

UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE DE DIOS

FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela Académica Profesional de
Ingeniería Forestal y Medio Ambiente



TÍTULO DE LA TESIS

**PROPIEDADES FÍSICAS DE LA ESPECIE *Cariniana decandra*
DUCKE EN DOS TIPOS DE BOSQUE PROVENIENTES DE LOS
DISTRITOS DE TAMBOPATA Y LAS PIEDRAS DE LA PROVINCIA
DE TAMBOPATA- REGIÓN MADRE DE DIOS.**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO FORESTAL Y MEDIO AMBIENTE

Bach. José David Centeno Cruz.

MADRE DE DIOS – PERÚ

2017

UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE DE DIOS

FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela Académica Profesional de
Ingeniería Forestal y Medio Ambiente



TITULO DE LA TESIS

**PROPIEDADES FÍSICAS DE LA ESPECIE *Cariniana decandra*
DUCKE EN DOS TIPOS DE BOSQUE PROVENIENTES DE LOS
DISTRITOS DE TAMBOPATA Y LAS PIEDRAS DE LA PROVINCIA
DE TAMBOPATA- REGION MADRE DE DIOS.**

TESIS

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO FORESTAL Y MEDIO AMBIENTE

Bach. José David Centeno Cruz.

Asesor: Dr. Percy Amilcar Zevallos Pollito.

Co-Asesor: M.Sc. Leif Armando Portal Cahuana.

MADRE DE DIOS – PERÚ

2017

DEDICATORIA

A mis padres Flavio Centeno y Mafalda Colque, luchadores comerciantes dignos de admiración que guiaron mis pasos hacia la meta trazada con mucho esfuerzo y amor supieron inculcar en mí el deseo de triunfar, a Máximo José Diego mi hijo, a Yolanda por su apoyo en todo momento y por creer siempre en mí, a ellos y a Dios,
Gracias...

A mis familiares,
A mi tío Samuel, Candelaria, Carlos, Yolanda, Zacarías, Lola, Gregoria, Tito, Juanita, Severino, Calixto, Edy, Andher, Ronald; y familiares. Quienes siempre estuvieron a mi lado y confiaron en mí, nunca me dejaron solo y estuvieron presentes en el momento oportuno. Gracias por su apoyo incondicional.

A mis Hermanos,
A. Jhymmy, Nely, Jhony, Reynald Flavio: Que la obtención de mi título sea fruto de todo el esfuerzo, comprensión, apoyo y entendimiento en cada paso de mi vida, mis más sinceros agradecimientos a ustedes.

José David Centeno Cruz

AGRADECIMIENTO

Declaro mis más sinceros agradecimientos:

En primer lugar a Dios por permitirnos a todos los seres humanos de disfrutar de un regalo tan maravilloso que se llama vida.

A nuestra Alma Mater Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios "UNAMAD", Facultad de Ingeniería, a todos los docentes de la Carrera de Ingeniería Forestal y Medio Ambiente y Administrativos, quienes fueron parte de nuestra formación profesional.

Al Dr. Percy Amilcar Zevallos Pollito, quien me brindo incondicionalmente el asesoramiento de la presente tesis desde un inicio hasta la revisión y presentación del informe final.

Al Ing. M.Sc. Leif Armando Portal Cahuana, que como Co asesor me brindo el asesoramiento de la presente tesis desde un inicio hasta la revisión y presentación del informe final su confianza, apoyo y la orientación acertada durante el desarrollo de la investigación. Siempre puso su mejor empeño en este proceso de investigación.

A los miembros del jurado de tesis: Ing. Dr. Carlos Emerico Nieto Ramos, Ing. Dr. Emer Ronald Rosales Solórzano y al Ing. Dr. Gabriel Alarcón Aguirre; por la colaboración y orientación oportuna durante la revisión, corrección y presentación del presente proyecto de tesis.

A nuestros compañeros que de una y otra manera nos brindaron el apoyo incondicional para realizar las actividades de campo y gabinete para el desarrollo de la presente investigación: Ricky Huisñay, Daniel Chávez, Wilson Morvely, Jhon Tapara, Erick Tuesta, Andrea Ancahuasi, Gastón Coa, Marco Quispe, Sofer Baez, Pedro Cari.

PRESENTACIÓN

La región de Madre de Dios cuenta con una gran biodiversidad de especies forestales, sin embargo solo unas cuantas especies en la actualidad se están aprovechando, muchas de ellas no presentan estudios sobre características de propiedades físicas, que indiquen cuales son las alternativas de usos maderables adecuados para cada especie forestal, lo cual dificulta el uso o aprovechamiento de estas.

En cuanto se refiere a la demanda de productos forestales en un mercado mundial, creciente y exigente en calidad, obliga a buscar alternativas orientadas a satisfacerlas. Una de las alternativas, es recomendar y promocionar las maderas "no tradicionales" en el mercado nacional e internacional.

En ese entender, el objetivo principal de la presente investigación es, " propiedades físicas de la especie *cariniana decandra* ducke en dos tipos de bosque provenientes de los Distritos de Tambopata y las Piedras de la Provincia de Tambopata- Departamento Madre de Dios-Perú."

Con el conocimiento de estas características nos va a permitir conocer y recomendar el uso más adecuado que se le puede dar a esta especie, asimismo servirá como una contribución al conocimiento tecnológico de las especies forestales y las posibilidades de diversificación de los productos forestales de la región.

Esperamos que la presente investigación se constituya en una herramienta útil a los poseedores y transformadores en la industria forestal, así como a todos los que están vinculados a la ingeniería forestal en sus distintos ámbitos que puedan aprovecharla.

INDICE

DEDICATORIA	1
AGRADECIMIENTO	2
PRESENTACIÓN	3
INDICE	4
RESUMEN	8
ABSTRACT	9
INTRODUCCIÓN	10
1. OBJETIVOS: GENERALES Y ESPECÍFICOS	12
1.1 Objetivo general	12
1.2 Objetivos específicos	12
I.MARCOTEORICO	12
1.1 Antecedentes de estudios realizados	12
1.2 Antecedentes a nivel internacional.....	14
1.3 A nivel nacional.....	15
1.4 A nivel local.....	16
1.5 Descripción de la especie:.....	21
1.6.2 Propiedades físicas.....	27
1.6.2.1 Humedad de la madera.....	28
1.6.2.2 Densidad.....	30
1.6.2.3 Peso específico.	33
1.6.2.4 Contracción de la Madera	34
II.MATERIALES Y METODOS.....	36
2.1 Lugar de procedencia del material experimental.....	36
2.1.1 Ubicación del Bosque de Terraza Alta.	36
2.1.1.1 Ecología.....	36
2.1.1.2 Superficie.....	36
2.1.1.3 Altitud.....	36
2.1.1.4 Clima.....	37
2.1.2 Ubicación el Bosque de Terraza Baja	37
2.1.2.1 Mapa de ubicación del predio agrícola y de la concesión de castaña.	38
2.1.1.2 Ecología.....	39
2.1.1.3 Superficie.....	39
2.1.1.4 Localización geográfica del material experimental.....	39
2.2 Lugar de ejecución del proyecto	40
2.3 Materiales y equipos e insumos	40
2.3.1 Fase de campo	40
2.3.1.1 Materiales y herramientas:.....	40
2.3.1.2 Equipos:.....	40
2.3.1.3 Material Experimental.....	41
2.3.2 Fase de Carpintería	41
2.3.2.1 Materiales.....	41
2.3.2.2 Equipos.....	41
2.3.2.3 Otros (terceros)	41
2.3.3 Fase de Laboratorio	41
2.3.3.1 Materiales:	42
2.3.3.2 Equipos:.....	42
2.4 Metodología.....	42
2.4.1 Método de investigación.	42

2.4.2	Selección de la zona de estudio	43
2.4.3	Selección de los árboles para el estudio	43
2.4.4	Obtención de las Muestras para los ensayos respectivos.	43
2.4.5	Procedimientos:	45
2.4.5.1	Aspectos Básicos a tener en cuenta.....	45
2.4.6	Propiedades físicas de la madera	47
III	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	53
3.1	CONTENIDO DE HUMEDAD	53
3.2	DENSIDAD BÁSICA	54
3.3	DENSIDAD ANHIDRA	54
3.4	CONTRACCIÓN RADIAL:	57
3.5	CONTRACCIÓN TANGENCIAL	58
3.6	CONTRACCIÓN VOLUMÉTRICA:	59
3.7	CONTRACCIÓN LONGITUDINAL	62
3.8	ÍNDICE DE ESTABILIDAD	62
	CONCLUSIONES	64
	RECOMENDACIONES.....	66
	BIBLIOGRAFÍA	67
	Recursos financieros	73
	Presupuesto	73
	Cronograma de acciones.....	74

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Muestra botánica de la especie <i>Cariniana decandra</i> Ducke.....	23
Figura 2: Muestra de la madera de la especie <i>Cariniana decandra</i> Ducke, en sus secciones transversal, radial y tangencial, a nivel macroscópico y microscópico.....	25
Figura 3: Mapa de ubicación del predio agrícola y de la concesión de castaña.....	38
Figura 4: Fase de Campo.....	44
Figura 5: Tipos de corte en pieza de madera.....	45
Figura 6: Fase de Laboratorio.....	51
Figura 7: Contenido de Humedad por Tipo de Bosque.....	53
Figura 8: Densidad Básica por Tipo de Bosque.....	54
Figura 9: Densidad Anhidra por Tipo de Bosque.....	55
Figura 10: Contracción Radial por Tipo de Bosque.....	56
Figura 11: Contracción Tangencial por Tipo de Bosque.....	58
Figura 12: Contracción Volumétrica por Tipo de Bosque.....	59
Figura 13: Contracción Longitudinal por Tipo de Bosque.....	60
Figura 14: Índice de Estabilidad por Tipo de Bosque.....	61

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1: Propiedades Físicas de <i>Cariniana decandra</i> por diferentes autores..	22
Cuadro 2. Coordenadas de la concesión castañera.....	36
Cuadro 3. Coordenadas del predio agrícola.....	37
Cuadro 4. Características climáticas de la zona de Puerto Maldonado.....	39
Cuadro 5: Norma Técnica Peruana (P. Físicas).....	47
Cuadro 6: Valores promedio y desviación estándar ANOVA y Teste de Tukey para las propiedades físicas, en los dos tipos de bosque de la madera de <i>Cariniana decandra</i> Ducke.....	52
Cuadro 7: ANOVA Contenido de Humedad.....	52
Cuadro 8: ANOVA Densidad Básica.....	53
Cuadro 9: ANOVA Densidad Anhidra.....	55
Cuadro 10: ANOVA Contracción Radial.....	56
Cuadro 11: ANOVA Contracción Tangencial.....	57
Cuadro 12: ANOVA Contracción Volumétrica.....	58
Cuadro 13: ANOVA Contracción Longitudinal.....	59
Cuadro 14: ANOVA Índice de Estabilidad.....	61

RESUMEN

La finalidad de presente trabajo tuvo por objetivo evaluar, comparar y analizar las propiedades físicas y determinar los usos de la madera de *Cariniana decandra* Ducke, del Bosque de Terraza Baja (BTb) y Bosque de Terraza Alta (BTa) en los sectores de Gamitana y condenado, del distrito Las Piedras, y el distrito de Tambopata provincia Tambopata - Madre de Dios. Se obtuvo dos árboles por tipo de bosque (BTb) y (BTa); de cada árbol se obtuvo una troza de 1.30 m de forma al azar y de cada troza un tablón central de 15 cm de donde se extrajo las viguetas. Las viguetas fueron marcadas, codificadas y transportadas al aserradero para la obtención de las probetas, esto se realizó siguiendo las recomendaciones de la Norma NTP-251.008. Las probetas bien orientadas de 3 x 3 x 10 cm, se utilizó para determinar las propiedades físicas de la madera de *C. decandra*, se aplicó el protocolo de las Normas NTP-251.010, NTP-251.011 y NTP-251.012.

Los resultados de las propiedades físicas muestran que, para el contenido de humedad, presentaron valores estadísticamente diferentes, donde el (BTa), presento menor contenido de humedad comparado con el (BTb). La densidad básica por tipo de bosque muestra que son estadísticamente iguales, con un promedio de 0.62 gr/cm³, clasificándola como densidad media. Las contracciones (radial, tangencial, volumétrica y longitudinal), presentaron mayores valores promedios en el tipo de bosque de terraza alta en comparación con el bosque de terraza baja. El índice de estabilidad en los dos tipos de bosque, es estadísticamente iguales, de 1.83, clasificado como estable y de buen comportamiento al secado. La madera de *C. decandra* por ser medianamente pesada y su resistencia media, puede ser utilizado en: Mueblería, artesanías, construcción de viviendas, vigas, viguetas, columnas, tijerales, carpintería de interiores, encofrados, molduras, machihembrados, mangos de herramientas y artículos deportivos.

Palabra clave: Propiedades tecnológicas, Misa blanca, Tipo de bosques, Madre de Dios.

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate, compare and analyze the physical properties and to determine the uses of *Cariniana decandra* Ducke wood, low terrace forest (BTb) and high terrace forest (BTa) in the sectors of Gamitana and Condemned, of the district Las Piedras, and the district of Tambopata province Tambopata - Madre de Dios. Two trees were obtained by forest type (BTb) and (BTa); Of each tree was obtained a log of 1.30 m of random form and of each log a central plank of 15 cm from where the joists were extracted. The joists were marked, coded and transported to the sawmill to obtain the specimens, this was done following the recommendations of the Standard NTP-251.008. The well-oriented 3 x 3 x 10 cm specimens were used to determine the physical properties of *C. decandra* wood, the protocol of Standards NTP-251.010, NTP-251.011 and NTP-251.012 was applied.

The results of the physical properties show that, for the moisture content, they presented statistically different values, where the (BTa), presented lower moisture content compared to (BTb). The basic density by forest type shows that they are statistically equal, with an average of 0.62 gr / cm³, classifying it as average density. The contractions (radial, tangential, volumetric and longitudinal) presented higher average values in the type of high terrace forest compared to the low terrace forest. The stability index in the two types of forest is statistically equal, of 1.83, classified as stable and well-behaved when drying. The wood of *C. decandra*, because of its medium strength and medium strength, can be used in: Furniture, crafts, construction of houses, beams, joists, columns, tijerales, interior carpentry, formwork, moldings, tool handles and sports articles.

Keyword: Technological properties, Misa blanca, Type of forests, Madre de Dios.

INTRODUCCIÓN

Los bosques tropicales y sud tropicales del Perú, albergan una megadiversidad de flora nativa, sin embargo, los recursos maderables con los que cuenta el Perú y la región de Madre de Dios, son aún desconocidos, puesto que no existen políticas a nivel de país y región en investigar, promocionar y difundir nuestros recursos naturales. Esto ocasiona que los pobladores utilicen especies desconocidas en la industria forestal y que se utilice de manera irracional los recursos maderables.

Se conoce que el Perú, cuenta con aproximadamente 4000 especies forestales de los cuales 350 especies cuentan con información tecnológica completa, y de las cuales solo 40 especies son las más explotadas en la industria forestal. Mostrando que existe una enorme necesidad por conocer lo que nuestros bosques nos proveen.

Las pocas investigaciones en tecnología de la madera que se realizan en el Perú es a través de las Universidades Públicas que cuentan principalmente con la facultad de Ingeniería Forestal, sin embargo, los recursos económicos destinados a la investigación en las universidades públicas son insuficiente y en muchos casos inexistente, lo que conlleva a estudiar pocas especies potenciales en la industria forestal. Por otro lado, el sector industrial no invierte recursos económicos en investigar los recursos forestales que ayuden a generar más información técnica y por ende en el futuro mayor ganancia económica. Simplemente vemos que las empresas privadas trabajan las especies forestales que el mercado requiere y no tienen idea de abrir nuevos mercados o nuevas posibilidades de usar nuestro potencial de nuestros recursos naturales.

Cuando empezamos a comparar la información tecnológica de las especies forestales de otros países de América del Sur, empezamos a ver que países como Brasil, Argentina, Ecuador, Bolivia, Paraguay, Uruguay, Colombia y Chile con mayor estudios e especies forestales lo que conlleva a tener una gama de posibilidades de uso y aprovechar de una manera más integral los recursos naturales y esto se ve reflejado en el aporte de los recursos naturales al PBI de estos países.

Por otro lado, las pocas especies forestales que se han estudiado en el Perú, solo se conoce información general a nivel tecnológico. Sin saber cómo las propiedades tecnológicas de las maderas varían longitudinalmente, a nivel

transversal, por provincias en la región de Madre de Dios, o tipo de bosques, lo que nos muestra porque aun en el país y en nuestra región aún se trabajan con la industria de transformación primaria, sin valor agregado sin un secado y preservado adecuado. Una de estas especies que carecen de información tecnológica en la región es la especie es *Cariniana decandra* Ducke, que solo se conoce información tecnológica básica. Es por esta razón que con el presente trabajo de investigación se propone como objetivo general comparar las propiedades físicas de la especie *Cariniana decandra* Ducke en dos tipos de bosque del Departamento Madre de Dios-Perú, y así conocer a mayor profundidad las variaciones de las propiedades físicas en función a los tipos de bosque y poder determinar, con este estudio los usos adecuados.

OBJETIVOS: GENERALES Y ESPECÍFICOS.

1.1 Objetivo general.

Comparar las propiedades físicas de la especie *Cariniana decandra* Ducke en dos tipos de bosque del Departamento Madre de Dios-Perú.

1.2 Objetivos específicos

Determinar las propiedades físicas de la especie *Cariniana decandra* Ducke (cachimbo):

- ❖ Contenido de humedad
- ❖ Densidad Básica
- ❖ Densidad Anhidra
- ❖ Contracción radial
- ❖ Contracción tangencial
- ❖ Contracción longitudinal
- ❖ Contracción volumétrica
- ❖ Relación T/R.

Realizar el análisis comparativo de las propiedades físicas de los dos tipos de bosque, en un Bosque de Terraza Baja (**BTb**) y el Bosque de Terraza Alta (**BTa**)

I. MARCO TEÓRICO

3.3 Antecedentes de estudios realizados

(Crespo *et al.* 2008). “Estudió las propiedades físico-mecánicas de la madera de *Tectona grandis* L.F. (teca) procedente de Quevedo y Balzar. Los objetivos fueron: determinar el porcentaje de duramen y albura de los árboles, las propiedades físicas en estado verde y anhidro de la madera, las propiedades mecánicas en estado de equilibrio y las principales diferencias físico mecánicas de la madera. Realizó un análisis de comparación de medias a través de la prueba de “t” a un nivel de significancia de 0.10. Los resultados mostraron que no existe diferencia significativa entre la madera de las dos zonas”. “Las principales diferencias se presentaron en: el contenido de humedad en estado anhidro, densidad en estado anhidro, peso específico básico, contracción tangencial total y contracción longitudinal total presentaron diferencias significativas; las demás variables no presentaron diferencias significativas y concluyo que, la madera de teca de Balzar presentó mejores propiedades

físicas, en cambio la madera de teca de Quevedo presentó mejores propiedades mecánicas” (Crespo *et al.* 2008).

Asimismo, Crespo *et al.* (2008) realizó él “estudió las propiedades físico-mecánicas de la madera de Fernán Sánchez *Triplaris cumingiana* Fish. Mey.; procedente de Quevedo y Balzar. Los objetivos fueron: determinar el porcentaje de duramen y albura de los árboles, las propiedades físicas en estado verde y anhidro de la madera, las propiedades mecánicas en estado de equilibrio y las principales diferencias físico mecánicas de la madera”. “Realizó un análisis de comparación de medias a través de la prueba de “t” a un nivel de significancia de 0.10. Los resultados mostraron que no existe diferencia significativa entre la madera de las dos zonas y las principales diferencias se presentaron en el contenido de humedad anhidro y la densidad en estado verde presentaron diferencias significativas; las demás variables no presentaron diferencias significativas, y concluyo que, en 18 general, la madera de Fernán Sánchez de Balzar presentó mejores propiedades físicas y mecánicas que la de Quevedo” (Crespo *et al.*, 2008).

Lo anterior, permite concluir que las diferencias encontradas en los estudios de las propiedades físico-mecánicas son bebidas a las condiciones ambientales ya que son diferentes, por ello el resultado varía según la zona geográfica.

Martínez *et al.* (2007) realizó un estudio de “Variabilidad de las propiedades físico mecánicas de la madera de cuatro regiones de procedencia de *Pinus pinaster* Aiton”. Los resultados muestran que, se han encontrado diferencias significativas entre procedencias y entre árboles para todos los caracteres físico-mecánicos analizados en la madera de las cuatro regiones de procedencia de *Pinus pinaster* Aiton. La procedencia de la madera explica más del 50% de la variación total hallada en la densidad y en el módulo de elasticidad. La variabilidad del resto de las propiedades físico-mecánicas (contracción, dureza, resistencia a la compresión axial y resistencia a la flexión estática) es debida a las diferencias existentes entre los árboles, pero sobre todo a las diferencias dentro de los árboles, factor que no se ha considerado en el modelo planteado. La región de procedencia es responsable de una parte importante de la variabilidad en una propiedad tan destacada como es la densidad. Esto ratifica

que hay procedencias de *Pinus pinaster* Aiton más adecuadas que otras para uno u otro tipo de industria.

3.3 Antecedentes a nivel internacional

- **Styles, Reyes y Contreras (2005).**

“Estudio de las propiedades físicas y mecánicas del bambú (*bambusa vulgaris*), de tres años de edad y proveniente de las plantaciones ubicadas en la ribera de la margen derecha del río Chama, municipio Francisco Javier pulgar, estado Zulia, Venezuela.”

“El presente trabajo pretendió lograr, en el contexto del sector forestal y de la construcción venezolano, difundir las principales fortalezas y debilidades que pueda presentar el bambú (*Bambus vulgaris*) como material constructivo confiable y seguro estructuralmente. Para alcanzar este objetivo se lograron determinar sus propiedades físicas y mecánicas, entre otras: sus esfuerzos de diseño; su variación de espesor; su estabilidad dimensional; y su densidad en condición de humedad seca al aire. Así, al final de la línea de producción se podrán obtener productos de excelente calidad. Los resultados determinaron lo siguiente: su propiedad física de densidad, y sus propiedades mecánicas, en condición verde, respecto a su resistencia a la flexión en su módulo de ruptura y la resistencia a la compresión, fueron ligeramente superiores al de otras especies de *Bambusa* sp, por ejemplo, la especie *Phyllostachys bambusoides* de Carolina del Sur (Estados Unidos). En condición de humedad seca al aire, la resistencia a la flexión en el módulo de ruptura (MOR), la especie *Bambusa vulgaris*, dio valores ligeramente inferiores a la *Bambusa* sp., estudiada en otros países. En su resistencia a la tracción, los ensayos arrojaron valores dos veces menores que las de otras especies de bambú. Por todo ello, se concluye que la especie de bambú (*Bambusa vulgaris*) proveniente del Sur del Lago de Maracaibo del estado Zulia, es un material lignocelulósico que puede ser utilizado con bastante confiabilidad por los ingenieros y arquitectos venezolanos, para la construcción de viviendas, edificaciones y muebles, considerándose previamente el proceso de conservación y secado a fin de garantizar, una vez puesto en servicio, una mayor vida útil”.

- **Rivero (2004)**

“Propiedades Físico-Mecánicas de *Gmelina arborea* Roxb. y *Tectona grandis* Linn.”

“El presente trabajo de investigación se realizó con madera proveniente de plantaciones experimentales de melina (*Gmelina arborea* Roxb.), de 15 años de edad; y teca (*Tectona grandis* Linn. F.) de 8 años de edad, ubicadas en los predios del fundo universitario Valle de Sacta" (Rivero, 2004).

El objetivo general es determinar las principales propiedades físicas y mecánicas de estas especies, con el fin de contar con información básica de estas maderas.

“La metodología empleada para alcanzar los objetivos propuestos está fundamentada en las normas ASTM (American Society for Testing and Materials), lo cual permitirá realizar comparaciones con otros estudios realizados en diferentes países y regiones”.

“En términos generales, se puede concluir que la madera de melina, de quince años de edad, proveniente de plantaciones experimentales del Valle de Sacta, tiene propiedades físico-mecánicas similares a ligeramente superiores a las reportadas por otros autores en diferentes países, lo cual permite inferir que a esta madera se le pueden dar los mismos usos que los señalados en la revisión bibliográfica”.

“Por su parte, la madera de teca de ocho años de edad, presenta propiedades físico-mecánicas ligeramente inferiores a las reportadas por otros autores, esto indica que a esta madera no se le podrían dar los mismos usos que los señalados en la revisión bibliográfica”.

3.3 A nivel nacional

- **Triana (2008)**

“Estudio de las propiedades mecánicas de la madera de palo sangre (*Brosimum rubescens* taub.), procedencia: Leticia, Amazonas”.

“Para realizar los ensayos tecnológicos de flexión estática, compresión paralela, cizallamiento paralelo tangencial, cizallamiento paralelo radial, impacto tangencial e impacto radial, en la madera de *Brosimum rubescens* Taub. (*Moraceae*) procedente de Leticia, Amazonas, se aplicaron las regulaciones de la Comisión Panamericana de Normas Técnicas COPANT. Se realizó el análisis estadístico de las muestras con base en la media aritmética y en la desviación estándar, mostrando su validez estadística por medio del análisis del coeficiente de variación. Los resultados se ajustaron al 12% de contenido de humedad y con base en ellos se calcularon los esfuerzos básicos. Las propiedades mecánicas de la madera se clasificaron y se determinaron sus posibles usos. La madera registró el mejor comportamiento al esfuerzo de flexión estática: según la clasificación ASTM, el Módulo de Elasticidad (MOE) y el Esfuerzo Unitario Máximo (EUM) se ubicaron en el rango muy alto y el Esfuerzo en el Límite Proporcional (ELP) en el Mediano”.

“Le siguieron el de compresión paralela, cuyo EUM y ELP se localizaron en los rangos Alto y Mediano respectivamente, y el de cizallamiento tangencial, en el cual el EUM se ubicó en el rango Alto. El comportamiento menos favorable se presentó ante los esfuerzos de cizallamiento radial e impacto en los planos tangencial y radial, cuyo EUM se ubicó en el rango Mediano. Se encontró que los usos más adecuados de la madera son: acabados interiores, acabados exteriores, artículos atléticos y deportivos, artesanías, cabos para herramientas, ebanistería, muebles, carretería, carrocerías, pilotes, instrumentos musicales, arcos para violín e instrumentos musicales similares, culatas para armas, estructuras, traviesas, quillas, pisos y vigas”.

3.3 A nivel local

- **Portal (2008)**

“Propiedades físico - mecánico y características anatómicas de la especie *Crepidosperrum goudotianum* (Tul.) Triana & Planch. (Palo Bastón) - proveniente del Tahuamanu - Madre de Dios. (2008)”.

“La finalidad del presente trabajo fue estudiar las características anatómicas y las propiedades físico – mecánicas de la especie *Crepidosperrum goudotianum* (Tul.) Triana & Planch. (Palo Bastón), proveniente del Tahuamanu

– Madre de Dios. Las muestras fueron obtenidas de 05 árboles de la Concesión Maderacre y Maderija SAC. La descripción de las características generales y macroscópicas se obtuvo de muestras de xiloteca en condición seca al aire y las microscópicas de láminas histológicas y tejido macerado; y las propiedades físico – mecánico de probetas estandarizadas”.

“Resalta el color característico de la madera y el veteado en arcos superpuestos y en bandas. Presenta una textura media, grano entrecruzado, tilosis y gomas; además presenta cristales de oxalato de calcio en las células erectas de los radios. Los ensayos físicos se realizaron a un Contenido de humedad de 47 %. Los resultados obtenidos para la densidad básica de la especie fueron de 0.83 (g / cm³), alta; se puede clasificar como una madera pesada. La relación de contracción: T/R = 1.8, es una madera estable y de buen comportamiento al secado. Además, con el cuadro Densidad/Usos de la NTP: se recomienda los usos más probables de: Pisos (parquet – machihembrados); pisos de escaleras; elementos torneado (balaustrada – pasamanos); enchapes, artesanías en general, mangos de herramientas; principalmente”.

- **Quispe (2011)**

“Análisis Comparativo de las Propiedades Físicas de la Madera de *Tetragastris altíssima* (Aubl.) Swartz, de Dos Tipos de Bosque del Distrito Las Piedras – Madre de Dios” (2011).

“Con el presente estudio, se pretende reunir información básica y elementos necesarios para conocer el comportamiento físico de la madera de tetragastris altíssima (aubl.) swartz de dos tipos de bosque del distrito las piedras, como una contribución al conocimiento tecnológico de las especies forestales de interés comercial con lo cual se podrá sugerir, probar, validar y difundir las posibilidades de diversificación de los productos forestales de la región lo que repercutirá en un beneficio directo a los poseedores y transformadores del recurso”.

En la actualidad se reconoce la gran variabilidad de las propiedades de la madera tanto dentro del árbol como entre árboles de la misma especie y entre diferentes áreas geográficas, y podemos decir que con la determinación de las

propiedades físicas de determinadas zonas geográficas se puede asignar los probables usos más adecuados a cada especie (Martínez et al., 2007).

Uno de los caminos para obtener madera uniforme es el de restringirla fuente de extracción a determinadas especies y a determinadas zonas geográficas; otra forma de conseguirlo es la de utilizar madera de la misma edad para evitar los efectos debidos a la proporción de madera juvenil y madura; y también mediante prácticas silvícolas que influye en las condiciones de crecimientos de los árboles para que produzcan madera de mayor homogeneidad (Martínez et al., 2007).

Debido a la enorme variabilidad presente en las distintas especies forestales, implica el gran inconveniente de tener que estudiar profundamente especie a especie para su conocimiento, pero por otro lado la gran ventaja de disponer de una extensa gama de propiedades, que pueden ser seleccionadas previamente, en función del producto final que se quiera obtener (Martínez et al., 2007).

La necesidad de contar con una base de datos que nos permita la extracción del recurso forestal por cada zona geográfica nos planteamos las siguientes interrogantes: ¿será posible comparar las propiedades físicas de la madera de *Tetragastris altíssima* (aubl.) swartz entre los dos tipos de bosque? y ¿en cuál de estas propiedades físicas se dan las principales diferencias?

El estado fitosanitario del árbol y las condiciones atmosféricas presentes en cada zona geográfica juegan un papel muy importante en las propiedades físicas de la madera, y esto se percibe en los diferentes productos derivados de la industria manufacturera de la madera (Rivero, 2004).

El presente trabajo tiene por objetivo general determinar comparar y analizar las propiedades físicas de la madera de *Tetragastris altíssima* (aubl.) swartz de dos tipos de bosque del distrito las piedras, provincia de tambopata, departamento de madre de dios. para el cumplimiento del objetivo general se plantearon los siguientes objetivos específicos: determinar el contenido de humedad, determinar la densidad, densidad básica y anhidra; determinar las contracciones tangencial, radial, longitudinal y volumétrica; y determinar la relación t/r, el análisis de los ensayos se tratarán por tipo bosque.

A los resultados obtenidos de la caracterización física de la madera de *Tetragastris altíssima* (aubl.) swartz de los dos tipos de bosque se aplicará un análisis de varianza (anova). En este análisis se compararán las variables numéricas en el nivel de significancia de 0.05%, se utiliza este análisis para corroborar si la significación de diferencias entre medias de árboles y tipos de bosque son o no significativas.

- **Morvely (2014)**

“Determinación de las características anatómicas y propiedades físicas de la madera de las especies *erisma uncinatum* warm y *dacryodes peruviana* (loes.) h.j. lam proveniente de la provincia de Tambopata - Madre de Dios. (2014)”.

“La investigación fue realizada partiendo de dos (2) árboles/especie, seleccionadas a partir de individuos por cada, en la Concesión Forestal del Sr. Pablo Ccallo Condori. Se siguió la metodología recomendadas por la COPANT”, incluyendo algunas consideraciones de la IAWA para la caracterización de la anatomía macro y microscópica, y de las propiedades físicas del leño. Las dos especies presentan colores claros a vistoso, con un veteado evidentemente en arcos superpuestos para *E. uncinatum*, y en el caso de *D. peruviana* en bandas paralelas; ambas con textura media; grano recto en *E. uncinatum* y entrecruzado para *D. peruviana* y tilosis y gomas para ambas especies. Los ensayos físicos para *E. uncinatum* fueron realizados al 121% de humedad de la madera, con los siguientes resultados: densidad básica de 0.47 g/cm³ clasificándola como densidad media; relación de contracción T/R fue de 2.4, moderadamente estable y de regular comportamiento al secado. Usando el cuadro de densidad/ usos de la NTP: la especie puede ser usada para puertas, ventanas marcos de puertas y ventanas y mueblería en general. También, las láminas de enchape y construcciones principalmente. En cuanto *D. peruviana* se realizaron con un contenido de humedad de la madera 73.35 %, con los siguientes resultados: densidad básica de 0.43 (g/cm³), clasificándola como media; relación de contracción T/R fue de 2.0, moderadamente estable y de buen comportamiento al secado. Además, de acuerdo a la NTP es recomienda para ser usada: en muebles en general, laminas enchapadas, embalaje y construcción.

- **Callo (2014)**

“Determinación de las propiedades físicas y características anatómicas de las especies *Aspidosperma subcanum* Mart & Zucc. (Quillobordon) y *Beilschmiedia towarensis* (meisn). sa. Nishida (palta moena) proveniente del Distrito de las Piedras. provincia de Tambopata departamento de Madre de Dios. (2014)”.

“La finalidad del presente trabajo fue determinar y analizar las propiedades físicas y Características Anatómicas de la especie *Aspidosperma subincaum* MAR.r. & Zucc. (Quillobordon) y *Beilschmiedia towarensis* (Meisn.) Sa.Nishida (Palta Moena) provenientes del Distrito de las Piedras-Provincia de Tambopata-Departamento Madre de Dios-Perú”. Se seleccionaron estas dos especies porque en estos últimos años se le está dándole mayor uso y esto se puede constatar a través del balance de producción Anual de los últimos 7 años en donde se ve claramente que el promedio de la *Beilschmiedia towarensis* (Meisn.) Sa.Nishida (Palta Moena) es 43 86134 m³/año, esto quiere decir que esta especie mantiene una producción alta (DRFFS 2014), también podemos decir que el *Aspidosperma subincaum* MART. & Zucc. (Quillobordon) en estos últimos tres años tiene una tendencia de estar subiendo de una manera significativa en cuestión del volumen de producción anual (DRFFS 2014), con estos datos podemos deducir que año tras año se está dando un mayor aprovechamiento a estas especies sin conocer de manera precisa los usos adecuados que se le puede atribuir, puestos que no cuentan con estudios de sus propiedades tecnológicas. Las muestras fueron obtenidas de 4 árboles 2 por especie de la concesión castañera del señor Pablo Callo Condori para lo cual se seleccionó una zona y una sub zona. Los procedimientos realizados para alcanzar los objetivos propuestos están fundamentados en Normas Técnicas reconocidas a nivel nacional y mundial, como La COPANT Y IAWA para el estudio Anatómico; y la Normas Técnicas Peruanas (NTP) para las Propiedades Físicas. La descripción de las características organolépticas y macroscópicas se obtuvo de muestras de xilotecas, cubos y rodajas en condición seca al aire y las microscópicas de láminas histológicas y tejido macerado; y las propiedades físicas de probetas. Los resultados obtenidos demostraron que la especie *Aspidosperma subincaum* Mart. & Zucc. (Quillobordon) tiene una Densidad Básica de 0.73 (gr/cm³) y se clasifica en densidad Alta y los posibles usos son: Parquet, pisos, vigas, estructuras, durmientes, construcción pesada en general, carrocerías, construcción de barcos (estructuras). El Índice de Estabilidad (T/R)

=1.5, lo cual indica que es una madera estable y de buen comportamiento al secado, mientras que la especie *Beilschmiedia towarensis* (Meisn.) Sa.Nishida (Palta Moena) tiene una Densidad Básica de 0.47 (gr/cm³) y se clasifica en densidad Media y los posibles usos son Carpintería de obra, Cajonería, Mueblería. Carpintería de interiores, tabiquería, armarios, puertas, Chapas decorativas, El Índice de Estabilidad (T/R) es 1.7, lo cual indica que es una madera estable y de buen comportamiento al secado.

3.3 Descripción de la especie:

a) *Cariniana decandra* Ducke

b) **Taxonomía del Árbol:** Según la clasificación de

Reyno: Plantae

Clase: Magnoliopsida

Orden: Ericales

Familia: Lecythidaceae

Género: *Cariniana*

Especie: *Cariniana decandra* Ducke

c) **Características dendrológicas:** Árbol hasta 30-35 m de altura y 70 cm de diámetro; con pequeños aletones en la base; corteza externa gris, con pequeñas fisuras sinuosas y bastantes lenticelas; al efectuar un corte en el tronco se forma una resina que se solidifica

d) **Nombres comunes:** cachimbo

e) **ECOLOGÍA Y DISTRIBUCIÓN**

“Se encuentra en bosques no inundables, en terrazas y colinas bajas, en suelos franco arenosos de color marrón; en Perú, en los departamentos de Loreto, Ucayali, Huánuco, Madre de Dios entre 0 y 500 msnm. En la Amazonia de Brasil en Belén, Manaus, entre los ríos Livramento y Ipixuma, Rio Madeira, el Acre y Rondonia”.

La información disponible sobre volúmenes maderables correspondientes al nombre común "Cachimbo blanco" indica que la especie existe en cantidades

medias en algunas áreas de la amazonia central del Perú. Sibille (1996) y WWF (2006).

f) Árbol:

“Alcanza más de 40 m de altura y 90 cm de diámetro; tronco circular; aletones bajos y gruesos. Copa globosa o un poco achatada horizontalmente. La corteza superficial del tronco de color marrón, fisurada, con fisuras de 1 cm de profundidad y 1 cm de abertura. Corteza viva laminar, de 1 a 1.3 cm de grosor, con ligero olor a grasa vegetal; presenta tres capas; una externa de color rosado parduzco, otra intermedia rosada y una interna es blanquecina y más delgada” Sibille (1996).

g) Hojas:

“Simples, alternas; nervios ligeramente prominentes en ambas caras. Ramitas jóvenes cilíndricas y con pequeños surcos longitudinales de color pardo negrusco” Sibille (1996).

h) Flores:

“Dispuestas en manojos ralos, de unos 12 cm de longitud; flores amarillentas, con numerosos estambres” Sibille (1996).

i) Fruto:

“Parecido a un recipiente u ollita alargado, de consistencia leñosa; (“Cachimbo”); es un fruto tipo pixidio), tiene un cuerpo largo, triangular (opérculo) que actúa como tapa de la ollita. Los frutos pueden tener hasta 20 cm de longitud; son de color pardo oscuro por fuera y pardo claro por dentro; semillas aladas” (Sibille, 1996).

Cuadro 1: Propiedades Físicas de *Cariniana decandra* por diferentes autores.

Autores	Contenido de Humedad (%)	Densidad Básica (gr/cm ³)	Contracción Radial (%)	Contracción Tangencial (%)	Contracción Volumétrica (%)	Contracción Longitudinal (%)	Índice de Estabilidad T/R
Valderrama (1993)	77.3	---	4.80	5.13	10.00	---	---

WWF (2006)	---	0.55	3.7	5.90	10.00	---	1.5
WWF (2012)	---	0.59	5.00	---	12.1	---	1.5
PROMPEX (2006)	---	0.59	4.96	7.58	12.1	---	1.5



Figura 1: Muestra botánica de la especie *Cariniana decandra* Ducke.
Fuente: OSINFOR, 2013.

j) Especies con características afines

“Esta especie puede confundirse con *Cariniana domesticata*, por la similitud del fuste, corteza, forma de crecimiento y frutos. Sin embargo, *Cariniana decandra* tiene ramitas terminales glabras (no puberulentas), el borde de la hoja es sinuoso (no crenulado), no tiene domatios, tiene frutos más largos que alcanza más de 10 centímetros y las alas de las semillas miden entre 5 a 7 centímetros de longitud”. (WWF, 2006).

k) Características Organolépticas de la Madera

“Color: El tronco recién cortado presenta capas externas de madera (albura) de color blanco cremoso, similar a las capas internas (duramen), no observándose entre ambas capas contraste en el color. En la madera seca al aire, la albura se torna de color blanco HUE 8/2 10YR y el duramen marrón muy pálido HUE 8/3 10YR. (*Munsell Soil Color Charts*)”. Sibille (1996); WWF (2006); Gonzales (2012); WWF (2013) y Chavesta (2015).

“Olor no distintivo, lustre o brillo moderado, grano recto, textura media a fina, vetado o figura arcos superpuestos formados por anillos de crecimiento, anillos de crecimiento diferenciados por bandas oscuras e irregulares, en promedio siete anillos en 2.5 centímetros, con rango de cinco a ocho”. Sibille (1996); WWF (2006); Gonzales (2012) y Chavesta (2015).

l) Características Macroscópicas

“Poros visibles a simple vista, solitarios ovalados, mayormente múltiples radiales, porosidad difusa, disposición radial, promedio de poros/cm² muchos, parénquima en bandas de tipo reticulado, radios finos visibles con lupa, promedio de radios/5 mm muchos, no estratificados, inclusiones presenta gomas en los poros” (Sibille, 1996); WWF (2006); Gonzales (2012) y Chavesta (2015).

m) Características Microscópicas

“El diámetro tangencial varía de 79 a 145µm y la longitud entre 307 y 538µm. Platina de perforación horizontal con perforación simple. Punteado intervascular alterno con puntuaciones de forma redonda y ovalada, abertura incluida de forma ovalada. Punteado radiovascular similar al intervascular. Parénquima en bandas de tipo reticulado, no estratificado. Presencia de inclusiones gomosas y cristales

de forma romboide. Radios homogéneos, uniseriados, no estratificados. Altura entre 154 a 720 μ m. Presencia de inclusiones gomosas. Fibras libriformes con punteaduras simples, no estratificadas. Diámetro total de 24 μ m, el grosor de pared celular 4.0 μ m y la longitud varía entre 845 y 1536 μ m". Gonzales (2012) y Chavesta (2015).

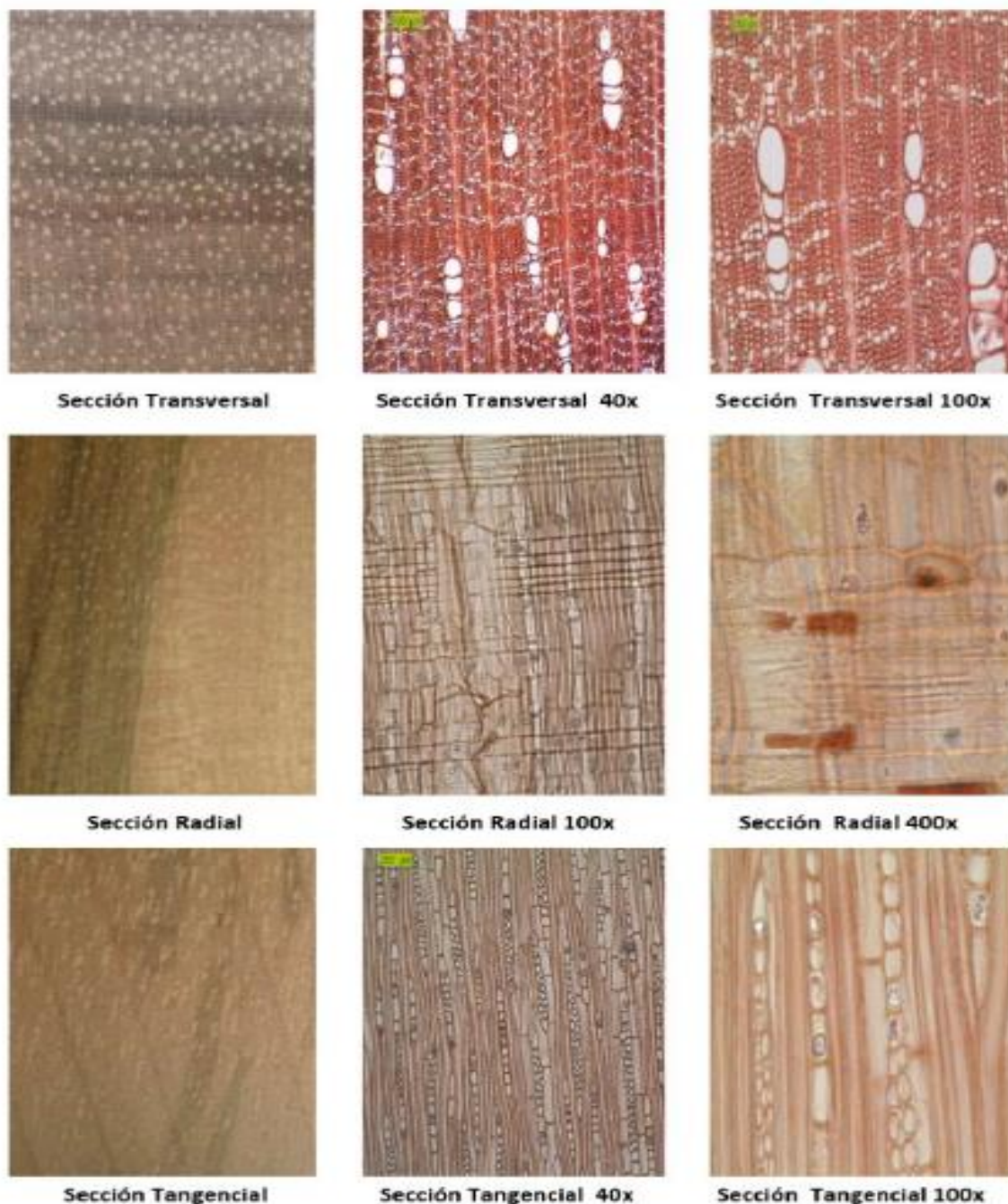


Figura 2: Muestra de la madera de la especie *Cariniana decandra* Ducke, en sus secciones transversal, radial y tangencial, a nivel macroscópico y microscópico. Fuente: Gonzales, 2011.

n) Características Tecnológicas

“El cachimbo blanco es una madera medianamente pesada, que presenta contracciones lineales bajas y contracción volumétrica estable. Para la resistencia mecánica se sitúa en el límite de la categoría media con la categoría alta”. WWF (2006).

Propiedades físicas

Densidad básica	: 0.55 g/cm ³ mediana
Contracción tangencial	: 5.90%.
Contracción radial	: 3.70%.
Contracción volumétrica	: 10.00% baja.
Relación T/R	: 1.50 estable.

Propiedades mecánicas

Módulo de elasticidad en flexión	: 104 000 kg/cm ² flexible límite con poco rígida.
Módulo de rotura en flexión	: 634,00 kg/cm ² Mediana.
Compresión paralela (RM)	: 327,00 kg/cm ² Mediana.
Compresión perpendicular (ELP)	: 47,00 kg/cm ² Mediana.
Corte paralelo a las fibras	: 87,00 kg/cm ² Mediana.
Dureza en los lados	: 398,00 kg/cm ² Mediana.
Tenacidad (resistencia al choque)	: 3,00 kg-m Mediana.

o) Recomendaciones Técnicas

“La madera es homogénea y tiene pocas tensiones internas por lo que su aserrío es moderadamente fácil. Tiene buena trabajabilidad, aunque tiende a desafilar las herramientas debido a la presencia de sílice. La madera es moderadamente fácil de secar al aire libre (tablas de una pulgada secan en 40 días) y muestra buen comportamiento. Para el secado artificial se recomienda un programa suave de 10 días para tablas de dos pulgadas, sin embargo, con programa severo de 55 horas se obtiene resultando un producto de buena calidad. Se califica como moderadamente resistente al ataque biológico. Es moderadamente fácil de tratar mostrando impregnabilidad regular. Se recomienda el método de inmersión para madera verde y baño caliente-frío para madera seca”. WWF (2013).

p) Usos

“La madera se usa para construcción de viviendas, vigas, viguetas, columnas, tijerales, carpintería de interiores, encofrados, molduras, machihembrados, mueblería, artesanía, mangos de herramientas y artículos deportivos. Puede sustituir al pino oregón en construcciones”. WWF (2006) y WWF (2013).

3.3 Conceptos fundamentales:

1.1 Características anatómicas.

- Aróstegui (1975) “afirma que la anatomía de la madera comprende el estudio de las características generales u organolépticas y sub. -microscópicas de la madera, la misma que se divide en dos partes: Anatomía Sistemática, que se ocupa de la identificación de la especie y la Anatomía Aplicada, que estudia la influencia de la estructura anatómica en las propiedades tecnológicas”.
- Aróstegui (1982) “sostiene que las características anatómicas, permiten explicar las causas correspondientes a los cambios dimensionales y el comportamiento de los esfuerzos mecánicos de la madera, además, menciona que la contracción radial y tangencial es un índice de la estabilidad de la madera y cuando la relación entre ambos se acerca a la unidad la madera es más estable y tiene buen comportamiento al secado”.

1.2 Propiedades físicas

- Tuset y Durán (1989) “reporta que las características físicas, mecánicas y eléctricas de la madera, son variables en función de una serie de factores, entre los cuales destacan: especie, clima, edafología, condiciones silvícolas de crecimiento y la anisotropía de la madera. Como consecuencia de ambos hechos, se constatan variaciones de las propiedades del leño; tanto en tres diferentes árboles integrantes de un mismo bosque, como entre probetas provenientes de un mismo árbol. Así mismo la variación del peso específico de la madera se debe diferencia en su estructura y a la presencia de constituyentes extraños”.
- Arroyo (1983) “manifiesta que el comportamiento físico de la madera está constituido por una serie de propiedades tales como contenido de humedad, densidad, peso específico, etc., las cuales en

conjunto pueden definirse como propiedades físicas de la madera. Partiendo de esta concepción, las propiedades físicas de la madera son el conjunto de propiedades que caracterizan el comportamiento físico de la misma”.

- Hoheisel (1981) y Castillo (1988) “Los ensayos de las propiedades físicas y mecánicas de las maderas se realizan sea cual sea la norma utilizada, generalmente con el objeto de proponer los usos probables y dar al ingeniero los datos necesarios para el cálculo de estructuras de maderas. Es necesario que los datos obtenidos permitan el uso adecuado de la madera en proporción mínima, y que garanticen seguridad en cuanto a parámetros de diseño”.

1..2.1 Humedad de la madera

“Cuando un árbol está recién cortado, su madera contiene gran cantidad de agua, variando su contenido, según la época del año, la región de procedencia y la especie forestal de que se trate, según **JUNAC (1989)**, las maderas livianas, por ser más porosas, contienen una mayor cantidad de agua que las pesadas. De igual manera la albura, por estar conformada por células, cuya función principal es la de conducción de agua, presenta un contenido de humedad mayor que el duramen. En otras palabras, el porcentaje de agua contenido en los espacios huecos y en las paredes celulares de la madera es muy variable en el árbol vivo” **JUNAC (1989)**.

Del contenido de humedad

“El contenido de agua o contenido de humedad promedio es la cifra que expresa el valor promedio de los contenidos de humedad de una pieza de madera”. (**NTP. INDECOPI 251.010:2004**)

JUNAC (1989) “Asimismo para la determinación del contenido de humedad se hace considerando sólo los valores del agua libre y de saturación o higroscópica en la práctica, la madera se considera totalmente seca cuando al secarla en estufa a 103 ± 2 grados centígrados alcanza su peso constante”.

Arroyo (1983), citado por Rivero (2004) “La madera es una sustancia higroscópica, es decir, tiene afinidad por el agua en forma líquida y gaseosa. Esta propiedad de la madera es dependiente de la temperatura y la humedad de la atmósfera circundante. En consecuencia, el contenido de humedad de la madera variará con los cambios/en las condiciones atmosféricas que la rodean. Todas las propiedades/físicas de la madera son grandemente afectadas por las fluctuaciones en el contenido de humedad. Para utilizar la madera en forma adecuada es imprescindible conocer su contenido de humedad, entender su localización y el movimiento del agua a través de ella”.

Arroyo (1983) “Las condiciones que determinan el contenido de humedad de equilibrio son expresiones del efecto que causa el agua en la madera, sin embargo, dentro de un miembro estructural, las velocidades de movimiento del agua no son las mismas en todas las direcciones con respecto a los ejes principales del árbol. En la dirección longitudinal, el movimiento del agua en forma de vapor es altamente favorecido por la estructura tubular de las células. A consecuencia de ello, el agua se mueve de 12 a 15 veces más rápido a lo largo del grano que a través de él, de tal manera que, en una pieza de forma cúbica la mayor cantidad de agua se evapora por los extremos”.

Arroyo (1983) “Los cambios dimensionales que ocurren en la madera son función no solo de la cantidad de humedad presente, sino también de la cantidad de sustancia de la pared celular; mientras mayor es la cantidad de material presente, mayores serán los cambios dimensionales posibles por variaciones en el contenido de humedad. Esta afirmación debe considerarse sólo como un índice aproximado, ya que la correlación no se mantiene para todas las maderas”.

Junac (1989) “La madera se caracteriza por ser un material de naturaleza higroscópica, es decir, que muestra afinidad por los cambios de humedad que se producen en el medio ambiente que le rodea. Esta afinidad se manifiesta por contracción o hinchamiento ante pérdidas o ganancias de humedad”.

Tuset. (1989) “El contenido de humedad de una madera influye mucho en su peso (y por lo tanto en su comercialización) a la vez que afecta otras propiedades físicas (como el peso específico y contracción o hinchamiento de sus dimensiones), las propiedades de resistencia mecánica y de resistencia al ataque de hongos e insectos xilófagos. Por las razones apuntadas, el conocimiento del contenido de humedad reviste particular importancia”.

Vignote y Jiménez (1996) “El estudio de las relaciones entre el agua y la madera, es seguramente el más importante, ya que afecta a la mayoría de los procesos en su transformación. Es más, las características de comportamiento de la madera están influenciados por el contenido de humedad así, esta influye de forma determinante en la concepción de los procesos tales como: aserrado, debobinado, cepillado, encolado, barnizado, etc. Respecto al comportamiento, la humedad es un factor determinante en su durabilidad, resistencia, peso y sobre todo en sus dimensiones, hinchándose cuando gana humedad y contrayéndose cuando la pierde”.

1..2.2 Densidad

La densidad, según **León (2001)**, “está determinada por la cantidad de sustancia madera presente en un volumen dado, el contenido de humedad de la pieza de madera y la cantidad de extractivos presentes. La cantidad de madera está relacionada directamente con el espesor de la pared celular, de los elementos constituyentes de la madera, específicamente de aquellas células que se encargan de llevar a cabo la función de soporte o resistencia mecánica: traqueidas en coníferas y fibras en latifoliadas. La elasticidad y la resistencia a la flexión dependen generalmente de la densidad”.

Zobel y Talbert (1988), Wright y Osorio (1992) “Existe una considerable variación de la densidad de la madera entre árboles de una misma especie, entre especies y entre diferentes áreas geográficas, que son consecuencia de que dicha característica está influenciada por la condición genética del individuo y el ambiente en el cual crece”.

Kollman (1957) “La densidad es la relación entre la masa de una probeta y su volumen, medidas/ambas en las mismas condiciones de humedad, la densidad de una madera es uno de los datos más importantes para su clasificación técnica, ya que existe una relación bastante constante entre densidad y resistencia mecánica, las maderas más pesadas son por lo general más resistentes”.

Remacha (1987) “La importancia de la densidad como elemento de juicio sobre su calidad y para la selección o clasificación de la misma. En cualquier caso, sirve para caracterizar tecnológicamente la madera, presentando una acentuada correlación con la mayoría de las características físico-mecánicas”.

Junac (1989) “La densidad, es una medida de la cantidad de material sólido que posee la madera y tiene una marcada influencia en la resistencia mecánica de esta. En probetas pequeñas libres de defectos, puede esperarse que la resistencia sea directamente proporcional a la densidad, es decir, a mayor densidad mayor resistencia. Los ensayos de laboratorio con estas probetas, indican que existe buen nivel de correlación entre todas y cada una de las propiedades mecánicas y la densidad del material en estudio”.

Zobel (1964) “El valor de la densidad de la madera y su variación, depende en alto grado de la altura y sección del árbol, donde se toma la muestra. La densidad de la madera está influenciada por la estructura genética del árbol. La densidad de la madera varía, a la vez, por la cantidad y clases de sustancias que contiene, por ejemplo, resinas y ligninas”.

Guzmán (1979) “La variación del peso específico se debe a diferencias en su estructura y a la presencia de constituyentes extraños. La estructura de la madera está caracterizada por la cantidad proporcional de células de varios tipos como fibras, vasos, radios, parénquima, conductos gomíferos y por las dimensiones, especialmente el espesor de las paredes celulares y la longitud de los elementos estructurales. Indica que las tenencias hereditarias y los factores ambientales como suelo, precipitación, viento, calor, afectan la estructura de la madera”.

Arostegui (1982) “Se puede correlacionar la densidad y la contracción, manifestando que las maderas con mayor densidad básica tienen mayor contracción que las maderas de menor densidad básica”

Factores que afectan a la densidad

“Existen algunos factores que inciden en la densidad de la madera, tales como cantidad de madera temprana y tardía, tamaño de las fibras, espesor de pared celular, tipo y diámetro de células y contenido de extraíbles presentes en la madera. La presencia y cantidad relativa de estos últimos está a su vez influenciada por la edad de los árboles y su interacción con el medio ambiente” (Prado y Barros, 1989).

Además puede estar influenciada por los siguientes factores según Jayawickrama(1992):

- **Factores genéticos:** Procedencias / Fuentes de semilla, árboles individuales.
- **Factores de sitio:** área geográfica, sitios dentro de una misma región, clima, disponibilidad de humedad en el suelo, temperatura.
- **Factores silviculturales:** Establecimiento de plantaciones, Régimen de elementos nutritivos y fertilización, espaciamiento, raleo, podas.

a) Densidad básica

“La densidad básica de la madera es el cociente entre el peso anhidro de una muestra de madera y su volumen verde o saturado (Libby, 1969) y depende de varios factores, muchos de ellos propios de cada especie y otros relacionados con el medio ambiente” Prado y Barros (1989).

“Además, la densidad es el descriptor primario de mayor importancia en numerosas propiedades tecnológicas, independientemente si el objetivo es producción de madera sólida o pulpa (Lopez *et al.*, 2003). Esta propiedad es la que más información aporta sobre el comportamiento de cualquier madera, ya que el resto de las características físico-mecánicas están íntimamente correlacionadas con ella” (Delmastro *et al.*, 1980).

“La densidad depende del tamaño de los vasos y de la cantidad de los mismos, del espesor de la pared, del diámetro de las fibras y de la composición química de la madera, de tal forma que dos maderas con densidades similares pueden ser muy distintas en cuanto a las características anteriores” (Villena, 2003).

“La diferencia entre árboles es amplia, aun cuando se consideran árboles de igual edad, clase de copa, crecimiento en condiciones comparables y estas diferencias dependen de la especie. Entre las especies la densidad varía de 0,2 a 1,3 g/cm³ como valores extremos” (Delmastro *et al.*, 1980).

1..2.3 Peso específico.

“El peso específico es la relación entre el peso seco de la madera y el peso de un volumen igual de agua”, Arostegui (1982).

El peso específico, según **León (2001)**, “viene determinado por varias características de la madera tales como tamaño de las células, espesor de sus paredes, proporción de madera temprana y madera tardía, cantidad de células radiales, tamaño y cantidad de vasos, entre otros. Además de la presencia de extractivos dentro y entre células que pueden afectar las variaciones de peso específico. La influencia de los radios sobre el peso específico está relacionada con las diferencias en el volumen de los radios, las dimensiones de las células radiales y la relación entre el volumen de células procumbentes y células erectas”.

El peso específico de la madera depende de tres factores:

- Del tamaño de las células.
- Del espesor de las paredes celulares
- De la interrelación entre el número de células de diferentes tipos en término de 1 y 2.

Arroyo (1983) “Las fibras son particularmente importantes en la determinación del peso específico ya que sus secciones transversales pequeñas permiten el agrupamiento de ellas en un espacio reducido. Si las fibras son de paredes gruesas y lúmenes pequeños, el espacio de aire es relativamente pequeño y el peso específico tiende a ser alto. Si por el contrario, son de paredes delgadas, lúmenes amplios, o ambas cosas, el peso específico será bajo. Madera liviana como el balsa, ilustra esta última condición, ya que presentan alta proporción de fibras de paredes delgadas y grandes lúmenes, con bajo volumen de vasos. El

peso específico bajo también puede ser el resultado de un alto volumen de vasos en la madera”.

Kollman (1957) “Es indispensable comparar pesos específicos únicamente entre maderas que tengan el mismo grado de humedad, para esto se han establecido como puntos de comparación, los valores fijos de 0% y 12% de humedad. El primero corresponde al estado anhidro, presenta la ventaja de poder reproducir siempre con valor constante”.

1..2.4 Contracción de la Madera

“La madera posee la propiedad de contraerse o hincharse según pierde o gane humedad. Al secar la madera verde hasta un contenido de humedad en equilibrio con las condiciones atmosférica se produce una considerable disminución de las dimensiones originales y aun cuando una determinada pieza de madera sea adecuadamente secada antes de ser puesta en obra se encogerá o hinchará de acuerdo a las variaciones del medio ambiente” (Arroyo, 1983).

“La contracción se origina al perderse el agua límite, o sea, que empieza cuando la madera alcanza el P.S.F. y como todo cuerpo las variaciones se realizan en las tres dimensiones: longitudinal, radial y tangencial” (Aróstegui, 1982).

“Las variaciones en el sentido longitudinal son prácticamente despreciables en usos comunes, la contracción tangencial es 1.5 a 2 veces mayor que la radial. Este fenómeno da lugar a deformaciones tales como alabeos, torceduras, rajaduras, grieta y colapsos” (Arroyo, 1983).

Las maderas más duras presentan mayores valores de contracción que las maderas menos densas; la contracción se expresa en % de la, dimensión original.

De la contracción volumétrica

Son los cambios dimensionales de la madera después de haberse sometido a cambios en su contenido de humedad.

“La adición de agua u otros líquidos polares a la sustancia de la pared celular produce la expansión de la estructura micro fibrilar en proporción

a la cantidad de líquido añadido. Esta expansión o dilatación continúa hasta que la madera alcanza el punto de saturación de las fibras. De este punto en adelante la adición de agua a la madera no produce cambio en el volumen de la sustancia de la pared celular, porque el agua adicional por encima de este nivel se concentra en los lúmenes de las células. En forma inversa, la remoción de humedad de la pared celular, por debajo del punto de saturación de las fibras, produce contracción en la madera” (Aróstegui, 1982).

Arroyo (1983) “La contracción es la reducción dimensional que experimenta la madera cuando pierde humedad por debajo del punto/fe saturación de las fibras. Este cambio dimensional se expresa, como porcentaje de la máxima dimensión de la madera, o sea, la dimensión verde, ya que en esta condición todavía no ha ocurrido ninguna reducción dimensional”.

Aróstegui (1982) “La contracción y expansión de la madera son los cambios dimensionales, tanto en sentido radial tangencial y longitudinal, que sufre la madera como consecuencia del cambio de su contenido de/humedad, por debajo del punto de saturación de las fibras. La causa de/estos cambios dimensionales, se debe principalmente a la pérdida o entrada del agua higroscópica entre la estructura celulósica de la pared celular, el agua libre no tiene ninguna influencia en estos cambios, debido a las variaciones de las condiciones climáticas (humedad relativa y temperatura), la madera en uso está sujeta a cambios dimensionales; además, estos cambios son diferentes según las secciones de la madera, por lo que en la parte interna se originan tensiones causando defectos durante el secado, tales como grietas, deformaciones, entre otros”.

Kollman (1957) “Los cambios dimensionales tangencial y radial son el resultado de las diferencias entre la cantidad y la estructura de las paredes celulares en la madera temprana y tardía. La contracción y la dilatación tangenciales son controladas por la madera tardía, ya que esta parte del incremento de crecimiento es lo suficientemente fuerte para forzar la madera temprana a cambiar junto con ella. Los cambios dimensionales radiales son la sumatoria de las contribuciones de cada

porción del incremento anual, son menores que en la dirección tangencial”.

II. MATERIALES Y METODOS

3.3 Lugar de procedencia del material experimental

2..1 Ubicación del Bosque de Terraza Alta.

El material experimental se extraerá de la concesión de Forestación y/o Reforestación cuyo titular es el Celso Ortiz Maque ubicado en el sector de sudadero Margen derecha de la localidad de sudadero de la carretera interoceánica, Su extensión superficial es de **327.70 ha**

Departamento : Madre de Dios

Provincia : Tambopata

Distrito : Las Piedras

Tipo de bosque: Bh (Bosque húmedo) –Ta (Terraza alta)

Sector: sudadero- quebrada Gamitana

Cuadro 2. Coordenadas de la concesión .

PUNTOS	Este (E)	Norte (N)
P1	497230	8637300
P2	500650	8637300
P3	499230	8636000
P4	497230	8636000

2..1.1 Ecología

Según la clasificación de **Holdridge (1982)**, corresponde a la zona de vida natural: Bh (Bosque húmedo) –Ta (Terraza alta).

2..1.2 Superficie

La zona de estudio corresponde a la concesión de Forestación y/o Reforestación del señor, Celso Ortiz Maque con contrato **17-TAM/C-FYR-A-025-05** y con un área de **327.70 Ha (DRFFS-2015)**.

2..1.3 Altitud

El área se encuentra a una altitud que varía de 200-215 m.s.n.m.

2..1.4 Clima

- ❖ **Precipitación;** Tiene una precipitación mínima de 42,7 mm/año y una precipitación máxima de 1955,7 mm/año, con un promedio de 462,4 mm/año.
- ❖ **Temperatura;** La temperatura promedio de la zona es 25,1 °C, con temperatura máxima de 27,3 °C y mínima de 24,2 °C.

2.1.2 Ubicación el Bosque de Terraza Baja

El material experimental se extraerá de un predio cuyo titular es Edwin Chata Mamani ubicado en el sector de condenado margen izquierda del rio Tambopata su extensión superficial es de **61.8271 Ha**

Departamento : Madre de Dios
Provincia : Tambopata
Distrito : Tambopata
Sector : Comunidad Condenado
Tipo de bosque: Bh (Bosque húmedo) –BTb (Terraza baja)

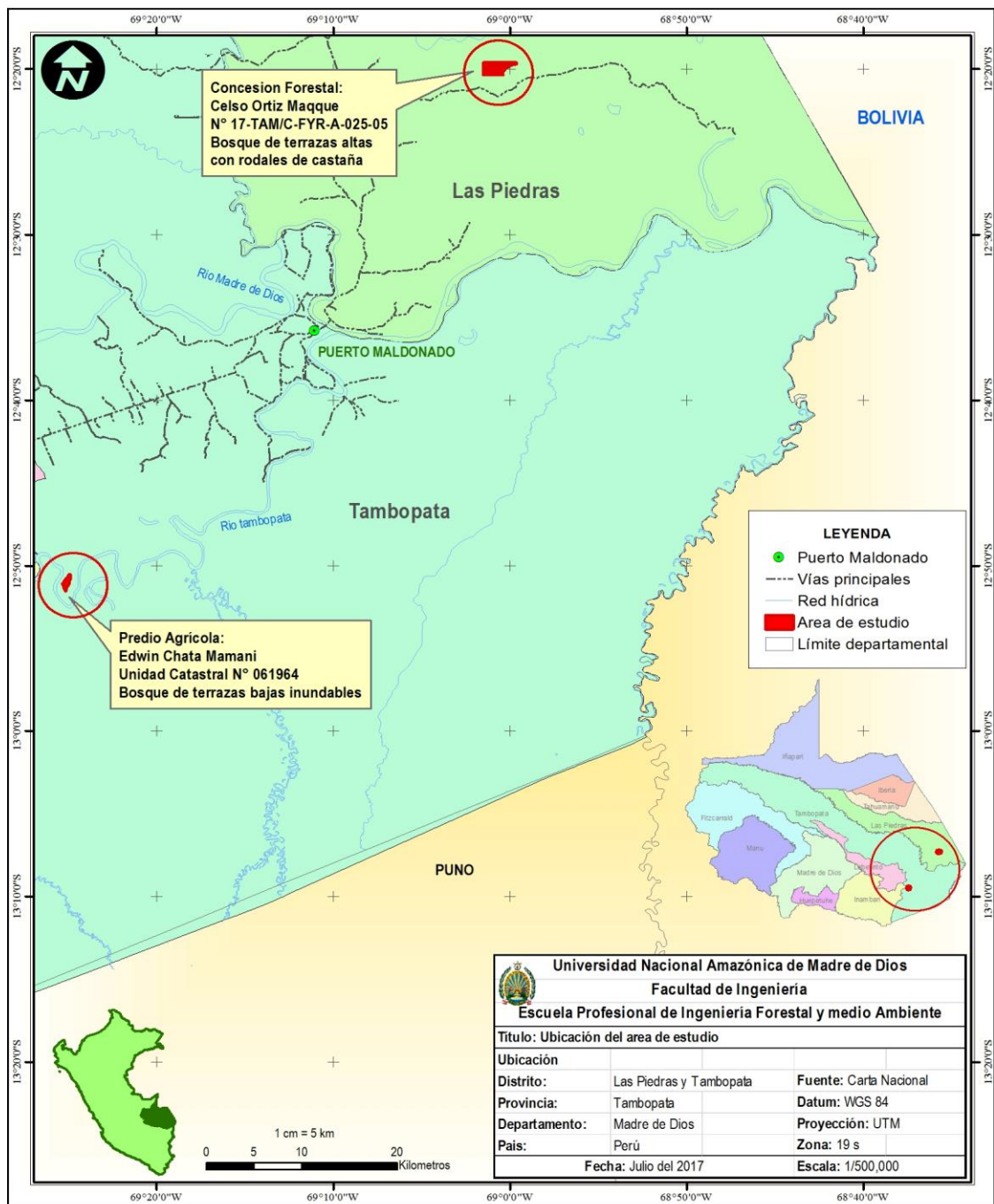
Cuadro 3. Coordenadas del predio agrícola

CUADROS DE DATOS TECNICOS DEL PREDIO " FORTALEZA"				
VERTICE	LADO	DISTANCIA	ESTE (X)	NORTE (X)
A	A-B	147.26	454826.5465	8580280.5951
B	B-C	344.57	454963.4340	8580226.3044
C	C-D	298.44	454956.7380	8579881.8034
D	D-E	412.57	454856.0516	8579600.8615
E	E-F	341.54	454797.6930	8579192.4415
F	F-G	183.64	454591.2981	8578920.3181
G	G-H	298.38	454524.3139	8578749.3274
H	H-I	270.03	454445.9335	8578461.4267
I	I-J	138.86	454364.0072	8578718.7326
J	J-K	275.34	454337.6440	8578855.0693

K	K-L	162.87	454244.7420	8579114.2649
L	L-M	205.54	454158.7668	8579252.5912
M	M-N	259.92	454266.1080	8579427.8811
N	N-O	510.92	454418.5478	8579638.4051
O	O-A	253.35	454720.6402	8580050.4445

Fuente: Elaboración propia: José David Centeno Cruz.

2.1.2.1 Mapa de Ubicación del Predio Agrícola y de la Concesión.



FUENTE: elaboración propia

2.1.1.2 Ecología

Según la clasificación de **HOLDRIDGE (1982)**, corresponde a la zona de vida natural: Bh (Bosque húmedo) –Tb (Terraza baja).

2.1.1.3 Superficie

La segunda zona de estudio corresponde al predio del señor, Edwin Chatata Mamani con unidad catastral **061964** del sector condenado con 61.8271 ha y un perímetro de 4103.23 m

Cuadro 4. Características climáticas de la zona de Puerto Maldonado

Meses	Precipitación (mm) ¹	Temperatura (°C) ²	Humedad Relativa (%) ³
Enero	335.4	26.5	84.7
Febrero	316.7	26.4	85.1
Marzo	288.7	26.3	84.9
Abril	153.9	25.6	83.7
Mayo	111.7	24.9	83.5
Junio	52.7	23.7	81.8
Julio	67.2	23.9	79.3
Agosto	53.7	25.2	75.4
Setiembre	98.8	26.5	74.0
Octubre	188.2	27.0	77.7
Noviembre	232.4	26.8	81.2
diciembre	292.2	26.4	83.8
Total	2191.6	25.8	81.3

Fuente: Tesis "Identificación y caracterización fenotípica de árboles plus de "castaña", *Bertholletia excelsa* H.B.K. (Lecythidaceae) en el departamento de Madre de Dios" Datos del SENAMHI desde 1950 a 1990 proporcionado por el INADE (2007)

2.1.1.4 Localización geográfica del material experimental

La zona de estudio de donde se extraerá el material para realizar los respectivos ensayos se encuentra dentro de la concesión de del señor Celso Ortiz Maque y del predio del señor Edwin Chatata Mamani.

2.2 Lugar de ejecución del proyecto

Se realizara en la Planta Piloto de Tecnología de la Madera, en el Laboratorio de Propiedades Físicas y Mecánicas de la Madera, de la Facultad de Ingeniería Forestal y Ambiental de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios - UNAMAD: distrito Tambopata, provincia Tambopata y departamento Madre de Dios, ubicado en la carretera Puerto Maldonado Iñapari km. 17 margen derecho.

2.3 Materiales y equipos e insumos

2.3.1 Fase de campo

2.3.1.1 Materiales y herramientas:

- ❖ Wincha métrica marca STANLEY de 10 m
- ❖ Libreta de campo
- ❖ Lápices 2B
- ❖ Pintura de aluminio Marca CPP
- ❖ Pintura en Spray para el marcado de árboles
- ❖ Lápices de cera para codificar las muestras de madera
- ❖ Bolsas de polietileno
- ❖ Plumones de tinta indeleble
- ❖ Brocha
- ❖ Prensa botánica
- ❖ Marcadores indelebles.
- ❖ Tiza (blancas, rojas, azules).
- ❖ Machete
- ❖ Pilas alcalinas DURACELL-AA
- ❖ Tijera telescópica
- ❖ Escuadra de reglas

2.3.1.2 Equipos:

- ❖ Motosierra marca STHIL, modelo 070 y accesorios
- ❖ Brújula marca SUNTO.

- ❖ Cámara digital Panasonic modelo Lumix
- ❖ GPS marca GARMIN modelo *map60CSx*

2.3.1.3 Material Experimental

Para el estudio de Propiedades Físicas:

Ensayos Dimensiones 3x3x10 cm

- ❖ Contenido de humedad
- ❖ Densidad Básica
- ❖ Densidad Anhidra
- ❖ Contracción Radial
- ❖ Contracción Tangencial
- ❖ Contracción Volumétrica

2.3.2 Fase de Carpintería

2.3.2.1 Materiales

- ❖ Lapiceros de tinta indeleble negra y azul.
- ❖ Tizas de diferentes colores.
- ❖ Bolsas plásticas transparentes de 10x15 cm.
- ❖ Etiquetas con código.
- ❖ Navaja.
- ❖ Regla graduada.
- ❖ Escuadra.
- ❖ Clavos.
- ❖ Martillo.
- ❖ Lápiz.

2.3.2.2 Equipos

- ❖ Sierra circula marca MAZUTTI.
- ❖ Sierra cinta o cierra sin fin, marca SICAR 800.
- ❖ Disco circular marca WEG.

2.3.2.3 Otros (terceros)

- ❖ Obreros.

2.3.3 Fase de Laboratorio

2.3.3.1 Materiales:

- ❖ Martillo.
- ❖ Navaja para madera marca STANLEY.
- ❖ Lupa de 10x y 20x marca RUPER.
- ❖ Vasos de precipitación de 50, 100 y 600 ml.
- ❖ Franela.
- ❖ Lijas finas N° 120.
- ❖ Envases de rollo de película.
- ❖ Baldes.
- ❖ Hoja de sierra.
- ❖ Guantes.
- ❖ Protectores.
- ❖ Plumones indelebles azul y negro.
- ❖ Libreta de apuntes.
- ❖ Tabla de colores de suelo de MUNSELL.
- ❖ Formón.
- ❖ Cinta adhesiva.

2.3.3.2 Equipos:

- ❖ Estufa marca Tomos modelo 9076^a serie 15060098.
- ❖ Cámara digital marca PANASONIC.
- ❖ Computadora PENTIUM III e impresora LASER.
- ❖ Balanza analítica digital de precisión con capacidad de 2100 gr, con precisión de 0.001 gr.
- ❖ Calibrador vernier o pie de rey marca Declusa 0 - 150 mm.
- ❖ Micrómetro digital SUNTO.

2.4 Metodología.

2.4.1 Método de investigación.

El tipo de trabajo de investigación es básico aplicado y el método es explicativo, deductivo y cuantitativo (deducido de datos cuantitativos).

Los ensayos realizados para alcanzar los objetivos propuestos en este trabajo de investigación, estuvieron fundamentados en las metodologías planteadas por

la Norma Técnica Peruana: NTP-251.008, NTP-251.010, NTP-251.011 y NTP-251.012.

2.4.2 Selección de la zona de estudio

Según la NTP INDECOPI 251.008.2004 para la selección y colección de muestra se debe definir la zona y sub zona donde se debe conocer con anterioridad el volumen de madera que existe de la especie por unidad de superficie. Para el presente trabajo de investigación se consideró como zona la concesión forestación y/o reforestación del señor **Celso Ortiz Maqqe** y del señor **Edwin Chatata Mamani** a su vez dentro de la zona se procedió a dividir en sub zonas de la cual se obtuvo las muestras para los ensayos de propiedades físicas.

“Para la selección de los árboles se tuvo en consideración que tengan buenas características fitosanitarias, de fuste lo más recto y alto posible, teniendo en consideración las características morfológicas de la especie” (NTP INDECOPI 251.008.2004).

2.4.3 Selección de los árboles para el estudio

Para la selección de los árboles primeramente se realizó un inventario forestal total dentro de la concesión de forestación de reforestación del señor Celso Ortiz Maqqe y del predio de sr. Edwin Chatata Mamani para la especie en estudio de la *Cariniana decandra* Ducke Posteriormente se escogieron al azar 2 árboles por tipo de bosque, tomando siempre en cuenta que los arboles seleccionado debieron ser de buenas características fitosanitarias, de fuste lo más recto y alto posible, teniendo en consideración las características morfológicas de la especie. Estos árboles fueron previamente identificados botánicamente por un especialista (ver documento en anexo).

2.4.4 Obtención de las Muestras para los ensayos respectivos.

Los individuos seleccionados se cortaron a 30 cm. del ras del suelo, luego se procedió al desramado, se determinó y marcaron tres (03) niveles considerando la base, la parte media del fuste, y la zona superior del fuste (Figura 4). De la cual se seleccionó una troza al azar, luego de haber seleccionado una troza se procedió a extraer la muestra para obtener viguetas para los diferentes ensayos, se escogió al azar el número necesario de viguetas para la preparación de probetas que se utilizó en el estudio Físico.



Figura 4: Fase de Campo: **A)** Muestra botánica de *Cariniana decandra* Ducke. **B)** Marcación de las trozas para la selección al azar. **C)** Obtención de trozas y **D)** Aserrado del tablón central.

2.4.5 Procedimientos:

2.4.5.1 Aspectos Básicos a tener en cuenta.

Se evaluó la influencia de los planos de corte en las variaciones de las propiedades físicas, teniendo en consideración los siguientes aspectos:

a) Planos de Corte

Para la determinación de las propiedades físicas de la madera se tuvo en cuenta los planos de corte o secciones:

- ❖ **Sección Transversal:** Es la sección perpendicular al eje del tronco.
- ❖ **Sección Longitudinal:** Es la sección paralela al eje del tronco que a su vez puede ser:
- ❖ **Tangencial:** Es el corte que sigue una dirección perpendicular a los radios o tangente a los anillos de crecimiento.

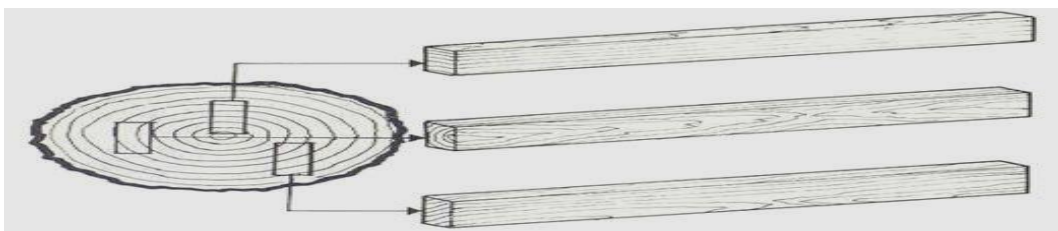


Figura 5: Tipos de corte en pieza de madera

b) Tamaño de probetas

Las probetas estuvieron debidamente orientadas y con dimensiones de acuerdo a la Norma Técnica Peruana que es de 3x3x10 cm.

c) Número de probetas

El número de probetas estuvieron de acuerdo al tipo de ensayo, el cual se detalla en el cuadro N°09, extraído los 4 árboles (2 por especie y de cada sección del tronco (albura, duramen, combinado), todas éstas debidamente orientadas y teniendo en consideración los planos de corte.

d) **Condición de humedad.**

Las probetas obtenidas de las diferentes viguetas, de los árboles en estudio, debían contener su humedad original, es por eso que, al ser aserradas las probetas recién obtenidas, se guardaron inmediatamente en bolsas de plástico, lo más hermético posible, evitando de esta manera la pérdida de la humedad natural, es decir, que no pierda el agua libre.

e) **Marcado de probetas**

❖ **Identificación de probetas**

Cada probeta se identificó con un código, para facilitar las evaluaciones y controles en el tiempo. Dicho código tuvo que mostrar el tipo de bosque que viene, que troza fue colectada que vigueta y que probeta es.

❖ **Cuantificación**

El ensayo consistió en hacer evaluaciones periódicas sobre los cambios dimensionales que experimenta la madera a medida que pierde agua en el tiempo; estas mediciones se hicieron sobre los mismos puntos marcados en las probetas, lo cual permitió que se minimicen los errores al hacer las mediciones de manera sistemática y en los periodos establecidos.

f) **Procedimiento experimental**

Se cuantificó la disminución en cuanto a peso y dimensiones que experimentaron las probetas a medida que perdían el agua libre y parte del agua higroscópica, desde su condición de saturado, verde o húmeda hasta el momento en que esta humedad se equilibraba con la humedad del medio.

g) **Sistemática del trabajo**

Las probetas en estudio fueron escogidas de la parte central de la vigueta consistiendo específicamente duramen.

Se marcó con (x) cada plano de corte de las probetas de 3x3x10 cm, para facilitar las mediciones.

2.4.6 Propiedades físicas de la madera.

Esta etapa del estudio contempla la determinación de las siguientes propiedades físicas: Densidad; contenido de humedad; peso específico; contracción volumétrica; contracción tangencial, contracción radial, contracción longitudinal y la relación de contracción tangencial entre radial para la especie, los ensayos se ejecutaron de acuerdo a especificaciones de la Norma Técnica Peruana.

Cuadro 5: Norma Técnica Peruana (P. Físicas)

Método de determinación del Contenido de Humedad	Norma NTP 251.010
Método de determinación de la Densidad	Norma NTP 251.011
Método de determinación de la Contracción	Norma NTP 251.012

De cada una de las probetas por árbol se determinó su peso inicial, volumen inicial, dimensión radial inicial, dimensión tangencial inicial y dimensión longitudinal inicial. El volumen se determinó por el método de desplazamiento de agua o inmersión. Las contracciones se determinaron con un micrómetro digital, con una precisión de ± 0.01 mm. Y el peso con una balanza de precisión de ± 0.01 gramos. Luego se secaron las probetas en estufa, y se incrementará gradualmente la temperatura de 30°, 40°, 60°, 80° hasta que alcance los $103^{\circ}\pm 02^{\circ}\text{C}$ (Figura N°06).

Durante el tiempo que se secaron las probetas en la estufa, se determinaron diariamente el peso de cada probeta, teniendo cuidado de colocarlas en un desecador (provista de silicagel) para que se enfriaran a temperatura ambiente.

Cuando las probetas alcanzaron su peso constante se determinaron las dimensiones finales y el volumen final por el método de desplazamiento de agua o inmersión. Las formulas usadas fueron:

- ❖ Determinación del Contenido de Humedad-CH%
- ❖ Determinación de la Densidad Básica.
- ❖ Determinación de la contracción (tangencial, radial, longitudinal, volumétrica y T/R)

a). Determinación del Contenido de Humedad-CH%

Los ensayos para la determinación del contenido de humedad se realizaron según el método gravimétrico.

- Se identificaron y marcaron las diferentes probetas.
- Se pesaron las probetas en una balanza de precisión requerida para el ensayo.
- Se colocaron las probetas en una estufa a una temperatura gradual de $103 \pm 2^{\circ}$ C, hasta que tenga peso constante.

Según la Norma INDECOPI 251.010:2004, el método convencional que se usa para determinar CH% de la madera como porcentaje referido al peso del leño totalmente seco o anhidro es:

$$CH (\%) = \frac{mh - mo}{mo} \times 100$$

Donde:

mh = Peso de la probeta humedad (g).

mo = Peso de la probeta seca al horno (g)

b) Determinación de la Densidad Básica

Determinación de la densidad y peso específico se realizó por el método indirecto (INDECOPI 251.011:2004).

- Se identificaron y marcaron las probetas
- Se pesaron y midieron las probetas en sus caras longitudinales.
- Se determinaron el volumen de cada probeta por el método de desplazamiento de agua o inmersión.

- Se efectuó la saturación de las probetas por baño maría y en agua a temperatura ambiente. luego se determinó el volumen de cada probeta saturada, por el método de desplazamiento de agua.
- Se secaron las probetas en estufa. incrementando gradualmente la temperatura hasta alcanzar los $103 \pm 2^{\circ}\text{C}$.
- Una vez que alcancen un peso constante, se determinó el peso final y el volumen por el método de agua.
- Las informaciones obtenidas se apuntaron en el formato correspondiente.

Según Norma INDECOPI 251.011:2004, la formula convencional que se aplica es:

$$D = \frac{m}{V_s} \text{ gr/cm}^3$$

V_s

Dónde:

D = Densidad de la madera en gr/cm³

m = masa a un determinado CH (gr).

v = Volumen a un determinado CH (cm³).

c) Determinación de la contracción.

- se identificaron y marcaron las caras tangenciales (Tg) y Radiales (Rd) de las probetas.
- Se efectuaron la saturación de las probetas por baño maría y en agua a temperatura ambiente. luego se determinará el volumen de cada probeta saturada por el método de desplazamiento de agua o inmersión.
- Se determinaron las dimensiones radiales, tangenciales y longitudinales de cada probeta saturada.
- Se secaron las probetas en estufas, incrementando gradualmente la temperatura hasta alcanzar $103 \pm 2^{\circ}\text{C}$.

- Durante el tiempo que se secaron las probetas en estufa se cuidó de colocarlas en un desecador para que se enfrié a temperatura ambiente.
- Cuando las probetas alcancen un peso constante se determinaron las dimensiones y el volumen por el método de desplazamiento de agua o inmersión.
- La información obtenida se anota en el formato correspondiente.

Según INDECOPI 251.012:2004, la formula convencional que se aplica para la determinación de la contracción volumétrica total es:

Contracción Volumétrica:

$$CV (\%) = \frac{V_s - V_o}{V_s} \times 100$$

Según INDECOPI 251.012:2004, la formula convencional que se aplica para la determinación de la contracción Tangencial total es:

Contracción Tangencial:

$$CT (\%) = \frac{T_s - T_o}{T_s} \times 100$$

Según INDECOPI 251.012:2004, la formula convencional que se aplica para la determinación de la contracción radial total es:

Contracción Radial:

$$CR (\%) = \frac{R_s - R_o}{R_s} \times 100$$

Según INDECOPI 251.012:2004, la formula convencional que se aplica para la determinación de la contracción longitudinal total es:

Contracción Longitudinal:

$$CL (\%) = \frac{L_s - L_o}{L_s} \times 100$$

V_s = Volumen de la Probeta saturada (cm³)

V_o = Volumen de la probeta seca al horno (cm³)

Ts = Dimensión tangencial saturada (cm³)

To = Dimensión tangencial seca al horno (cm³)

Rs = Dimensión radial saturada (cm³)

Ro = Dimensión radial seca al horno (cm³)

Ls = Dimensión longitudinal saturada (cm³)

Lo = Dimensión longitudinal seca al horno (cm³)



Figura 6: Fase de Laboratorio: **A)** Codificación de las probetas de *Cariniana decandra* Ducke. **B)** Obtención del peso inicial. **C)** Obtención del volumen r el método de inmersión y **D)** Secado en estufa de las probetas.

III RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se muestran los resultados de las propiedades físicas de la madera de *Cariniana decandra* Ducke., en dos tipos de bosque.

Cuadro 6: Valores promedio y desviación estándar ANOVA y Teste de Tukey para las propiedades físicas, en los dos tipos de bosque de la madera de *Cariniana decandra* Ducke.

Tipo de Bosque	Contenido Humedad (%)	Densidad Básica (gr/cm ³)	Densidad Anhidra (gr/cm ³)	Contracción Radial (%)	Contracción Tangencial (%)	Contracción Volumétrica (%)	Contracción Longitudinal (%)	Relación T/R
AA	53.54±2.02 ^B	0.62±0.04 ^A	0.71±0.04 ^A	4.99±1.35 ^A	8.04±1.23 ^A	12.71±3.88 ^A	0.48±0.21 ^A	1.83±1.17 ^A
BA	54.54±0.99 ^A	0.62±0.02 ^A	0.69±0.02 ^B	4.10±0.87 ^B	7.10±0.73 ^B	10.27±1.21 ^B	0.18±0.10 ^B	1.83±0.58 ^A
Promedio	54.11±1.59	0.62±0.03	0.70±0.03	4.48±1.18	7.50±1.08	11.31±2.94	0.30±0.22	1.83±0.87

*Parámetros con letras diferentes difieren estadísticamente (p<0.05).

3.1 CONTENIDO DE HUMEDAD

Cuadro 7: ANOVA Contenido de Humedad.

F.V	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F. calculado	F.t. 0.05%
Trat.	3	19.83	6.611	2.811	0.0461
Error	66	155.21	2.352		
Total	69	175.04			

Como “F calculado” es mayor a “F tabulado” al 5%, entonces se concluye que con un 95% de certeza podemos hallar diferencias altamente significativas entre el contenido de humedad de la madera de *Cariniana decandra* Ducke., en dos tipos de bosque. (cuadro 7).

En el cuadro 6, para la propiedad física del contenido de humedad, según la prueba de Tukey, podemos decir que con un 95% de certeza que el contenido de humedad de la madera de *C. decandra* Ducke., en dos tipos de bosque son estadísticamente diferentes (Figura 7), presentando el tipo de bosque de terraza alta un contenido de humedad de 53.54% (±2.02) y el tipo de bosque de terraza baja presenta un del contenido de humedad de 54.54% (±0.99), debido a diferentes factores ecológicos, edáficos, relieve, topográficos, etc, que se encuentran en dichos ambientes.

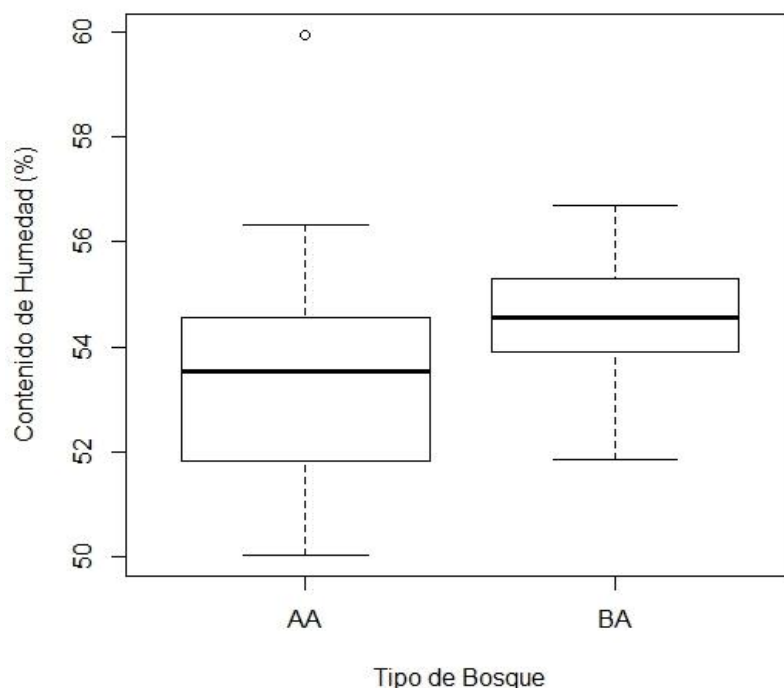


Figura 7: Contenido de Humedad por Tipo de Bosque.

Por otra parte, el contenido de humedad, promedio para la madera de *C. decandra* Ducke, es de 54.11%(±1.59) (Cuadro 6), este resultado comparado con otras investigaciones de la misma especie, son diferentes a los encontrados por Valderrama (1993) que encontró el contenido de humedad de 77.20%. Esta variación puede ser explicado por el tiempo de demora desde la extracción de las muestras hasta obtener el peso húmedo de las probetas, donde pasaron varios días en estos procesos como talado, transporte, aserrado, laboratorio.

3.2 DENSIDAD BÁSICA

Cuadro 8: ANOVA Densidad Básica

F.V	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F. calculado	F.t. 0.05%
Trat.	3	0.00494	0.0016451	1.899	0.138
Error	66	0.05716	0.0008661		
Total	69	0.0058061			

Como "F calculado" es mayor a "F tabulado" al 5%, entonces se concluye que con un 95% de certeza podemos hallar diferencias no significativas entre la densidad básica de la madera de *Cariniana decandra* Ducke., en dos tipos de bosque (cuadro 8).

En el cuadro 6, para la propiedad física de la densidad básica, según la prueba de Tukey, podemos decir que con un 95% de certeza que la densidad básica, de la madera de *C. decandra* Ducke., en dos tipos de bosque son estadísticamente iguales (Figura 8), presentando el tipo de bosque de terraza alta una densidad básica de $0.62 \text{ gr/cm}^3 (\pm 0.04)$ y el tipo de bosque de terraza baja presenta una densidad básica de $0.62 \text{ gr/cm}^3 (\pm 0.02)$.

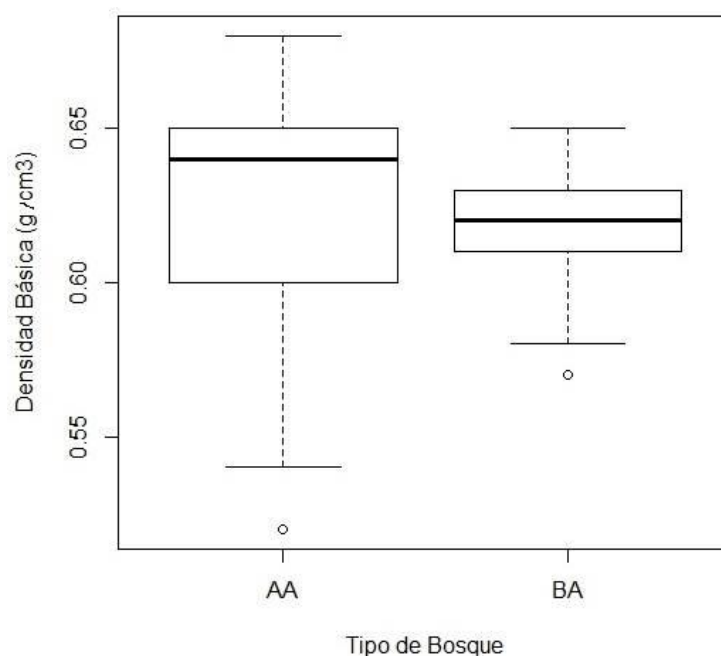


Figura 8: Densidad Básica por Tipo de Bosque.

Por otra parte, la densidad básica, promedio para la madera de *C. decandra* Ducke, es de $0.62 \text{ gr/cm}^3 (\pm 0.03)$ (cuadro 6), este resultado comparado con otras investigaciones de la misma especie, son diferentes y más bajos a los encontrados por Valderrama (1993), que encontró la densidad básica de 0.51 gr/cm^3 ; WWF (2006) que encontró la densidad básica de 0.55 gr/cm^3 y PROMPEX (2006), WWF (2012), encontraron una densidad básica de 0.59 gr/cm^3 . Estos resultados encontrados en otras investigaciones, se encuentran clasificadas en función a su densidad básica como media, mientras que los datos encontrados en la presente investigación se encuentran en la clasificación alta.

3.3 DENSIDAD ANHIDRA

Cuadro 9: ANOVA Densidad Anhidra

F.V	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F. calculado	F.t. 0.05%
Trat.	3	0.01043	0.003478	4.576	0.00568
Error	66	0.05016	0.000760		
Total	69	0.06059			

Como “F calculado” es menor a “F tabulado” al 5%, entonces se concluye que con un 95% de certeza podemos hallar diferencias altamente significativas entre la densidad anhidra de la madera de *Cariniana decandra* Ducke., en dos tipos de bosque (cuadro 9).

En el cuadro 6, para la propiedad física de la densidad anhidra, según la prueba de Tukey, podemos decir que con un 95% de certeza que la densidad anhidra, de la madera de *C. decandra* Ducke., en dos tipos de bosque son estadísticamente diferentes (Figura 8), presentando el tipo de bosque de terraza alta una densidad anhidra de 0.71 gr/cm³ (±0.04) y el tipo de bosque de terraza baja presenta una densidad anhidra de 0.69 gr/cm³ (±0.02).

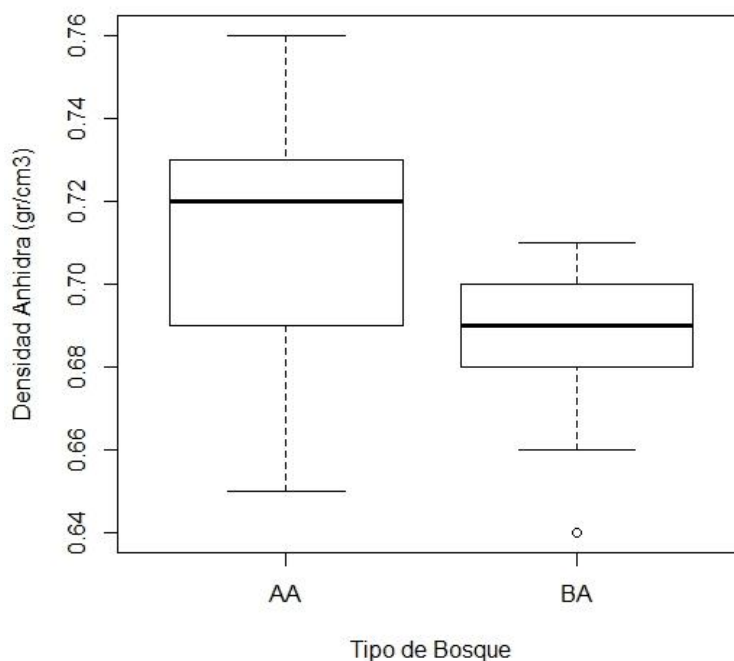


Figura 9: Densidad Anhidra por Tipo de Bosque.

Por otra parte, la densidad anhidra promedio para la madera de *C. decandra* Ducke, es de 0.70 gr/cm³ (± 0.03) (cuadro 6). No se ha encontrado información al respecto de esta propiedad física, para poder hacer alguna inferencia.

3.4 CONTRACCIÓN RADIAL:

Cuadro 10: ANOVA Contracción Radial.

F.V	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F. calculado	F.t. 0.05%
Trat.	3	13.60	4.532	3.611	0.0177
Error	66	82.64	1.255		
Total	69	96.24			

Como “F calculado” es mayor a “F tabulado” al 5%, entonces se concluye que con un 95% de certeza podemos hallar diferencias altamente significativas entre la contracción radial de la madera de *Cariniana decandra* Ducke., en dos tipos de bosque. (cuadro 10).

En el cuadro 06, para la propiedad física de contracción radial, según la prueba de Tukey, podemos decir que con un 95% de certeza que la contracción radial de la madera de *C. decandra* Ducke., en dos tipos de bosque son estadísticamente diferentes (Figura 10), presentando el tipo de bosque de terraza alta una contracción radial de 4.99% (± 1.35) y el tipo de bosque de terraza baja presenta una contracción radial de 4.10% (± 0.87), debido a diferentes factores ecológicos, edáficos, relieve, topográficos, etc, que se encuentran en dichos ambientes.

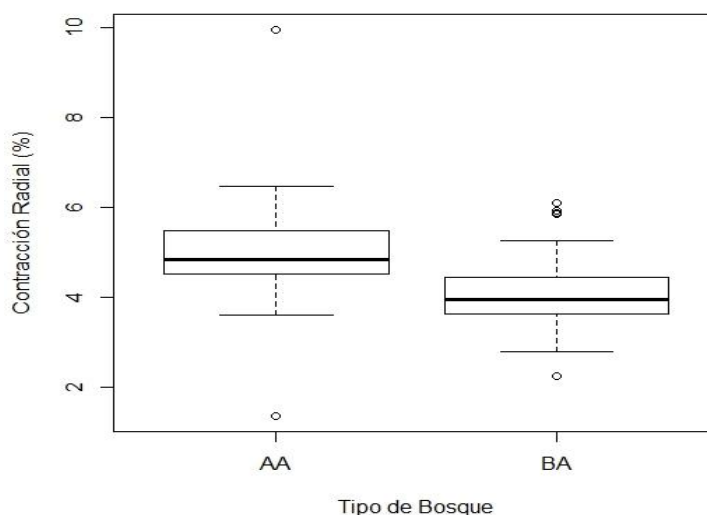


Figura 10: Contracción Radial por Tipo de Bosque.

Por otra parte, la contracción radial promedio para la madera de *C. decandra* Ducke, es de 4.48 % (± 1.18) (cuadro 6), este resultado comparado con otras investigaciones de la misma especie, se encuentran dentro del rango de variación, encontrados por (WWF, 2006), 3.7%, Valderrama (1993) 4.80%, PROMPEX (2006) 4.96%, WWF (2012) 5.00%.

3.5 CONTRACCIÓN TANGENCIAL

Cuadro 11: ANOVA Contracción Tangencial.

F.V	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	de Cuadrado Medio	F. calculado	F.t. 0.05%
Trat.	3	17.23	5.743	6.028	0.00108
Error	66	62.88	0.953		
Total	69	80.11			

Como “F calculado” es mayor a “F tabulado” al 5%, entonces se concluye que con un 95% de certeza podemos hallar diferencias altamente significativas entre la contracción tangencial de la madera de *Cariniana decandra* Ducke., en dos tipos de bosque (cuadro 11).

En el cuadro 06, para la propiedad física de contracción tangencial, según la prueba de Tukey, podemos decir que con un 95% de certeza que la contracción tangencial de la madera de *C. decandra* Ducke., en dos tipos de bosque son estadísticamente diferentes (Figura 11), presentando el tipo de bosque de terraza alta una contracción tangencial de 8.04% (± 1.23) y el tipo de bosque de terraza baja presenta una contracción tangencial de 7.10% (± 0.73), debido a diferentes factores ecológicos, edáficos, relieve, topográficos, etc, que se encuentran en dichos ambientes.

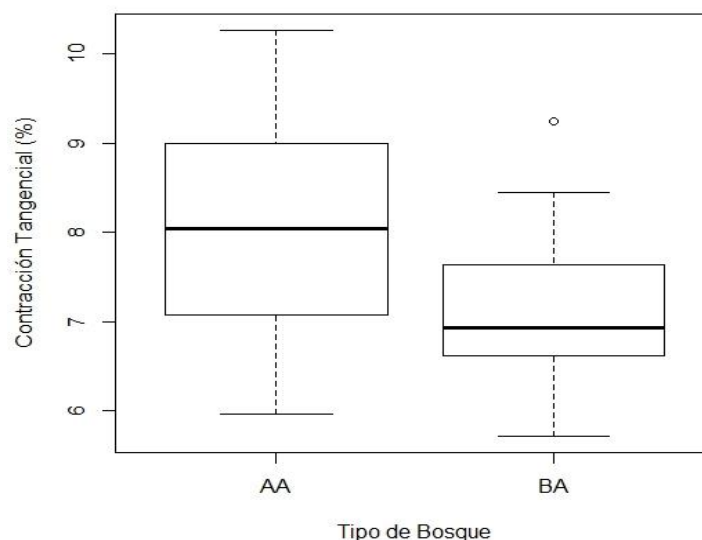


Figura 11: Contracción Tangencial por Tipo de Bosque.

Por otra parte, la contracción tangencial promedio para la madera de *C. decandra* Ducke, es de 7.50 % (± 1.08) (cuadro N°06), este resultado comparado con otras investigaciones de la misma especie, son semejantes a los encontrados por PROMPEX (2006) que encontraron una contracción tangencial de 7.58%, WWF (2012) 7.60%; y diferentes a los encontrados por Valderrama (1993) de 5.13%, (WWF, 2006) de 5.9%.

3.6 CONTRACCIÓN VOLUMÉTRICA:

Cuadro 12: ANOVA Contracción Volumétrica.

F.V	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F. calculado	F.t. 0.05%
Trat.	3	133.4	44.47	6.353	0.000753
Error	66	462.0	7.00		
Total	69	595.4			

Como "F calculado" es mayor a "F tabulado" al 5%, entonces se concluye que con un 95% de certeza podemos hallar diferencias altamente significativas entre la contracción volumétrica de la madera de *Cariniana decandra* Ducke., en dos tipos de bosque. (cuadro 12).

En el cuadro 6, para la propiedad física de contracción volumétrica, según la prueba de Tukey, podemos decir que con un 95% de certeza que la contracción

volumétrica de la madera de *C. decandra* Ducke., en dos tipos de bosque son estadísticamente diferentes (Figura 12), presentando el tipo de bosque de terraza alta una contracción volumétrica de 12.71 % (± 3.88) y el tipo de bosque de terraza baja presenta una contracción volumétrica de 10.27% (± 1.21), debido a diferentes factores ecológicos, edáficos, relieve, topográficos, etc, que se encuentran en dichos ambientes.

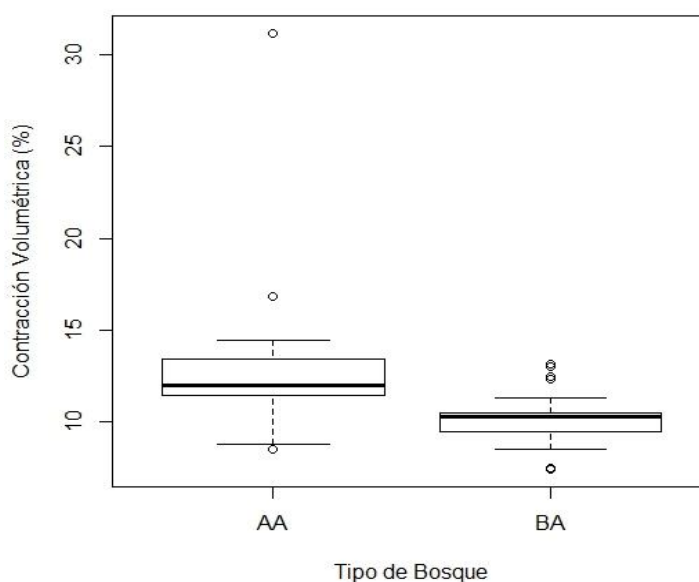


Figura 12: Contracción Volumétrica por Tipo de Bosque.

Por otra parte, la contracción volumétrica promedio para la madera de *C. decandra* Ducke, es de 11.31% (± 2.94) (cuadro 6), este resultado comparado con otras investigaciones de la misma especie, son semejantes a los encontrados por Valderrama (1993) y (WWF, 2006), que encontraron la contracción volumétrica de 10.00% y WWF (2012); PROMPEX (2006) encontraron la contracción volumétrica de 12.1%.

3.7 CONTRACCIÓN LONGITUDINAL

Cuadro 13: ANOVA Contracción Longitudinal.

F.V	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F. calculado	F.t. 0.05%
Trat.	3	1.732	0.5772	23.78	1.5e-10
Error	66	1.602	0.0243		
Total	69	3.334			

Como “F calculado” es mayor a “F tabulado” al 5%, entonces se concluye que con un 95% de certeza podemos hallar diferencias altamente significativas entre la contracción longitudinal de la madera de *Cariniana decandra* Ducke., en dos tipos de bosque. (cuadro 13).

En la Cuadro 06, para la propiedad física de contracción longitudinal, según la prueba de Tukey, podemos decir que con un 95% de certeza que la contracción longitudinal de la madera de *C. decandra* Ducke., en dos tipos de bosque son estadísticamente diferentes (Figura13), presentando el tipo de bosque de terraza alta una contracción longitudinal de 0.48% (± 0.21) y el tipo de bosque de terraza baja presenta una contracción longitudinal de 0.18% (± 0.10), debido a diferentes factores ecológicos, edáficos, relieve, topográficos, etc, que se encuentran en dichos ambientes.

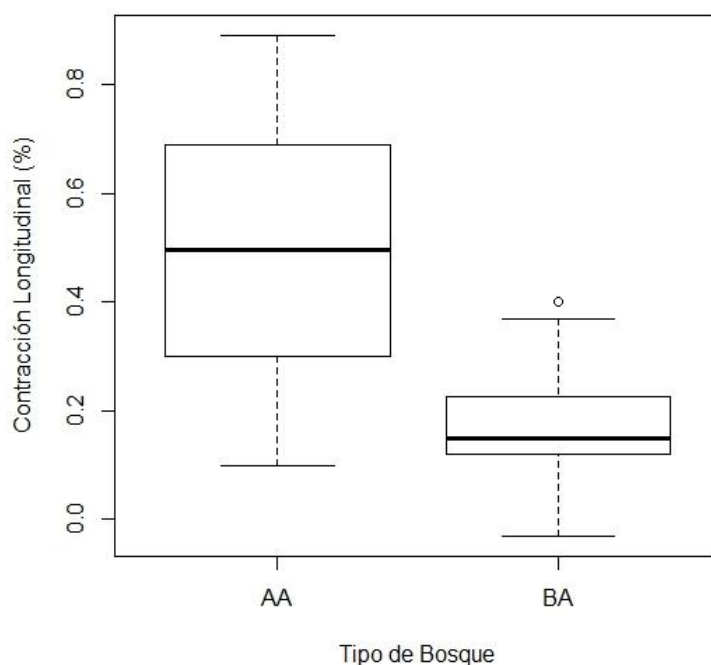


Figura 13: Contracción Longitudinal por Tipo de Bosque.

Por otra parte, la contracción longitudinal promedio para la madera de *C. decandra* Ducke, es de 0.30 % (± 0.22) (cuadro 6). No se ha encontrado información al respecto de esta propiedad física, para poder hacer alguna inferencia.

3.7 ÍNDICE DE ESTABILIDAD

Cuadro 14: ANOVA Índice de Estabilidad.

F.V	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F. calculado	F.t. 0.05%
Trat.	3	1.16	0.3861	0.499	0.684
Error	66	51.03	0.7732		
Total	69	52.19			

Como "F calculado" es menor a "F tabulado" al 5%, entonces se concluye que con un 95% de certeza podemos hallar diferencias no significativas entre el índice de estabilidad de la madera de *Cariniana decandra* Ducke., en dos tipos de bosque. (cuadro 14).

En el cuadro 05, para la propiedad física del índice de estabilidad, según la prueba de Tukey, podemos decir que con un 95% de certeza que el índice de estabilidad, de la madera de *C. decandra* Ducke., en dos tipos de bosque son estadísticamente iguales (Figura 14), presentando el tipo de bosque de terraza alta un índice de estabilidad de 1.83% (± 1.177) y el tipo de bosque de terraza baja presenta una contracción longitudinal de 1.83 (± 0.58).

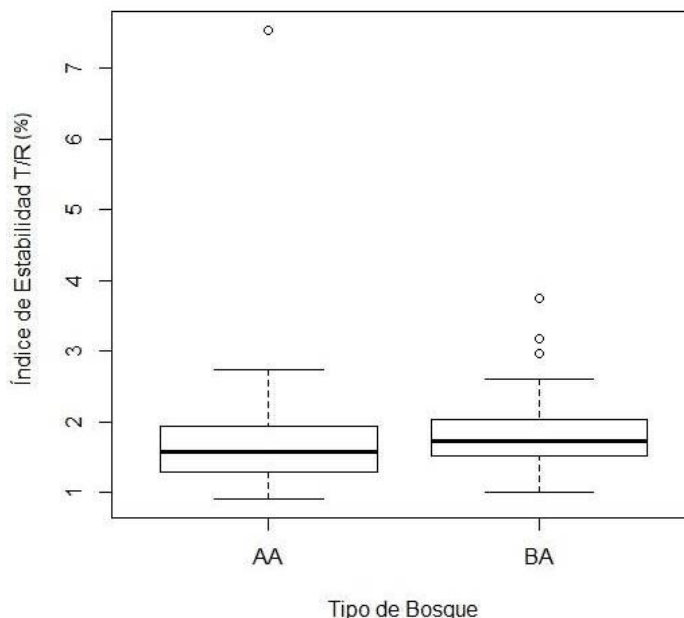


Figura 14: Índice de Estabilidad por Tipo de Bosque.

Por otra parte, el índice de estabilidad, promedio para la madera de *C. decandra* Ducke, es de 1.83(± 0.87) (cuadro 6), este resultado comparado con otras

investigaciones de la misma especie, son diferentes a los encontrados por WWF (2012); PROMPEX (2006); (WWF, 2006), que encontraron un índice de estabilidad de 1.5, si bien son resultados diferentes, se encuentran en el mismo grupo, clasificado como madera estable.

Los resultados analizados, de las propiedades físicas de la madera de *C. decandra* por ser medianamente pesada y su resistencia media, puede ser utilizado en: Mueblería, artesanías, construcción de viviendas, vigas, viguetas, columnas, tijerales, carpintería de interiores, encofrados, molduras, machihembrados, mangos de herramientas y artículos deportivos.

CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos en la presente investigación se puede concluir que:

El contenido de humedad en los dos tipos de bosques estudiados para la madera *C. decandra*, es estadísticamente diferente. Siendo el tipo de bosque de terraza alta, el que presento menor contenido de humedad de 53.54% y el tipo de bosque de terraza baja de 54.54%. El contenido de humedad promedio para la especie es de 54.11%.

La densidad básica en los dos tipos de bosque estudiados para la madera de *C. decandra*, es estadísticamente iguales, donde el tipo de bosque de terraza alta y bosque de terraza baja presentaron una densidad de 0.62 gr/cm³, siendo este la densidad básica, promedio para la especie.

Las contracciones (radial, tangencial, volumétrica y longitudinal) de la madera de *C. decandra*, presentaron mayores valores promedios en el tipo de bosque de terraza alta y el tipo de bosque de terraza baja presento menores valores en las contracciones de la madera para la especie.

La contracción radial en los dos tipos de bosques estudiados para la madera *C. decandra*, es estadísticamente diferente. Siendo el tipo de bosque de terraza alta, el que presento mayor contracción radial de 4.99% y el tipo de bosque de terraza baja de 4.10%. La contracción radial promedio para la especie es de 4.48%.

La contracción tangencial en los dos tipos de bosques estudiados para la madera *C. decandra*, es estadísticamente diferente. Siendo el tipo de bosque de terraza alta, el que presento mayor contracción tangencial de 8.04% y el tipo de bosque de terraza baja de 7.10%. La contracción tangencial promedio para la especie es de 7.50%.

La contracción volumétrica en los dos tipos de bosques estudiados para la madera *C. decandra*, es estadísticamente diferente. Siendo el tipo de bosque de terraza alta, el que presento mayor contracción volumétrica de 12.71% y el tipo de bosque de terraza baja de 10.27%. La contracción volumétrica promedio para la especie es de 11.31%.

La contracción longitudinal en los dos tipos de bosques estudiados para la madera *C. decandra*, es estadísticamente diferente. Siendo el tipo de bosque de terraza alta, el que presentó mayor contracción longitudinal de 0.48% y el tipo de bosque de terraza baja de 0.18%. La contracción longitudinal promedio para la especie es de 0.30%.

El índice de estabilidad en los dos tipos de bosque estudiados para la madera de *C. decandra*, es estadísticamente iguales, donde el tipo de bosque de terraza alta y bosque de terraza baja presentaron un índice de estabilidad de 1.83, siendo este el índice de estabilidad, promedio para la especie. Clasificado como estable y de buen comportamiento al secado.

La madera de *C. decandra* por ser medianamente pesada y su resistencia media, puede ser utilizado en: Mueblería, artesanías, construcción de viviendas, vigas, viguetas, columnas, tijerales, carpintería de interiores, encofrados, molduras, machihembrados, mangos de herramientas y artículos deportivos.

RECOMENDACIONES

Con los resultados encontrados en la presente investigación se realiza las siguientes recomendaciones:

1. Realizar una caracterización anatómica de la madera de *C. decandra*, para entender las diferencias en las propiedades físicas en los dos tipos de bosques.
2. Analizar las propiedades mecánicas en los dos tipos de bosques, para determinar si existe variaciones en estas propiedades.
3. Determinar el secado natural de la madera de *C. decandra*, y establecer programas de secado adecuado para la especie.
4. Conocer cuál es la durabilidad natural de la madera de *C. decandra*, y establecer cuáles son las técnicas más idóneas para la preservación para la madera.
5. Si bien *C. decandra*, es una especie conocida la información técnica es muy poca lo que sugiere la necesidad de investigar a profundidad esta especie en función a sus características tecnológicas.

BIBLIOGRAFÍA

Aróstegui V, A; Gonzales F, VR; Sato A, A. Propiedades tecnológicas y usos de la madera de 40 especies del bosque nacional Alexander Von Humboldt. Revista Forestal del Perú 10 (1-2):3-82. Perú 1980-1981.

Arroyo, J. Propiedades físico- mecánico de la madera, texto para estudiantes de Ingeniería Forestal. Mérida, Venezuela, Universidad de los Andes – Facultad de Ciencias Forestales, 1983. 197 p.

Chavesta, M. 2005. Maderas peruanas y exóticas. Universidad Nacional Agraria La Mo1ina. Lima - Perú 4 7 p.

CIRAD, 2009. Centro de Cooperación Internacional en Investigación Agronómica para el Desarrollo. TROPIX 6.0 – copyright: CIRAD. [Fecha de consulta 05 de marzo de 2011]. Disponible en <<http://www.tropix.cirad.fr/america/SALI.pdf>>.

Crespo G., Rommel S.; Jiménez R., Edwin M.; Suatunce C., Pedro; Law B., Guillermo y Sánchez F., Carlos. Análisis comparativo de las propiedades fisicomecánicas de la madera de Fernán Sánchez (*Triplaris cumingiana* Fish. Mey.) de Quevedo y Balzar. Publicado como ARTÍCULO en Ciencia y Tecnología 1:79- 85.2008. [Fecha de consulta 14 de Febrero de 2011]. Disponible en <http://www.uteq.edu.ec/facultades/ambientales/investigaciones/13.pdf>.

Díaz Méndez, Paola Patricia. Evaluación de Propiedades Físicas y Mecánicas de madera de *Nothofagus glauca* (Hualb) proveniente de la zona de Cauquenes. Tesis (Ingeniero en Industrias de la Madera). Universidad de Talca, Facultad de Ciencias Forestales, Escuela de Ingeniería en Industrias de la Madera. Talca, Chile, 2005. [Fecha de consulta 08 de Febrero de 2011]. Disponible en <http://dspace.otalca.cl/retrieve/6282/diaz_mendez.pdf>.

DOMUS. Consultoría Ambiental SAC. EIA – Prospección sísmica 2D en el lote 76. Vol. II Cap. 1.0, Sub Cap. 1.5. Suelos y Capacidad de Uso. [Fecha de

consulta 10 de Marzo de 2011]. Disponible en <<http://intranet2.minem.gob.pe/web/archivos/dgaae/publicaciones/resumen/hunt/Su bCap1.5SuelosyCapdeUso.pdf>>.

Gonzales Casimiro I. Atlas de Maderas Selva Central. Universidad Nacional del Centro del Perú. 2011. 168 p. Huancayo Perú.

Guillermo y Sánchez F., Carlos. Análisis Comparativo de las Propiedades Físico-Mecánicas de la Madera de *Tectona grandis* L.F. (Teca) de Quevedo y Balzar. Publicado como ARTÍCULO en Ciencia y Tecnología 1:79-85.2008. [Fecha de consulta 14 de Febrero de 2011]. Disponible en <http://www.uteq.edu.ec/revista_cyt/archivos/2008/v1_02/articulo_1.pdf>.

JUNAC, 1989. Manual del grupo andino para el secado de maderas. Junta del acuerdo de cartagena. 1ra edición. Editorial Carbajal S. A. Colombia. 52 p.

Kollman, 1957. Tecnología de la madera y sus aplicaciones. Tomo I - Traducción de la 2da edición. Ministerio de Agricultura, Instituto Forestal de Investigaciones. Experiencias y Servicios de la Madera. Madrid . 64 7 p.

Portal, L, Propiedades Físico Mecánicas y características anatómicas de la especie *Crepidospermum goudotianum* (Tul) Triana & Planch. "Palo Baston"-proveniente del Tahuamanu -Madre de Dios, Tesis para Optar el Título profesional de ingeniería forestal y medio ambiente. Madre de Dios: UNAMAD, Escuela profesional de ingeniería forestal y medio ambiente, 2008.155 p.

PROMPEX. Maderas del Perú. Woods of Perú. "Proyecto Promoción de Nuevas Especies". WWF, USAID, INIA, OIMT. 2006. 83p. Lima Perú.

Quispe, I. Análisis Comparativo de las Propiedades Físicas de la Madera de *Tetragastris alvissima* (Aubl.) Swartz, de Dos Tipos de Bosque Del Distrito Las Piedras - Madre de Dios", Tesis para Optar el Título profesional de ingeniería forestal y medio ambiente. UNAMAD, Escuela profesional de ingeniería forestal y medio ambiente, 2011.118 p.

TUSET, R. 1989. Manual de maderas comerciales, equipos y procesos de utilización. Hemisferio Sur. Montevideo, Uruguay. 689 p.

Sibille, a. & Rodríguez, M. Manual de Identificación de Especies Forestales de la Subregión Andina. Instituto Nacional de Investigación Agraria – Perú y Organización Internacional de Las Maderas Tropicales (OIMT). Lima, Perú. 469p, 1996.

Valderrama Freyre H. Características tecnológicas y uso Industrial de nuevas especies forestales de la amazonia peruana. Folia Amazónica Vol.5 (1-2) -1993 – IIAP. Lima Perú. 75 -97 p.

VIGNOTE, S; JIMÉNEZ, F. 1996. Tecnología de la madera. Ministerio de Agricultura y Alimentación. México. 602 p.

ZOBEL, B. 1964. Mejora genética de las propiedades de la madera de especies forestales. Unasyva 64: 89-103 p.

WWF. Maderas de Colombia. Woods of Colombia. 2006. 88 p. Colombia.

WWF. Maderas de Panamá. Woods of Panama. 2012. 46 p. Panamá.

Anexos

Formatos:

<u>formato de datos de contracción</u>										
										<u>muestra n°:</u>
nombre común:			n° de xiloteca:		n° de árbol:		proyecto:			
nombre científico:			procedencia:				grupo n°:			
familia:			condición:							
	dimensiones (mm)			volume	peso	m	contracción b (%)			
	Tangenci al	radia l al	Longitudin al	n (cm3)	(gms)	(%)	tangn.b t	radia l br	longitu d bl.	volumet.bv .
seco al horno										
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										

CUADRO PARA DETERMINACION DE DENSIDAD Y PESO ESPECIFICO

NOMBRE COMUN:	Nº DE XILOTECA:
NOMBRE CIENTIFICO:	Nº DE ARBOL:
FAMILIA:	PROCEDENCIA:

NTP INDECOPI Nº 251,011:2004	EJECUTOR:
PROYECTO:	FECHA:

MUESTRA Nº								
CONTROL Nº	PESO (GRS)	VOLUMEN (GRS)	PESO (GRS)	VOLUMEN (GRS)	PESO (GRS)	VOLUMEN (GRS)	PESO (GRS)	VOLUMEN (GRS)
SECO AL AIRE								
SATURADO								
SECO AL HORNO								
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								

17								
18								
19								
20								
DENSIDAD (G/CM3)								
ANHIDRA (Do)								
BASICA (Db)								
SECA AL AIRE (Dsa)								
PESO ESPECIFICO (G)								
ANHIDRA (Do)								
BASICA (Db)								
SECA AL AIRE (Dsa)								

Recursos financieros

La presente investigación fue financiada con recursos propios.

Presupuesto

Nº	ACTIVIDADES	AÑO I		AÑO II				Sub Total Por Actividad (S./)
		MESES						
		1	2	3	4	5	6	
1	Evaluación del Perfil de Tesis	200						200
2	Aprobación del proyecto de tesis		200					200
3	Inventario (selección y marcado de árboles)		2000					2000
4	Colección e identificación Botánica		200					200
5	Colección de muestra		200					200
6	Procesamiento de muestras			100				100
7	Traslado de trozas a Puerto Maldonado			100				100
8	Obtención de Viguetas en el aserradero			150				150
9	Preparación de Probetas			150				150
10	Ensayos de laboratorio				100			100
11	Procesamiento de datos				50	50		100
12	Revisión bibliográfica	60	60	60	60	60	60	360
13	Análisis y evaluación de resultados					100		100
14	Elaboración del borrador de tesis					150		150
15	Preparación del tesis final					500	300	800
16	sustentación de tesis						500	500
17	publicación de la tesis						500	500
18	Imprevistos						300	300

SUB TOTAL POR MESES	250	2650	550	200	850	1650	TOTAL = 6210
----------------------------	------------	-------------	------------	------------	------------	-------------	-------------------------

Cronograma de acciones

Nº	ACTIVIDADES	AÑO I		AÑO II			
		MESES					
		1	2	3	4	5	6
1	Evaluación del Perfil de Tesis	X					
2	Aprobación del proyecto de tesis		X				
3	Inventario (selección y marcado de arboles)		X				
4	Colección e identificación Botánica		X				
5	Colección de muestra		X				
6	Procesamiento de muestras			X			
7	Traslado de trozas a Puerto Maldonado			X			
8	Obtención de Viguetas en el aserradero			X			
9	Preparación de Probetas			X			
10	Ensayos de laboratorio				X		
11	Procesamiento de datos				X	X	
12	Revisión bibliográfica	X	X	X	X	X	X
13	Análisis y evaluación de resultados					X	
14	Elaboración del borrador de tesis					X	
15	Preparación del tesis final					X	X
16	sustentación de tesis						X
17	publicación de la tesis						X

DATOS ORDENADOS PARA EL PROCESAMIENTO ESTADÍSTICO

ESPECIE	TIPO BOSQUE	C.VOL	C.TG	C.RAD	C.LG	T/R	C.H	DB
UNO	AA	11.70	7.72	3.97	0.40	1.94	51.82	0.64
UNO	AA	9.68	6.62	5.84	0.79	1.13	51.75	0.65
UNO	AA	11.46	7.10	4.84	0.50	1.47	52.91	0.64
UNO	AA	9.68	8.41	5.77	0.60	1.46	51.93	0.68
UNO	AA	8.79	9.65	4.58	0.10	2.11	50.05	0.65
UNO	AA	11.58	9.32	3.61	0.30	2.59	55.05	0.57
UNO	AA	13.54	8.41	5.48	0.70	1.53	55.50	0.61
UNO	AA	13.40	8.04	4.82	0.69	1.67	55.41	0.60
UNO	AA	12.63	8.04	4.52	0.20	1.78	53.59	0.60
UNO	AA	11.46	8.39	4.85	0.79	1.73	53.28	0.65
UNO	AA	12.37	8.68	5.47	0.89	1.59	53.48	0.66
UNO	AA	13.54	9.03	4.23	0.59	2.13	54.16	0.60
UNO	AA	12.37	6.77	5.45	0.30	1.24	53.37	0.67
UNO	AA	11.46	6.15	6.09	0.50	1.01	59.93	0.65
UNO	AA	11.70	7.49	4.89	0.79	1.53	53.85	0.64
DOS	AA	11.70	9.97	3.62	0.30	2.75	54.56	0.58
DOS	AA	31.15	7.74	4.84	0.69	1.60	54.06	0.52
DOS	AA	16.83	9.29	3.92	0.20	2.37	56.32	0.54
DOS	AA	11.34	6.77	4.81	0.79	1.41	52.55	0.66
DOS	AA	14.43	7.12	5.47	0.50	1.30	53.71	0.60
DOS	AA	11.70	7.84	6.15	0.49	1.28	55.71	0.60
DOS	AA	8.51	6.43	5.45	0.49	1.18	51.58	0.66
DOS	AA	10.87	10.14	9.94	0.50	1.02	51.55	0.65
DOS	AA	14.29	8.39	5.16	0.50	1.63	55.50	0.60
DOS	AA	12.50	8.97	4.85	0.30	1.85	53.08	0.57
DOS	AA	12.24	7.07	4.52	0.49	1.57	51.19	0.65
DOS	AA	10.87	10.26	1.36	0.30	7.54	50.36	0.65
DOS	AA	12.50	9.00	4.23	0.30	2.13	54.02	0.57
DOS	AA	13.40	6.43	4.50	0.20	1.43	51.67	0.66
DOS	AA	13.54	5.96	6.47	0.30	0.92	54.29	0.63
TRES	BA	10.42	8.29	2.78	0.03	2.98	54.89	0.61
TRES	BA	9.28	6.74	4.40	0.33	1.53	54.21	0.63
TRES	BA	10.31	6.67	4.91	0.31	1.36	53.31	0.64
TRES	BA	11.34	7.84	5.00	0.18	1.57	56.07	0.59
TRES	BA	8.51	7.65	3.98	0.13	1.92	54.29	0.62
TRES	BA	10.31	7.92	3.83	0.23	2.07	56.69	0.59
TRES	BA	9.38	6.85	4.30	0.12	1.59	54.71	0.64
TRES	BA	10.64	7.98	3.31	0.37	2.41	54.65	0.63
TRES	BA	7.45	6.91	3.86	0.22	1.79	53.83	0.65
TRES	BA	8.51	6.83	4.50	0.10	1.52	55.76	0.62

TRES	BA	12.37	9.24	2.90	0.40	3.18	53.54	0.61
TRES	BA	10.53	6.71	4.54	0.21	1.48	51.87	0.64
TRES	BA	13.13	8.00	3.49	0.07	2.29	52.33	0.59
TRES	BA	9.57	6.00	4.98	0.27	1.20	53.08	0.64
TRES	BA	7.53	7.22	6.08	0.29	1.19	54.16	0.65
TRES	BA	12.50	8.44	2.24	0.08	3.76	54.49	0.62
TRES	BA	9.38	6.43	3.76	-0.03	1.71	56.16	0.58
TRES	BA	10.42	5.72	5.25	0.14	1.09	54.68	0.62
TRES	BA	10.53	7.66	4.27	0.17	1.79	54.88	0.63
TRES	BA	11.22	7.26	3.64	0.00	2.00	53.52	0.63
CUATRO	BA	10.31	7.38	3.54	0.13	2.09	54.75	0.61
CUATRO	BA	10.20	6.93	4.40	0.22	1.58	53.84	0.63
CUATRO	BA	10.31	6.52	4.28	0.21	1.52	55.30	0.62
CUATRO	BA	10.31	6.94	3.98	0.37	1.74	54.25	0.62
CUATRO	BA	9.28	6.69	3.80	0.21	1.76	55.02	0.63
CUATRO	BA	10.31	7.50	3.09	0.15	2.43	55.78	0.62
CUATRO	BA	10.31	6.90	4.19	0.21	1.65	54.61	0.60
CUATRO	BA	13.00	7.08	3.61	0.26	1.96	55.44	0.60
CUATRO	BA	10.20	6.44	4.14	0.20	1.56	54.83	0.63
CUATRO	BA	10.31	6.49	3.92	0.06	1.65	54.41	0.62
CUATRO	BA	9.28	6.42	3.98	0.10	1.61	54.51	0.62
CUATRO	BA	11.34	6.28	5.84	0.10	1.07	54.05	0.58
CUATRO	BA	10.31	6.97	3.79	0.12	1.84	53.83	0.63
CUATRO	BA	10.31	7.63	2.92	0.12	2.61	54.46	0.62
CUATRO	BA	10.31	7.21	3.72	0.23	1.94	53.77	0.63
CUATRO	BA	10.20	6.56	3.91	0.12	1.68	53.96	0.63
CUATRO	BA	10.20	5.90	5.86	0.14	1.01	55.65	0.57
CUATRO	BA	9.28	7.09	3.83	0.15	1.85	55.48	0.62
CUATRO	BA	10.31	6.84	3.27	0.15	2.09	55.29	0.63
CUATRO	BA	11.34	7.79	5.92	0.14	1.32	55.41	0.62

GALERIA DE FOTOS: FASE DE CAMPO:



GALERIA DE FOTOS: FASE DE LABORATORIO:

