se firma y se sella la presente constancia

Fecha: 12/05/2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI Dirección General de Producción Intelectual

Mg. JOSÉ MANUEL CÁRDENAS BERNAOLA
Director de Producción Intelectual

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS

REPOSITORIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

Yo, ROLDAN PAIMA GONZALES

Autor(a) de la TESIS de pregrado titulada:

"EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADE FISICAS DE LA MADERA Guazuma Crinita Mart (BOLAINA BLANCA), DE UNA PLANTACIÓN POR PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE CINCO AÑOS DE EDAD, EN PUCALLPA, UCAYALI"

Sustentada el año: 2023

Con la asesoría de: Dr. MANUEL IVAN SALVADOR CARDENAS

En la Facultad: DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES

Escuela profesional: DE INGENIERIA FORESTAL

Autorizo la publicación:

PARCIAL ☐ Significa que se publicará en el repositorio institucional solo La caratula, la dedicatoria y el resumen de la tesis. Esta opción solo es válida marcar **si su tesis o documento presenta material patentable**, para ello deberá presentar el trámite de CATI y/o INDECOPI cuando se lo solicite la DGPI UNU.

TOTAL ☒ Significa que todo el contenido de la tesis y/o documento será publicada en el repositorio institucional.

De mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali (www.repositorio.unu.edu.pe), bajo los siguientes 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 formato 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, caso contrario, me hago único(a) responsable de investigaciones y observaciones futuras, de acuerdo a lo establecido en el estatuto de la Universidad Nacional de Ucayali, la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria y el Ministerio de Educación.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 07 /08/ 2023

Email: roldanpaima654@gmail.com
Teléfono: 929637327

Firma:
DNI: 77689298

DEDICATORIA

A Dios, por concederme la vida y bendecirme.

A Mi madre: Nelly Enith Gonzales Rojas la persona que siempre estuvo y está a mi lado aconsejándome para poder lograr mis metas trazadas.

A mis hermanos: Nelly Paima Gonzales, Ysabel Paima Gonzales, Rafalel Paima Gonzales por sus aliento y ánimo para seguir adelante.

A Todos mis amigos por el apoyo brindado durante mi formación profesional.

AGRADECIMIENTO

A mi asesor el Dr. Manuel Iván Salvador Cárdenas (Universidad Nacional de Ucayali) por el interés y apoyo incondicional brindado como asesor en la presente investigación.

Al Ing. M. Sc. David Gerardo Llúncor Mendoza (QEPD), por su interés y apoyo incondicional como guía en la elaboración de los ensayos de propiedades físicas, por sus múltiples experiencias en el campo de la industria forestal, por sus investigaciones realizadas que dejan huella de sus años de experiencia.

Al Ing. Wilson Guerra (Instituto de investigaciones de la Amazonia Peruana), por la gran oportunidad que me dio de ser partícipe del proyecto, por su colaboración en la recopilación de información y sus valiosas sugerencias durante el desarrollo de la investigación.

Y, a todas las personas que de una u otra manera contribuyeron significativamente durante el proceso y culminación del presente trabajo de investigación.

INDICE DEL CONTENIDO

Pág.

DEDICATORIA v

AGRADECIMIENTO vi

INDICE DE TABLAS. xi

RESUMEN 9

ABSTRACT 10

INTRODUCCIÓN 11

CAPITULO I 13

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 13

1.1. Formulación del problema. 13

1.1.1. Problema general. 14

1.1.2. Problemas específicos. 14

1.2. Objetivos. 15

1.2.1. Objetivo general 15

1.2.2. Objetivo especifico 15

1.3. Justificación 15

CAPITULO II 17

MARCO TEÓRICO. 17

2.1. Antecedentes del problema. 17

2.1.1. Antecedentes Internacionales. 17

2.1.2. Antecedentes nacionales. 19

2.1.3. Antecedentes locales. 22

2.2. Propiedades de la madera. 24

2.2.1. Contenido de humedad. 27

2.2.2. Densidad de la madera. 29

2.2.3. Contraccion de la madera. 29

2.2.4. Coeficiete de contraccion volumetrica. 32
2.3. Descripción de la especie *Guazuma crinita* C. Martius 33
2.3.1. Clasificación taxonómica. 33
2.3.2. Distribución geográfica de la madera Guazuma crinita Mart 34
2.3.3. Características del árbol de Guazuma crinita Mart. 34
2.3.4. Características de la madera Guazuma crinita Mart. 34
DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS. 35
Aróstegui, (1982) cita los siguientes términos básicos: 35
Anisotropía: 35
Bosque: 35
Contenido de humedad: 35
Contenido de humedad en equil ibrio: 35
Contenido de humedad promedio: 35
Contracción: 35
Densidad: 36
Equilibrio higroscópico 36
Madera saturada: 36
Madera seca al aire en ambiente normalizado: 36
Madera anhidra: 36
Punto de saturación de las fibras 36
CAPITULO III 37
METODOLOGIA. 37
3.1. Método de investigación 37
3.2. Población y muestra. 37
3.2.1. Población. 37
3.2.2. Muestra 37

3.3. Procedimiento de Recolección de datos. 38
3.3.1. Ubicación del lugar de extracción de los árboles. 38
3.3.2. Selección de los árboles. 38
3.3.3. Plateado de los árboles. 39
3.3.4. Talado, dimensionado y trozado de los árboles. 39
3.3.5. Transportes de las trozas. 39
3.3.6. Preparación de ensayos. 40
3.3.7. Evaluación de las propiedades físicas. 42
3.4. Tratamiento de datos. 46
CAPITULO IV 48
RESULTADOS Y DISCUSIÓN. 48
4.1. PROPIEDADES FÍSICAS DE LA MADERA DE Guazuma crinita Mart (BOLAINA BLANCA). 48
4.1.1. Contenido de humedad max (CH max). 48
4.1.2. Densidad. 50
4.1.3. Contracción. 56
4.1.4. Coeficiente de contracción volumétrica y relación T/R. 60
4.1.5. Punto de saturación de la fibra (PSF). 62
4.2. Análisis comparativo en las propiedades físicas de la madera de Guazuma crinita Mart (bolaina blanca) de una plantación clonal y de un bosque secundario. 64
4.2.1. Contenido de Humedad Máximo. 64
4.2.2. Densidad Saturada. 66
4.2.3. Densidad básica. 67
4.2.4. Contracción radial 69
4.2.5. Contracción tangencial 70

4.2.6. Contracción longitudinal. 72

4.2.7. Contracción volumétrica. 73

CAPITULO V 76

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. 76

5.1. CONCLUSIONES. 76

5.2. RECOMENDACIONES. 78

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....79

ANEXOS. 85

INDICE DE TABLAS.

		Pág.
Tabla 1.	Valores promedios de las propiedades físicas en la madera de bolaina blanca (Guazuma crinita)…….	23
Tabla 2.	Determinación de la madera según su contenido de humedad……	27
Tabla 3.	Clasificación de la madera por su densidad……	28
Tabla 4.	Clasificación de la madera según su contracción volumétrica……	31
Tabla 5.	Clasificación de la madera según su relación de estabilidad T/R……...	31
Tabla 6.	Clasificación de las maderas por su coeficiente de contracción volumétrico……..	38
Tabla 7.	Promedios y coeficiente de variación del contenido de humedad máximo y seco al aire de la madera de bolaina blanca por clones y por niveles longitudinales del fuste……	47
Tabla 8.	Análisis de varianza factorial de 7 x 2 de contenido de humedad máximo y contenido de humedad seco al aire de la madera de Bolaina blanca por clones y por niveles longitudes del fuste……..	48
Tabla 9.	Promedios y coeficiente de variación del contenido de la densidad básica, saturada, seco al aire y seco al horno de la madera de bolaina blanca por clones y por niveles longitudinales del fuste……	50
Tabla 10.	Análisis de varianza factorial de 7 x 2 de la densidad básica, densidad saturada, densidad seca al aire y densidad seco al horno de la madera de Bolaina blanca por clones y por niveles longitudes del fuste……..	51
Tabla 11.	Análisis de varianza de la densidad saturada en el nivel base……	51
Tabla 12.	Resumen de la prueba de Tukey de la densidad saturada de los clones de Bolaina blanca…….	52
Tabla 13.	Análisis de varianza de la densidad saturada en el nivel ápice……..	52
Tabla 14.	Resumen de la prueba de Tukey de la densidad saturada de los clones de Bolaina blanca del nivel ápice……..	52
Tabla 15.	Promedios y coeficiente de variación de la contracción radial, Contracción tangencial, contracción longitudinal y contracción volumétrica de la madera de bolaina blanca por clones y por niveles longitudinales del fuste…….	55
Tabla 16.	Análisis de varianza factorial de 7 x 2 del contracción radial, contracción tangencial, contracción longitudinal y contracción volumétrica de la madera de Bolaina blanca por clones y por niveles longitudes del fuste……	56
Tabla 17.	Promedios y coeficiente de variación de coeficiente de contracción volumétrica y relación T/R de la madera de bolaina blanca por clones y por niveles longitudinales del fuste…….	59

Tabla 18. Análisis de varianza factorial de 7 x 2 del contenido de humedad máximo y seca al aire de la madera de Bolaina blanca por clones y por niveles longitudes del fuste…….. 60
Tabla 19. Promedios y coeficiente de variación de coeficiente de Punto de Saturación de las fibras de la madera de bolaina blanca por clones y por niveles longitudinales del fuste……. 61
Tabla 20. Análisis de varianza factorial de 7 x 2 del punto de saturación de la fibra de la madera de Bolaina blanca por clones y por niveles longitudes del fuste…….. 62
Tabla 21. Contenido de humedad máximo…… 63
Tabla 22. Prueba de una media del contenido de humedad…….. 64
Tabla 23. Densidad saturada…… 65
Tabla 24. Prueba de una media de la densidad saturada…….. 65
Tabla 25. Densidad básica…… 66
Tabla 26. Prueba de una media de la densidad básica……... 67
Tabla 27. Densidad básica…… 68
Tabla 28. Prueba de una media de la contratación Radial…….. 69
Tabla 29. Contracción tangencial…… 69
Tabla 30. Prueba de una media de la contratación tangencial…….. 70
Tabla 31. Contracción longitudinal…….. 71
Tabla 32. Prueba de una media de contracción longitudinal 72
Tabla 33. Contracción volumétrica…….. 72
Tabla 34. Prueba de una media de la contratación volumétrica……. 73

INDICE DE FIGURAS

		Pág.
Figura 1.	Mapa de localización de la parcela en evaluación con coordenadas UTM E 460371.7 N930096.7…….	37
Figura 2.	Traslado de las trozas con camioneta…….	39
Figura 3.	Esquema de trozado del fuste (Norma ISO 4470-1982)……	39
Figura 4.	Seccionado de las probetas……	40
Figura 5.	Evaluación y toma de datos de las probetas……	41
Figura 6.	Contenido de humedad máximo……..	63
Figura 7.	Densidad saturada de la madera de bolaina blanca de clon u bosque secundario……	65
Figura 8.	Densidad saturada de la madera de bolaina blanca de clon u bosque secundario……..	67
Figura 9.	Contracción radial de la madera de bolaina blanca de clon u bosque secundario……..	68
Figura 10.	Contracción tangencial de la madera de bolaina blanca de clon u bosque secundario……	70
Figura 11.	Contracción longitudinal de la madera de bolaina blanca de clon u bosque secundario……...	71
Figura 12.	Contracción volumétrica de la madera de bolaina blanca de clon u bosque secundario……..	73
Figura 13.	Selección de extracción de los árboles del fundo San Juanito, perteneciente a Backus; para la elaboración de las probetas……	89
Figura 14.	Medición y seleccionado de los troncos para la elaboración de las probetas……	89
Figura 15.	Codificado de los tucos……	90
Figura 16.	Elaboración y codificado de las probetas……..	90
Figura 17.	Probetas codificadas y empaquetadas……	91
Figura 18.	Toma de datos de las probetas debidamente codificadas....	91

RESUMEN

La especie ***Guazuma crinita*** Mart es una de las más importantes de la amazonia peruana, por su rápido crecimiento y el uso extenso de su madera. El objetivo del presente estudio fue evaluar las propiedades físicas de la madera de ***Guazuma crinita*** Mart, (bolaina blanca) de cinco años de edad, proveniente de siete clones y dos niveles longitudinales de fuste. Para determinar las propiedades físicas, se extrajo árboles de una plantación por propagación vegetativa de 5 años de edad, la selección y colección de árboles se realizó de acuerdo a la NTP – 251.001. Los **resultados** indican que Chmax base 70.79% y ápice 69.25%, Chsa base 16.59 y ápice 15.99%, Db base 0.38 g/cm^3 y ápice 0.37 g/cm^3, Ds base 0.79 g/cm^3 y ápice 0.62 g/cm^3, Dsa base 0.44 g/cm^3 y ápice 0.40 g/cm^3, Dsh base 0.39 g/cm^3 y ápice 0.37 g/cm^3, Cr base 3.84% y ápice 2.79%, Ct base 6.93% y ápice 4.63%, Cl base 0.21%, Ccv base 1.88% y ápice 1.79%, T/R base 1.88%. **Concluyendo**: se encontró diferencias significativas en las propiedades físicas de Db, Ds, Dsa, Dsh, Cr, Ct, Cv entre niveles y entre clones Ds. No se encontró diferencias significativas en las propiedades físicas de Chmax, Chsa, Cl, Ccv, T/R, PSF entre niveles y entre clones Chmax, Chsa, Db, Dsa, Dsh, Cr, CT, Cl, CV,Ccv, T/R, PSF; en cuanto a la comparación de plantación clonal y bosque secundario se encontró diferencia significativa en Chmax, Ds, Db, Ct, Cv. No encontrándose diferencia significativa en Cr, Cl, Cv.

Palabras claves: ***Guazuma crinita*** Mart, propiedades físicas, coeficiente de contracción volumétrica.

ABSTRACT

The species Guazuma crinita Mart is one of the most important of the Peruvian Amazon, due to its rapid growth and the extensive use of its wood. The aim of this study was to evaluate the physical properties of five-year-old Guazuma crinita Mart wood from seven clones and two longitudinal stem levels. To determine the physical properties, trees were extracted from a plantation by vegetative propagation of 5 years old, the selection and collection of trees was carried out according to the NTP - 251. 001. The results indicate that Chmax base 70. 79% and apex 69. 25%, Chsa base 16. 59 and apex 15. 99%, Db base 0. 38 g/cm3 and apex 0. 37 g/cm3, Ds base 0. 79 g/cm3 and apex 0. 62 g/cm3, Dsa base 0. 44 g/cm3 and apex 0. 40 g/cm3, Dsh base 0. 39 g/cm3 and apex 0. 37 g/cm3, Cr base 3. 84% and apex 2. 79%, Ct base 6. 93% and apex 4. 63%, Cl base 0. 21%, cv base 1. 88% and apex 1. 79%, T/R base 1. 88%. In conclusion, significant differences were found in the physical properties of Db, Ds, Dsa, Dsh, Cr, Ct, Cv between levels and between Ds clones. No significant differences were found in the physical properties of Chmax, Chsa, Cl, Ccv, T/R, PSF between levels and between clones Chmax, Chsa, Db, Dsa, Dsh, Cr, CT, Cl, CV,Ccv, T/R, PSF; regarding the comparison of clonal planting and secondary forest, significant differences were found in Chmax, Ds, Db, Ct, Cv. No significant difference was found in Cr, Cl, Cv.

Keywords: *Guazuma crinita* Mart, physical properties, coefficient of volumetric contraction.

INTRODUCCIÓN

Actualmente, el mercado maderero exige calidad y uniformidad en cuanto a productos derivados de la madera, las propiedades de la madera varían, debiéndose comprender la magnitud y las causas de estas variaciones, la variabilidad de los elementos estructurales de la madera y sus propiedades físico-mecánicas, abarcan las variaciones originadas por razones geográficas, así como las variaciones entre y dentro de individuos (Gimenez & Lopez, 2002).

Con el estudio de algunas propiedades físicas, se pretende generar conocimientos que permitan determinar las mejores características en cuanto a contenido de humedad, densidad y cambio dimensional. Así promover el establecimiento de plantaciones utilizando material selecto.

La bolaina blanca, puede ser una alternativa para establecimiento de plantaciones rentables y competitivas, que sustituyan a las plantaciones con especies exóticas como teca (***Tectona grandis*** L.), melina (***Gmelina arborea*** Roxb) y eucalipto (***Eucalyptus urograndi****s* Hill), en el trópico.

Asimismo, con la generación de información tecnológica y científica de la madera de bolaina blanca, tendríamos una especie con potencial competitivo maderable y los empresarios puedan apostar por una especie de rápido crecimiento que les genere ganancias, asimismo generar conocimiento a los campesinos de la importancia de la especie.

Para alcanzar los fines de la investigación se planteó como objetivo general:

- Evaluar las propiedades físicas de la madera de ***Guazuma crinita*** Mart (bolaina blanca) de cinco años de edad, proveniente de siete clones y dos niveles longitudinales de fuste.

Además, los objetivos específicos fueron:

- Determinar los valores de las propiedades físicas de la madera ***Guazuma crinita*** Mart (bolaina blanca) de cinco años de edad, provenientes de siete clones y dos niveles longitudinales de fuste.
- Comparar si existe diferencia significativa entre las propiedades físicas de la madera de bolina blanca de una plantación clonal y de un bosque secundario.

Del mismo modo la investigación está dividido en 6 capítulos: Capitulo I: Planteamiento del problema; Capitulo II: Marco teórico; Capitulo III: Metodología; Capítulo IV: Resultados y discusión; Capitulo V: Conclusiones y Recomendaciones; Capítulo VI: Referencias bibliográficas.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Formulación del problema.

La madera se encuentra como uno de los materiales más utilizados en la industria de la construcción y cada vez adquiere mayor interés debido a que su uso reduce las emisiones de carbono y en la diversidad de aplicaciones que se le puede dar. Por ejemplo, las maderas duras o pesadas se emplean para la elaboración de vigas, columnas, y pisos, mientras que las maderas suaves o ligeras se emplean para la elaboración de muebles, molduras y productos de ebanistería (Campos, 2015).

A nivel mundial la tendencia se orienta a la utilización de maderas procedentes de plantaciones como consecuencia de la escasez de especies comerciales en los bosques naturales, por lo que es necesario generar mayor conocimiento sobre las especies instaladas en plantaciones Garcia (2017).

Sin embargo, para el establecimiento de plantaciones, la mayoría utilizan plantones provenientes de semilla botánica, la cual, a pesar de estar bajo el control de un rigoroso proceso de selección en vivero, estas plantaciones, poseen mucha variabilidad en cuanto al DAP y altura total en campo definitivo Alfaro, (2010). Por lo que, algunas empresas reforestadoras e institutos de investigación han venido promoviendo el uso de plantones obtenidos por propagación vegetativa (clonación), los cuales usan material genético de características superiores, para finalmente ser replicados y multiplicados, es decir, individuos que provienen de árboles PLUS (Garate, 2010).

En la actualidad se buscan especies forestales con aptitudes para el establecimiento de plantaciones, aquellas con rápido crecimiento, corto tiempo de aprovechamiento, maderas de color blancas, autopoda y de fácil manejo, al respecto, ***Guazuma crinita*** Mart es actualmente una especie muy utilizada en plantaciones forestales en la Amazonía Peruana (IIAP, 2009).

Para atribuir un uso adecuado de las especies de plantación por reproducción vegetativa (clonación), es necesario conocer las propiedades físicas, mecánicas, químicas y tecnológicas, así como la características anatómicas de la madera, y cuál es su variabilidad a lo largo del fuste o precisar cuánto varía con respecto a la madera de árboles de bosque secundario de reproducción por semillas vegetativas, ya que ésta varía al interior y entre árboles en una misma especie, siendo el resultado de los patrones del crecimiento, las influencias ambientales, procedencias y los factores genéticos (Garcia, 2017) por lo tanto es necesario estudiar las propiedades físicas de la madera de bolaina blanca procedente de plantación por clones,

En vista a la problemática vertida, en la investigación se planteó:

1.1.1. Problema general.

- ¿Cuáles son las propiedades físicas de la madera de ***Guazuma crinita*** Mart (bolaina blanca) de cinco años de edad, provenientes de 7 clones y dos niveles longitudinales del fuste?

1.1.2. Problemas específicos.

- ¿Cuáles son los valores de las propiedades físicas de la madera ***Guazuma crinita*** Mart (bolaina blanca) de cinco años de edad, provenientes de siete clones y dos niveles longitudinales de fuste?

- ¿Existe diferencia significativa entre las propiedades físicas de la madera de ***Guazuma crinita*** Mart (bolaina blanca) de una plantación clonal y de un bosque secundario?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

- Evaluar las propiedades físicas de la madera de *Guazuma crinita* Mart (bolaina blanca), de una plantación por propagación vegetativa de cinco años de edad.

1.2.2. Objetivo especifico

- Determinar las propiedades físicas que presenta la madera de Guazuma crinita Mart (bolaina blanca) de una plantación por propagación vegetativa en dos niveles longitudinales del fuste.

- Determinar la relación entre las variables procedencia de los clones y las propiedades físicas de la madera de bolina blanca.

- Comparar si existe diferencia significativa entre las propiedades físicas de la madera de bolina blanca de una plantación clonal y de un bosque natural.

1.3. Justificación

Actualmente, el mercado maderero exige calidad y uniformidad en cuanto a productos derivados de la madera, las propiedades de la madera varían, debiéndose comprender la magnitud y las causas de estas variaciones, la variabilidad de los elementos estructurales de la madera y sus propiedades físico-mecánicas, abarcan las variaciones originadas por razones geográficas, así como las variaciones entre y dentro de individuos (Gimenez & Lopez, 2002).

Con el estudio de algunas propiedades físicas, se pretende generar conocimientos que permitan determinar las procedencias de clones que posean las mejores características en cuanto a contenido de humedad, densidad y cambio dimensional. Así promover el establecimiento de plantaciones utilizando semilla vegetativa de procedencia conocida y de material selecto.

La bolaina blanca, puede ser una alternativa para establecimiento de plantaciones rentables y competitivas, que sustituyan a las plantaciones con especies exóticas como teca (*Tectona grandis*), melina (*Gmelina arborea*) y eucalipto (*Eucalyptus urograndis*), en el trópico.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO.

2.1. Antecedentes del problema.

2.1.1. Antecedentes Internacionales.

Campos (2015), afirma en su investigación “Determinacion de las propiedades fisicas y mecanicas de la madera ***Pinus maximinoi*** H.E.More;Coban, Alta Verapaz”; el cual, tuvo como objetivo determinar las propiedades físicas y mecánicas de la madera de ***Pinus maximinoi*** H. E. Moore, empleando la norma ASTM D-143-94. La madera utilizada provino de la Finca Choval, municipio de Cobán, Alta Verapaz, de dos tratamientos silviculturales: segundo raleo y corta final, de 11y 30 años respectivamente. El diseño experimental utilizado fue de bloques completos al azar con parcelas divididas, con dos factores y cinco repeticiones. Las variables de respuesta fueron: proporción albura – duramen, porcentaje de inclinación de la fibra, densidad, contracción dimensional y volumétrica, esfuerzo de compresión paralela y perpendicular a la fibra, flexión estática, dureza, esfuerzo de corte y resistencia a la extracción de clavos. Los resultados obtenidos, se clasificó la madera de raleo y de corta final por sus propiedades físicas y mecánicas. Se concluye que la madera proveniente del duramen y la albura no presentan el mismo comportamiento en sus propiedades en estado verde y en estado seco. Para obtener madera estructural se recomienda el desrame de los árboles, ya que de esta forma, se garantiza la ausencia de nudos en la madera aserrada, pues éstos disminuyen la resistencia de la madera a los esfuerzos aplicados.

Por otra parte (Díaz, 2005) en su investigación “Evaluación de Propiedades Físicas y Mecánicas de madera de ***Nothofagus glauca*** (Hualo) proveniente

de la zona de Cauquenes", el cual tuvo como objetivo principal Evaluar las propiedades físicas y mecánicas en madera de ***Nothofagus glauca*** (Hualo) provenientes de la zona de Cauquenes. Se realizaron estudios de propiedades físicas tales como densidad, contenido de humedad, contracción radial y contracción tangencial. Se utilizaron 40 probetas para cada ensayo obtenidas de los 40 árboles, por lo que en total se utilizan 120 probetas. Los ensayos se ejecutan según la Norma Chilena, por lo que todas las probetas se acondicionan en la cámara de clima hasta un contenido de humedad de 12%. Los ensayos físico-mecánicos demostran que el Hualo es una especie apta para la construcción pesada, tales como, vigas, pilares, entre otros otros. Los análisis estadísticos de propiedades físicas y mecánicas demostran que en cuanto a densidad, corresponde a una madera de densidad alta, la cual aumenta desde la zona cercana a la médula, hasta la zona lateral y desde la clase diamétrica menor hasta la clase diamétrica mayor. En cuanto a la contracción, se puede decir que se obtuvo una contracción no esperada (Díaz, 2005). Las propiedades mecánicas no presentan diferencias significativas entre clases diamétrica en cuanto a Tensión unitaria, Módulo de elasticidad y Módulo de rotura (Díaz, 2005).

A su vez (Matínez, 2017) comenta en su investigación "Propiedades físicas y mecánicas de la madera de corta final de ***Prosopis alba*** Gris"; el cual tuvo como objetivo general producir árboles "on purpose" de Prosopis alba a partir de clones resistentes a la salinidad.

La metodología utilizada consistió en muestreo, selección y extracción del material que posteriormente fue acondicionado y trasladado al ITM-FCF-UNSE a los fines del estudio y evaluación de las propiedades físico-

mecánicas. Los resultados obtenidos fueron muy alentadores, ya que esta madera presentó valores que sobrepasaron los determinados en árboles maduros de la misma especie extraídos del bosque nativo, siendo muy similares a los encontrados en los provenientes de los raleos de 7 y 12 años de esta plantación, obviamente el material de la corta final posee mayores dimensiones y mejor relación albura/duramen. Todo ello hace presuponer que la implantación de este tipo de plantaciones “on purpose” posibilitará el manejo sustentable de los bosques existentes y aseguraría la perpetuidad de la especie hoy severamente amenazada (Matínez, 2017).

2.1.2. Antecedentes nacionales.

Cardenas (2012) Menciona en su investigación “Determinación de las propiedades físicas en diferentes niveles del fuste de bolaina blanca (***Guazuma crinita*** C. Martius) en Tingo María.”; el cual tuvo como objetivo determinar las propiedades físicas en el fuste de bolaina blanca (***Guazuma crinita*** C. Martius); Metodología: Se extrajo árboles del centro poblado menor Shiringal, Huánuco con 10 años de edad. La selección y colección de árboles se realizó de acuerdo a la Norma Técnica Peruana NTP- 251.002. Resultados: Los árboles de bolaina presentaron diferencia estadística en el contenido de humedad incrementa desde la base hacia el ápice (77.6%, 80.8% y 98.4% respectivamente), mientras que en las orientaciones norte y sur (85.5% y 85. 8%) no hubo diferencia estadística.

Estadísticamente los árboles y sus diferentes niveles del fuste presentaron diferencia en la densidad saturada, y en las orientaciones no hubo diferencia. Estadísticamente, no hubo diferencia significativa referente a la densidad anhidra entre los valores de cada árbol, los diferentes niveles del fuste y las

orientaciones. La densidad básica en los cinco árboles, los tres niveles del fuste (0.33 g/cm^3, 0.32 g/cm^3 y 0.32 g/cm^3) y las orientaciones norte y sur no presentaron diferencias estadísticas (Cardenas, 2012).

La contracción tangencial (5.16%) fue superior a la radial (3.30%) y longitudinal (0.18%). La contracción volumétrica determinada de los cinco árboles fue estadísticamente diferente; en la parte basal (8.88%) del fuste hubo mayor contracción que la parte media (8.26%) y apical del fuste (8.33%); las probetas extraídas de la parte sur del fuste han tenido mayor contracción en comparación a las probetas extraídas de la parte norte del fuste**.** La madera presenta grandes variaciones en sus propiedades físicas y mecánicas lo cual es notable la forma en que varían en los árboles de la misma especie, debido a los distintos sitios en que se desarrollan, aun en el mismo árbol por diferentes factores tales como: Edad, diámetro, altura, contenido de humedad, diferenciación en las fibras y anillos de crecimiento (Cardenas, 2012).

Por su parte (Cordova, 2019) Manifiesta en su investigación “Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de la madera roble corriente para su uso estructural según la normativa E-010 en Chanchamayo, 2019”; el cual tuvo como objetivo evaluar las propiedades físicas y mecánicas de la madera roble corriente para su uso estructural según la normativa E-010.

El estudio es aplicado con un enfoque cuantitativo y diseño no experimental, presentando una población a la madera roble corriente y con un total de 42 muestras cuyas medidas se encuentran estandarizadas en las NTP, donde dichas muestras fueron establecidas a través de juicio de expertos, normas

y antecedentes. Además, las herramientas para recabar datos fueron validados por cinco especialistas. Se realizaron 7 tipos de ensayos a la madera conforme a la norma E-010 los cuales son: densidad básica, contenido de humedad, compresión perpendicular, compresión paralela, flexión estática, tracción y cizallamiento, a su vez para obtener y procesar los datos se utilizaron los softwares testXpert II de Zwick Roell, Excel y Sap 2000 para alcanzar los objetivos propuestos. Con los datos obtenidos, se comparó con la normativa correspondiente para maderas que demuestre su viabilidad estructural y pueda ser considerada en los proyectos de construcción en la zona de estudio. Concluyendo que la madera roble corriente presenta buenas propiedades físicas y mecánicas donde estaría clasificado al grupo estructural B lo que denota que se pueda usar estructuralmente.

De igual manera (García, 2018) afirma en su investigación “Evaluación, análisis y comparación de las propiedades mecánicas y físicas de la madera Copaiba, Miza y Zapote según lanorma E.010 en la ciudad de Cusco”; el cual tuvo como objetivo principal: Conocer las propiedades físicas y mecánicas de las maderas, utilizadas en construcción como elemento estructural, el presente estudio nos facilitó el saber con qué recursos contamos, las facilidades y posibilidades de cada madera estudiada y a su vez las posibilidades de poder ser incorporadas al mercado como material de construcción.

En la ciudad del Cusco, se tiene muy poca información sobre las propiedades físicas y mecánicas de las maderas más comerciales, por lo que surgió un

problema en su uso y conocer su funcionalidad estructural en la industria de la construcción (García, 2018).

La investigación se limitó a realizar estudios de las propiedades físicas (ensayo de contenido de humedad, ensayo de densidad Básica) y mecánicas (ensayo de Modulo de elasticidad, ensayo de Flexión, ensayo de Compresión Paralela, ensayo de Compresión Perpendicular, ensayo de Corte Paralelo) de las maderas Copaiba, Miza y Zapote. La investigación, se limitó a realizar las pruebas en madera, secado al ambiente en condiciones normales de humedad relativa y temperatura durante 30 días, para luego ser secadas al horno antes de los ensayos físicos y mecánicos. El objetivo del trabajo de investigación fue el de conocer si las propiedades físicas y mecánicas de la madera Copaiba, Miza y Zapote comercializadas en los principales centros madereros de la ciudad del Cusco, cumplen para el uso estructural en la construcción, para su comparación y pre agrupamiento se utilizó la Norma E 0.10 del reglamento nacional de edificaciones (García, 2018).

2.1.3. Antecedentes locales.

Lluncor, (2017) reporta en su investigación “Relación de las propiedades físicas y genéticas de la madera de ***Guazuma crinita*** (bolaina blanca) del rodal semillero del INIA-Pucallpa, proveniente de dos unidades fisiográficas”; el cual tuvo como objetivo correlacionar las propiedades físicas y genéticas de la madera de ***G. crinita*** del rodal semillero INIA-Pucallpa proveniente de dos unidades fisiográficas: un Bosque de colinas bajas entre los 230 y 290 msnm y un Bosque de terrazas aluviales entre los 150 a 185 msnm. Las

propiedades físicas como la densidad básica (Db), peso específico (Pe), contenido de humedad (CH) y la relación de la contracción tangencial/radial (T/R) fueron relacionadas con las propiedades genéticas a nivel molecular. Los promedios de Db y Pe fueron 0.423 g/cm3 y 0.442 respectivamente, los valores mínimos y máximos para CH fueron 57.68 y 94.65 % respectivamente, mientras que la T/R decrece de la base del árbol hacia la copa de 1.83 a 1.31.

Solo existe una relación clara de las propiedades físicas y genéticas de la madera de ***G. crinita***, cuando la Db y el CH son correlacionados con la longitud geográfica, a pesar que los árboles estuvieron plantados en un mismo lugar bajo las mismas condiciones edafoclimáticas, la Db y el CH siguieron el patrón genético heredado de sus antepasados (Lluncor, 2017).

Por su parte Trujillo, (2012), en su estudio “Estructura anatomica y algunas propiedades fisicas de la madera de *Guazuma crinita* mart.(Bolaina blanca) procedentes de una plantacion de dos años de edad”, de la zona de Pucallpa", obtuvo un contenido de humedad unicial de 21.22%, un contenido de humedad seco al aire 12.35%, densidad seco al aire de 37.5 g/cm3, densidad seco al horno 0.34 g/cm3, densidad basica 0.30 g/cm3, contraccion tangencial 4.47%, contraccion radial 3.22%, contraccion longitudinal 0.42%, contraccion volumetrica 8.47% y indice de relacion T/R 1.40%.

En la ciudad de Pucallpa Soto, (2011) en su tesis "Estudios de las caracteristicas anatomicas y algunas propiedades fisicas de la madera de

Guazuma crinita mart(Bolaina Blanca), provenientes de una plantacion de dos años, del inia Pucallpa" estudio las propiedades fisicas de la madera de bolaina blanca provenientes de plantacion de dos años de edad obteniendo los siguientes resultados contenido de humedad inicial 22.91, contenido de humedad seca al aire 16.20%, densidad inicial 0.37 g/cm3, densidad seca al aire 0.35 g/cm3, densidad seca al horno 0.32 g/cm3, densidad basica 0.30 g/cm3, contraccion tangencial 3.17%, contraccion radial 0.66%, contraccion longitudinal 0.14%, contraccion volumetrica 7.46, relacion T/R 1.65%.

2.2. Propiedades de la madera.

Dentro de las diversas propiedades de la madera, la densidad es la más utilizada por su facilidad de ser determinada y porque se correlaciona directamente con las propiedades físico-mecánicas de la madera y la composición celular (Batista, Klitzke, & Taborda Santos, 2010), esta propiedad es determinada como peso por unidad de volumen.

Tabla 1.

Valores promedios de las propiedades físicas en la madera de bolaina blanca (Guazuma crinita).

Propiedades físicas		Unidad	(Cardenas, 2012)	(Tuisima, 2015)	(Chavesta, Montenegro, Tomazello-Filho, Carnerio, & Nisgoski, 2019)	(Chavesta, Montenegro, Tomazello-Filho, Carnerio, & Nisgoski, 2019)
	Edad	Años	10	8	8	5
Contenido de humedad		%		12		
Densidades	Básica	g/cm^3	0,33	0,50	0,43	0,41
	Saturada	g/cm^3	0,65	0,84		
	Seca al aire	g/cm^3		0,60		
	Anhidra	g/cm^3	0,37	0,55		
Contracciones	Tangencial	%	5,28	6,48	5,98	5,72
	Radial	%	3,35	3,93	3,37	3,07
	Longitudinal	%	0,19			
	Volumétrica	%	8,88	10,26	9,19	8,57
Coeficiente anisotropía	T/R		1,57	1,80	1,77	1,86

Al ser el indicador más importante de la resistencia de la madera, puede predecir características tales como: dureza, facilidad de procesamiento y resistencia al clavado. Por ejemplo, las maderas densas generalmente se contraen e hinchan más y usualmente presentas mayores problemas en el secado (Bruce, 2000). La densidad más ampliamente usada es la densidad básica pues expresa la cantidad de sustancia leñosa seca presente en un volumen dado de madera, cuando ésta se encuentra a un contenido de humedad igual o mayor al Punto de Saturación de las Fibras (PSF), se usa el término básico debido a que el volumen en estado verde y el peso seco al horno son casi constantes (Barnett & Jeronimidis, 2013).

Asimismo, es frecuente usar el peso específico, peso seco al horno de una muestra de madera sobre el peso del volumen de agua desplazado por la muestra a un determinado contenido de humedad: verde, seco al aire o seco al horno (Forest Products Laboratory, 2010). Otra forma de determinar el peso específico es mediante la división de la densidad de una sustancia con la densidad de agua pura (4°C), por lo que es una cantidad sin unidades.

Debido a que la densidad del agua puede considerarse igual a 1 g/cm^3, el peso específico es numéricamente igual a la densidad, asumiendo el mismo principio de su determinación y bajo condiciones de seco al horno o anhidra (Barnett & Jeronimidis, 2013). Al igual que la densidad, las especies maderables con peso específico alto pueden encogerse e hincharse más a medida que cambia el contenido de humedad y son diversos los factores que contribuyen a la variación del mismo como son los extractivos (resinas, gomas, entre otros) ubicados dentro y alrededor de las células (Lyon, 2016).

Otra propiedad física importante es la contracción de la madera, la cual ocurre cuando se pierde humedad de las paredes celulares y se da de forma proporcional a la humedad perdida por debajo del punto de saturación de las fibras (< 30% CH) (Glass & Zelinka, 2010).

Debido a la anisotropía de la madera, que es la variación de las propiedades según la dirección (axial, radial y tangencial), la contracción varía según la dirección que se analiza, por ello la contracción tangencial es de alrededor de 1,5 a 2,5 veces la contracción radial y éstas a su vez mayores a la contracción longitudinal, que por lo general es pequeña ya que los valores de un estado saturado a seco al horno están entre 0,1 % a 0,2 % para la mayoría de las especies. Sin embargo, la contracción longitudinal puede aumentar excesivamente en piezas que tengan madera de reacción, madera juvenil o grano entrecruzado, pudiendo alcanzar valores de 2 y causando deformaciones o produciendo roturas en las zonas de alta contracción, por lo que debe ser evitado en usos donde la estabilidad longitudinal es requerida (Glass & Zelinka, 2010).

Por otra parte, las contracciones axial, radial y tangencial, que en conjunto representan la contracción volumétrica, están relacionadas a las características anatómicas y químicas de la madera, por lo que una variación en la composición química, contenido de extractivos, morfología de la fibra, microestructura como la alineación de las microfibrillas y la proporción de los tejidos influenciará en la densidad y por ende en las contracciones (Barnett & Jeronimidis, 2013).

2.2.1. Contenido de humedad.

De acuerdo con (Campos, 2015) la madera es un material higroscópico, entendiendo por tal aquel que tiene la capacidad de absorber agua de la atmósfera. Según indican, esta capacidad la presenta debido a dos razones fundamentales:

a. La atracción que ejercen los grupos polares existentes en la pared celular de la madera sobre aquellas moléculas, de naturaleza polar o polarizables, que entran en su órbita de acción, en particular el agua.

b. Debido al efecto de los fenómenos físicos de capilaridad.

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

El agua en la madera se encuentra bajo tres formas: agua libre, llenando las cavidades celulares, agua de saturación o higroscópica, infiltradas en las paredes celulares y agua de constitución, formando parte de la estructura molecular de la madera (Huaynalaya, 2018).

Campos, (2015) indica que el agua es el vehículo de transporte que utilizan las plantas para su desarrollo fisiológico, esto unido a la higroscopicidad de la madera, hace que ésta tenga normalmente en su interior cierta cantidad de agua, que, tradicionalmente, se establece que puede presentarse de tres formas diferentes, las cuales son:

Agua de constitución o agua combinada: Es aquella que entra a formar parte de los compuestos químicos que constituyen la madera. Forma parte integrante de la materia leñosa (de su propia estructura), y no se puede

eliminar si no es destruyendo al propio material (por ejemplo, quemándola) (Gálvez, citado por Campos, 2015)

Agua de impregnación o de saturación: Es la que impregna la pared de las células rellenando los espacios submicroscópicos y microscópicos de la misma. Se introduce dentro de la pared celular, siendo la causa de la contracción de la madera cuando la pierde (desorción) y de su hinchazón cuando la recupera (sorción: retención de agua). Se puede eliminar por calentamiento hasta 100 °C- 110° C (Forest Products Laboratory, 2010).

Agua libre: El agua libre, una vez eliminada durante los procesos de secado, ya no puede ser recuperada a partir de la humedad atmosférica, para hacerlo deberá conseguirse por inmersión directa en agua (Campos, 2015).

Tabla 2.

Determinación de la madera según su contenido de humedad.

Denominación	Humedad (%)	Lugar de ubicación
Madera muy húmeda	>80	Bajo cubierta en el bosque
Madera húmeda	25 – 80	Recién cortada en patio o en la intemperie
Madera poco seca	20 – 25	Aire libre
Madera seca al aire	15 – 20	Bajo techo
Madera muy seca	8 – 15	Interiores
Madera anhidra	0	Laboratorio

Fuente: Vizcarra, citado por (Huaynalaya, 2018)

Cordova, (2019) menciona que el agua presente en la madera, o en un producto de madera, se expresa como el contenido de humedad. Convencionalmente, el contenido de humedad (CH) se define como la relación porcentual del peso del agua contenida en la madera, respecto al peso seco (libre de humedad) de la madera.

2.2.2. Densidad de la madera.

La densidad de madera de un árbol es una variable interesante porque informa sobre la cantidad de carbono que la planta destina al costo de construcción, Los forestales miden el peso seco de un determinado volumen de madera (secado con aire, con equipo especializado (estufas de aire) para eliminar la humedad (Chavez, 2006).

La densidad de la madera, exclusiva del agua, varía grandemente dentro de y entre las especies. Aunque la densidad de la mayoría de las especies disminuye entre aproximadamente 320 kg/m^3 y 720 kg/m^3 (20 lb/ft^3 y 45 lb/ft^3), el rango de densidad realmente se extiende desde aproximadamente 160 kg/m^3 (10 lb/ft^3) para balsa a más de 1,040 kg/m^3 (65 lb/ft^3) para algunos otros maderas importados. (Forest Products Laboratory, 2010).

Tabla 3.

Clasificación de la madera por su densidad.

Tipo de densidad	Densidad en Kg/m^3	Densidad en Kg/cm^3
Ligeras	<de 500	< de 0.500
Semiligeras	De 500 a 599	De 0.500 a 0.599
Semipesadas	De 600 a 649	De 0.600 a 0.649
Pesadas	De 650 a 799	De 0.650 a 0.799
Muy pesadas	> 800	> de 0.800

Fuente: (*Vignote y Martínez, 2006*)*, citado por* (Campos, 2015).

2.2.3. Contraccion de la madera.

El proceso de contracción de la madera es consecuencia de la transferencia de agua con el medio ambiente.

Tendiente a buscar una condición de equilibrio higroscópico. La humedad se encuentra en la madera en tres formas diferentes:

i) como agua libre, ocupando los espacios intercelulares y celulares o lúmenes,

ii) como agua de impregnación adsorbida, que se encuentra impregnando los espacios submicroscópicos de la pared celular, y

iii) como agua de constitución, formando parte de las células y tejidos (Coronel, 1994 citado por Cotrina, 2007).

Es la disminución o pérdida de volumen de la madera, bajo el PSF y se expresa como porcentaje de la dimensión de la madera en estado verde. Además, es una de .las características más indeseables de la madera y es la responsable en gran medida, de los inconvenientes y dificultades que seencuentran con ella en la construcción. Ésta se produce, como consecuencia del adelgazamiento de ,las paredes celulares al perder masa la celulosa amorfa y aproximarse unas a otras microfibrillas (Cardenas, 2012).

La contracción es proporcional al descenso del CH bajo el PSF (Cardenas, 2012).

Son los cambios dimensionales que experimenta la madera en el sentido radial, tangencial y axial, como resultado del cambio de humedad. La madera como material higroscópico absorbe o cede agua según el medio que lo rodea y siempre trata de ponerse en equilibrio con la humedad del ambiente. El secado depende de la temperatura y la humedad relativa del ambiente. Al secarse por debajo del 30% de contenido de humedad se nota la contracción de la madera debido a su estructura anatómica (Cardenas, 2012).

La madera es un material anisotrópico y se contrae en diferentes formas según las orientaciones dentro del árbol. La adición de agua u otros líquidos polares en la sustancia de la pared celular causa que las microfibrillas se expandan en proporción a la cantidad de .líquido que se añade. Esto continúa hasta que alcance el punto de saturación de la fibra. La eliminación de

humedad en la pared celular por debajo del punto de saturación de la fibra causa la contracción de la pared celular (Cardenas, 2012).

Los cambios dimensionales se debe a la pérdida o ganancia del agua higroscópica entre la estructura celulósica de la pared celular, se puede considerar que las maderas con mayor densidad contiene más agua higroscópica que .las de menor densidad y por eso las de mayor densidad tienen mayor contracción que las de menor densidad, cuanto mayor es la diferencia en la contracción radial y tangencial, significa que la distorsión será mayor en el secado eventualmente, la madera llega a estabilizar sus dimensiones con un equilibrio de 12% de contenido de humedad (Cardenas, 2012).

La contracción tangencial es mayor que la contracción radial, una de las razones, es el efecto restrictivo de las células horizontales de los rayos medulares. Cabe resaltar que en la mayoría de las especies la contracción radial es sólo un 50% del valor de la contracción tangencial (Cardenas, 2012).

Proporcionalmente como un promedio de todas las especies, la contracción en las tres direcciones principales (tangencial, radial, longitudinal) tiene una razón de 100:50:1 aproximadamente (Cardenas, 2012).

Los cambios dimensionales normales de la madera son de magnitud diferentes en las direcciones tangenciales, radiales y longitudinales.

La contracción tangencial es 1.5 a 3 veces mayor que la contracción radial y la contracción longitudinal es normalmente despreciable en la madera. Las diferencias entre contracción tangencial y radial son debidas por una parte al potencial favorecimiento de la contracción en el sentido tangencial que hacen las bandas de madera de verano, particularmente en coníferas, y por otra a la

restricción a los cambios dimensionales que ejercen los radios leñosos en la dirección radial de la madera (Cardenas, 2012).

Existe una relación entre los coeficientes de contracción en dirección tangencial y radial (T/R). Cuánto más coincidentes sean las contracciones radial y tangencial, menos tensiones se producen en la madera y más estabilidad tendrá (Pérez, 1983 citado por Campos, 2015).

Tabla 4.

Clasificación de la madera según su relación de estabilidad T/R.

Relación de contracción	Tipo de contracción
< 1.50	Muy baja o muy estable
1.50 – 2.00	Baja o estable
2.01 – 2.50	Mediana o moderadamente estable
2.51 – 3.00	Alta o inestable
> 3.00	Muy alta o muy inestable

Fuente: (Gutiérrez y Silva, 1999 citado por Campos, 2015).

2.2.4. Coeficiete de contraccion volumetrica.

Es la variación de volumen que experimenta la madera cuando existe una variación de la humedad del 1%, cuanto menor sea la variación de volumen mayor calidad tendrá el producto al que se aplica (Palma, 2015).

Tabla 5.

Clasificación de las maderas por su coeficiente de contracción volumétrico Ccv.

Clases de maderas por su Ccv	Coeficiente de contraccion volumetrico Ccv %	Interpretación
Muy estables	<0,35	Ebanisteria
Estables	De 0,35 a 0,45	Carpinteria y mueble
Medianamente nerviosa	De 0,45 a 0,5	Construccion

Nerviosas	De 0,5 a 0,6	Construccion en despiece radial
Muy nerviosas	>0,6	Para medios de humedad constante

Fuente: (Vignote & Martinez, 2006)

2.2.5 Punto de saturación de las fibras.

El punto de saturación de las fibras (PSF) es un estado de saturación en el que no hay presencia de agua libre y en el que el agua solo se encuentra saturando las paredes celulares (Spavento, 2008).

Riesgo, (2007) menciona que el punto de saturacion de la fibra es cuando el contenido de humedad en la madera en la que se a eliminado toda el agua libre y empieza a salir agua higroscopica, comenzando asi las contracciones de la madera en tres sentidos, se asume un 28% como promedio para el punto de saturacion de las fibras, las maderas de alta densidad tienen el punto de saturacion de las fibras de hasta 21% y algunas maderas alcanzan valores de punto de saturacion de las fibras de 32% como valor promedio (Riesgo, 2007).

2.3. Descripción de la especie *Guazuma crinita* C. Martius

2.3.1. Clasificación taxonómica.

Según Mostacero (2002) la clasificación es la siguiente:

Clase : Dicotyledoneae

Orden : Malvales

Familia : STERCULIACEAE

Género : *Guazuma*

Especie : Guazuma *crinita*

Nombre común : bolaina blanca

2.3.2. Distribución geográfica de la madera Guazuma crinita Mart

Esta especie se encuentra distribuida en las formaciones ecológicas, bosque tropical seco y bosque sub –tropical muy húmedo, o sea en las zonas de Pucallpa y tingo María, es una especie muy abundante en las zonas de América Tropical que presentan una temporada seca estacional, o en chacras (Purmas jóvenes), generalmente se encuentran en bosques secundarios o a orillas de los ríos a veces formando bosques naturales homogéneos, en peru se encuentran en los departamentos Loreto, Ucayali, Huánuco, Junín y cerro de Pasco (Bendezu, 2007).

2.3.3. Características del árbol de Guazuma crinita Mart.

Árbol de hasta 35 m de altura y 60 cm de diámetro. Tronco cilíndrico. Corteza de color gris o negruzco, agrietada o fisurada, Hojas simples alternas dispuestas en un solo plano flores rosadas dispuestas en las axilas de las hojas o al final de las ramitas. Frutos pequeños, globosos, cubiertos de pelos marrones largos (Bendezu, 2007)

2.3.4. Características de la madera Guazuma crinita Mart.

El tronco recién cortado presenta las capas externas de madera (albura) de color blanco similar a las capas internas (duramen), observándose entre ambas capas un leve y gradual contraste de color (Villalva, 2011).

En la madera seca al aire la albura se torna de color blanco y el duramen marrón muy pálido (Villalva, 2011)

Olor: No distintivo.

Lustre o brillo: Moderado a elevado. Grano: Recto. Textura: Media.

Veteado o figura: Satinado brillante en la sección radial por contraste de los radios. Líneas verticales vasculares. Madera liviana, que presenta contracciones lineales medias y la contracción volumétrica estable. Para la

resistencia mecánica se sitúa en el límite de la categoría baja con la categoría media (Villalva, 2011).

La madera es de buena calidad, aunque blanda y liviana, tiene buena durabilidad. Se usa en carpintería, elaboración de utensilios pequeños como paletas de chupetes, mondadientes, palos de fósforos y artesanía; en años recientes se le usa crecientemente en la industria de los tableros contrachapados. La corteza interna fibrosa es empleada localmente como material de amarre (Villalva, 2011).

DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.

Aróstegui, (1982) cita los siguientes términos básicos:

Anisotropía: Propiedad de ciertos materiales, como la madera, presenta propiedades físico-mecánicas en magnitudes diferentes según la dirección que se considere (Aróstegui, 1982).

Bosque: Comunidad vegetal natural o cultivada (plantación forestal) en donde predominan especies leñosas referidas a determinada superficie del suelo (Aróstegui, 1982).

Contenido de humedad: Cantidad de agua contenida en la madera; se expresa como porcentaje de su masa anhidra (Aróstegui, 1982).

Contenido de humedad en equil ibrio: Contenido de humedad en la cual la madera está en equilibrio con el medio ambiente circundante (Aróstegui, 1982).

Contenido de humedad promedio: Cifra que expresa el valor promedio de los contenidos de humedad de una pieza de madera (Aróstegui, 1982).

Contracción: Reducción de las dimensiones de una pieza de madera usada por la disminución del contenido de humedad a partir de la saturación de las

fibras. Se expresa como porcentaje de la dimensión verde de la madera y puede ser lineal, (radial, tangencial o longitudinal) y volumétrica (Aróstegui, 1982).

Densidad: Razón entre el peso y el volumen de la madera a un determinado contenido de humedad (Aróstegui, 1982).

Equilibrio higroscópico: Contenido de humedad de la madera correspondiente a una determinada temperatura y humedad relativa del medio ambiente (Aróstegui, 1982).

Madera saturada: Aquella que ha alcanzado el máximo contenido de humedad al haber sido previamente sumergida en agua (Aróstegui, 1982).

Madera seca al aire en ambiente normalizado: Aquella que ha adquirido un equilibrio de humedad en un ambiente de 5 % ± 2 % de humedad relativa y 20 °C ± 1 °C de temperatura (Aróstegui, 1982).

Madera anhidra: Aquella en la que se ha eliminado todo su contenido de humedad (Aróstegui, 1982).

Punto de saturación de las fibras: Estado de la madera en el cual el agua en libre ha sido eliminada, mientras que las paredes celulares se mantienen saturadas de agua higroscópica (Aróstegui, 1982).

CAPITULO III

METODOLOGIA.

3.1. Método de investigación.

El método utilizado para la recopilación de la información de las propiedades físicas de la madera de Bolaina blanca fue de tipo descriptivo porque se puso en evidencia las propiedades físicas por niveles longitudinales del fuste, analítico debido a la observación de la variación y su análisis estadístico de las propiedades físicas.

3.2. Población y muestra.

3.2.1. Población.

La población estuvo constituida por 40 árboles de la especie **Guazuma *crinita*** Mart (bolaina blanca) provenientes de una plantación clonal de cinco años de edad ubicado en la Carretera Federico Basadre km 12.400, fundo san Juanito, Distrito de Yarinacocha, Provincia de Coronel Portillo, Departamento de Ucayali.

3.2.2. Muestra.

La norma **COPANT 458**; señala que el tamaño de la muestra dependerá del grado de precisión que se desee lograr en los diferentes ensayos: Para estudios tecnológicos que permitan obtener un valor promedio de las propiedades físicas y mecánicas principalmente, debe tomarse una muestra de por lo menos tres (03) árboles por población, para especies conocidas. En tal sentido para la presente investigación se tomaron 14 árboles clones como muestra; utilizando el muestreo estratificado, de los 14 árboles cada 2 árboles tienen la misma procedencia como se especifica en la Tabla 07.

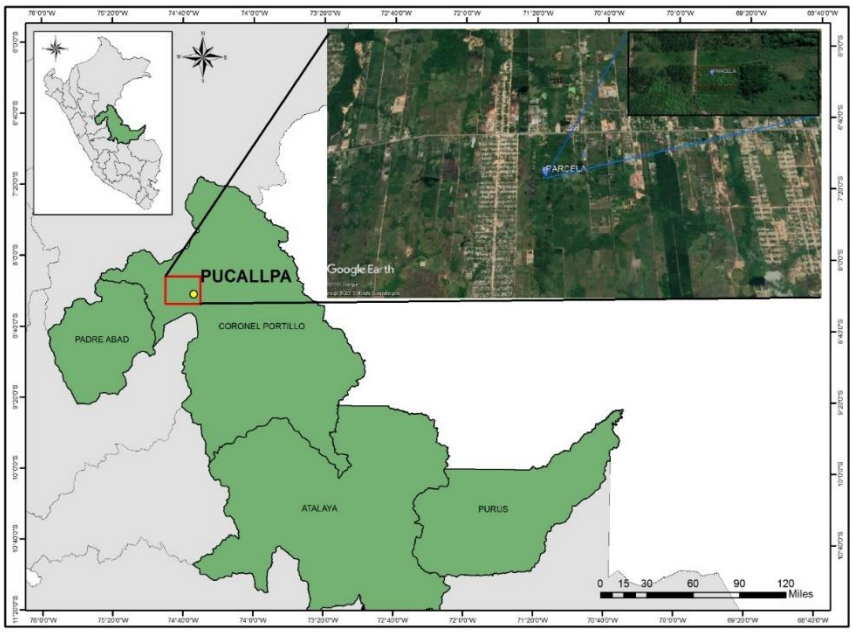
3.3. Procedimiento de Recolección de datos.

3.3.1. Ubicación del lugar de extracción de los árboles.

Las muestras se extrajeron de la plantación clonal del Instituto de Investigación de la Amazonia Peruana (IIAP).

Que se encuentra ubicada en el fundo san Juanito, Distrito de Yarinacocha, Provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali. Carretera Federico Basadre km 12.400; ver Figura 1.

Figura 1.
Mapa de localización de la parcela en evaluación con coordenadas UTM E 460371.7 N930096.7.



3.3.2. Selección de los árboles.

Los árboles para el estudio se tomaron de una población de propagación vegetativa de 40 árboles. Para la toma de muestra, se utilizó el muestreo estratificado.

Constituyéndose cada estrato (diferente procedencia) un clon teniendo un total de 7 estratos y dentro de cada estrato se eligió aleatoriamente dos árboles obteniendo un total de 14 árboles, luego de haber identificado el árbol se procedió a marcar los árboles con

plumones indelebles, con la ayuda de la brújula se tomó el punto cardinal de cada árbol.

Tabla 6.
Medida de los árboles extraídos de la plantación.

Nº	Clon	Árbol	Medidas (D.A.P) (cm)	Altura comercial(m)	Coordenadas UTM
1	14-1(A)	2	12.67	9.2	8.7235
	(Carretera Tournavista)	3	9.39	9.2	75.0205
2	1-8(B)	1	12.25	10.7	8.33195
	(Nueva requena)	4	11.49	11.6	74.93582
3	4-16(C)	2	9.84	11.11	8.40683
	(Curiana rio)	4	11.68	10.35	75.14317
4	9-16(D)	2	11.81	10.90	9.0445
	(Macuya)	4	10.85	11.2	75.03051
5	13-6(E)	2	10.15	10.5	8.60717
	(Carretera Curimaná)	3	11.17	10.8	74.88767
6	6-2(F)	1	5.09	4.82	9.04233
	(Quebrada Yurac-Aguaytía)	3	6.53	4.93	75.50210
7	3-1(G)	1	4.93	5.3	8.36117
	(Quebrada Tahuaya Km 72)	4	7.16	7.6	4.96367

3.3.3. Plateado de los árboles.

El plateado se dio antes del corte de los árboles, donde con la ayuda de un machete se procedió a limpiar los alrededores de los árboles para evitar algún inconveniente al momento de iniciar el corte

3.3.4. Talado, dimensionado y trozado de los árboles.

El proceso de tumbado se realizó con la ayuda de un motosierrista, capacitado en tumba y corte de árboles forestales. Donde con la ayuda de una brújula y plumón se marcó los cardinales norte y sur. Se inició el corte en la base a pocos centímetros del suelo y el ápice antes de iniciar la ramificación. Luego del tumbado se procedió a dimensionar los tucos con una medida de 2 m. una vez dimensionado se cortó con la motosierra las partes dimensionadas.

3.3.5. Transportes de las trozas.

El trasporte se realizó vía terrestre en una camioneta 4 x 4 proporcionada por el IIAP, previo al trasporte se pintó con pintura las

puntas de las trozas para que no pierda humedad y se conserven en condiciones óptimas.

Figura 2.
Traslado de las trozas con camioneta.

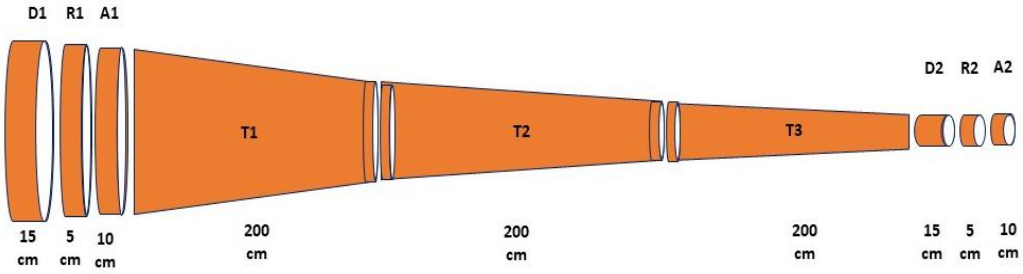


3.3.6. Preparación de ensayos.

3.3.6.1. Obtención de rodajas.

Luego de que las trozas se transportaron al CITE forestal. Fueron trozadas con un disco según el esquema acoplándose a la Norma ISO 4470-1982 (Figura 3), el corte de las rodajas se acopló a la norma puesto que se trabajó con plantaciones forestales. Las rodajas para la obtención de probetas tuvieron una dimensión de 5 cm de espesor, cada rodaja fue marcada con plumón indeleble para su fácil identificación.

Figura 3.
Esquema de trozado del fuste (Norma ISO 4470-1982).



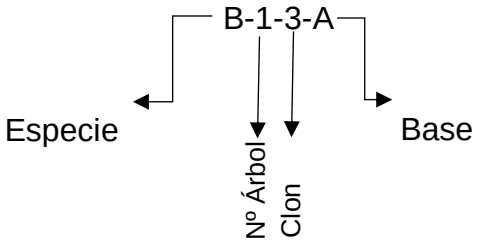
A1, A2: Rodajas trasversales para material de estudios anatómicos

T1, T2, T3: Trozas para estudio de propiedades mecánicas

3.3.6.2. Codificación de las rodajas.

Las rodajas se codificaron acoplándose a la norma NTP NTP 251.008

- Especie: Bolaina (B)
- Nº De árbol: 1, 2, 3, 4, 5(Código del árbol)
- Clon: 1,2,3,4,5,6,7
- Ápice o base: A ó B



3.3.6.3. Obtención de las probetas.

Figura 4.
Seccionado de las probetas.

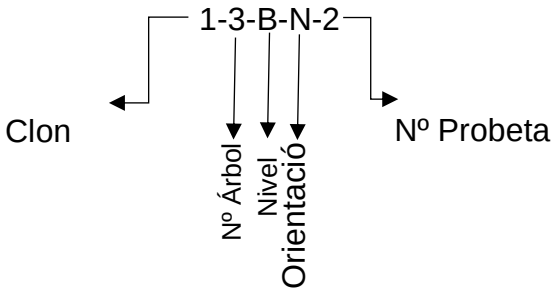


Las probetas se realizaron en la carpintería del CITEforestal Pucallpa, donde fueron cortadas siguiendo la orientación cardinal y codificada de la medula a la corteza empleando la Norma ASTM D-5536-99 para la preparación de probetas para los ensayos de las propiedades físicas de la madera.

- Se utilizó la sierra circular o disco para realizar y obtener las probetas previas a ello se midió con la wincha de metal.
- Se utilizó bolsa plástica para trasportar y evitar la pérdida de humedad.

- Se obtuvieron un total de 112 probetas completamente orientadas en los planos de cortes tangencial y radial con dimensiones estándar de 1 x 1 x 5 cm, estipuladas en la Norma NTP 251.008

    - Clon: 1,2,3,4,5,6,7
    - Nº De árbol: 1, 2, 3, 4, 5(Código del árbol)
    - Ápice o base: A ó B
    - Orientación: Norte (N), Sur (S)
    - Numero de probeta: 1,2



3.3.7. Evaluación de las propiedades físicas.

La evaluación de las propiedades físicas se llevó a cabo en el laboratorio del CITEforestal ubicado en la Carretera Federico Basadre Km 4.200 Distrito de Manantay, Provincia de Coronel Portillo, Región de Ucayali.

Figura 5.
Evaluación y toma de datos de las probetas.



3.3.7.1. Contenido Humedad

Para el cálculo de los diferentes contenidos de humedad de las probetas se utilizó la Norma NTP 251.010

Contenido de humedad máximo

$$CH(\%) = \frac{Ph - Psh}{\text{Psh}} x100$$

CH (%)= contenido de humedad en porcentaje

Ph= Peso Húmedo de la Probeta en g

Ps= Peso seco al horno de la probeta en g

Contenido de humedad seco al aire

$$CHEH(\%) = \frac{Ph - Pheh}{\text{Pheh}} x100$$

CH (%)= contenido de humedad en porcentaje

Ph : Peso Húmedo de la Probeta en g

Pheh : Peso con humedad en equilibrio higroscópico de la probeta en g

3.3.7.2. Densidad

La densidad de la madera en sus diferentes condiciones fue establecida en la Norma NTP 251.011, que son las siguiente formulas.

$$Densida\ basica = \frac{Psh(CH = 0\%)}{\text{Vh}(\text{CH} > 30\%)} g/cm^3$$

Psh : Peso seco al horno

Vh : Volumen húmedo o saturado

$$Densidad\ saturada\ = \frac{Ph(CH > 30\%)}{\text{Vh}(\text{CH} > 30\%)} g/cm^3$$

Ph : Peso húmedo o saturado

Vh : Volumen húmedo o saturado

$$Densidad\ seca\ al\ aire\ = \frac{Psa(CH=12\%)}{\mathrm{Vsa(CH=12\%)}} g/cm^3$$

Psa : Peso seco al aire o en equilibrio higroscópico

Vsa : Volumen seco al aire o en equilibrio higroscópico

$$Densidad\ seca\ al\ horno\ = \frac{Psh(CH=0\%)}{\mathrm{Vsh(CH=0\%)}} g/cm^3$$

Psh : Peso seco al horno

Vsh : Volumen seco al horno

3.3.7.3. Contracción

Las contracciones fueron evaluadas como establece la norma NTP 251.012.

- **Contracción radial.**

$$Cr = \frac{vr(CH > 30\%) - sr(CH = 0\%)}{vr(CH > 30\%)} x100$$

- **Contracción tangencial.**

$$Ct = \frac{vt(CH > 30\% - st(CH = 0\%)}{vt(CH > 30\%)} x100$$

- **Contracción longitudinal.**

$$Cl(\%) = \frac{vl(CH > 30\%) - sl(CH = 0\%)}{vl(CH > 30\%)} x100$$

- **Contracción volumétrica.**

$$Cv(\%) = \frac{vv(CH > 30\%) - sv(CH = 0\%)}{vv(CH > 30\%)} x100$$

Donde:

vr (CH>30%): dimensión *radial* verde con un contenido de humedad mayor al 30%.

vt (CH>30%): dimensión tangencia verde con un contenido de humedad mayor al 30%.

vl (CH>30%): dimensión longitudinal verde con un contenido de humedad mayor al 30%.

vv (CH>30%): dimensión volumétrica verde con un contenido de humedad mayor al 30%.

sr (CH=0%): dimensión radial seca al horno con contenido de humedad aprox. 0%.

- **Índice de estabilidad dimensional (Relación T/R)**

$$Rt/r = \frac{Ct}{Cr}$$

Ct : Contracción tangencial (%)

Cr : Contracción radial (%)

3.3.7.4. Coeficiente de contracción

El coeficiente de contracción volumétrica o contracción de la madera por la variación en 1% en el contenido de humedad, se calculó con la siguiente expresión:

$$Ccv.(\%) = \frac{V1 - V2}{V2(H1 - H2)} X100$$

Ccv: Coeficiente de contracción volumétrica (% de contracción de la madera por cada 1% de variación de la humedad de la madera)

V1: Volumen de la probeta con un contenido de humedad (H1) en cm^3

V2: Volumen de la probeta con un contenido de humedad (H2) en cm^3

H1: Contenido de humedad > 30%

H2: Contenido de humedad seco al aire

3.3.7.5. Punto de saturación de las fibras

El punto de saturación de la fibra se calculó mediante la siguiente fórmula:

st (CH=0%): dimensión tangencia seca al horno con contenido de humedad aprox. 0%.

sl (CH=0%): dimensión longitudinal seca al horno con contenido de humedad aprox. 0%.

sv (CH=0%): dimensión volumétrica seca al horno con contenido de humedad aprox. 0%.

$$PSF(\%) = \frac{Cv}{Ccv}$$

Donde:

PSF = Punto de saturación de las fibras.

Cv = Contracción volumétrica.

Ccv = Coeficiente de contracción volumétrica.

3.4. Tratamiento de datos.

Para Verificar si existe diferencias significativas entre los valores promedios de las propiedades físicas de la madera ***Guazuma crinita*** Mart (bolaina blanca) de cinco años de edad, provenientes de siete clones y dos niveles longitudinales de fuste, se realizó un análisis de varianza de dos factores ($ANVA_2$) 7 x 2, con las siguientes características:

1er factor: clones

Clon: A, B, C, D, E, F, G

2do factor:

Nivel de fuste: Base y Ápice

Cuadro1: Modelo para el análisis de varianza factorial siete por dos.

Fuente de variaciones	SC	GL	CM	F	P	Crítico para f
Entre clones	SCa	(p-1)	CMa			
Entre niveles	SCb	(q-1)	CMb			
Interacción clon x nivel	SCab	(p-1)(q-1)	CMab			
Error	SCr	Pq(n-1)	Cmr			
Total	SCt	Pqn-1				

- Si se encuentra diferencias significativas ente los tratamientos se utilizara la prueba de tukey (0,05).

Para la comparación las propiedades físicas de la madera de Bolaina blanca de una plantación de propagación vegetativa con las propiedades físicas de la madera provenientes de bosque secundario de reproducción por semillas botánicas, se aplicó la prueba de conformidad de una media.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1. PROPIEDADES FÍSICAS DE LA MADERA DE Guazuma crinita Mart (BOLAINA BLANCA).

4.1.1. Contenido de humedad max (CH max).

Tabla 7.

Promedios y coeficiente de variación del contenido de humedad máximo y seco al aire de la madera de bolaina blanca por clones y por niveles longitudinales del fuste.

	Clon	**Base**		**Ápice**		**X/clon**	
		X (%)	**CV (%)**	**X (%)**	**CV (%)**	**X (%)**	**CV (%)**
Contenido de humedad máximo	A	71.57	10.71	60.40	13.85	65.98	12.28
	B	69.51	18.63	70.03	30.58	69.77	24.60
	C	68.46	25.37	74.76	40.70	71.61	33.04
	D	67.86	16.53	76.13	22.79	71.99	19.66
	E	75.91	16.74	67.90	33.12	71.90	24.93
	F	68.88	14.16	70.87	17.46	69.88	15.81
	G	73.38	12.1	64.7	30.7	69.04	21.40
	X/niveles	70.79	16.32	69.25	27.03		
Contenido de humedad seca al aire	A	16.64	10.71	14.05	13.86	15.35	12.28
	B	16.17	18.62	15.04	13.49	15.60	16.06
	C	16.83	17.26	16.13	28.50	16.48	22.88
	D	15.78	16.53	16.68	30.04	16.23	23.28
	E	17.65	16.75	17.04	16.48	17.35	16.61
	F	16.02	14.15	16.48	17.46	16.25	15.80
	G	17.07	12.11	16.50	11.44	16.78	11.77
	X/niveles	16.59	15.16	15.99	18.75		

La tabla 7 muestra los promedios del contenido de humedad máximo o saturado y el contenido de humedad seco al aire de la madera de siete clones diferentes de ***Guazuma crinita*** Mart (Bolaina blanca) y por niveles longitudinales del fuste, así como su respectivo coeficiente de variación (CV), de una plantación de 5 años de edad.

Realizado el análisis de varianza respectivo se obtuvo el siguiente resultado:

Tabla 8.

Análisis de varianza factorial de 7 x 2 de contenido de humedad máximo y contenido de humedad seco al aire de la madera de Bolaina blanca por clones y por niveles longitudes del fuste.

Propiedades físicas	Fuente de variación	F cal.	Probabilid.	Signific.
Contenido de humedad máximo	Entre clones	0.2684	0.9504	NS
	Entre niveles del fuste	0.2455	0.6214	NS
	Interacción clones x nivel.	0.8845	0.5094	NS
CH seca al aire	Entre clones	0.8533	0.5322	NS
	Entre niveles del fuste	1.1857	0.2789	NS
	Interacción clones x nivel.	0.5893	0.7382	NS

En la tabla 8 se observa que no existe diferencias significativas entre los promedios de los contenidos de humedad máximo por clones, variando dicho contenido de humedad de 65.8 a 71.99 %. Tampoco existe diferencias significativas entre los promedios del contenido de humedad máximo por niveles longitudinales del fuste obteniéndose para el nivel base 70.79 % y 69.25% para el nivel ápice.

De igual manera en la tabla 8 se observa que no existen diferencias significativas entre los promedios del contenido de humedad seca al aire por clones, dichos valores varían de 15.35 a 17.35%. Así mismo no existe diferencias significativas entre el contenido de humedad seca al aire por niveles longitudinales del fuste, cuyo valor en la base fue 16.59% y en el ápice 15.99%

Si se compara el contenido de humedada maximo obtenido en el presente estudio en madera de bolaina blanca de 5 años de edad (65.8 a 71.99%) de plantaciones con los valores obtenido por (Cardenas, 2012) para madera de bosque natural cuyos valores variaron a lo largo del fuste de la base hacia ápice de 77.6%, 80.8% y 98.4% respectivamente, valores superiores al

contenido de humedad máximo obtenido en madera de 5 años de edad. Según la escala establecida por (Vizcarra, 2016).

La madera de bolaina blanca provenientes de los siete clones de 5 años de edad, de acuerdo a su contenido de humedad se considera como madera humedad por presentar Contenido de humedad máximo < de 80%.

Si se compara el contenido de humedad seco al aire obtenido en el presente estudio en madera de bolaina blanca de 5 años de edad (15.35 a 17.35%) de plantaciones con los valores obtenido por (Cardenas, 2012) para madera de bosque natural cuyos valores variaron a lo largo del fuste de la base hacia ápice de 20,7% y 22,4% respectivamente valores superiores al contenido de humedad máximo obtenido en madera de 5 años de edad.

4.1.2. Densidad.

La tabla 10 muestra los promedios de la densidad básica, densidad saturada, densidad seca al aire, densidad seca al horno de la madera de siete clones diferentes de *Guazuma crinita* Mart (Bolaina blanca) y por niveles longitudinales del fuste, así como su respectivo coeficiente de variación (CV), de una plantación de 5 años de edad.

Tabla 9.

Promedios y coeficiente de variación del contenido de la densidad básica, saturada, seco al aire y seco al horno de la madera de bolaina blanca por clones y por niveles longitudinales del fuste.

Propiedades físicas	*Clon*	Base		Ápice		X/clon	
		X (g/cm^3)	CV (g/cm^3)	X (g/cm^3)	CV (g/cm^3)	X (g/cm^3)	CV (g/cm^3)
Densidad básica	A	0.38	1.53	0.36	2.33	0.37	1.93
	B	0.38	2.02	0.36	1.98	0.37	2.00
	C	0.38	1.93	0.36	3.02	0.37	2.48
	D	0.38	1.96	0.36	1.59	0.37	1.77
	E	0.38	1.83	0.37	2.79	0.37	2.31
	F	0.38	1.67	0.39	2.80	0.38	2.23
	G	0.37	1.91	0.36	2.63	0.37	2.27
	X/niveles	0.38	1.84	0.37	2.45		
Densidad saturada	A	0.81	2.29	0.60	10.72	0.71	6.51
	B	0.80	2.81	0.58	10.46	0.69	6.63
	C	0.76	6.40	0.59	13.92	0.68	10.16
	D	0.77	9.35	0.62	10.36	0.69	9.86
	E	0.79	5.49	0.68	10.60	0.73	8.05
	F	0.84	2.39	0.62	9.31	0.73	5.85
	G	0.80	3.43	0.68	10.60	0.74	7.02
	X/niveles	0.79	4.60	0.62	10-85		
Densidad seca al aire	A	0.45	6.91	0.40	1.68	0.42	4.29
	B	0.44	0.87	0.40	1.06	0.42	0.97
	C	0.44	1.01	0.40	2.03	0.42	1.52
	D	0.44	1.09	0.40	1.49	0.42	1.29
	E	0.44	0.96	0.40	1.01	0.42	0.99
	F	0.44	0.41	0.40	1.31	0.42	0.86
	G	0.44	0.48	0.40	1.54	0.42	1.01
	X/niveles	0.44	1.67	0.40	1.45		
Densidad seca al horno	A	0.39	2.11	0.37	1.88	0.38	1.99
	B	0.39	1.36	0.37	1.18	0.38	1.27
	C	0.39	0.68	0.37	0.92	0.38	0.80
	D	0.39	1.06	0.37	1.21	0.38	1.14
	E	0.39	0.88	0.37	0.75	0.38	0.82
	F	0.39	0.91	0.37	1.05	0.38	0.98
	G	0.39	1.25	0.37	0.69	0.38	0.97
	X/niveles	0.39	1.18	0.37	1.10		

Realizado el análisis de varianza respectivo se obtuvo el siguiente resultado:

Tabla 10.

Análisis de varianza factorial de 7 x 2 de la densidad básica, densidad saturada, densidad seca al aire y densidad seco al horno de la madera de Bolaina blanca por clones y por niveles longitudes del fuste.

Propiedades físicas	Fuente de variación	F cal.	Probabilid.	Signific.
Densidad básica	*Entre clones*	0.5941	0.7343	NS
	Entre niveles del fuste	4.7087	0.0324	*
	Interacción clones x nivel.	1.2090	0.3082	NS
Densidad saturada	*Entre clones*	2.896	0.012	*
	Entre niveles del fuste	267.541	0.0001	**
	Interacción clones x nivel.	2.514	0.026	*
Densidad seca al aire	*Entre clones*	1.4643	0.1984	NS
	Entre niveles del fuste	513.1033	0.0001	**
	Interacción clones x nivel.	1.0770	0.3815	NS
Densidad seca al horno	*Entre clones*	0.4457	0.8464	NS
	Entre niveles del fuste	517.4376	0.0001	**
	Interacción clones x nivel.	2.0285	0.0689	NS

En la tabla 10 se observa que no existen diferencias significativas entre los promedios de la densidad básica por clones, variando dicha densidad de 0.37 g/cm^3 a 0.38 g/cm^3, existiendo diferencia significativa entre los promedios de la densidad por niveles longitudinales del fuste obteniéndose que el nivel base (0.38 g/cm^3) es superior a nivel ápice (0.37g/cm^3).

En la tabla 10 se observa que existe una interacción significativa entre los factores clones por nivel longitudinal de fuste; para resolver dicha interacción se desdoblara el $ANVA_2$ en dos $ANVA_1$, es decir el análisis será por niveles del fuste.

Tabla 11.

Análisis de varianza de la densidad saturada en el nivel base.

Propiedades físicas	Fuente de variación	F cal.	Probabilid.	Signific.
Densidad saturada	*Entre clones*	2.865	0.018	*

En la tabla 11 se aprecia que existe diferencias significativas entre la densidad saturada de los clones de bolaina blanca, del nivel base para determinar entre que clones se encuentra la diferencia significativa se realizó la prueba de Tukey

Tabla 12.

Resumen de la prueba de Tukey de la densidad saturada de los clones de Bolaina blanca.

F	A	B	G	E	D	C
0.836 g/cm³	0.808	0.799	0.798	0.787	0.769	0.765
A	A	A	A	A		
					B	
						C

La prueba de Tukey indica que no existe diferencias significativas entre la densidad saturada de los clones F, A, B, G y E; sin embargo, estos clones presentan densidades saturadas superiores a los clones D y C, finalmente el clon D es superior a la densidad saturada del clon C.

Tabla. 13.

Análisis de varianza de la densidad saturada en el nivel ápice.

Propiedades físicas	Fuente de variación	F cal.	Probabilid.	Signific.
Densidad saturada	*Entre clones*	2.648	0.026	*

En la tabla 13 se aprecia que existe diferencias significativas entre la densidad saturada de los clones de bolaina blanca del nivel ápice, para determinar entre que clones se encuentra la diferencia significativa se realizó la prueba de Tukey.

Tabla 14.

Resumen de la prueba de Tukey de la densidad saturada de los clones de Bolaina blanca del nivel ápice.

G	E	F	D	A	C	B
0.676	0.676	0.618	0.615	0.604	0.585	0.582
A	A	A	A	A	A	
						B

La prueba de Tukey indica que no existe diferencia s significativas entre la densidad saturada de los clones G, E, F, D, A y C; sin embargo, estos clones presentan densidades saturadas superiores al clon B, finalmente el clon B es kkinferior a la densidad saturada de los demás clones.

En la tabla 14 se observa que no existen diferencias significativas entre los promedios de la densidad seco al aire por clones, dichos valores varían de 0.42g/cm^3 a 0.42g/cm^3, existiendo diferencias altamente significativas entre la densidad seco al aire por niveles longitudinales del fuste obteniéndose que el nivel base (0.44g/cm^3) es superior a nivel ápice (0.40g/cm^3).

En la tabla 11 se observa que no existen diferencias significativas entre los promedios de la densidad seco al horno por clones, dichos valores varían de 0.38g/cm^3 a 0.38g/cm^3, existiendo diferencias altamente significativas entre la densidad seco al horno por niveles longitudinales del fuste obteniéndose que el nivel base (0.39g/cm^3) es superior a nivel ápice (0.37g/cm^3).

Si se compara la densida basica obtenido en el presente estudio en madera de bolaina blanca de 5 años de edad (0.37 g/cm^3 a 0.38 g/cm^3) de plantaciones con los valores obtenido por (Odicio, 2017) para madera de plantación de 09 años cuyos valores variaron a lo largo del fuste de la base hacia ápice de 0.488g/cm^3, 0.389g/cm^3 y 0.393g/cm^3 valores superiores a la madera de 5 años de edad. Según la escala establecida por (Vignote & Martinez, 2006), la madera de bolaina blanca provenientes de los siete clones de 5 años de edad, de acuerdo a su densidad básica se considera como maderas ligeras por presentar densidad básica < de 0.500g/cm^3.

Así mismo, si se compara la densidad saturada obtenido en el presente estudio en madera de bolaina blanca de 5 años de edad (0.68g/cm^3 a 0.73g/cm^3) de plantaciones con los valores obtenido por (Cardenas, 2012) para madera de bosque natural cuyos valores variaron a lo largo del fuste de la base hacia ápice de 0.65g/cm^3, 0.57g/cm^3 y 0.55g/cm^3 respectivamente valores menores a la densidad saturada obtenido en madera de 5 años de edad. Según la escala establecida por (Campos, 2015), la madera de bolaina blanca provenientes de los siete clones de 5 años de edad, de acuerdo a su densidad saturada se considera como maderas pesadas por presentar densidad saturada de 0.650 a 0.799 g/cm^3.

Si se compara la densidad seca al aire obtenido en el presente estudio en madera de bolaina blanca de 5 años de edad (0.42g/cm^3 a 0.42g/cm^3) de plantaciones con los valores obtenido por (CITEmadera, 2017) para madera de plantación de 8 años cuyo valor promedio de 0.44 g/cm^3 valores mayores a la densidad seco al aire obtenido en madera de 5 años de edad.

Por otra parte; si se contrasta la densidad seca al horno obtenido en el presente estudio en madera de bolaina blanca de 5 años de edad (0.38g/cm^3 a 0.38g/cm^3) de plantaciones con los valores obtenido por (CITEmadera, 2017) para madera de plantación de 8 años cuyo valor promedio de 0.39 g/cm^3 valores mayores a la densidad seco al aire obtenido en madera de 5 años de edad.

4.1.3. Contracción.

Tabla 15.

Promedios y coeficiente de variación de la contracción radial, Contracción tangencial, contracción longitudinal y contracción volumétrica de la madera de bolaina blanca por clones y por niveles longitudinales del fuste.

Propiedades físicas	*Clon*	Base		Ápice		X/clon	
		X (%)	CV (%)	X (%)	CV (%)	X (%)	CV (%)
Contracción radial	A	3.99	20.11	2.71	17.19	3.35	18.65
	B	3.82	11.50	2.78	21.54	3.30	16.52
	C	4.08	18.54	3.33	57.29	3.70	37.92
	D	3.38	15.15	2.60	24.49	2.99	19.82
	E	4.17	28.00	2.70	30.78	3.44	29.39
	F	3.97	32.41	2.70	22.65	3.33	27.53
	G	3.48	12.70	2.74	28.54	3.11	20.62
	X/niveles	**3.84**	**19.77**	**2.79**	**28.93**		
Contracción tangencial	A	7.07	9.06	4.81	17.60	5.94	13.33
	B	7.13	7.08	5.11	20.44	6.12	13.76
	C	6.64	19.05	4.66	51.91	5.65	35.48
	D	7.00	16.78	4.20	23.98	5.60	20.38
	E	6.78	27.94	4.79	26.02	5.79	26.98
	F	7.52	7.06	4.32	17.37	5.92	12.22
	G	6.36	10.45	4.53	18.46	5.44	14.45
	X/niveles	**6.93**	**13.92**	**4.63**	**25.11**		
Contracción Longitudinal	A	0.19	35.87	0.16	37.66	0.17	36.76
	B	0.17	22.14	0.26	92.70	0.21	57.42
	C	0.30	89.45	0.21	48.95	0.25	69.20
	D	0.23	52.34	0.13	32.81	0.18	42.57
	E	0.23	48.73	0.45	104.68	0.34	76.70
	F	0.21	48.90	0.16	49.40	0.19	49.15
	G	0.15	76.99	0.40	123.16	0.28	100.08
	X/niveles	**0.21**	**53.49**	**0.25**	**69.91**		
Contracción volumétrica	A	10.95	11.43	7.53	15.38	9.24	13.40
	B	10.82	3.27	7.99	13.17	9.41	8.22
	C	10.71	14.45	7.99	46.78	9.35	30.62
	D	10.35	11.26	6.80	20.11	8.58	15.69
	E	10.99	17.27	7.78	23.46	9.39	20.37
	F	11.38	11.65	6.86	16.34	9.12	13.99
	G	9.75	8.97	7.51	14.68	8.63	11.83
	X/niveles	**10.71**	**11.19**	**7.50**	**21.42**		

La tabla 15 muestra los promedios de la contracción radial, Contracción tangencial, contracción longitudinal y contracción volumétrica de la madera de siete clones diferentes de ***Guazuma crinita*** Mart (Bolaina blanca) y por niveles longitudinales del fuste, así como su respectivo coeficiente de variación (CV), de una plantación de 5 años de edad.

Realizado el análisis de varianza respectivo se obtuvo el siguiente resultado:

Tabla 16.

Análisis de varianza factorial de 7 x 2 del contracción radial, contracción tangencial, contracción longitudinal y contracción volumétrica de la madera de Bolaina blanca por clones y por niveles longitudes del fuste.

Propiedades físicas	Fuente de variación	F cal.	Probabilid.	Signific.
Contracción radial	*Entre clones*	1.059	0.393	NS
	Entre niveles del fuste	38.574	1.277	**
	Interacción clones x nivel.	0.452	0.842	NS
Contracción tangencial	*Entre clones*	0.625	0.710	NS
	Entre niveles del fuste	106.421	2.496	**
	Interacción clones x nivel.	0.752	0.609	NS
Contracción Longitudinal	*Entre clones*	0.0596	1.228	NS
	Entre niveles del fuste	0.0517	1.065	NS
	Interacción clones x nivel.	0.0891	1.837	NS
Contracción Volumétrica	*Entre clones*	0.789	0.581	NS
	Entre niveles del fuste	113.379	4.774	**
	Interacción clones x nivel.	0.837	0.544	NS

En la tabla 16 se observa que no existen diferencias significativas entre los promedios de contracción radial por clones, dichos valores varían de 2.99% a 3.70%, existiendo diferencias significativas entre la contracción radial por niveles longitudinales del fuste obteniéndose que el nivel base (3.84%) es superior a nivel ápice (2.79%).

En la tabla 16 se observa que no existen diferencias significativas entre los promedios de contracción tangencial por clones, dichos valores varían de 5.44% a 6.12%, existiendo diferencias significativas entre la contracción tangencial por niveles longitudinales del fuste obteniéndose que el nivel base (6.93%) es superior a nivel ápice (4.63%).

En la tabla 16 se observa que no existen diferencias significativas entre los promedios de contracción longitudinal por clones, dichos valores varían de 0.17% a 0.34%.

Así mismo no existe diferencias significativas entre la contracción longitudinal por niveles longitudinales del fuste, cuyo valor en la base fue (0.21%) y en el ápice (0.25%).

En la tabla 16 se observa que no existen diferencias significativas entre los promedios de contracción volumétrica por clones, dichos valores varían de 8.58% a 9.41%, existiendo diferencias significativas entre la contracción volumétrica por niveles longitudinales del fuste, obteniéndose que el nivel base (10.71%) es superior a nivel ápice (7.50%).

Si se compara la contranccion radial obtenido en el presente estudio en madera de bolaina blanca de 5 años de edad (2.99% a 3.70%) de plantaciones con los valores obtenido por (Odicio, 2017) para madera de plantación de 09 años cuyos valores variaron a lo largo del fuste de la base hacia ápice de 3.96, 2.84 y 3.65 respectivamente, valores superiores a la contracción radial obtenido en madera de 5 años de edad. Según la escala establecida por (Campos, 2015), la madera de bolaina blanca provenientes de los siete clones de 5 años de edad, de acuerdo a su contracción radial se considera como madera muy estable por presentar contracción radial > de 3.00%

Si se contrasta la contracción tangencial obtenido en el presente estudio en madera de bolaina blanca de 5 años de edad (5.44% a 6.12%) de plantaciones con los valores obtenido por (Odicio, 2017) para madera de plantación de 09 años cuyos valores variaron a lo largo del fuste de la base hacia ápice de 6.62, 4.23y 3.91 respectivamente, valor superior en la base, pero inferior en el ápice a la contracción tangencial obtenido en madera de 5 años de edad.

Si se compara la contranccion longitudinal obtenido en el presente estudio en madera de bolaina blanca de 5 años de edad (0.14% a 0.34%) de plantaciones con los valores obtenido por (Cardenas, 2012) para madera de bosque natural de aproximadamente 10 años cuyos valores variaron a lo largo del fuste de la base hacia ápice de 0.19%, 0.18% y 0.18% respectivamente, valor superior en la base e inferior en el ápice a la contracción longitudinal obtenido en madera de 5 años de edad. Según (Odicio, 2017), que realizo estudios de propiedades físicas de bolaina blanca de 09 años de edad, la madera de bolaina blanca provenientes de los siete clones de 5 años de edad, de acuerdo a su contracción longitudinal es igual en promedios de la base 0.14% y menor en promedio del ápice 0.27%.

Si se compara la contracción volumétrica obtenido en el presente estudio en madera de bolaina blanca de 5 años de edad (8.58% a 9.41%) de plantaciones con los valores obtenido por (Odicio, 2017) para madera de plantación de 09 años cuyos valores variaron a lo largo del fuste de la base hacia ápice de 10.28, 7.21 y 7.29 respectivamente, valores menores al a la contracción volumetrica obtenido en madera de 5 años de edad.

Según la escala establecida por (Campos, 2015), la madera de bolaina blanca provenientes de los siete clones de 5 años de edad, de acuerdo a su contracción volumétrica se considera como maderas con pequeñas contracciones por presentar contracción volumétrica de 5 a 10%.

4.1.4. Coeficiente de contracción volumétrica y relación T/R.

Tabla 17.

Promedios y coeficiente de variación de coeficiente de contracción volumétrica y relación T/R de la madera de bolaina blanca por clones y por niveles longitudinales del fuste.

Propiedades físicas	*Clon*	Base		Ápice		X/clon	
		X (%)	CV (%)	X (%)	CV (%)	X (%)	CV (%)
Coeficiente de contracción volumétrica	A	1.81	16.59	1.79	15.18	1.80	15.89
	B	1.90	17.20	1.91	24.95	1.91	21.07
	C	1.65	19.06	1.57	36.91	1.61	27.99
	D	2.13	27.09	1.66	25.68	1.90	26.39
	E	1.77	38.09	1.83	19.21	1.80	28.65
	F	2.04	25.37	1.81	22.63	1.92	24.00
	G	1.85	14.20	1.95	23.84	1.90	19.02
	X/niveles	**1.88**	**22.51**	**1.79**	**24.06**		
T/R	A	1.81	16.56	1.79	15.31	1.80	15.93
	B	1.90	17.21	1.91	24.92	1.90	21.07
	C	1.65	19.01	1.57	36.82	1.61	27.92
	D	2.13	27.07	1.66	25.60	1.89	26.33
	E	1.77	38.09	1.84	19.24	1.80	28.67
	F	2.04	25.37	1.71	34.84	1.87	30.10
	G	1.85	14.25	1.78	34.60	1.81	24.43
	X/niveles	**1.88**	**22.51**	**1.75**	**27.33**		

La tabla 17 muestra los promedios de coeficiente de contracción volumétrica y relación T/R de la madera de siete clones diferentes de ***Guazuma crinita*** Mart (Bolaina blanca) y por niveles longitudinales del fuste, así como su respectivo coeficiente de variación (CV), de una plantación de 5 años de edad.

Realizado el análisis de varianza respectivo se obtuvo el siguiente resultado:

Tabla 18.

Análisis de varianza factorial de 7 x 2 del coeficiente de contracción volumétrica y relación T/R de la madera de Bolaina blanca por clones y por niveles longitudes del fuste.

Propiedades físicas	Fuente de variación	F cal.	Probabilid.	Signific.
Coeficiente de contracción volumétrica	Entre clones	0.9749	0.4464	NS
	Entre niveles del fuste	1.0978	0.2973	NS
	Interacción clones x nivel.	0.8065	0.5673	NS
T/R	Entre clones	0.7154	0.6380	NS
	Entre niveles del fuste	2.0414	0.1562	NS
	Interacción clones x nivel.	0.6986	0.6513	NS

En la tabla 18 se observa que no existe diferencias significativas entre los promedios de coeficiente de contracción volumétrica por clones, variando dicha CCV de 1.61 a 1.92 %. Tampoco existe diferencias significativas entre los promedios del contenido de humedad máximo por niveles longitudinales del fuste obteniéndose para el nivel base 1.88 % y 1.79% para el nivel ápice. De igual manera en la tabla 18 se observa que no existen diferencias significativas entre los promedios de T/R por clones, dichos valores varían de 1.61 a 1.90%. Así mismo no existe diferencias significativas entre T/R por niveles longitudinales del fuste, cuyo valor en la base fue 1.88% y en el ápice 1.75%.

Si se compara el coeficiente de contracción volumétrica obtenido en el presente estudio en madera de bolaina blanca de 5 años de edad (1.88 % y 1.79%) con el estudio de (CITEmadera, 2017) en su estudio “Desarrollo de la tecnología de secado para especies nativas de rápido crecimiento,

reforestadas y de impacto comercial" obtuvo 1.92%, obteniendo valores superiores obtenidos en el estudio de bolaina blanca de 5 años de edad.

Si se compara el T/R obtenido en el presente estudio en madera de bolaina blanca de 5 años de edad (1.61 a 1.90%) de plantaciones con los valores obtenido por (Odicio, 2017) para madera de plantación de 09 años cuyos valores variaron a lo largo del fuste de la base hacia ápice de 1.831%, 1.533% y 1.316% respectivamente valores inferiores al T/R obtenido en madera de 5 años de edad. Según la escala establecida por (Campos, 2015), la madera de bolaina blanca provenientes de los siete clones de 5 años de edad, de acuerdo a su T/R se considera como contracción baja o estable por presentar T/R entre de 1.50 a 2.0%.

4.1.5. Punto de saturación de la fibra (PSF).

Tabla 19.

Promedios y coeficiente de variación de coeficiente de Punto de Saturación de las fibras de la madera de bolaina blanca por clones y por niveles longitudinales del fuste.

Propiedades físicas	*Clon*	Base		Ápice		X/clon	
		X (%)	CV (%)	X (%)	CV (%)	X (%)	CV (%)
Punto de saturación de la fibra	A	27.62	9.30	30.26	14.68	28.93	11.99
	B	28.56	6.22	33.01	11.70	30.78	8.96
	C	33.23	43.46	31.04	31.28	32.13	37.37
	D	28.01	10.52	34.58	25.00	31.29	17.76
	E	40.79	67.84	30.97	16.66	35.88	42.25
	F	28.16	8.10	34.74	17.92	31.44	13.01
	G	28.58	8.81	32.45	23.37	30.52	16.09
	X/niveles	30.71	22.03	32.44	20.09		

La tabla 19 muestra los promedios del PSF de la madera de siete clones diferentes de ***Guazuma crinita*** Mart (Bolaina blanca) y por niveles

longitudinales del fuste, así como su respectivo coeficiente de variación (CV), de una plantación de 5 años de edad.

Realizado el análisis de varianza respectivo se obtuvo el siguiente resultado:

Tabla 20.

Análisis de varianza factorial de 7 x 2 del punto de saturación de la fibra de la madera de Bolaina blanca por clones y por niveles longitudes del fuste.

Propiedades físicas	Fuente de variación	F cal.	Probabilid.	Signific.
Punto de saturación de las fibras	Entre clones	0.7760	0.5906	NS
	Entre niveles del fuste	0.8798	0.3506	NS
	Interacción clones x nivel.	1.4631	0.1988	NS

En la tabla 20 se observa que no existe diferencias significativas entre los promedios de punto de saturación de las fibras por clones, variando dicha PSF de 28.93 a 35.88 %.

Tampoco existe diferencias significativas entre los promedios del PSF por niveles longitudinales del fuste obteniéndose para el nivel base 30.71 % y 32.44% para el nivel ápice.

Si se compara el PSF obtenido en el presente estudio en madera de bolaina blanca de 5 años de edad (28.93 a 35.88) de plantaciones con los valores obtenido por (CITEmadera, 2017) para madera de plantación cuyos valores promedios variaron a lo largo del fuste de la base hacia ápice de 28.60% respectivamente valores inferiores al PSF obtenido en madera de 5 años de edad.

4.2. Análisis comparativo en las propiedades físicas de la madera de Guazuma crinita Mart (bolaina blanca) de una plantación clonal y de un bosque secundario.

Para comparar las propiedades físicas de la madera de ***Guazuma crinita*** Mart (bolaina blanca) de una plantación clonal de 5 años de edad, se utilizó la información de (Cardenas, 2012) quien estudio las propiedades físicas de árboles de aproximado de 10 años de edad en el centro poblado menor Shiringal del distrito Rupa Rupa, provincia Leoncio Prado y región Huánuco. Para la comparación se utilizó la prueba de comparación de una media (prueba de T).

4.2.1. Contenido de Humedad Máximo.

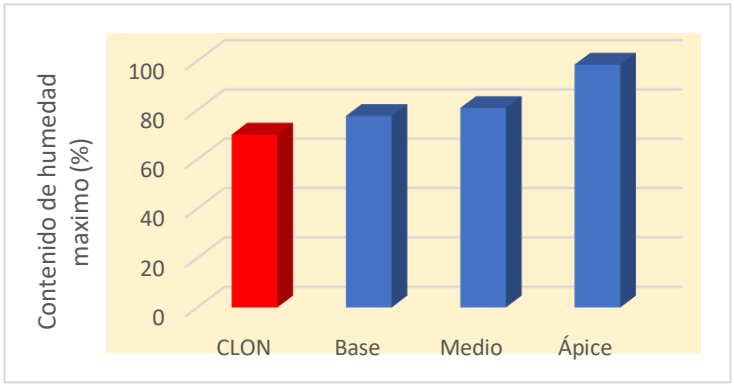
Tabla 21.

Contenido de humedad máximo.

Plantación clonada		Bosque Menor shingal CH max. (%)		
Clon	**CH max. (%)**	**Base**	**Medio**	**Ápice**
A	65.98	77.61	80.83	98.46
B	69.77			
C	71.61			
D	71.99			
E	71.90			
F	69.88			
G	69.04			
X	70.02			

Figura 6.

Contenido de humedad máximo.



Para determinar si existe diferencias significativas entre el contenido de humedad de la madera de bolaina blanca clonada y la de un bosque secundario de aproximadamente de 10 años se aplicó la prueba de una media, cuyo resumen se detalla en la tabla 23.

Tabla 22.

Prueba de una media del contenido de humedad.

Propiedades físicas	Fuente de variación	T cal.	T tabular 0.01	Signific.
Contenido humedad máximo	*Entre clones y nivel base*	9.43	3.143	**
	Entre clones y nivel medio	13.43	3.143	**
	Entre clones y nivel ápice	35.33	3.143	**

En la tabla 22 se observa que los promedios de contenido de humedad máximo de la madera de plantación de los siete clones (70.02%) de cinco años de edad, difiere de una manera altamente significativa con relación al contenido de humedad máximo de la madera bolaina blanca de bosque secundario en los tres niveles longitudinales de fuste: nivel base tuvo 77.61%, nivel medio 80.83% y el nivel ápice 98.46% de contenido de humedad máximo.

Por su parte Odicio (2017) en su estudio de relación de las propiedades físicas y genéticas de la madera de ***Guazuma crinita*** (bolaina blanca), realizado con árboles de plantación de bolaina blanca de 9 años de edad, obtuvo un contenido de humedad de 72.186% similar al estudio de árboles de clones de 5 años de edad y menores al contenido de humedad de bosque secundario.

4.2.2. Densidad Saturada.

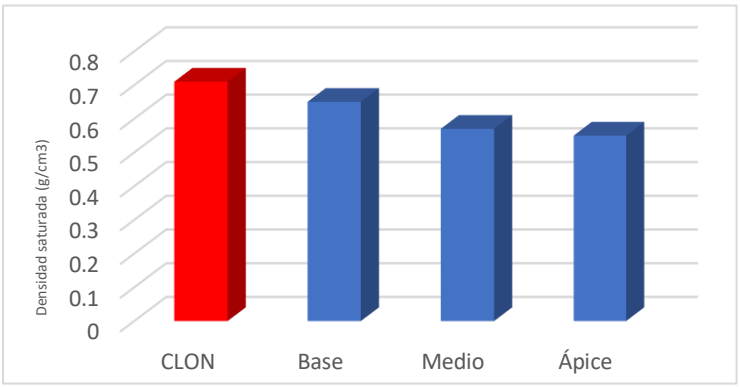
Tabla 23.

Densidad saturada.

Plantación clonada		Bosque Menor shingal DS Max. (g/cm^3)		
Clon	**DS max. (g/cm^3)**	**Base**	**Medio**	**Ápice**
A	0.71	0.65	0.57	0.65
B	0.69			
C	0.68			
D	0.69			
E	0.73			
F	0.73			
G	0.74			
X	0.71			

Figura 7.

Densidad saturada de la madera de bolaina blanca de clon u bosque secundario.



Para determinar si existe diferencias significativas entre la densidad saturada de la madera de bolaina blanca y la de un bosque secundario de aproximadamente de 10 años se aplicó la prueba de una media, cuyo resumen se detalla en la tabla 23.

Tabla 24.

Prueba de una media de la densidad saturada.

Propiedades físicas	Fuente de variación	T cal.	T tabular 0.01	Signific.
Densidad saturada	*Entre clones y nivel base*	7.94	3.143	**
	Entre clones y nivel medio	18.52	3.143	**
	Entre clones y nivel apice	21.16	3.143	**

En la tabla 24 se observa que los promedios de densidad saturada de la madera de plantación de los siete clones (0.71 g/cm^3) de cinco años de edad, difiere de una manera altamente significativa con relación a la densidad saturada de la madera bolaina blanca de bosque secundario en los tres niveles longitudinales de fuste: nivel base tuvo 0.65g/cm^3, nivel medio 0.57 g/cm^3 y el nivel ápice 0.55 g/cm^3 de densidad saturada.

Por su parte (CITEmadera, 2017) en su estudio desarrollo de tecnología de secado para especies nativas de rápido crecimiento reforestadas y de importancia comercial, realizado con árboles de plantación de bolaina blanca de 8 años de edad, obtuvo una densidad saturada de 1.03 g/cm^3, mayor al estudio de árboles de clones de 5 años de edad y también mayor a la densidad saturada de bosque secundario de Shiringal.

4.2.3. Densidad básica.

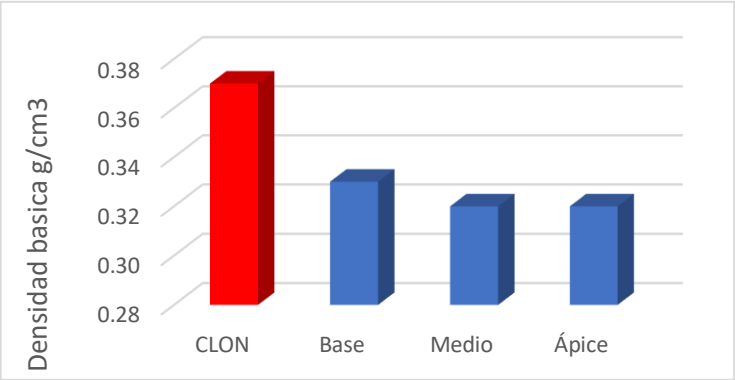
Tabla 25.

Densidad básica.

Plantación clonada		Bosque Menor shingal DB Max. (g/cm^3)		
Clon	**Densidad básica (g/cm^3)**	**Base**	**Medio**	**Ápice**
A	0.37	0.33	0.32	0.32
B	0.37			
C	0.37			
D	0.37			
E	0.37			
F	0.38			
G	0.37			
X	0.37			

Figura 8.

Densidad básica de la madera de bolaina blanca de clon u bosque secundario.



Para determinar si existe diferencias significativas entre la densidad básica de la madera de bolaina blanca clonada y la de un bosque secundario de aproximadamente de 10 años se aplicó la prueba de una media, cuyo resumen se detalla en la tabla 25.

Tabla 26.

Prueba de una media de la densidad básica.

Propiedades físicas	Fuente de variación	T cal.	T tabular 0.01	Signific.
Densidad Básica	*Entre clones y nivel base*	26.45	3.143	**
	Entre clones y nivel medio	33.07	3.143	**
	Entre clones y nivel ápice	33.07	3.143	**

En la tabla 26 se observa que los promedios de densidad básica de la madera de plantación de los siete clones (0.37 g/cm^3) de cinco años de edad, difiere de una manera altamente significativa con relación a la densidad básica de la madera bolaina blanca de bosque secundario en los tres niveles longitudinales de fuste: nivel base tuvo 0.33g/cm^3, nivel medio 0.32 g/cm^3 y el nivel ápice 0.32 g/cm^3 de densidad básica, en el bosque menor Shiringal (Cardenas, 2012).

Por su parte (Odicio, 2017) en su estudio Relación de las propiedades físicas y genéticas de la madera de ***Guazuma crinita*** (bolaina blanca) realizado con árboles de plantación de bolaina blanca de 9 años de edad, obtuvo una densidad básica de 0.423 g/cm^3 mayor al estudio de árboles de clones de 5

años de edad y también mayor a la densidad básica de bosque secundario de Shiringal.

4.2.4. Contracción radial.

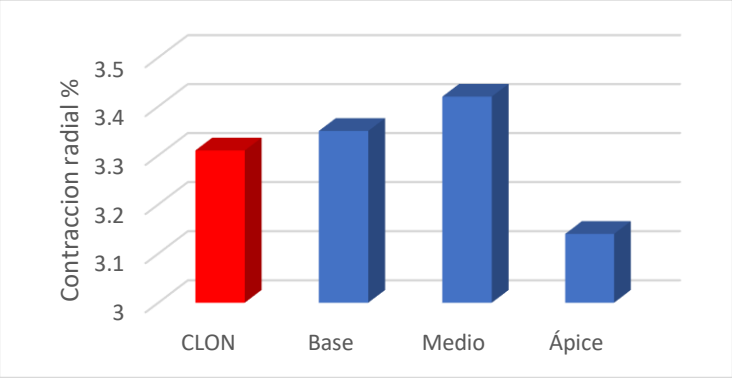
Tabla 27.

Contracción radial.

Plantación clonada		Bosque Menor shingal CR (%)		
Clon	**Contracción Radial (%)**	**Base**	**Medio**	**Ápice**
A	3.35	3.35	3.42	3.14
B	3.30			
C	3.70			
D	2.99			
E	3.44			
F	3.33			
G	3.11			
X	3.31			

Figura 9.

Contracción radial de la madera de bolaina blanca de clon u bosque secundario.



Para determinar si existe diferencias significativas entre la contracción radial de la madera de bolaina blanca clonada y la de un bosque secundario de aproximadamente de 10 años se aplicó la prueba de una media, cuyo resumen se detalla en la tabla 27.

Tabla 28.

Prueba de una media de la contratación Radial.

Propiedades físicas	Fuente de variación	T cal.	T tabular 0.01	Signific.
Contracción radial	*Entre clones y nivel base*	0.46	3.143	NS
	Entre clones y nivel medio	1.26	3.143	NS
	Entre clones y nivel ápice	1.95	3.143	NS

En la tabla 28 se observa que los promedios de contracción radial de madera de plantación de los siete clones (3.31%) de cinco años de edad, no difiere de manera significativa con relación a la contracción radial de la madera bolaina blanca de bosque secundario en los tres niveles longitudinales de fuste: nivel base tuvo 3.35%, nivel medio 3.42% y el nivel ápice 3.14% de contracción radial.

(Trujillo, 2012) en su estudio “Estructura anatomica y algunas propiedades fisicas de la madera de *Guazuma crinita* mart.(Bolaina blanca) procedentes de una plantacion de dos años de edad” obtuvo una contraccion radial de 3.33% valor similar a los dos estudios en comparacion.

4.2.5. Contracción tangencial

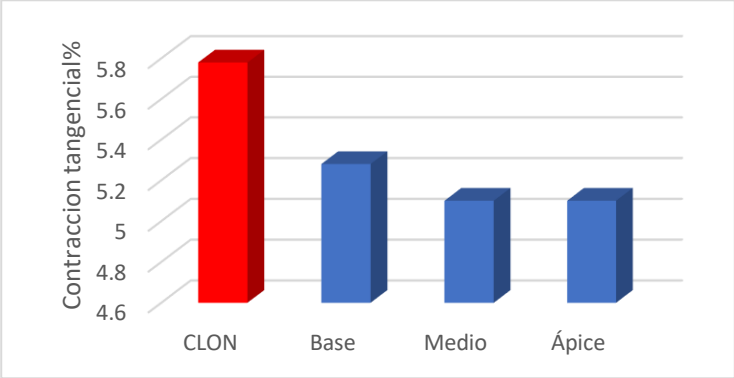
Tabla 29.

Contracción tangencial.

Plantación clonada		Bosque Menor shingal CT (%)		
Clon	Contracción Tangencial (%)	Base	Medio	Ápice
A	5.94	5.28	5.10	5.10
B	6.12			
C	5.65			
D	5.60			
E	5.79			
F	5.92			
G	5.44			
X	5.77			

Figura 10.

Contracción tangencial de la madera de bolaina blanca de clon u bosque secundario.



Para determinar si existe diferencias significativas entre la contracción Tangencial de la madera de bolaina blanca clonada y la de un bosque secundario de aproximadamente de 10 años se aplicó la prueba de una media, cuyo resumen se detalla en la tabla 29.

Tabla 30.

Prueba de una media de la contratación tangencial.

Propiedades físicas	Fuente de variación	T cal.	T tabular 0.01	Signific.
Contracción tangencial	*Entre clones y nivel base*	5.75	3.143	**
	Entre clones y nivel medio	7.82	3.143	**
	Entre clones y nivel ápice	7.82	3.143	**

En la tabla 30 se observa que los promedios de contracción tangencial de la madera de plantación de los siete clones (5.77%) de cinco años de edad, difiere de una manera altamente significativa con relación a la contracción tangencial de la madera bolaina blanca de bosque secundario en los tres niveles longitudinales de fuste: nivel base tuvo 5.28%, nivel medio 5.10% y el nivel ápice 5.10% de contracción tangencial,

Por su parte (Odicio, 2017) en su estudio Relación de las propiedades físicas y genéticas de la madera de ***Guazuma crinita*** (bolaina blanca) realizado con

árboles de plantación de bolaina blanca de 9 años de edad, obtuvo una contracción tangencial de 4.92 %, menor al estudio de árboles de clones de 5 años de edad y también menor a la contracción tangencial de bosque secundario.

4.2.6. Contracción longitudinal.

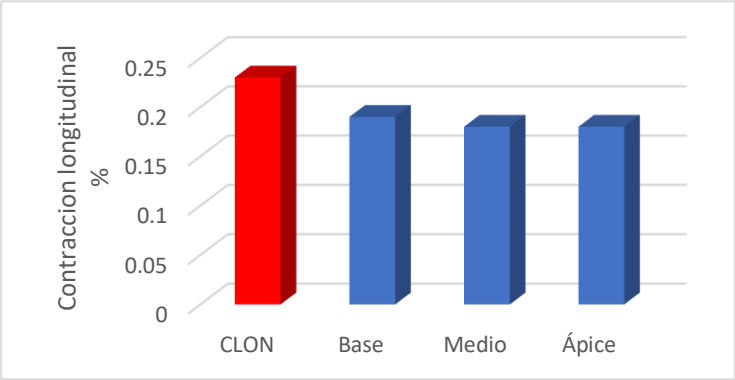
Tabla 31.

Contracción longitudinal.

Clon	Plantación clonada Contracción longitudinal (%)	Bosque Menor shingal CL (%) Base	Medio	Ápice
A	0.17	0.19	0.18	0.18
B	0.21			
C	0.25			
D	0.18			
E	0.34			
F	0.19			
G	0.28			
X	0.23			

Figura 11.

Contracción longitudinal de la madera de bolaina blanca de clon u bosque secundario.



Para determinar si existe diferencias significativas entre la contracción longitudinal de la madera de bolaina blanca clonada y la de un bosque secundario de aproximadamente de 10 años se aplicó la prueba de una media, cuyo resumen se detalla en la tabla 32.

Tabla 32.

Prueba de una media de contracción longitudinal.

Propiedades físicas	Fuente de variación	T cal.	T tabular 0.01	Signific.
Contracción longitudinal	*Entre clones y nivel base*	1.76	3.143	NS
	Entre clones y nivel medio	2.20	3.143	NS
	Entre clones y nivel ápice	2.20	3.143	NS

En la tabla 33 se observa que los promedios de contracción longitudinal de madera de plantación de los siete clones (0.23%) de cinco años de edad, no difiere de manera significativa con relación a la contracción longitudinal de la madera bolaina blanca de bosque secundario en los tres niveles longitudinales de fuste: nivel base tuvo 0.19%, nivel medio 0.18% y el nivel ápice 0.18%, de contracción longitudinal.

En un estudio titulado, estructura anatomica y algunas propiedades fisicas de la madera de *Guazuma crinita* mart.(Bolaina blanca) procedentes de una plantacion de dos años de edad realizado por Trujillo, (2012) obtuvo una contraccion longitudinal de 0.42%, valor superior a los dos estudios en comparacion.

4.2.7. Contracción volumétrica.

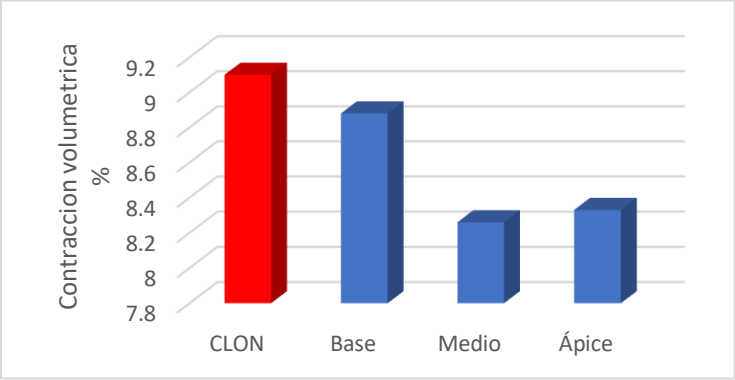
Tabla 33.

Contracción volumétrica.

4. Plantación clonada		Bosque Menor shingal CV (%)		
Clon	Contracción volumétrica (%)	Base	Medio	Ápice
A	9.24	8.88	8.26	8.33
B	9.41			
C	9.35			
D	8.58			
E	9.39			
F	9.12			
G	8.63			
X	9.10			

Figura 12.

Contracción volumétrica de la madera de bolaina blanca de clon u bosque secundario.



Para determinar si existe diferencias significativas entre la contracción volumétrica de la madera de bolaina blanca clonada y la de un bosque secundario de aproximadamente de 10 años se aplicó la prueba de una media, cuyo resumen se detalla en la tabla 34.

Tabla 34.

Prueba de una media de la contratación volumétrica.

Propiedades físicas	Fuente de variación	T cal.	T tabular 0.01	Signific.
Contracción volumétrica	*Entre clones y nivel base*	1.66	3.143	NS
	Entre clones y nivel medio	6.35	3.143	**
	Entre clones y nivel ápice	5.82	3.143	**

En la tabla 34 se observa que los promedios de contracción volumétrica de la madera de plantación de los siete clones (9.10%) de cinco años de edad, difiere de una manera altamente significativa con relación a la contracción volumétrica de la madera bolaina blanca de bosque secundario en los dos niveles longitudinales de fuste: nivel medio 8.26% y el nivel ápice 8.33% y no difiere significativamente en el nivel base 8.88% de contracción volumétrica. Por su parte (Odicio, 2017) en su estudio Relación de las propiedades físicas

y genéticas de la madera de ***Guazuma crinita*** (bolaina blanca) realizado con árboles de plantación de bolaina blanca de 9 años de edad, obtuvo una contracción volumétrica promedio de 8.26 %, similar al estudio de árboles de clones de 5 años de edad y menores a la contracción volumétrica de bosque secundario.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1. CONCLUSIONES.

- Se encontró diferencia significativa en la densidad básica entre niveles de fuste, densidad saturada variando de 0.68 a 0.74 cm^3, densidad seca al aire entre niveles del fuste, densidad seco al horno entre niveles del fuste, contracción radial entre niveles del fuste, contracción tangencial entre niveles del fuste y contracción volumétrica entre niveles del fuste.
- No se encontró diferencias significativas entre los promedios de contenido de humedad máximo variando de 65.98 a 71.99 %, contenido de humedad seca al aire variando los valores de 15.35 a 17.35%, densidad básica entre clones e interacción clones x nivel variando de 0.37 a 0.38 g/cm^3, densidad seco al aire entre clones e interacción clones x nivel variando en 0.42 g/cm^3 densidad seco al horno entre clones e interacción clones x nivel variando en 0.38 cm^3, contracción radial entre clones e interacción clones x nivel variando en 2.99 a 3.70%, contracción tangencial variando en 5.44 a 6.12%, contracción longitudinal entre clones e interacción clones x nivel variando en 0.18 a 0.34%, contracción volumétrica entre clones e interacción clones x nivel variando en 8.58 a 9.41%, coeficiente de contracción volumétrica variando de 1.61 a 1.91%, TR variando de 15.93 a 30.10% y punto de saturación de la fibra variando de 8.96 a 42.25%.
- No se encontró diferencia significativa en la comparación entre las propiedades físicas de bolaina blanca de plantación por propagación vegetativa con la de bosque secundario tanto en contracción radial,

contracción longitudinal y contracción volumétrica nivel base. Encontrándose diferencia significativa en contenido de humedad máximo, densidad saturada, densidad básica, contracción tangencial y contracción volumétrica en nivel medio y ápice.

5.2. RECOMENDACIONES.

- Realizar estudios con las propiedades físicas de la madera de bolina blanca de una plantación clonal y de un bosque secundario encontradas.

- Efectuar estudios con madera de mayor edad y mayor cantidad de probetas correspondiente a las mismas zonas de prospección y parcelas experimentales a fin de evaluar si dichos factores mantienen la influencia en los resultados.

- Impulsar acciones de reforestación de plantaciones clónales procedentes de las zonas de prospección del estudio, por poseer propiedades físicas similares y superiores a estudios que se comparó.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Alfaro, Y. (2010). *Determinacion determinacion de las propiedades fisicas a tres alturas del fuste de Senefeldera inclinata. Mart (Huangana caspi) procedente deel bosque reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva-Tingo Maria.* Tingo maria: Universidad Agraria de la Selva.

Arróstegui, A. (1982). *Recopilcion y analisis de estudios tegnologicos de maderas Peruanas.* Lima Peru: Proyectos PNUD/FAO/PER/002 Documento de trabajo Nº2.

ASTM-D. (1666-87,1999). Standard Mthods Conducting Machining Tests Of Wood-Base Materiials.

Barnett, J., & Jeronimidis, G. (2013). *Wood quality and its biological basis.* Oxford, England: Blackwell publishing.

Batista, D., Klitzke, R., & Taborda Santos, C. (2010). Densidade básica e retratibilidade da madeira de clones de três espécies de Eucalyptus. *Ciência Florestal*, 665-674.

Bendezu, Y. (2007). bolaina Blanca. *Instituto de Imnovacion de la amazonia Peruana INIA*, 8.

Campos, C. (2015). Determinacion de las propiedades fisicas y mecanicas de la madera Pinus maximinoi H.E.More;Coban, Alta Verapaz. *UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR*, 227. Obtenido de http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesisjcem/2015/06/22/Campos-Christian.pdf

Cardenas, A. (2012). *DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS EN DIFERENTES NIVELES DEL FUSTE DE BOLAINA BLANCA (Guazuma crinita C. Martius) EN TINGO MARÍA .* TINGO MARÍA : UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA .

Chavesta, M., Montenegro, R., Tomazello-Filho, M., Carnerio, M., & Nisgoski, S. (2019). Propiedades físicas en Guazuma crinita por medios convencionales y espectroscopia infrarroja cercana. *Maderas, ciencia y tecnología*, 521-530.

Chavez, J. (2006). MEDICIÓN DE DENSIDAD DE MADERA EN ÁRBOLES TROPICALES. *PAN-AMAZONIA*, 98.

CITEmadera. (2017). "Desarrollo de la tecnologia de secado para especies nativas de rapido crecimiento, reforestadas y de inpacto comercial". *Instituto Tecnológico de la Producción* , 12-15.

COPANT. (458, 1972). Comisión Panamericana de Normas Técnicas-Maderas; Selección y colección de muestras.

Cordova, V. (2019). *Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de la madera roble corriente para su uso estructural según la normativa E-010 en Chanchamayo, 2019*. Obtenido de Universidad César Vallejo: https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/3208314

Cotrina, A. (2007). Propiedades de hinchamiento y contracción en la madera de Eucalyptus grandis de argentina. *Madeira Arquitetura & Engenharia, n.20, ano 8, Janeiro-Junho, 2007 – ISSN 1806-6097*, 11.

Díaz, P. (2005). *Evaluación de Propiedades Físicas y Mecánicas de madera de Nothofagus*. Obtenido de Universidad de Talca: http://dspace.utalca.cl/retrieve/6282/diaz_mendez.pdf

Forest Products Laboratory. (2010). *Wood handbook-Wood as an engineering material (1ª ed.). .* Madison, United States: Centennial Edition.

Garate, M. (2010). Tecnicas de propagacion por estacas. *Universidad Nacional de Ucayali*, 189.

Garcia, A. (2017). Aptitud de uso del ulcumano (Retrophyllum rospigliosii (Pilg.), procedente de una plantacion de 32 años, mediante la caracterizacion tegnologica y anatomica. *Forestal del Peru*, 11.

García, R. (2018). *Evaluación, análisis y comparación de las propiedades mecánicas y físicas de la madera Copaiba, Miza y Zapote según lanorma E.010 en la ciudad de Cusco*. Obtenido de Universidad Andina del Cusco.

Gimenez, A., & Lopez, C. (2002). variacion longitudinal de los elementos del leño en schinopsis quebracho-colorado(schie. *Madera y Bosquez*, 27-38.

Glass, S., & Zelinka, S. (2010). *Moisture Relations and Physical Properties of Wood. En Forest Products Laboratory, Wood handbook- Wood as an engineering material.* Wisconsin, United States: Centennial Edition.

Huaynalaya, F. (2018). *"Evaluacion de las propiedades fisicas de la madera de tres especies forestales y su variacion por niveles longitudinales del fuste, provenientes de la cuenca del rio Utuquinia -Provincia de Coronel Portillo-Region Ucayali.* Pucallpa: Universidad Nacional de Ucayali.

IIAP. (2009). Evaluacion economica de parcelas de regeneracion natural y plantaciones de Bolaina blanca Guazuma rinita, en el departamento de Ucayali. *Avances Económicos Nº 11*, 54.

IIAP. (15 de Noviembre de 2018). *Amazonia- Guia ilustrada de flora y fauna*. Obtenido de http://amazonia.iiap.org.pe/especies/ver/405

ISO. (4470-1982). Norma International Organization For Standardization-Sampling sample trees and logs for determination of physical and mechanical properties of wood in homogeneous stands.

Lluncor, D. (2017). *Relación de las propiedades físicas y genéticas de la madera de Guazuma crinita (bolaina blanca) del rodal semillero del INIA-Pucallpa,*

proveniente de dos unidades fisiográficas. Obtenido de Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía: http://repositorio.unia.edu.pe/handle/unia/182

Lyon, S. (2016). *Wisconsin Wood.* Wisconsin Department of Natural Resources.

Matínez, R. (2017). *PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MADERA DE CORTA FINAL DE Prosopis alba Gris*. Obtenido de Recursos Genéticos Forestales;Xalapa,México: https://www.redalyc.org/pdf/497/49752128003.pdf

Mostacero, J. (2002). Taxonomia de las fanerogamas utiles del Peru. *Normas legales S.A.C*, 667.

Odicio, J. (2017). Relación de las propiedades físicas y genéticas de la madera de Guazuma crinita (bolaina blanca) del rodal semillero del INIA-Pucallpa, proveniente de dosunidades fisiográficas. *UNIVERSIDAD NACIONAL INTERCULTURAL DE LA AMAZONÍA*, 40.

Palma, M. (2015). Aplicaciones estructurales maderas PARTE 1. *Universidad de Alcala*, 12.

Riesgo, G. (2007). CARACTERISTICAS FISICAS DE LA MADERA DE PINO POCEDENTES DE RALEO EN EL NOROESTE DE ESPAÑA. *Ciencia y tegnologia* , 233-238.

Soto, G. (2011). Estudios de las caracteristicas anatomicas y algunas propiedades fisicas de la madera de Guazuma crinita mart(Bolaina Blanca), provenientes de una plantacion de dos años, del inia Pucallpa. Universidad Nacional Agraria de la Selva, 27-36.

Spavento, E. (2008). Propiedades fisicas de la madera . *UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA* , 19-20.

Trujillo, T. (2012). Estructura anatomica y algunas propiedades fisicas de la madera de *Guazuma crinita* mart.(Bolaina blanca) procedentes de una plantacion de dos años de edad: Universidad Nacional de Ucayali.96-109

Tuisima, L. (2015). *Genetic diversity of a tropical tree species Guazuma crinita Mart. (Malvaceae) in the Peruvian Amazon (Tesis de Doctorado, Czech University of Life Sciences).*

Vizcarra,(2016). Caracteristicas tecnologicas y uso industrial de nuevas especies forestales de la amazonia peruana. *IIAP*, 75-97 VOL 5.

Vignote, S., & Martinez, I. (2006). *Tecnologia de la madera 3ra Edicion.* Madrid-Barcelona-Mexico: Mundi-Prensa Libros.

Villalva, N. (2011). *"Evaluación del crecimiento de la Guazuma crinita Mart. (bolaina blanca) en tres estratos de la comunidad nativa de Puerto Ocopa".* Satipo: UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS.

ANEXOS.

Anexo 1. Panel fotográfico.

Fase de ejecución de la tesis:

Figura 13.
Selección de extracción de los árboles del fundo San Juanito, perteneciente a Backus; para la elaboración de las probetas.



Figura 14.
Medición y seleccionado de los troncos para la elaboración de las probetas.



Figura 15.
Codificado de los tucos.



Figura 16.
Elaboración y codificado de las probetas.



Figura 17.
Probetas codificadas y empaquetadas.

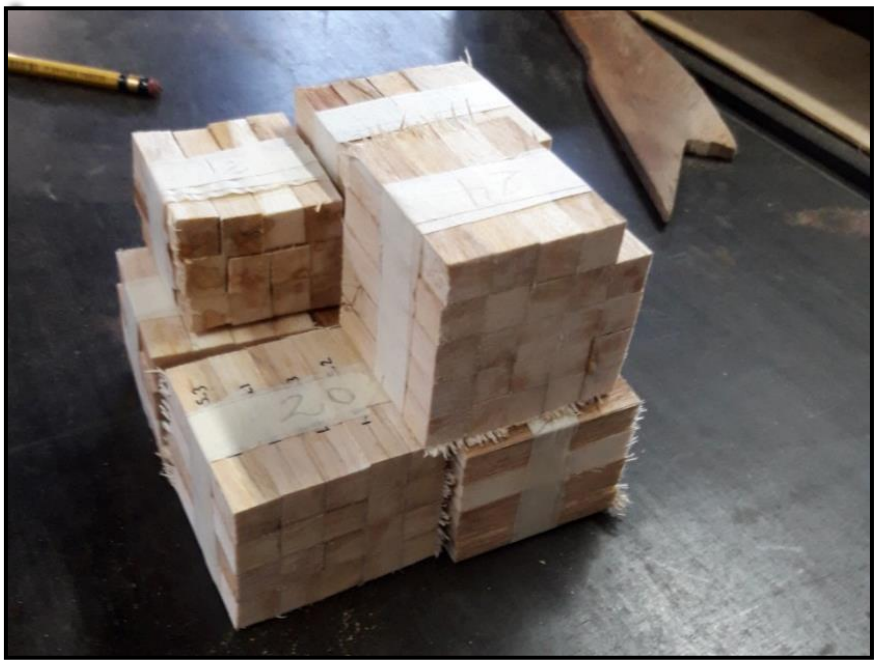


Figura 18.
Toma de datos de las probetas debidamente codificadas.

