UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL

"PROPIEDADES FISICAS BÁSICAS DE LA MADERA DE *Pterygota amazónica* LO Williams ex Dorr (paujil ruro) Y SU VARIABILIDAD EN LOS TRES NIVELES LONGITUDINALES DEL FUSTE, PROVENIENTE DE LA SUB CUENCA SHAHUANYA – DISTRITO DE MASISEA – PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO - DEPARTAMENTO DE UCAYALI"

TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE

INGENIERO FORESTAL

VERITA PALMIR DÁVILA GARCÍA

PUCALLPA – PERÚ

2020

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES

COMISION DE GRADOS Y TITULOS
ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS N° 344

En la ciudad de Pucallpa, siendo las 12:00 horas del día 16 de marzo del 2017, se reunieron en la Sala de Reuniones de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad Nacional de Ucayali, los miembros del jurado calificador integrado por los siguientes docentes:

Ing. M. Sc. MANUEL IVAN SALVADOR CARDENAS	Presidente
Ing. M. Sc. MELCHOR HERBERT DOLMOS CASTRO	Miembro
Dr. MARCO ANTONIO CHOTA ISUIZA	Miembro

Se reunieron para evaluar la sustentación de tesis: **"Propiedades físicas de la madera de *pterigota amazónica lo williams ex dorr* (paujil ruro), su variabilidad en los tres niveles longitudinales del foste proveniente de la sub cuenca Shahuanya – Distrito de Masisea – Provincia de Coronel Portillo – Departamento de Ucayali"**, presentado por la bachiller Verita Palmir Dávila García.

Finalizada la sustentación se procedió a la formulación de preguntas por los miembros del jurado calificador, siendo absueltas satisfactoriamente por la sustentante; según por lo cual la tesis fue **APROBADA** por **UNANIMIDAD**, con el calificativo de bueno.

Por lo que se le declara apta para obtener el título de Ingeniero Forestal, siendo asesor de tesis el Ing. Pedro Aparicio Campos Cabrera. Siendo las 13:10 horas se dio por concluido el acto académico.

Ing. M. Sc. Manuel Ivan Salvador Cárdenas
Presidente

Ing. M. Sc. Melchor Herbert Dolmos Castro
Miembro

Dr. Marco Antonio Chota Isuiza
Miembro

ACTA DE APROBACION

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

Ing. M. Sc. Ivan Manuel Salvador Cárdenas ----------
Presidente

Ing. M. Sc. Melchor Herbert Dolmos Castro ----------
Miembro

Dr. Marco Antonio Chota Isuiza ----------
Miembro

Ing. Pedro Aparicio Campos Cabrera ----------
Asesor

Bach. Verita Palmir Dávila García ----------
Tesista

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

ACTA N° 099 - 2019 CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

En los ambientes de la Comisión de Grados y Títulos (Aula 5) del Pabellón VI de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad Nacional de Ucayali, siendo las 10:00 a.m. horas del día 26 de setiembre del 2019, de acuerdo a las atribuciones de la comisión, se reunieron los Miembros de la Comisión, integrado por el Ing. Mg. PEDRO APARICIO CAMPOS CABRERA (Presidente), el Ing. M. Sc. MOISES TORRES VELASCO (Miembro) y el Ing. M. Sc. DICK ERICKSON VALDERRAMA SANDOVAL (miembro), para constar que la bachiller **DAVILA GARCÍA, VERITA PALMIR**, ha sustentado la tesis denominada "PROPIEDADES FÍSICAS DE LA MADERA DE ***Pterigota amazónica lo Williams ex door (paujil ruro)***, su variabilidad en los tres niveles longitudinales del fuste proveniente de la sub cuenca Shahuanya – Distrito de Masisea – Provincia de Coronel Portillo – Departamento de Ucayali" con fecha 06 de marzo del 2017, según consta en el libro de actas como consta en el folio 252 y el asiento 344.

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

Se levanta la sesión a las 10:30 a.m. horas del mismo día y fecha, dándose por concluido el acto.

Ing. M. Sc. MOISES TORRES VELASCO
MIEMBRO

Ing. M. Sc. DICK ERICKSON VALDERRAMA SANDOVAL
MIEMBRO

Ing. Mg. PEDRO APARICIO CAMPOS CABRERA
PRESIDENTE

REPOSITORIO DE TESIS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS

Yo, VERITA DAVILA GARCÍA

Autor de la TESIS titulada:

"Propiedades físicas de la madera de pterigota amazónica b. williams ex dorr (pauji nuro), su variabilidad en los tres niveles longitudinales del fuste proveniente de la sub cuenca Shahuanya - Distrito de Masisea - Provincia de Coronel Portillo. Departamento Ucayali"

Sustentada el año: 2017

Con la asesoría de: Ing. Pedro Aparicio Campos Cabrera

En la Facultad de: Ciencias Forestales y Ambientales

Carrera Profesional de: Ingeniería Forestal.

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

- [x] Total (significa que todo el contenido de la tesis en PDF será compartido en el repositorio).
- [ ] Parcial (significa que solo la carátula, la dedicatoria y el resumen en PDF serán compartidos en el repositorio).

De mi TESIS de investigación en la página web del Repositorio Institucional de la UNU.
En señal de conformidad firma la presente autorización.

Fecha: 16 / 01 / 2020

Email: veritadavilagarcia@gmail.com Firma:

Teléfono: 942641634 DNI: 47596672

DEDICATORIA

A mi familia y en especial a mi hija Almendra Caetana, quienes fueron los que me motivaron a seguir adelante en el desarrollo de esta investigación y mis metas por concretar.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de Ucayali, por ser mi alma mater y a los docentes de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, quienes formaron mi desarrollo profesional.

A mi asesor Ing. Mg. Pedro Aparicio Campos Cabrera, por el apoyo brindado y colaboración desinteresada en esta investigación.

Al Ing. M.Sc. David Gerardo Llúncor Mendoza, por el apoyo brindando durante el trabajo de investigación, además por los conocimientos y consejos compartidos.

A la Empresa Forestal GIL S.R.L. por incorporarme en el grupo trabajo para el desarrollo del proyecto INNOVATE PERU: “Determinación de las propiedades físicas y mecánicas de nuevas especies forestales para la incorporación al mercado”, y por brindarme las facilidades necesarias para esta investigación.

ÍNDICE DEL CONTENIDO

DEDICATORIA vi
AGRADECIMIENTO vii
INDICE DE TABLAS x
INDICE DE FIGURAS xi
RESUMEN xii
ABSTRACT xiii
INTRODUCCIÓN 1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 3
1.1. FORMULACION DEL PROBLEMA 3
CAPITULO II: MARCO TEORICO 5
2.1. Antecedentes de la especie. 5
2.1.1. Aspectos generales de la especie. 5
2.1.1.1. Clasificación taxonómica. 5
2.1.1.2. Características de la especie. 5
2.1.1.3. Características organolépticas de la madera. 6
2.1.1.4. Características tecnológicas de la madera 7
2.2. Planteamiento teórico 8
2.2.1.1. Contenido de humedad 11
2.2.1.2. Contenido de humedad en equilibrio. 13
2.2.1.3. Densidad 13
2.2.1.4. Contracción 14
2.2.1.5. Índice de estabilidad o relación T/R 15
2.2.2. Clasificación de la madera según su densidad, contracción volumétrica e índice de estabilidad. 16
2.2.3. Variabilidad de la Madera 16
2.2.3.1. Variabilidad en las propiedades físicas de la madera. 17
2.2.4. Usos de la madera de especies forestales 19
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS 21
CAPITULO III: METODOLOGIA 23
3.1. Método de investigación 23
3.2. Población y muestra 23
3.2.1. Población. 23
3.2.2. Muestra 23
3.2.3. Ubicación geográfica de los árboles. 23

3.3. Instrumentos de recolección de datos 24
3.3.1. Materiales y equipos de campo. 24
3.3.1.1. Materiales. 24
3.3.1.2. Equipos. 25
3.3.2. Materiales y máquinas de carpintería. 25
3.3.3. Equipos de laboratorio y de oficina. 25
3.3.3.1. Laboratorio 25
3.3.3.2. Oficina 25
3.3.4. Materiales para el ensayo. 25
3.4. Procedimiento de recolección de datos. 26
3.4.1. Selección de árboles. 26
3.4.2. Colección de muestras botánicas e identificación. 26
3.4.3. Talado del árbol. 26
3.4.4. Producción de madera rolliza. 26
3.4.5. Extracción de las rodajas. 26
3.4.6. Acondicionamiento de rodajas. 27
3.4.7. Obtención de las probetas. 27
3.4.8. Acondicionamiento de las probetas en el laboratorio. 27
3.4.9. Cálculo de datos 27
3.5. Tratamiento de datos 28
CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN 29
4.1. Contenido de humedad saturada y seca al aire de la madera de *Pterygota amazónica* LO Williams ex Dorr (paujil ruro) por niveles longitudinales del fuste. 29
4.2. Densidad saturada, seca al aire, seca al horno, básica y peso específico seca al aire de la madera de *Pterygota amazónica* LO Williams ex Dorr (paujil ruro) por niveles longitudinales del fuste. 32
4.3. Contracción y la relación T/R de la madera de *Pterygota amazónica* LO Williams ex Dorr (paujil ruro) por niveles longitudinales del fuste. 36
CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 43
5.1. CONCLUSIONES 43
5.2. RECOMENDACIONES 45
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS 46
ANEXO I 50

INDICE DE TABLAS

		Pág.
Tabla 1.	Valores promedios de las propiedades físicas básicas de la madera de *Tachigali setifera* Ducke por niveles longitudinales del fuste…….	9
Tabla 2.	Valores promedios de las propiedades físicas básicas de la madera de *Tachigali setifera* Ducke a nivel de especie…	10
Tabla 3.	Valores de propiedades físicas……	11
Tabla 4.	Estado de la madera según el porcentaje de humedad…...	12
Tabla 5.	Densidad y contracción volumétrica……...	16
Tabla 6.	Índice de estabilidad (Relación T/R)……...	16
Tabla 7.	Valores promedios de las propiedades físicas básicas de la madera de *Pterygota amazónica* LO Williams a nivel de especie……	29
Tabla 8.	Valores promedios del contenido de humedad saturada y seca al aire por niveles longitudinales del fuste de la especie *Pterygota amazónica* LO Williams (paujil ruro)……	30
Tabla 9.	Resumen del análisis de varianza entre los valores promedios del contenido de humedad saturada y seca al aire de tres niveles longitudinales del fuste de la especie *Pterygota amazónica* LO Williams (paujil ruro)……..	31
Tabla 10	Valores promedios del contenido de humedad saturada y seca al aire de la madera de *Pterygota amazónica* LO Williams a nivel de especie……...	31
Tabla 11.	Valores promedios de la densidad saturada, seca al aire, seca al horno, básica y peso específico por niveles longitudinales del fuste de la especie *Pterygota amazónica* LO Williams (paujil ruro)……	32
Tabla 12.	Resumen del análisis de varianza entre los valores promedios de la densidad saturada, seca al aire, seca al horno, básica y peso específico de tres niveles longitudinales del fuste de la especie *Pterygota amazónica* LO Williams (paujil ruro)……	33

Tabla 13. Prueba de Tukey entre los valores promedios de la densidad saturada, seca al aire, seca al horno y básica de de la madera *Pterygota amazónica* LO Williams (paujil ruro) por niveles longitudinales del fuste…… 35
Tabla 14 Valores promedios del peso específico seca al aire de la madera de *Pterygota amazónica* LO Williams (paujil ruro) a nivel de especie……... 36
Tabla 15. Valores promedios de la contracción y la relación T/R por niveles longitudinales del fuste de la especie *Pterygota amazónica* LO Williams (paujil ruro)…… 37
Tabla 16. Resumen del análisis de varianza entre los valores promedios de la contracción radial, tangencial, longitudinal, volumétrica y la relación T/R…… 38
Tabla 17. Prueba de Tukey entre los valores promedios de la contracción tangencial, longitudinal y volumétrica de la madera *Pterygota amazónica* LO Williams (paujil ruro) por niveles de fuste……..……... 39
Tabla 18. Valores promedios de la contracción radial y la relación T/R de la madera de *Pterygota amazónica* LO Williams (paujil ruro) a nivel de especie…… 40
Tabla 19. Prueba de una media de la madera de *Pterygota amazónica* LO Williams (paujil ruro) a nivel de especie….. 41

INDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 1 . Mapa de ubicación de los árboles extraídos…… 24

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo general, ddeterminar los valores de las propiedades físicas básicas de la madera de *Pterygota amazónica* LO Williams ex Dorr (paujil ruro) y su variabilidad en tres niveles del fuste. Los resultados evidencian en la especie estudiada que no existe diferencias significativas en el contenido de humedad saturada y seca al aire de la madera entre tres niveles longitudinales del fuste, que por su contenido de humedad saturada tiene la denominación de madera verde (madera cortada en el bosque), y por su contenido de humedad seca al aire se le considera como desecada en Interiores. Con relación al peso específico seca al aire de la madera; no existen diferencias significativas entre los tres niveles longitudinales del fuste; pero si existen diferencias significativas en la densidad saturada, seca al aire, seca al horno y básica de la madera, que por su densidad básica es una madera alta densidad. Se encontró también que No existe diferencias significativas en la contracción radial y la relación T/R de la madera entre tres niveles longitudinales del fuste; pero si existen diferencias significativas en las contracciones tangencial, longitudinal y volumétrica de la madera. En consecuencia, por su índice T/R y contracción volumétrica es considerada como madera muy estable y de contracción media. Y los posibles usos de la madera de *Pterygota amazónica* LO Williams (paujil ruro) son: Carpintería en general, Moldura de barandas y pasamanos, Tapamarcos, Rodones, Zócalos y contra zócalos.

Palabras claves: contracción volumétrica, densidad básica, niveles del fuste.

ABSTRACT

The main objective of this research was to determine the values of the basic physical properties of the wood of the Amazonian Pterygota LO Williams ex Dorr (paujil ruro) and its variability in three levels of the stem. The results show in the species studied that there are no significant differences in the moisture content of the wood between three longitudinal levels of the wood, which due to its saturated moisture content has the designation of green wood (wood cut in the forest).), and due to its dry moisture content in the air it is considered as dried in Interiors. In relation to the dry specific weight of the wood; there are no significant differences between the three longitudinal levels of the stem; but there are significant differences in the density saturated, air dry, kiln dried and basic wood, which is a high density wood due to its basic density. It was also found that there is no significant difference in the radial contraction and the T / R ratio of the wood between three longitudinal stem levels; but there are significant differences in the tangential, longitudinal and volumetric contractions of the wood. Consequently, by its T / R index and volumetric shrinkage it is considered as very stable wood with medium shrinkage. And the possible uses of the wood of Pterygota amazónica LO Williams (paujil ruro) are: General carpentry, molding of railings and handrails, Tapamarcos, Rodones, Socles and contrazocalos.

Keywords: volumetric shrinkage, basic density, stem levels.

INTRODUCCIÓN

El Perú posee 73, 294,958 ha de bosques tropicales acuerdo al Servicio Nacional Forestal y de Fauna silvestre 46 millones son de vocación para la producción forestal permanente, lo cual representa un importante potencial de desarrollo de la industria maderera y de conservación de los ecosistemas forestales (DGFFS, 2011). El estudio tecnológico de las propiedades físicas de la madera permite determinar el comportamiento de la madera en la transformación mecánica y orientar sus aplicaciones, aportando información valiosa para la industria forestal, a su vez se estará impulsando nuevas especies forestales para su incorporación en el mercado (CFN, 2003).

Esta investigación aportará en el ámbito científico, pues en el Perú hay poco conocimiento científico sustentado, en las características tecnológicas y los posibles usos de las 2500 especies forestales aproximadas que existen en la selva peruana. El conocimiento de las nuevas maderas permitirá estimular el manejo sostenible de los bosques tropicales, mediante un proceso de mejor utilización de los recursos forestales existentes, incorporación de tecnologías de mayor valor agregado y desarrollo de las oportunidades de la silvicultura y manejo de los bosques a partir de las ventajas comparativas que ofrecen estas nuevas especies forestales (OIMT, 1996).

Asimismo, el estudio de la utilización de las nuevas maderas radica en el hecho de aumentar el valor económico de los bosques tropicales, mejorar la capacidad del bosque de lograr producción sostenida de productos de madera, y desarrollar tecnologías para productos de valor agregado y oportunidades comerciales en el mercado nacional e internacional. Simultáneamente, identificar las oportunidades de la silvicultura tropical en base a las nuevas especies forestales mejorando las oportunidades de manejo forestal y conservación de los ecosistemas boscoso (OIMT, 1996).

El proyecto pretende generar información tecnológica y científica confiable, para ello se propuso el estudio de las propiedades físicas básicas de la madera *Pterygota amazónica* LO Williams ex Dorr (paujil ruro), de esta manera acrecentar el número de especies maderables consideradas potencialmente comerciales.

Esta investigación permite conocer los valores promedios de las principales propiedades físicas de la madera de la especie *Pterygota amazónica* LO Williams ex Dorr (paujil ruro), de esta manera el conocimiento de las características físicas de la madera procedentes de bosques amazónicos contribuirá a dar el uso adecuado de la madera, y aumentar la rentabilidad de las concesiones y generar puestos de trabajo directos e indirectos brindando una mejor calidad de vida al poblador amazónico.

El objetivo general del presente estudio fue: Determinar los valores de las propiedades físicas básicas de la madera *Pterygota amazónica* LO Williams ex Dorr (paujil ruro) y su variabilidad considerando tres niveles del fuste. Los objetivos específicos fueron: Determinar bajo condiciones normalizadas de laboratorio las siguientes propiedades físicas: contenido de humedad (Inicial y seca al aire); densidad (saturada, seca al aire, seca al horno y básica), peso específico seca al aire; contracción (radial, tangencial, longitudinal y volumétrica) y la relación T/R de la madera de *Pterygota amazónica* LO Williams ex Dorr (paujil ruro) por niveles longitudinales del fuste. Determinar los posibles usos de la madera *Pterygota amazónica* LO Williams ex Dorr (paujil ruro) en función a sus propiedades físicas.

CAPÍTULO I
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. FORMULACION DEL PROBLEMA

Los bosques naturales en el Perú presentan una gran diversidad biológica, reflejada en una amplia variedad de tipos de bosques. El Perú posee 78.8 millones de ha de bosques naturales, de los cuales 74.2 millones se encuentran en la región de la Selva, la región Ucayali uno de los principales centros de transformación maderera del país, cuenta con una superficie de 8´704,896 ha y más de 2500 especies forestales clasificadas en comerciales y no comerciales, sin embargo, a pesar de su inmenso potencial, este recurso no ha sido hasta la actualidad racionalmente utilizado ni contribuido económicamente al desarrollo del país. Una información generalmente aceptada es aquella que señala que el sector forestal sólo aporta el 1% o menos, del PBI global. Cálculos recientes indican que este aporte puede llegar al 2.7% teniendo en cuenta que el sector forestal está vinculado a dos actividades económicas que son parte del PBI: agricultura, caza y silvicultura e industria manufacturera. (FAO 2011).

La producción nacional de madera en el año 2012 fue de; 691,310.43 m^3 de las cuales Ucayali aportó el 18.32% (126,619.85 m^3) y en el 2013 fue de 575,261.53 m^3 con un aporte de Ucayali del 21.71% (124,877.29 m^3). En este periodo 2012-2013 la producción nacional presentó un deceso de 16.79% (DGFFS 2012-2013). En el mercado local y nacional son 20 especies forestales principales que abastecen la oferta y demanda, eso ocurre debido a varios factores como, por ejemplo; una extracción selectiva de especies maderables de nuestros bosques, desconocimiento de características tecnológicas, mala política de manejo utilizado en los años anteriores, que originó prácticamente la desaparición de especies consideradas valiosas y requeridas comercialmente en el mercado.

Las industrias forestales se enfrentan a desafíos importantes, la mayoría de estas empresas se caracterizan por una baja productividad, bajo rendimiento, deficiencia en el control de calidad, unos mercados poco constituidos y una gran vulnerabilidad ante perturbaciones. (FAO, 2011).

Las concesiones forestales poseen una gran variedad de especies forestales que no están siendo aprovechadas, debido a que se encuentran clasificadas como "sin valor comercial", como consecuencia del desconocimiento de sus características tecnológicas y sus usos, y mercados pocos integrados, dentro de este conjunto se encuentra *Pterygota amazónica* LO Williams ex Dorr (paujil ruro), que en la concesión Forestal Gil presenta un volumen de 5.586 m3/ha y 262648.134 m3 en total (PGMF 2009 C.F GIL SRL). La distribución de esta especie se encuentra en la Amazonía de América del sur, presentando una abundancia en los países de Bolivia y Perú, y en la regional Ucayali tiene una presencia importante, sin embargo, no es considerada en el mercado.

Ante estos problemas es importante minimizar impactos y realizar estudios para identificar otras especies alternativas, como es el caso *Pterygota amazónica* LO Williams ex Dorr (paujil ruro), que si bien es cierto Arostegui, V. A. *et al*. (1986), realizaron el estudio de 40 especies forestales en el Bosque Nacional Alexander Von Humboldt (Pucallpa) dentro del cual se encuentra la especie mencionada (paujil ruro), no presentan las mismas condiciones geográficas y ambientales, es por ello que este estudio pretende resolver la siguiente interrogante: ¿Existirá diferencia entre las propiedades físicas básicas de la madera *Pterygota amazónica LO Williams ex Dorr (paujil ruro)* y variabilidad en los tres nivel longitudinales del fuste, proveniente de la cuenca shahuanya – Distrito de Masisea – Provincia de Coronel Portillo - Departamento de Ucayali?

CAPITULO II
MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de la especie.

2.1.1. Aspectos generales de la especie.

2.1.1.1. Clasificación taxonómica.

Según LAO, M. R. (1971), determinó lo siguiente:

Reino	: Plantae
División	: Magnoliophyta
Clase	: Equisetopsida
Subclase	: Magnolidae
Supero Orden	: Rosanae
Orden	: Malvales
Familia	: STERCULIACEAE
Género	: Pterygota
Especie	: *Pterygota amazonica*
Nombre Científico	: *Pterygota amazonica* Lo Williams.

2.1.1.2. Características de la especie.

Según PROMPEX. 2001, describe las características de la especie *Pterygota amazonica* Lo Williams (paujil ruro) de la siguiente manera:

- **Descripción botánica.**

Fácilmente reconocibles como del orden Malvales por sus hojas trinervadas o palmatinervias, con pubescencia estrellada o lepídota y el pulvínulo ensanchado en el apéndice del pecíolo, aunque difícil de identificar la familia en ausencia de flores o frutos. Sus especies también se caracterizan por ser mucilaginosas.

Hojas: simples, alternas, con nervación generalmente palmada en la base. Inflorescencias: axilares o terminales o caulifloras, cimas muy

reducidas o umbeliformes; a veces panículas o glomérulos. Flores: pentámeras, actinomorfas o algunas veces zigomorfas, perfectas o raramente unisexuales (plantas ginodioicas).

Cáliz gamosépalo, de prefloración valvar, a veces caedizo. Corola formada de pétalos planos o cuculados, a menudo unguiculados, de prefloración contorta o imbricada. Cinco estambres opositisépalos o, a veces, alternisépalos; anteras biloculares, raramente triloculares. Ovario súpero, uno o pentacarpelado, con los carpelos al igual que los estilos total o parcialmente unidos.

Árbol: Alcanza 40 m de altura y 80 cm de diámetro; aletones medianamente desarrollados, bifurcados, de 8 cm de espesor. Copa sobre el cuarto superior de la altura total. La corteza superficial del tronco es de color pardo claro, agrietada por sectores, con lenticelas redondas, en cortas filas negruzcas. La corteza viva tiene unos 1.5 cm de grosor, es dulceína y está conformada por dos capas; una externa, conformada por paquetes fibrosos de color amarillento, que se tornan pardos en contacto con el aire, en medio de un tejido blanquecino; y otra interna, compuesta de laminillas de color crema-blanquecino.

- **Distribución geográfica.**

La distribución de la especie fue obtenida de la literatura y de reportes de herbario, se encuentra en los países; Bolivia, Perú y Brasil. Existe en regulares cantidades en algunas áreas de la Amazonía del Perú.

2.1.1.3. Características organolépticas de la madera.

Según PROMPEX. 2001, describe las características organolépticas de la madera *Pterygota amazonica* Lo Williams (paujil ruro) de la siguiente forma:

Color: El tronco recién cortado presenta las capas externas de madera (albura) y las capas internas (duramen) de color blanco, no observándose entre ambas capas contraste de color.

Madera : En la madera seca al aire la albura se toma de color blanco HUE 8/2 2.5Y y el duramen amarillo pálido HUE 8/4 2.5Y. (Munsell Soil Color Charts).

Olor : No distintivo.

Lustre o Brillo : Medio a moderado.

Grano : Recto.

Textura : Media.

Veteado : Bien definidos, arcos superpuestos en la sección tangencial y jaspeado por tonalidad de los radios plateados en la sección radial.

2.1.1.4. Características tecnológicas de la madera

El Paujil ruro es una madera medianamente pesada (seco al aire al 15% de contenidos de humedad), que presenta contracciones lineales bajas y la contracción volumétrica es moderadamente estable. Para la resistencia mecánica se sitúa en el límite de la categoría media (PROMPEX. 2001).

Arostegui, V. A. *et al*. (1986) determinaron las propiedades físicas y mecánicas de la especie *Pterygota amazonica* Lo Williams (paujil ruro) del Bosque Nacional Alexander Von Humboldt (Pucallpa) y estos son:

- **Propiedades Físicas**

Densidad básica : 0.62 g/cm³

Densidad seca al horno : 0.72 g/cm³

Contracción tangencial : 9.34 %

Contracción radial : 4.22 %

Contracción volumétrica : 12.79 %

Relación T/R : 2.26

- **Propiedades Mecánicas**

Módulo de elasticidad en flexión : 146,000 kg/cm²

Módulo de rotura en flexión : 859.00 kg/cm²

Compresión paralela (RM) : 441.00 kg/cm²

Compresión perpendicular (ELP)	: 97.00 kg/cm²
Corte paralelo a las fibras	: 110.00 kg/cm²
Dureza en los lados	: 620.00 kg/cm²
Tenacidad (resistencia al choque)	: 2.70 kg-m

- **Recomendaciones Técnicas.**

La madera es medianamente fácil de aserrar, presenta una resistencia mecánica mediana y pocas tensiones en el acertado. Presenta buen comportamiento en el secado con un programa suave de doce días para espesores de 2 pulgadas. Tiene baja durabilidad natural por lo que es recomendable su preservación. La albura es susceptible al ataque biológico, requiere ser procesada de inmediato por el método de inmersión para madera húmeda y por baño caliente-frío para madera seca antes de ser utilizada (PROMPEX. 2001).

- **Uso del paujil ruro**

La madera se usa en mueblería, carpintería de interiores, cajonería, machihembrados, estructuras (PROMPEX. 2001).

2.2. Planteamiento teórico

2.2.1. Propiedades físicas de la madera.

Arroyo (1983) señala que se ha demostrado que el comportamiento físico de la madera está estrechamente relacionado con las características anatómicas, la composición química de las paredes celulares y la naturaleza y cantidad de extractivos presentes. Asimismo, menciona que todas las propiedades físicas de la madera dependen de los factores que determinan su organización estructural. Estos factores pueden resumirse de la siguiente manera:

- Cantidad de sustancia de la pared celular presente en una muestra cualquiera.
- Cantidad de agua presente en la pared celular.

- Proporción de los componentes primarios en la pared celular y la cantidad y naturaleza de las sustancias extrañas.
- Arreglo y orientación de los materiales en los diferentes tejidos.
- Tipo, tamaño, proporción y arreglo de las células que forman el tejido maderable.

Haygreen y Bowyer (1982) en el mismo sentido, adicionan que al igual que las propiedades mecánicas, las propiedades físicas son determinadas por tres características, estas son:

a) La porosidad o proporción de volumen vacío.
b) La organización de la estructura celular, la cual incluye la microestructura de la pared celular y la variabilidad y proporción del tipo de células.
c) El contenido de humedad.

Amasifuen, G. (2012), ha determinado lo valores promedios de las propiedades físicas de la madera de *Tachigali setifera* Ducke por niveles longitudinales del fuste, considerando su coeficiente de variación y rango de cada nivel, los cuales se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Valores promedios de las propiedades físicas básicas de la madera de *Tachigali setifera* Ducke por niveles longitudinales del fuste.

Propiedades físicas		Nivel	Promedio	Coeficiente de variación	Rango	
					Mín.	Máx.
Contenido de humedad	Saturada (%)	A	80.78	17.64	65.95	118.56
		B	79.48	16.87	63.65	116.34
		C	81.44	15.59	64.26	110.37
	PSF (%)	A	31.17	8.22	25.87	36.83
		B	32.15	8.91	27.35	38.25
		C	29.94	19.22	18.52	39.12
	Seca al aire (%)	A	13.47	1.45	13.02	13.74
		B	13.42	1.73	13.05	13.96
		C	13.34	1.65	13.04	13.67

Propiedades físicas		Nivel	Promedio	Coeficiente de variación	Rango	
					Mín.	Máx.
Densidad	Saturada (g/cm³)	A	0.93	12.88	0.69	1.17
		B	0.90	11.76	0.74	1.04
		C	0.85	16.25	0.62	1.10
	Seca al aire (g/cm³)	A	0.62	17.44	0.41	0.79
		B	0.60	15.62	0.44	0.76
		C	0.56	20.24	0.38	0.77
	Seca al horno (g/cm³)	A	0.58	17.81	0.38	0.74
		B	0.56	15.86	0.41	0.72
		C	0.53	20.69	0.35	0.72
	Básica (g/cm³)	A	0.52	17.37	0.34	0.66
		B	0.50	15.52	0.37	0.63
		C	0.47	20.78	0.31	0.64
Contracción	Tangencial (%)	A	7.15	10.66	5.54	8.45
		B	6.80	6.96	6.19	7.97
		C	6.98	14.14	5.82	10.00
	Radial (%)	A	3.18	22.42	1.55	4.42
		B	3.00	18.98	2.07	3.97
		C	3.48	29.28	2.38	6.61
	Longitudinal (%)	A	0.31	40.79	0.15	0.67
		B	0.30	36.41	0.12	0.48
		C	0.40	45.61	0.21	0.93
	Volumétrica (%)	A	10.37	11.10	7.43	12.56
		B	9.86	8.17	8.71	12.00
		C	10.57	14.65	8.55	14.28
	T/R	A	2.35	21.44	1.67	3.58
		B	2.34	18.10	1.70	3.16
		C	2.11	20.47	1.10	2.65

Fuente: Amasifuén, G. (2012).

Así mismo, Amasifuén, G. (2012) ha determinado los valores promedios de las propiedades físicas de la madera de *Tachigali setifera* Ducke a nivel de especie, considerando su coeficiente de variación y categoría, los cuales se muestran en la tabla 2.

Tabla 2. Valores promedios de las propiedades físicas básicas de la madera de *Tachigali setifera* Ducke a nivel de especie.

Propiedades físicas		Unidad	Valor promedio	Coeficiente de variación	Categoría
Contenido de humedad	Saturada	%	80.57	16.46	Muy húmeda
	PSF	%	31.09	12.97	Normal
	Seca al aire	%	13.41	1.64	Muy seca

Propiedades físicas		Unidad	Valor promedio	Coeficiente de variación	Categoría
Densidad	Saturada	g/cm³	0.89	13.99	Media
	Seca al aire	g/cm³	0.59	17.94	Media
	Seca al horno	g/cm³	0.56	18.28	Media
	Básica	g/cm³	0.50	18.07	Media
Contracción	Tangencial	%	6.97	11.04	----
	Radial	%	3.22	24.92	----
	Longitudinal	%	0.34	43.76	----
	Volumétrica	%	10.27	11.92	Baja
	T/R	---	2.26	20.33	Moderadamente estable

Fuente: Amasifuén, G. (2012).

2.2.1.1. Contenido de humedad

Arroyo (1983) afirma que el contenido de humedad de la madera variará con los cambios en las condiciones atmosféricas que la rodean. Por lo tanto el comportamiento físico de la madera es afectada en parte por las fluctuaciones en el contenido de humedad de la madera.

Pérez (1983) y Cuevas (2003) mencionan que el contenido de humedad es la masa de agua contenida en una pieza de madera, expresado como porcentaje de la masa de la pieza anhidra. Cuando el contenido de humedad es modificado, existirán variaciones dimensionales, las que se ven incrementadas mientras mayor sea la densidad de la madera.

Arostegui (1975) menciona que el contenido de humedad influye en el peso, resistencia mecánica, contracción y expansión, conductividad térmica, acústica, durabilidad, inflamabilidad y permeabilidad.

Tabla 3. Valores de propiedades físicas.

ESPECIE	%CH	Densidad		Contracción			Índice T/R
	Saturada	Básica	Seca al horno	Radial	Tangencial	Volumétrica	
Paujil Ruro	63.00	0.62	0.72	4.22	9.34	12.99	1.19

Fuente: Aróstegui, V. A. *et al*. (1986)

Tabla 4. Estado de la madera según el porcentaje de humedad (H%).

Estado	% de humedad	Característica
Madera empapada	70 % < H% ≤ 150 %	sumergida en agua
Madera verde	40 % ≤ H% ≤ 70 %	madera en pie o cortada en monte
Madera saturada	30 % ≤ H% < 40 %	sin agua libre, coincide con P.S.F.
Madera semi-seca	23 % ≤ H% < 30 %	madera aserrada
Madera comercialmente seca	18 % ≤ H% < 23 %	durante su estancia en el aire
Madera secada al aire	13 % ≤ H% < 18 %	al abrigo de la lluvia
Madera desecada (muy seca)	0 % < H% < 13 %	secado natural o en clima seco
Madera anhídrida	H% = 0 %	en estufa a 103° C. Estado inestable

Fuente: Shupe, T. S/A. (2002)

Vargas (1987) afirma que la madera de árboles vivos posee como proporción de humedad, en relación a su peso total, valores que varían entre 30% y 300%, determinados en base al peso seco de la madera.

JUNAC (1984) señala que la madera contiene agua bajo tres formas: el agua libre, el agua higroscópica y agua de constitución. El agua libre se encuentra llenando las cavidades celulares. El agua higroscópica se encuentra contenida en las paredes celulares. El agua de constitución se encuentra formando parte integrante de la estructura molecular.

El mismo autor menciona que el contenido de humedad (CH%) es el porcentaje en peso, que tiene el agua libre más el agua higroscópica con respecto al peso de la madera anhidra.

Para la obtención del peso anhidro o peso seca al horno de la madera, es necesario llevar la muestra de madera a un horno graduado a temperatura de 103 ± 2 ºC para secarla durante 24 horas, pasada el tiempo pesarla en una balanza digital. Antes de llevar la muestra de madera al horno graduado, la madera debe de haber estado con peso constante.

JUNAC (1984) afirma que existen dos valores del CH que son particularmente importantes: el punto de saturación de las fibras (PSF) y el contenido de humedad de equilibrio (CHE).

2.2.1.2. Contenido de humedad en equilibrio.

Vignote, S. Martínez, I. (2006) mencionan que la humedad de equilibrio higroscópico es aquella humedad en la que se equilibran las fuerzas de absorción de humedad de la madera con la fuerza secante del aire. También lo definen como el porcentaje de humedad que alcanzaría una madera a lo largo del tiempo, sometida a unas ciertas condiciones de humedad y temperatura del medio ambiente.

2.2.1.3. Densidad

JUNAC (1989) afirma que la densidad de la madera se define como la masa por unidad de volumen a un determinado contenido de humedad. Un aumento en el contenido de humedad trae como consecuencia un incremento de su masa en una proporción mayor que el incremento de su volumen y por lo tanto la densidad aumentará.

Rivero, J. (2004) señala que la densidad es la relación entre el peso de la madera y su volumen a un determinado contenido de humedad. La densidad está en función del contenido de humedad presente en la madera, al momento del ensayo.

Pashin y De Zeeuw, 1980; Tsoumis, 1991; Alteyrac *et al.,* 2005 mencionan que el peso específico y la densidad de la madera, están directamente relacionados con parámetros como el diámetro de la célula, el espesor de la pared celular, la porosidad y la proporción de madera temprana, tardía, adulta y juvenil. Diversos reportes señalan que la proporción de madera tardía esta inversamente relacionada con la altura del árbol, en cambio la proporción de madera juvenil está directamente relacionada con la altura del árbol.

Nogueira, E., N. Bruce y P. Fearnside. (2005), al evaluar 310 árboles en el Amazonas de Brasil, señalan que en el 87% de los casos, la propiedad física (densidad) disminuye con la altura de muestreo en el

árbol; en sentido transversal la densidad disminuye a medida que la madera se acerca a la corteza, siendo el más densa en la madera de duramen, en cuanto a los anillos de crecimiento la densidad de la madera aumenta al incrementarse el ancho de los anillos de crecimiento, siendo más densa en la madera tardía.

2.2.1.4. Contracción

Universidad Católica del Norte (2009) manifiesta que la madera cambia de volumen según la humedad que contiene. Cuando pierde agua, se contrae o merma, siendo mínima en la dirección longitudinal que alcanza hasta 0.8 % como máximo; en dirección radial de 1 a 7.8 % y en dirección tangencial de 5 a 11.5 %.

Siau (1984), citado por Espinoza de Pernía y León (2001) mencionan que la anisotropía de la madera trae como consecuencia que se produzcan diferentes tasas de contracción en cada una de las direcciones: longitudinal, radial y tangencial. La contracción longitudinal en madera normal oscila entre 0,1 y 0,8% alcanzando los valores más altos en madera juvenil o en madera de reacción.

Vargas (1987) señala que la contracción o hinchamiento es mayor en el sentido tangencial a los anillos de crecimiento, menor en el sentido perpendicular a los anillos (sentido radial) y mínimo en el sentido de las fibras (paralelo al eje del árbol). Este fenómeno de la desigualdad de los cambios dimensionales, es conocido como "anisotropía dimensional". Maderas con alta densidad aparente presentan más visiblemente este fenómeno anisotrópico.

Arroyo (1983) señala que los cambios dimensionales que ocurren en la madera son función no sólo 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.

Panshin y de Zeeuw, (1980); Wiedenbeck*et al*., (1990) mencionan que la proporción en que se contrae la madera depende de factores como: la densidad básica de las diferentes especies, orientación de las microfibrillas en la pared celular, el contenido de extractivos, diferencias entre duramen y albura, presencia y dimensiones de los anillos de crecimiento, porcentaje de madera temprana y tardía, presencia de madera juvenil, velocidad de crecimiento de los árboles, longitud de las traqueidas, contenido de lignina, cantidad y grado de cristalinidad de la celulosa y porcentaje de radios presentes.

2.2.1.5. Índice de estabilidad o relación T/R

Gutiérrez y Silva, (1999) menciona que el coeficiente de estabilidad o relación T/R es la relación de la contracción tangencial sobre la contracción radial sufridas por la madera por la pérdida del agua higroscópica, por lo que las fibras se contraen, es decir, se reducen las dimensiones de la madera. Esta relación mide la estabilidad de la madera ante los cambios dimensionales que puede sufrir una pieza por el decremento del contenido de humedad.

Vargas (1987) afirma que el valor sirve para indicar el comportamiento de la madera al secado y a otros diversos usos. El valor 1, es un valor ideal; siendo esta madera estable a cambios dimensionales reaccionará positivamente a un programa de secado y no se presentarán tan fácilmente torceduras, deformaciones, etc.

Rodríguez F. (2006) menciona que para efectos prácticos, el valor más utilizado es el de la relación T/R, cuyo resultado no debe superar ciertos límites para considerar su aptitud de aplicación. La relación T/R determina el grado de estabilidad de la madera.

2.2.2. Clasificación de la madera según su densidad, contracción volumétrica e índice de estabilidad.

Tabla 5. Densidad y contracción volumétrica.

Clasificación	Densidad (g/cm³)			Contracción Volumétrica
	Seca al aire	Seca al horno	Básica	
Muy bajo	< 0.35	< 0.30	< 0.30	< 9.0
Bajo	0.35 – 0.50	0.30 – 0.45	0.30 – 0.40	9.1 – 11.0
Medio	0.51 – 0.75	0.46 – 0.70	0.41 – 0.60	11.1 – 13.0
Alto	0.76 – 1.0	0.71 – 0.86	0.61 – 0.75	13.1 – 15.0
Muy alto	1.0 >	0.86 >	>0.75	15.0 >
Fuentes:	Arostegui (1975)			Vargas (1987)

Tabla 6. Índice de estabilidad (Relación T/R).

Clasificación	T/R
Muy estable (ME)	< 1.5
Estable (E)	1.51 – 2.0
Moderadamente estable (mE)	2.1 – 2.5
Inestable (I)	2.51 – 3.0
Muy inestable (MI)	3.1 >

Fuente: Gutiérrez y Silva (1999)

2.2.3. Variabilidad de la Madera

Panshin y De Zeeuw (1980) señalan que la variabilidad de las características tanto físicas como mecánicas de la madera son importantes, pues influyen directamente en su aptitud de uso.

Serrano, R. et al, (2002) señala que las propiedades físico - mecánicas de la madera que manifiesta una especie de madera, en particular, podrían variar debido a otros factores tales como: sitio y condiciones de crecimiento, edad, altura, taza de crecimiento, ubicación respecto al radio del fuste, prácticas silviculturales y estado fitosanitario, además su valor o magnitud se vería afectado por la presencia en la madera de: gradientes de humedad, dirección o desviación del grano o fibra, nudos (vivos y muertos), madera de reacción, proporción de madera juvenil y deterioro por agentes bióticos y abióticos.

Arroyo (1983) señala que la variabilidad entre maderas de diferentes especies como resultado de sus diferencias en estructuras anatómicas y propiedades físicas asociadas, es suficientemente evidente para ser aceptada sin ninguna discusión. Sin embargo, la variabilidad dentro de una especie es más sutil y por tal motivo menos fácil de descubrir.

U.S. Department of Agriculture (1974) define la variabilidad en las propiedades como una característica común en la madera debido a que ésta es un material natural y el árbol está sujeto a numerosos cambios influenciados por las condiciones de suelo, humedad, espaciamiento, entre otros, es así que la variabilidad en las propiedades está presente aún en materiales libres de defectos.

2.2.3.1. Variabilidad en las propiedades físicas de la madera.

Guzmán, G. (1980) afirman que la variación de las propiedades físicas es debida a diferencias en la estructura de la madera y a la presencia de constituyentes extraños, como el espesor de las paredes celulares y la longitud de los elementos estructurales. En la madera se dan diferencias muy notables de sus propiedades presentándose muy diversas aún en el mismo árbol, según pertenezca la madera al tronco, a las ramas, a la parte inferior o superior del mismo tronco; a la raíz principal o a las secundarias, etc. Es diversa también según sea el árbol joven o viejo, haya crecido en terreno húmedo o seco, lugares cálidos o fríos, formando grupos o aislados.

Ananías (1989) sostiene que la variabilidad de la densidad de la madera depende de la especie y además de la edad de los árboles. La magnitud de la densidad de la madera está estrechamente relacionada con la estructura anatómica de la madera, particularmente depende del espesor de la pared celular de las fibras.

Valderrama, H. (1984) estudiando la variación de las propiedades físicas en el tronco de la *Tachigali longiflora* Ducke y *Sclerolobium melinonii* Herns, no encontró diferencias considerables en la contracción volumétrica dentro del tronco.

Arroyo (1983) explica que pequeñas variaciones en longitud, espesor y diámetro de las células, ángulo de las microfibrillas en las paredes celulares, porcentajes de los diferentes tipos de células en la madera los cuales producen cambios significativos en las propiedades físicas; se deben a que las actividades fisiológicas del árbol son afectadas por los siguientes factores:

a) Modificaciones en el cambium producidas por maduración o envejecimiento, de las cuales depende la variabilidad dentro de los árboles de una mima especie.
b) Factores genéticos que son una de las causas principales de la variabilidad entre árboles.
c) Factores ambientales, entre ellos, precipitación, temperatura y tratamiento silvicultural, de los cuales depende el suministro de agua y nutrientes al cambium. Estos factores afectan tanto la variabilidad dentro de los árboles, como entre árboles de una misma especie.

Este mismo autor menciona factores como la velocidad de crecimiento, densidad, apariencia y orientación del grano como indicativos fácilmente reconocibles de la variabilidad en las características de la madera; por otro lado, como factores menos evidentes de esta variabilidad están los tipos y organización de las células dentro de los anillos de crecimiento, composición y cantidades de extractivos, orientación de las microfibrillas en las paredes celulares, o el espesor

y la estructura de la pared celular siendo estas las que van a provocar diferencias en las propiedades mecánicas, estabilidad dimensional o la durabilidad.

2.2.4. Usos de la madera de especies forestales

JUNAC (1984) menciona que los usos de la madera se determinan según sus densidades al 15 % del contenido de humedad, siendo clasificado éste en tres categorías como son:

a) **Madera pesada:** Comprende a las maderas pesadas y muy pesadas con densidades entre 0.8 g/cm³ a 1.12 g/cm³ al 15% de contenido de humedad. Durabilidad natural alta (excepto la albura). No necesitan tratamiento preservador. Generalmente se les usa como pisos (entablado, parquetería, machihembrado, etc.), como pasos de escalera, elementos torneados (balaustrada, baranda y pasamanos) y en forma de láminas como enchapes.

b) **Madera medianamente pesada:** Incluye a las maderas medianas o medianamente pesadas que comprende entre 0.72 g/cm³ a 0.88 g/cm³. Algunas se pueden considerar maderas pesadas pero durabilidad natural no es muy alta en condiciones tropicales, por lo tanto se recomienda usarlas con tratamiento preservador. Usadas generalmente en carpintería de obras como marco de puertas y ventanas; como forros para cielos rasos, paredes; como molduras de barandas y pasamanos, tapamarcos, rodones, zócalos y contrazócalos.

c) **Madera liviana:** Consideradas así a las maderas pocas densas o livianas comprendidas entre densidades de 0.4 g/cm³ a 0.72 g/cm³ al 15 % de contenido de humedad. Son las maderas denominadas de utilidad general, pues pueden ser utilizadas también como maderas de carpintería, mueblería, decorativas, etc. De este grupo

las maderas más blandas son usadas como impresas como molduras, rodones, zócalos, tapamarcos, marquesinas, etc., y las maderas más densas son usadas en puertas contraplacadas y ventanas utilitarias. No son muy durables en climas tropicales, pero tratadas convenientemente pueden usarse en construcción con éxito.

Salvador, I. (2009) citado por Amasifuén, G. (2012) mencionan que las características físicas, mecánicas, durabilidad natural, etc. de la madera son importantes para establecer su aptitud de uso, describiendo así las características de algunos productos derivados de la madera:

a) **Contrachapado:** Una densidad suficiente de 0.30g/cm³ a 0.70g/cm³; baja contracción; estructura uniforme; crecimiento uniforme; textura suficientemente cerrada (para el acabado); ausencia de inclusión (bolsa de resina, goma); elevada resistencia al clivaje; elevada resistencia al cizallamiento; bajo contenido de sílice.

b) **Embalaje:** Densidad de 0.40 g/cm³ a 0.75 g/cm³; resistencia a la flexión de ruptura de 400 kg/cm² a 600 kg/cm²; módulo de elasticidad de 80 000 a 140 000 kg/cm²; resistencia a la compresión de ruptura de 350 kg/cm² a 600 kg/cm² y humedad relativa de 10 % a 25 %.

c) **Parquet:** La resistencia a la dureza debe estar comprendida entre 350 a 600 kg/cm²; la densidad básica debe ser más de 60 g/cm³; Contracción volumétrica menor de 14%; Poca tendencia a torcerse y agrietarse; De un buen comportamiento a la trabajabilidad; Buena apariencia; Debe tener durabilidad natural o artificial contra agentes biológicos.

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

Según (JUNAC, 1984), define a los siguientes términos:

- **Alabeo:** Es la deformación que experimenta una pieza de madera por la curvatura de sus ejes longitudinales o transversales, o de ambos.
- **Anisotropía:** Son los cambios dimensionales observados en la madera, y varía en cada una de las tres direcciones (longitudinal, tangencial y radial).
- **Anhidro:** Se refiere a los cuerpos (madera) que no contienen agua.
- **Cambium:** Capa delgada de células vivas generadora del crecimiento en espesor del árbol. Produce hacia el interior del tallo leño y líber hacia el exterior.
- **Defectos:** Son los cambios del aspecto exterior de la madera, las alteraciones de la integridad de los tejidos y membranas celulares, en la regularidad de su estructura y los deterioros de la madera que reducen su calidad y limitan las posibilidades de su empleo.
- **Elemento vascular:** Cada una de las células cuya soldadura longitudinal origina un vaso.
- **Fibra:** Término general utilizado en anatomía de maderas para designar una célula de madera larga y estrecha.
- **Grano:** Relación relativa entre diámetros de los elementos longitudinales.
- **Higroscopicidad:** Es la capacidad de la madera para absorber la humedad del medio ambiente
- **Lumen:** Cavidad de los elementos longitudinales.
- **Madera:** Conjunto de tejidos del xilema que forman el tronco, las raíces y las ramas de los vegetales leñosos, excluida de la corteza.

- **Madera seca:** Es aquella que posee un contenido de humedad que está de acuerdo a las necesidades del uso a que se le destina.
- **Peso seco al Aire**: Es el peso de la madera en equilibrio con las condiciones atmosféricas de una determinada localidad.
- **Porosidad:** Es el tamaño de los poros, así como la forma en que se encuentran distribuidos dentro de los anillos de crecimiento.
- **Rajadura:** Son separaciones de elemento de la madera que se extienden a lo largo del grano y afectan totalmente el espesor de la pieza, o dos puntos opuestos de una madera.
- **Torcedura**: Es el alabeo que se presenta cuando las esquinas de la pieza de madera no se encuentran en el mismo plano. Se presentan en madera con grano espiralado, ondulado, entrecruzado, desviado o distorsionado por nudos.
- **Veteado:** Es la figura que se presentan las maderas en la superficie longitudinal pulida, debido a la disposición de los elementos constituidos del leño.

CAPÍTULO III
METODOLOGIA

3.1. Método de investigación

El método utilizado en la investigación fue experimental, porque las variables niveles del fuste se hizo variar a voluntad del investigador, según las especificaciones de las normas técnicas pertinentes.

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población.

La población estuvo constituida por todos los árboles de la especie *Pterygota amazónica* LO Williams ex Dorr, ubicados en la cuenca/subcuenca río Tamaya-quebrada Shahuanya, distrito de Masisea, provincia de coronel Portillo, departamento de Ucayali.

3.2.2. Muestra

La muestra estuvo constituida por tres árboles tomados al azar de la especie *Pterygota amazónica* LO Williams ex Dorr, ubicados en la cuenca/subcuenca río Tamaya-quebrada Shahuanya, distrito de Masisea, provincia de coronel Portillo, departamento de Ucayali.

3.2.3. Ubicación geográfica de los árboles.

Los árboles de la especie *Pterygota amazónica* LO Williams ex Dorr, estaban ubicados en la cuenca/subcuenca río Tamaya-quebrada Shahuanya, distrito de Masisea, provincia de coronel Portillo, departamento de Ucayali.

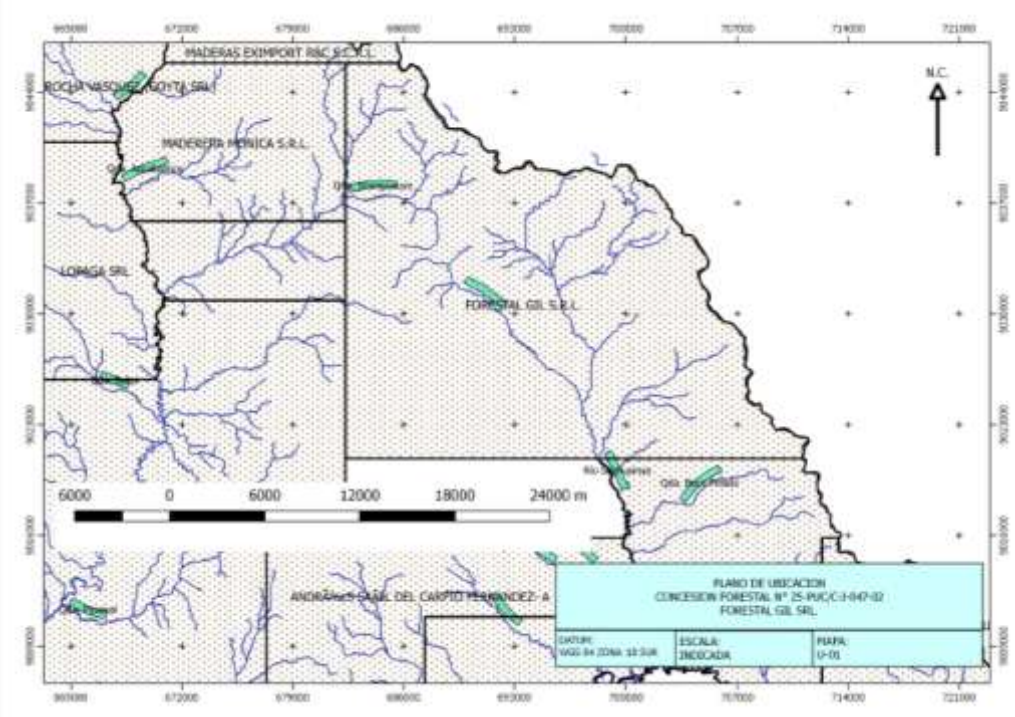


Figura 1: Mapa de ubicación de los árboles extraídos.

3.3. Instrumentos de recolección de datos

3.3.1. Materiales y equipos de campo.

3.3.1.1. Materiales.

- ✓ Formatos de entrevista
- ✓ Cinta métrica de 5 m
- ✓ Pintura esmalte
- ✓ Disolvente aromático
- ✓ Brocha
- ✓ Machete.
- ✓ Botas
- ✓ Bolsas plásticas
- ✓ Cintas de embalaje
- ✓ Plumón indeleble (punta fina)
- ✓ Plumón indeleble (punta gruesa)
- ✓ Escuadra
- ✓ Prensa botánica
- ✓ Papel periódico
- ✓ Alcohol de 96°

- ✓ Formol
- ✓ Libreta de campo

3.3.1.2. Equipos.

- ✓ Moto sierra con una Cilindrada de 72.2 cm3
- ✓ GPS con una precisión de 15 m y velocidad de 0.05 m/segundo
- ✓ Cámara fotográfica de 10 mega pixeles.
- ✓ Brújula de precisión 1/3°

3.3.2. Materiales y máquinas de carpintería.

- ✓ Escuadra
- ✓ Regla milimetrada
- ✓ Lápiz para madera
- ✓ Plumones indelebles
- ✓ Bolsas plásticas
- ✓ Cinta de embalaje
- ✓ Tizas
- ✓ Sierra Cinta carpintera con motor Trifásico de 5.5 Hp
- ✓ Mesa Radial adaptada a Lijadora con motor Trifásico de 5.5 HP
- ✓ Mesa Habilitadora con motor Trifásico de 5.5 HP

3.3.3. Equipos de laboratorio y de oficina.

3.3.3.1. Laboratorio

- ✓ Estufa eléctrica con termostato regulable de 103 ± 2 °C
- ✓ Balanza analítica digital con 0,01 g de precisión
- ✓ Calibrador milimétrico

3.3.3.2. Oficina

- ✓ Laptop de 2.53 GHz y 3.00 GB
- ✓ Impresora con resolución de 600 ppp

3.3.4. Materiales para el ensayo.

- ✓ Probetas de 2x2x10 cm del árbol 1
- ✓ Probetas de 2x2x10 cm del árbol 2

- ✓ Probetas de 2x2x10 cm del árbol 3

3.4. Procedimiento de recolección de datos.

3.4.1. Selección de árboles.

Se seleccionaron tres arboles de la madera *Pterygota amazónica* LO Williams ex Dorr (paujil ruro), tomando en consideración la buena conformación fitosanitaria del individuo, accesibilidad el lugar, así mismo se escogieron arboles de diferentes diámetros, de acuerdo a la norma técnica peruana NTP 251.008 1980.

3.4.2. Colección de muestras botánicas e identificación.

Para la identificación en base al material botánico se tomaron las muestras botánicas fértiles antes de la tumba de los árboles, los cuales fueron herborizados de acuerdo a las técnicas recomendadas. La identificación de la especie se realizó en el Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de Altura (IVITA), y la metodología se realizó siguiendo lo establecido por la norma técnica peruana NTP 251.008 1980.

3.4.3. Talado del árbol.

El talado del árbol se hizo teniendo las consideraciones y el criterio de tala dirigida reduciendo al máximo en lo posible el impacto causado al bosque.

3.4.4. Producción de madera rolliza.

Se tuvo que calcular el volumen que poseen los tres árboles talados, los cuales se utilizó como muestras, luego se les acopió en un lugar adecuado.

3.4.5. Extracción de las rodajas.

Se sacaron tres rodajas para los ensayos de cada árbol en sus niveles del fuste (basal, intermedio y apical).

La extracción de la rodaja del nivel inferior estuvo supeditada a la altura de las aletas de la raíz. El nivel medio correspondió al centro del fuste y el nivel superior se consideró hasta donde nació la primera rama.

3.4.6. Acondicionamiento de rodajas.

Luego de que se obtuvo las rodajas, se acondicionaron codificando, marcando los puntos cardinales, pintando los extremos con pintura esmalte para evitar la pérdida de humedad. Este ensayo se realizó siguiendo las exigencias de la NTP 251.009 1980.

3.4.7. Obtención de las probetas.

Este proceso se realizó en el taller de carpintería de la Universidad Nacional de Ucayali (UNU) donde se obtuvo las probetas de cada rodaja, teniendo como referencia la medula y la orientación. En el primer corte se obtuvo la tablilla norte-sur, en el segundo la tablilla oeste y este.

Cada probeta que se obtuvo fue acondicionada, previamente codificada. En todas estas actividades se tuvo un especial cuidado en que cada probeta para que no pierda ni gane humedad hasta empezar los ensayos de las propiedades físicas, para ellos se tuvo que colocar en bolsas plásticas previamente selladas con cinta de embalaje.

3.4.8. Acondicionamiento de las probetas en el laboratorio.

Para la determinación de la densidad, peso específico, contracción y contenido de humedad cuyas medidas de las probetas fueron de 2 x 2 x 10 cm, orientadas según los planos radial, tangencial y transversal, cepilladas en caras y cantos. Las probetas fueron acondicionadas en laboratorio según lo dispuesto en la NTP 251.008 1980. La determinación de la densidad se hizo de acuerdo a las especificaciones de la NTP 251.011 2004. La determinación de la contracción se hizo de acuerdo a las especificaciones de la NTP 251.012 2004. La determinación del contenido de humedad se hizo según especificaciones de la NTP 251.010 2004.

3.4.9. Cálculo de datos

Para el cálculo del contenido de humedad, densidad (Saturada, Seca al aire, seca al horno y Básica), Contracción (Radial, Tangencial, Longitudinal

y Volumétrica) y Estabilidad dimensional (Relación T/R) se utilizó la siguiente fórmula:

Contenido de humedad $$CH_{(\%)} = \frac{Ph - Psh}{Psh} x100$$	Estabilidad dimensional $$T/R = \frac{Ct}{Cr}$$
Densidad saturada $$Dh_{(\frac{g}{cm^3})} = \frac{Ph_{(CH>30\%)}}{Vh_{(CH>30\%)}}$$	Densidad seca al aire $$Dsa_{(\frac{g}{cm^3})} = \frac{Psa_{(CH\approx12\%)}}{Vsa_{(CH\approx12\%)}}$$
Densidad seca al horno $$Dsh_{(\frac{g}{cm^3})} = \frac{Psh_{(CH\approx0\%)}}{Vsh_{(CH\approx0\%)}}$$	Densidad Básica $$Db_{(\frac{g}{cm^3})} = \frac{Psh_{(CH\approx0\%)}}{Vh_{(CH>30\%)}}$$
Contracción radial $$Cr_{(\%)} = \frac{dhr_{(CH>30\%)} - dshr_{(CH\approx0\%)}}{dhr_{(CH>30\%)}} x100$$	Contracción tangencial $$Ct_{(\%)} = \frac{dht_{(CH>30\%)} - dsht_{(CH\approx0\%)}}{dht_{(CH>30\%)}} x100$$
Contracción longitudinal $$Cl_{(\%)} = \frac{dhl_{(CH>30\%)} - dshl_{(CH\approx0\%)}}{dhl_{(CH>30\%)}} x100$$	Contracción volumétrica $$Cv_{(\%)} = \frac{dhv_{(CH>30\%)} - dshv_{(CH\approx0\%)}}{dhv_{(CH>30\%)}} x100$$

3.5. Tratamiento de datos

Para los cálculos básicos se tuvo que determinar los valores promedios, desviación estándar, coeficiente de variación, máximos y mínimos del Contenido de humedad, densidad y cambios dimensionales (contracción).

Para determinar si existen diferencias significativas en los valores de las propiedades físicas de la madera provenientes de tres niveles del fuste (basal, intermedio y apical) se realizó el análisis de la varianza unifactorial.

CAPITULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Contenido de humedad saturada y seca al aire de la madera de *Pterygota amazónica* LO Williams ex Dorr (paujil ruro) por niveles longitudinales del fuste.

En la tabla 7 se muestra los promedios de las propiedades físicas de la madera *Pterygota amazónica* LO Williams (paujil ruro) a nivel de especie, considerando el parámetro de dispersión como es el coeficiente de variación.

Tabla 7. Resumen de los valores promedios de algunas propiedades físicas de la madera de *Pterygota amazónica* LO Williams a nivel de especie.

Propiedades Física	Nivel	Promedio	Coeficiente de variación (%)
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	SATURADA	41.87	23.35
	SECA AL AIRE	12.53	16.78
DENSIDAD (g/cm^3)	SATURADA	1.01	8.75
	SECA AL AIRE	0.90	5.69
	SECA AL HORNO	0.87	6.08
	BÁSICA	0.75	5.01
PESO ESPECÍFICO SECA AL AIRE		1.19	7.64
CONTRACCIÓN (%)	RADIAL	5.07	23.95
	TANGENCIAL	8.19	20.20
	LONGITUDINAL	0.22	44.71
	VOLUMÉTRICA	12.99	18.16
ÍNDICE T/R		1.19	26.07

La tabla 7 muestra los valores promedios de algunas propiedades físicas de la madera de *Pterygota amazónica* LO Williams a nivel de especie, siendo su contenido de humedad Saturada de 41.87 % y Seca al aire con 12.53%; Densidad Saturada con 1.01 g/cm^3, Seca al aire con 0.90 g/cm^3, Seca al horno con 0.87 g/cm^3 y Básica con 0.75 g/cm^3; Peso específico con 1.19; Contracción Radial con 5.07%, Tangencial con 8.19%, Longitudinal con 0.22% y Volumétrica con 12.99%; Índice de estabilidad T/R CON 1.19.

En el cuadro 8 se muestra los valores promedios del contenido de humedad (%) saturada y seca al aire por niveles longitudinales del fuste de la madera *Pterygota amazónica* LO Williams (paujil ruro), considerando el parámetro de dispersión como es el coeficiente de variación.

Tabla 8. Valores promedios del contenido de humedad saturada y seca al aire de la madera *Pterygota amazónica* LO Williams (paujil ruro) por niveles longitudinales del fuste.

Propiedades Física		**Nivel**	**Promedio (%)**	**Coeficiente de variación (%)**
Contenido de humedad	Saturada	BASAL	41.18	21.80
		MEDIO	41.62	25.23
		APICAL	43.09	23.34
	Seca al aire	BASAL	12.85	21.80
		MEDIO	12.20	10.28
		APICAL	12.44	12.45

La tabla 8 muestra que los coeficientes de variación del contenido de humedad saturada y seca al aire en los tres niveles longitudinales de la madera de *Pterygota amazónica* LO Williams (paujil ruro), presentan valores característicos de una población normal (< 30 %), lo que significa que los valores entre los tres niveles longitudinales del fuste se aproximan más al promedio a nivel de especie. Así mismo, la tendencia del contenido de humedad saturada y seca al aire son inversas de acuerdo a los niveles longitudinales de la madera en estudio, esto significa que cuando la madera está saturada, es mayor la concentración de humedad en el ápice debido a que las células en ese nivel son jóvenes y retienen mayor cantidad de líquido, y cuando está seca al aire, el ápice presenta menor porcentaje de humedad por el recorrido tangencial que es corto. Además, los valores promedios del contenido de humedad saturada y seca al aire en los tres niveles longitudinales de la madera de *Pterygota amazónica* LO Williams (paujil ruro), son menores a los valores de la especie *Tachigali setifera* Ducke encontrados por Amasifuen, G. (2012); esta diferencia se debe a la cantidad de agua presente en la pared celular (agua higroscópica) o la porosidad de la madera de cada especie, confirmando así a lo indicado por Haygreen y Bowyer (1982); siendo la madera de *Pterygota amazónica* LO

Williams (paujil ruro) el que presenta menor porosidad y por ende la menor cantidad de agua higroscópica.

En la tabla 9 se muestra el resumen del análisis de variancia del contenido de humedad saturada y seca al aire de la madera de *Pterygota amazónica* LO Williams (paujil ruro).

Tabla 9. Resumen del análisis de varianza del contenido de humedad saturada y seca al aire por niveles longitudinales del fuste de la madera de *Pterygota amazónica* LO Williams (paujil ruro).

Fuente de variación	GL	SC	CM	F obs	F tab
CONTENIDO DE HUMEDAD SATURADA					
Entre Niveles	2	202.809	101.405	1.062	3.04
Dentro de Niveles	313	29897.834	95.520		
Total	315	30100.643		(N.S.)	
CONTENIDO DE HUMEDAD SECA AL AIRE					
Entre Niveles	2	24.001	12.001	2.744	3.04
Dentro de Niveles	313	1369.105	4.374		
Total	315	1393.107		(N.S.)	

- Ho: $\bar{x}_1 = \bar{x}_2 = \bar{x}_3$
- Si F obs ≥ F tab → RHo, (*) = Significativo
- Si F obs < F tab → AHo. (N.S.) = No Significativo

En la tabla 9 se aprecia que en el contenidos de humedad saturada y seca al aire en laboratorio de la madera no existe diferencias significativas entre los tres niveles longitudinales del fuste, por lo tanto, se puede considerar que el contenido de humedad saturada y seca al aire de la madera de *Pterygota amazónica* LO Williams (paujil ruro) es similar a lo largo del fuste, tomando el único valor en el contenido de humedad saturada de 41.87 % con un coeficiente de variación de 23.35 % y en el contenido de humedad seca al aire de 12.53 % con un coeficiente de variación de 16.78 %.

Tabla 10. Valores promedios del contenido de humedad saturada y seca al aire de la madera de *Pterygota amazónica* LO Williams a nivel de especie.

Propiedades físicas		Unidad	Valor promedio	Coeficiente de variación	Categoría
Contenido de humedad	Saturada	%	41.87	23.35	Madera verde
	Seca al aire	%	12.53	16.78	Madera desecada (interior)

De acuerdo a las escalas establecidas por Shupe, T. S/A. (2002), se puede considerar que la madera de *Pterygota amazónica* LO Williams (paujil ruro) por su contenido de humedad saturada (41.87 %) se ha considerado como madera verde, cuyo valor se encuentra dentro del rango de 40 a 70 % característico de madera cortada en monte, y por su contenido de humedad seca al aire (12.53 %) se ha considerado como madera desecada, cuyo valor se encuentra dentro del rango de mayor de 0 a 13 % característico de madera secado al natural en laboratorio.

4.2. Densidad saturada, seca al aire, seca al horno, básica y peso específico seca al aire de la madera de *Pterygota amazónica* LO Williams ex Dorr (paujil ruro) por niveles longitudinales del fuste.

En la tabla 11 se muestra los valores promedios de la densidad saturada, seca al aire, seca al horno, básica y peso específico seca al aire por niveles longitudinales del fuste de la especie *Pterygota amazónica* LO Williams (paujil ruro), considerando el parámetro de dispersión como el coeficiente de variación.

Tabla 11. Valores promedios de la densidad saturada, seca al aire, seca al horno, básica y peso específico seca al aire de la madera de *Pterygota amazónica* LO Williams (paujil ruro), por niveles longitudinales del fuste.

Propiedades Física		Nivel	Promedio (%)	Coeficiente de variación (%)
Densidad	Saturada (g/cm³)	BASAL	1.03	8.74
		MEDIO	1.01	8.74
		APICAL	0.99	8.18
	Seca al aire (g/cm³)	BASAL	0.92	5.14
		MEDIO	0.90	5.07
		APICAL	0.87	5.46
	Seca al horno (g/cm³)	BASAL	0.89	5.41
		MEDIO	0.87	5.56
		APICAL	0.84	5.85
	Básica (g/cm³)	BASAL	0.77	4.44
		MEDIO	0.75	4.35
		APICAL	0.73	5.06

Propiedades Física	Nivel	Promedio (%)	Coeficiente de variación (%)
Peso específico seca al aire	BASAL	1.18	5.63
	MEDIO	1.20	7.57
	APICAL	1.20	9.77

En la tabla 11 muestra que los coeficientes de variación de la densidad saturada, seca al aire, seca al horno, básica y peso específico seca al aire en los tres niveles longitudinales de la madera de *Pterygota amazónica* LO Williams (paujil ruro), presentan valores característicos de una población normal (< 30 %).

Si comparamos con los valores de la densidad básica (0.62 g/cm³) y seca al horno (0.72 g/cm³) encontrados por Aróstegui, V. A. *et al.* (1986) son menores a lo encontrado en ésta investigación, esta diferencia se debe a las condiciones de sitio, ya que los árboles tomados en esta investigación fueron de lugares secos y aislado que soportaron fuertes cambios atmosféricos.

En la tabla 12 se muestra el resumen del análisis de variancia de la densidad saturada, seca al aire, seca al horno, básica y peso específico seca al aire de la madera de *Pterygota amazónica* LO Williams (paujil ruro).

Tabla 12. Resumen del análisis de varianza de la densidad saturada, seca al aire, seca al horno, básica y peso específico.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F obs	F tab
DENSIDAD SATURADA					
Entre Niveles	2	0.103	0.051	6.763	3.04
Dentro de Niveles	313	2.375	0.008		
Total	315	2.478		(*)	
DENSIDAD SECA AL AIRE					
Entre Niveles	2	0.137	0.068	31.411	3.04
Dentro de Niveles	313	0.682	0.002		
Total	315	0.819		(*)	
DENSIDAD SECA AL HORNO					
Entre Niveles	2	0.141	0.071	30.223	3.04
Dentro de Niveles	313	0.731	0.002		
Total	315	0.873		(*)	
DENSIDAD BÁSICA					

Entre Niveles	2	0.073	0.037	30.653	3.04
Dentro de Niveles	313	0.374	0.001		
Total	315	0.448		(*)	
Fuente de variación	**GL**	**SC**	**CM**	**F obs**	**F tab**
PESO ESPECÍFICO SECA AL AIRE					
Entre Niveles	2	0.027	0.013	1.169	3.04
Dentro de Niveles	313	2.596	0.008		
Total	315	2.623		(N.S.)	

- Ho: $\bar{x}_1 = \bar{x}_2 = \bar{x}_3$
- Si F obs ≥ F tab → RHo, (*) = Significativo
- Si F obs < F tab → AHo. (N.S.) = No Significativo

En la tabla 12 se aprecia que en el peso específico seca al aire no existe diferencias significativas entre los tres niveles longitudinales del fuste, lo que indica que el peso específico seca al aire de la madera de *Pterygota amazónica* LO Williams (paujil ruro) es similar a lo largo del fuste; pero si difieren significativamente en la densidad saturada, seca al aire, seca al horno y básica, por lo que es necesario realizar una prueba de comparación de medias para saber entre que niveles longitudinales del fuste de la especie *Pterygota amazónica* LO Williams (paujil ruro) se difieren, el cual se muestra en la tabla 13.

Además, los valores promedios de la densidad saturada, seca al aire, seca al horno y básica en los tres niveles longitudinales de la madera de *Pterygota amazónica* LO Williams (paujil ruro), son mayores a los valores de la especie *Tachigali setifera* Ducke encontrados por Amasifuen, G. (2012); esta diferencia se debe a las condiciones de suelo y humedad de la zona según U.S. Department of Agriculture (1974) y el espesor de la pared celular de las fibras según Ananías (1989); siendo la madera de *Pterygota amazónica* LO Williams (paujil ruro) el que presenta mayor espesor en las paredes de las fibras, razón por la cual se hace más denso que la madera de *Tachigali setifera* Ducke.

Tabla 13. Prueba de Tukey entre los valores promedios de la densidad saturada, seca al aire, seca al horno y básica de la madera de *Pterygota amazónica* LO Williams (paujil ruro) por niveles longitudinales del fuste.

Propiedades Físicas		Niveles	Promedio	BASAL (α = 0.05)	MEDIO (α = 0.05)
Densidad	Saturada (g/cm³)	BASAL	1.03	0.279 (N.S.)	
		MEDIO	1.01		
Propiedades Físicas		**Niveles**	**Promedio**	**BASAL (α = 0.05)**	**MEDIO (α = 0.05)**
Densidad	Saturada (g/cm³)	APICAL	0.99	0.001 (*)	0.106 (N.S.)
	Seca al aire (g/cm³)	BASAL	0.92		
		MEDIO	0.90	0.002 (*)	
		APICAL	0.87	0.000 (*)	0.000 (*)
	Seca al horno (g/cm³)	BASAL	0.89		
		MEDIO	0.87	0.020 (*)	
		APICAL	0.84	0.000 (*)	0.000 (*)
	Básica (g/cm³)	BASAL	0.77		
		MEDIO	0.75	0.004 (*)	
		APICAL	0.73	0.000 (*)	0.000 (*)

- Ho: $\bar{x}_1 = \bar{x}_2$
- Si Sig. ≤ α → RHo, (*) = Significativo
- Si Sig. > α → AHo. (N.S.) = No Significativo

En la tabla 13 se aprecia que en la densidad saturada existe diferencias significativas entre los niveles BASAL y APICAL, pero éstos dos niveles no difieren del nivel MEDIO; así mismo, tanto en la densidad seca al aire, seca al horno y básica existen diferencias significativas entre los tres niveles longitudinales del fuste. Esta diferencia o variación entre niveles longitudinales del fuste de la especie *Pterygota amazónica* LO Williams (paujil ruro) se le atribuye a las modificaciones en el cambium producidas por la maduración o envejecimiento de las células y los factores ambientales, dando razón a lo mencionado por Arroyo (1983).

Tabla 14: Valores promedios del peso específico seca al aire de la madera de *Pterygota amazónica* LO Williams (paujil ruro) a nivel de especie.

Propiedades físicas	Unidad	Valor promedio	Coeficiente de variación	Categoría
Peso específico seca al aire	unidad	1.19	7.64	--------

En la tabla 14 se aprecia que a nivel de especie la madera de *Pterygota amazónica* LO Williams (paujil ruro) presenta un valor promedio de 1.19 con un coeficiente de variación de 7.64 %. Si comparamos los valores de la densidad seca al ahorno y básica encontrados en esta investigación con los valores encontrados por Arostegui, V. A. *et al*. (1986) que son de la misma especie, se verifica que en esta investigación se han encontrado valores mayores a lo encontrado por autor ya mencionado, cuyos valores fueron: densidad seca al horno de 0.72 g/cm³ y densidad básica de 0.62 g/cm³. Esta diferencia entre árboles de la misma especie se debe a la edad de los árboles según Ananías (1989), ya que los valores de densidad de los árboles encontrados en ésta investigación fueron de mayor edad a los valores de los árboles encontrado por Arostegui, V. A. *et al*. (1986); así mismo, influyen también factores genéticos y ambientales de los árboles según Arroyo (1983)

4.3. Contracción y la relación T/R de la madera de *Pterygota amazónica* LO Williams ex Dorr (paujil ruro) por niveles longitudinales del fuste.

En la tabla 15 se muestra los valores promedios de la contracción radial, tangencial, longitudinal, volumétrica y la relación T/R de la madera de *Pterygota amazónica* LO Williams (paujil ruro) por niveles longitudinales del fuste, considerando el parámetro de dispersión (coeficiente de variación).

Tabla 15. Valores promedios de la contracción y la relación T/R por niveles longitudinales del fuste de la especie *Pterygota amazónica* LO Williams (paujil ruro).

Propiedades Física		**Nivel**	**Promedio (%)**	**Coeficiente de variación (%)**
Contracción	Radial (%)	BASAL	5.10	25.30
		MEDIO	5.09	20.19
		APICAL	4.99	25.82
	Tangencial (%)	BASAL	8.36	18.90
		MEDIO	8.48	17.35
		APICAL	7.64	23.80
	Longitudinal (%)	BASAL	0.24	43.22
		MEDIO	0.22	45.50
		APICAL	0.20	44.02
	Volumétrica (%)	BASAL	13.24	17.61
		MEDIO	13.24	16.05
		APICAL	12.36	20.50
Propiedades Física		**Nivel**	**Promedio (%)**	**Coeficiente de variación (%)**
Relación T/R (unidad)		BASAL	1.21	26.87
		MEDIO	1.19	24.11
		APICAL	1.17	27.04

En la tabla 15 muestra que los coeficientes de variación de la contracción radial, tangencial, volumétrica y la relación T/R en los tres niveles longitudinales de la madera de *Pterygota amazónica* LO Williams (paujil ruro), presentan valores característicos de una población normal (< 30 %), lo que significa que los valores entre los tres niveles longitudinales del fuste se aproximan más al promedio a nivel de especie; pero el coeficiente de variación de la contracción longitudinal en los tres niveles de la madera de *Pterygota amazónica* LO Williams (paujil ruro) es alto porque sobrepasa los 30 %, lo que significa que los valores entre los tres niveles longitudinales del fuste se alejan más del promedio a nivel de especie.

Si comparamos con los valores de contracción encontrados por Aróstegui, V. A. *et al.* (1986) se tiene que en lo radial (4.22 %) y volumétrica (12.79 %) son menores a lo encontrado en ésta investigación, en lo tangencial

(9.34%) y el índice de estabilidad T/R (2.26) son mayores con respecto a los valores en esta investigación, en esta diferencia se debe a las condiciones de sitio, ya que los árboles tomados en esta investigación fueron de lugares secos y aislado que soportaron fuertes cambios atmosféricos.

Además, los valores promedios de la contracción radial, tangencial, volumétrica y la relación T/R en los tres niveles longitudinales de la madera de *Pterygota amazónica* LO Williams (paujil ruro), son mayores a los valores de la especie *Tachigali setifera* Ducke encontrados por Amasifuen, G. (2012), a excepción de la contracción longitudinal que los valores son menores a los valores encontrados por Amasifuen, G. (2012); esta diferencia se debe a las condiciones de suelo y humedad de la zona según U.S. Department of Agriculture (1974) y el espesor de la pared celular de las fibras según Ananías (1989); siendo la madera de *Pterygota amazónica* LO Williams (paujil ruro) el que presenta mayor espesor en las paredes de las fibras, razón por la cual se hace más denso que la madera de *Tachigali setifera* Ducke.

En la tabla 16 se muestra el resumen del análisis de variancia de la contracción radial, tangencial, longitudinal, volumétrica y la relación T/R de la madera de *Pterygota amazónica* LO Williams (paujil ruro) por niveles longitudinales del fuste.

Tabla 16. Resumen del análisis de varianza entre los valores promedios de la contracción radial, tangencial, longitudinal, volumétrica y la relación T/R.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F obs	F tab
CONTRACCIÓN RADIAL					
Entre Niveles	2	0.705	0.353	0.238	3.04
Dentro de Niveles	313	463.155	1.480		
Total	315	463.861		(N.S.)	
CONTRACCIÓN TANGENCIAL					
Entre Niveles	2	38.853	19.426	7.389	3.04
Dentro de Niveles	313	822.954	2.629		
Total	315			(*)	
CONTRACCIÓN LONGITUDINAL					
Entre Niveles	2	0.088	0.044	4.606	3.04
Dentro de Niveles	313	2.074	0.010		
Total	315	3.062		(*)	

CONTRACCIÓN VOLUMÉTRICA					
Entre Niveles	2	50,572	25,286	4.650	3.04
Dentro de Niveles	313	1702,166	5,438		
Total	315	1752,738		(*)	
RELACIÓN T/R					
Entre Niveles	2	0.086	0.043	0.444	3.04
Dentro de Niveles	313	30.486	0.097		
Total	315	30.573		(N.S.)	

- Ho: $\bar{x}_1 = \bar{x}_2 = \bar{x}_3$
- Si F obs ≥ F tab → RHo, (*) = Significativo
- Si F obs < F tab → AHo. (N.S.) = No Significativo

En la tabla 16 se aprecia que en la contracción radial y la relación T/R no existen diferencias significativas entre los tres niveles longitudinales del fuste, lo que indica que la contracción radial y la relación T/R de la madera de *Pterygota amazónica* LO Williams (paujil ruro) es similar a lo largo del fuste; pero si difieren significativamente en la contracción tangencial, longitudinal y volumétrica, por lo que es necesario realizar una prueba de comparación de medias para saber entre que niveles longitudinales del fuste de la especie *Pterygota amazónica* LO Williams (paujil ruro) se difieren.

Tabla 17. Prueba de Tukey entre los valores promedios de la contracción tangencial, longitudinal y volumétrica de la madera de *Pterygota amazónica* LO Williams (paujil ruro) por niveles longitudinales del fuste.

Propiedades Físicas		**Niveles**	**BASAL (α = 0.05)**	**MEDIO (α = 0.05)**
Contracción	Tangencial (%)	BASAL	0.843 (N.S.)	0.001 (*)
		MEDIO		
		APICAL	0.004 (*)	
	Longitudinal (%)	BASAL	0.177 (N.S.)	0.487 (N.S.)
		MEDIO		
		APICAL	0.009 (*)	
	Volumétrica (%)	BASAL	1.000 (N.S.)	0.028 (*)
		MEDIO		
		APICAL	0.016 (*)	

- Ho: $\bar{x}_1 = \bar{x}_2$
- Si Sig. ≤ α → RHo, (*) = Significativo
- Si Sig. > α → AHo. (N.S.) = No Significativo

En la tabla 17 se aprecia que en la contracción tangencial y volumétrica no existen diferencias significativas entre los niveles BASAL y MEDIO, pero estos dos niveles si difieren significativamente del nivel APICAL; así mismo, en la contracción longitudinal existe diferencias significativas entre los niveles BASAL y APICAL, pero éstos dos niveles no difieren del nivel MEDIO. Esta diferencia o variación entre niveles longitudinales del fuste de la especie *Pterygota amazónica* LO Williams (paujil ruro) se le atribuye a las modificaciones en el cambium producidas por la maduración o envejecimiento de las células y los factores ambientales, dando razón a lo mencionado por Arroyo (1983).

Tabla 18: Valores promedios de la contracción radial y la relación T/R de la madera de *Pterygota amazónica* LO Williams (paujil ruro) a nivel de especie.

Propiedades físicas	Unidad	Valor promedio	Coeficiente de variación	Categoría
Contracción Radial	%	5.07	23.95	--------
Relación T/R		1.19	26.07	Muy estable

En la tabla 18 se aprecia que a nivel de especie la madera de *Pterygota amazónica* LO Williams (paujil ruro) presentan un valor promedio de 5.07 % con 23.95 % de coeficiente de variación en Contracción radial, y en la Relación T/R de 1.19 con un coeficiente de variación de 26.07 %, siendo categorizado como madera muy estable con respecto al índice de estabilidad o relación T/R. Si comparamos los valores de la contracción radial, tangencial, volumétrica y la relación T/R encontrados en esta investigación con los valores encontrados por Arostegui, V. A. *et al*. (1986) que son de la misma especie, se verifica que en esta investigación se ha encontrado valores mayores en contracción radial y volumétrica a lo encontrado por autor ya mencionado, cuyos valores fueron: contracción radial de 4.22 % y contracción volumétrica de 12.79 %, pero son menores los valores en la contracción tangencial y la relación T/R. Esta diferencia entre árboles de la misma especie se debe a la edad de los árboles según Ananías (1989), ya que los valores de densidad de los árboles encontrados

en esta investigación fueron de mayor edad a los valores de los árboles encontrado por Arostegui, V. A. *et al*. (1986); así mismo, influyen también factores genéticos y ambientales de los árboles según Arroyo (1983).

Tabla 19: Prueba de una media de la madera de *Pterygota amazónica* LO Williams (paujil ruro) a nivel de especie.

PROPIEDADES FÍSICAS		$\bar{X}$ est	$\bar{X}$ ref	T obs	T tab	Significancia
CONTENIDO DE HUMEDAD SATURADA		41.87	63.00	8.72	1.969	*
DENSIDAD	**SECA AL HORNO**	0.87	0.72	2.99	1.969	*
	BÁSICA	0.75	0.62	3.13	1.969	*
CONTRACCIÓN	**RADIAL**	5.07	4.22	2.88	1.969	*
	TANGENCIAL	8.19	9.34	2.44	1.969	*
	VOLUMÉTRICA	12.99	12.79	0.26	1.969	N.S.
ÍNDICE T/R		1.19	2.26	15.31	1.969	*

En la tabla 19 muestra que si existen diferencias significativas en los valores de las propiedades físicas como Contenido de humedad saturada, Densidad (seco al horno y básica), Contracción (radial y tangencial) y el Índice T/R, encontrados en esta investigación con la de Aróstegui, V.A. *et al* (1986), esta diferencia se debe a que los árboles obtenidos en esta investigación son de llanura (Masisea) y los de Aróstegui son de colina alta (Von Humboldt); pero no existe diferencia significativa en la contracción volumétrica encontrados en esta investigación con lo de Aróstegui.

4.4. Usos de la madera de *Pterygota amazónica* LO Williams ex Dorr (paujil ruro).

De acuerdo a la clasificación establecido por la JUNAC (1984) la madera de *Pterygota amazónica* LO Williams ex Dorr (paujil ruro) se le categoriza por su densidad básica como madera del grupo B (madera medianamente pesada), puede ser utilizada en la industria de la construcción, bajo los siguientes usos:

- Carpintería en general

- Moldura de barandas y pasamanos
- Tapamarcos
- Rodones
- Zócalos y contrazocalos

CAPITULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos se llegó a las siguientes conclusiones:

1. En los contenidos de humedad saturada y seca al aire de la madera de *Pterygota amazónica* LO Williams (paujil ruro), provenientes de tres niveles longitudinales del fuste No existe diferencias significativas, lo que conlleva a considerar un valor promedio único por cada contenido de humedad, cuyos valores son: Contenido de humedad saturada 41.87 %, considerada como muy verde y el Contenido de humedad seca al aire con 12.53 % considerada como desecada en Interiores.

2. En el peso específico seca al aire de la madera de *Pterygota amazónica* LO Williams (paujil ruro), provenientes de tres niveles longitudinales del fuste No existe diferencias significativas, lo que conlleva a considerar un valor promedio único de 1.19; pero si existe diferencias significativas en las densidades saturada, seca al aire, seca al horno y básica de la madera de *Pterygota amazónica* LO Williams (paujil ruro), cuyos valores promedio son: densidad saturada 1.01 g/cm³, densidad seca al aire 0.90 g/cm³, densidad seca al horno 0.87 g/cm³ y la densidad básica 0.75 g/cm³, todas consideradas como de densidad alto.

3. En la contracción radial y la relación T/R de la madera de *Pterygota amazónica* LO Williams (paujil ruro), provenientes de tres niveles longitudinales del fuste No existe diferencias significativas, lo que conlleva a considerar un valor promedio único de 5.07 % en contracción radial y 1.19 en la relación T/R que de acuerdo a dicha relación se denomina como madera muy estable; pero si existe diferencias significativas en las tangencial, longitudinal y volumétrica de la madera de *Pterygota amazónica* LO Williams (paujil ruro), cuyos valores promedio son: contracción tangencial 8.19 %, contracción longitudinal 0.22 % y la contracción

volumétrica 12.99 %, esta última considerada como de media contracción .

4. Los usos de la madera de *Pterygota amazónica* LO Williams (paujil ruro) son: Carpintería en general, Moldura de barandas y pasamanos, tapamarcos, Rodones, Zócalos y contra zócalos.

5. La madera de *Pterygota amazónica* LO Williams (paujil ruro) presenta diferencia significativa en las propiedades físicas como Contenido de humedad saturada, Densidad (seco al horno y básica), Contracción (radial, tangencial y volumétrica) y el Índice T/R entre aquellos que son provenientes de Von Humboldt y Masisea.

5.2. RECOMENDACIONES

1. Desarrollar estudios de propiedades físicas y mecánicas utilizando muestras de maderas de dimensiones normales de acorde a nuestra realidad local.

2. Complementar los estudios con otros orientados a determinar la durabilidad natural, comportamiento al secado y preservación, con la finalidad de promover su uso.

3. Complementar con estudios anatómicos, químicos y tecnológicos de la madera de *Pterygota amazónica* LO Williams (paujil ruro), con el fin de disponer de mayor información que permita explicar mejor su comportamiento.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

ALTEYRAC, J., S. ZHANG, A. CLOUTIER y J. RUEL. 2005. Influence of stand density on ring width and wood density at different sampling heights in black spruce (*Piceam ariana* Mill. BSP). Wood and fiber sicence 37 (1): 83-94.

AMASIFUEN, G. 2012. Determinación de las principales propiedades físicas y mecánicas de la madera por niveles longitudinales del fuste de *Tachigali setifera* Ducke (ucshaquiro colorado) proveniente del Centro de Investigación y Capacitación Forestal (CICFOR) – Macuya. Tesis para optar título de Ingeniero Forestal. UNU. Pucallpa.145 pág.

ANANÍAS, R. 1989. Física de la madera. Visto el 16 de Noviembre del 2009. Disponible en: http://zeus.dci.ubiobio.cl/ananias/apuntes_fisica_madera.pdf Departamento Ingeniería en Maderas. Universidad del Biobio.

ANTÓN, D; REYNEL, C. 2004. Relictos de Bosques de Excepcional Diversidad en los Andes Centrales del Perú. Lima: Herbario de la Facultad de Ciencias Forestales-UNALM. 323 pág.

AROSTEGUI, A. 1975. Estudio tecnológico de maderas del Perú (Zona Pucallpa) Vol. 1; características tecnológicas y usos de la madera de 145 especies del país. Ministerio de Agricultura, Universidad Nacional Agraria - La Molina, Lima. 483 pág.

AROSTEGUI, V. A. *et al*. 1986. Propiedades Tecnológicas y Usos de la Madera de 40 Especies del Bosque Nacional Alexander von Humboldt. Vol. X. Universidad Nacional Agraria - La Molina, Ministerio de Agricultura. Lima. 87 pág.

ARROYO, J. 1983. Propiedades físico-mecánicas de la madera, Universidad de los Andes. Mérida. 186 p.

CAMARA FORESTAL NACIONAL (CFN), 2003. Estudio de propiedades Físicas de 10 especies forestales poco conocidas. Perú - Lima.

CUEVAS, E. 2003. Propiedades y mecánicas de la madera. Material de apoyo en propiedades físicas y mecánicas. Universidad de Talca. Chile. 68p.

DIRECCION GENERAL DE FAUNA Y FLORA SILVESTRE (DGFFS), 2011. El Perú de los bosques en: http://cdam.minam.gob.pe/novedades/elperudelosbosques2011.pdf. Perú – Lima.

ESPINOZA DE PERNÍA, N.; LEÓN, W. 2001. Anatomía de la madera. 1a ed. Universidad de Los Andes. Ediciones talleres gráficos universitarios. Mérida. 396 p.

FAO, 2011. Situación actual de los Bosques: situación de los recursos forestales en el Perú. Roma-Italia. 18 p.

GUTIÉRREZ, V.H. Y SILVA, J. 1999. Información técnica para el procesamiento industrial de 134 especies maderables de Bolivia. Serie técnica XII. La Paz. 159 p.

GUZMAN, G. 1980. Variación de algunas propiedades físicas y características anatómicas de *Pinus caribea* Morelet, provenientes de las plantaciones de Uverito. Estado de Monagas. Tesis para optar grado de M.Sc. Mérida. 81 p.

HAYGREEN, J., BOWYER, J. 1982. Forest products and wood science. An introduction. USA. 495 p.

JUNTA DEL ACUERDO DE CARTAGENA (JUNAC), 1984. Manual de diseños para maderas del Grupo Andino. PRDT – REFORT. 4ta Edición preliminar. Lima – Perú.

JUNTA DEL ACUERDO DE CARTAGENA (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

LAO, M. R. 1971. Catálogo Preliminar de las Especies Forestales del Perú. Universidad Nacional Agraria - La Molina. Lima. 161 pág.

NOGUEIRA, E., N. BRUCE Y P. FEARNSIDE. 2005. Wood density in dense forest in central amazonia, Brazil. Forest ecology and management 208(1-3): 261-286.

OIMT, 1996. Proyecto OIMT PD 32/88 Rev (3): Utilización Industrial de Nuevas especies forestales en el Perú. Lima - Perú.

PANSHIN, A. y C. DE ZEEUW.1980. Textbook of wood technology. Fourth edition. McGraw-Hill. New York, USA. 722 p.

PÉREZ, V. 1983. Manual de propiedades físicas y mecánicas de maderas Chilenas. Corporación nacional forestal. santiago– Chile. 451 p.

PROMPEX. 2001. Catálogo de 32 especies maderables del Perú. Maderas del Perú. Lima. 92 pág.

RIVERO, J. 2004. Propiedades físico-mecánicas de *Gmelina arbórea* Roxb. y *Tectona grandis* Linn. Cochabamba. 153 p.

RODRÍGUEZ, F. 2006. Propiedades y acondicionamiento de la madera. Consultado el 03 de Agosto del 2009. Disponible en:

http://www.todomiel.com.ar/notas/talleres/articulo_talleres.php?get_nota_id=271&get_nota_titulo=Propiedades-y-condicionamiento-de-la-madera

SERRANO, R. *et al*. 2002. Evaluación de características y propiedades tecnológicas para madera de teca (*Tectona grandis* Linn.) de plantaciones.Instituto Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Ingeniería Forestal, Centro de Investigaciones en Integración Bosque Industria. Cartago, Costa Rica. 97 p

SHUPE, T., HSE, C. Y CHOONG, E. 2002. Differences in some chemical properties of innerwood and outerwood from five silviculturally different loblolly pine stands. Wood and Fiber Sci. 29 (1): 91-97.

SIAU, J. (1971). Flow in Wood.Syracuse University Press. Syracuse, New York, United States.

TSOUMIS, G. 1991. Science and technology of wood.structure, properties, utilization.Van Nostrand Reinhold. New York. USA. 494 p.

UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL NORTE, 2009. Laboratorio de Propiedades de la Madera. Visto el 30 de noviembre del 2009. Disponible en:http://www.ucn.cl/facultadesinstitutos/laboratorio/propiedades%20f%EDsicsm3.htm Chile. 9 p.

U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA) 1974.wood handbook: wood as an engineering material.454 p.

VALDERRAMA, H. 1984. Estudio de las propiedades físicas y su variación en tronco de la *Tachigalia longiflora* Ducke y *Sclerolobium melinonii* Herns, en Puerto Almendras Iquitos. Tesis para optar el título de Ingeniero Forestal. Iquitos – Perú. 92 p.

VARGAS, J. 1987. Anatomía y tecnología de la madera. Manual del técnico forestal. Escuela técnica superior forestal (ETSFOR) – Cooperación técnica Alemana (GTZ). Cochabamba, Bolivia.

VIGNOTE, S. MARTÍNEZ, I. 2006. Tecnología de la madera. Ediciones Mundi – Prensa. Tercera edición. Madrid. 678 p.

ANEXO I

CUADRO DE VALORES DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS POR NIVELES LONGITUDINALES DE LA MADERA DE LA ESPECIE Pterygota amazónica *LO Williams (paujil ruro)*.

Propiedades Fisica		Nivel	Promedio	Coeficiente	Rango	
					Mín.	Máx.
CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIAL (%)	BASAL	41.18	21.80	22.78	59.32
		MEDIO	41.62	25.23	20.91	61.25
		APICAL	43.09	23.34	16.00	72.41
	SECA AL AIRE (%)	BASAL	12.85	21.80	4.06	26.52
		MEDIO	12.20	10.28	9.32	14.66
		APICAL	12.44	12.45	9.67	18.52
DENSIDAD	SATURADA (g/cm³)	BASAL	1.03	8.74	0.86	1.19
		MEDIO	1.01	8.74	0.82	1.15
		APICAL	0.99	8.18	0.78	1.11
	SECA AL AIRE (g/cm³)	BASAL	0.92	5.14	0.78	1.02
		MEDIO	0.90	5.07	0.76	0.99
		APICAL	0.87	5.46	0.67	0.96
	SECA AL HORNO (g/cm³)	BASAL	0.89	5.41	0.74	0.99
		MEDIO	0.87	5.56	0.73	0.98
		APICAL	0.84	5.85	0.63	0.93
	BÁSICA (g/cm³)	BASAL	0.77	4.44	0.67	0.85
		MEDIO	0.75	4.35	0.66	0.82
		APICAL	0.73	5.06	0.59	0.80
PESO ESPECÍFICO SECA AL AIRE		BASAL	1.18	5.63	1.09	1.40
		MEDIO	1.20	7.57	1.08	1.47
		APICAL	1.20	9.77	1.06	1.56
CONTRACCIÓN	RADIAL (%)	BASAL	5.10	25.30	1.92	8.55
		MEDIO	5.09	20.19	1.83	7.00
		APICAL	4.99	25.82	2.01	9.13
	TANGENCIAL (%)	BASAL	8.36	18.90	4.85	13.40
		MEDIO	8.48	17.35	4.58	12.00
		APICAL	7.64	23.80	3.49	13.49
	LONGITUDINAL (%)	BASAL	0.24	43.22	0.10	0.58
		MEDIO	0.22	45.50	0.10	0.52
		APICAL	0.20	44.02	0.10	0.51
	VOLUMÉTRICA (%)	BASAL	13.24	17.61	7.89	19.03
		MEDIO	13.24	16.05	7.61	17.71
		APICAL	12.36	20.50	5.90	17.95
ÍNDICE T/R		BASAL	1.21	26.87	0.94	2.49
		MEDIO	1.19	24.11	0.96	2.01
		APICAL	1.17	27.04	0.96	2.65

CUADRO DE VALORES DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS POR ARBOL DE LA ESPECIE Pterygota amazónica *LO Williams (paujil ruro)*.

Propiedades Física		ÁRBOL	Promedio	Coeficiente	Rango	
					Mín.	Máx.
CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIAL (%)	1	51.58	8.91	44.38	72.41
		2	31.29	16.46	16.00	43.78
		3	44.96	9.24	30.35	54.08
	SECA AL AIRE (%)	1	11.62	7.70	9.32	13.82
		2	13.99	19.24	4.06	26.52
		3	11.72	7.21	9.79	14.71
DENSIDAD	SATURADA (g/cm³)	1	1.10	4.32	0.96	1.19
		2	0.92	4.96	0.78	1.02
		3	1.03	4.78	0.85	1.13
	SECA AL AIRE (g/cm³)	1	0.92	5.95	0.77	1.02
		2	0.87	5.08	0.67	0.99
		3	0.91	3.93	0.81	1.01
	SECA AL HORNO (g/cm³)	1	0.89	5.72	0.75	0.99
		2	0.84	5.51	0.63	0.97
		3	0.88	5.10	0.75	0.99
	BÁSICA (g/cm³)	1	0.77	5.72	0.64	0.85
		2	0.73	4.35	0.59	0.80
		3	0.77	3.02	0.69	0.82
PESO ESPECÍFICO SECA AL AIRE		1	1.31	5.85	1.17	1.56
		2	1.14	2.37	1.08	1.24
		3	1.14	3.44	1.06	1.23
CONTRACCIÓN	RADIAL (%)	1	5.51	13.70	3.37	8.03
		2	5.06	25.55	1.83	9.13
		3	4.65	28.51	2.01	8.55
	TANGENCIAL (%)	1	8.84	11.51	6.74	13.49
		2	7.68	19.54	4.58	13.40
		3	8.17	25.20	3.49	12.58
	LONGITUDINAL (%)	1	0.21	35.79	0.10	0.46
		2	0.26	45.38	0.10	0.58
		3	0.19	38.75	0.10	0.51
	VOLUMÉTRICA (%)	1	14.01	10.27	10.20	17.95
		2	12.57	16.44	7.17	19.03
		3	12.50	24.03	5.90	18.92
ÍNDICE T/R		1	1.63	13.76	0.94	2.65
		2	1.01	2.02	0.96	1.06
		3	1.01	2.43	0.96	1.08

PLANO DE UBICACIÓN DE LA CONCESIÓN FORESTAL “FORESTAL GIL S.R.L.”

