

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL



**DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE
JUAN GIL (*Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F. Macb.) EN EL
DISTRITO DE IMAZA, AMAZONAS – PERÚ**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO FORESTAL

PRESENTADO POR EL BACHILLER:

CHARLES DARWIN CANO VALENCIA

ASESOR

Ing. M. Sc. GERMÁN PÉREZ HURTADO

JAÉN – PERÚ

2024



**CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE TESIS REVISADA EN EL SOFTWARE
ANTIPLAGIO TURNITIN**

El Docente Asesor de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Forestal – Filial Jaén, de la Universidad Nacional de Cajamarca, hace constar que:

La tesis titulada:

DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE JUAN GIL (*Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F. Macb.) EN EL DISTRITO DE IMAZA, AMAZONAS – PERÚ

Presentada por el Bach. **CHARLES DARWIN CANO VALENCIA**, ha sido sometida a revisión mediante el **Software Antiplagio TURNITIN**, obteniendo un porcentaje de **23 % similitud**.

Se expide la presente constancia, a solicitud del interesado para los fines que estime por.

Jaén, 12 de febrero del 2024.

Ing. M. Sc. Germán Pérez Hurtado
Docente Asesor



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
Fundada por Ley N° 14015 del 13 de febrero de 1,962
"Norte de la Universidad Peruana"
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL
FILIAL JAÉN
Bolívar N° 1342 - Plaza de Armas
JAÉN - PERÚ



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Jaén, a los **diecinueve** días del mes de **enero** del año dos mil veinticuatro, se reunieron en el **Ambiente de la Sala de Docentes de Ingeniería Forestal- Filial Jaén**, los miembros del Jurado designados por el Consejo de Facultad de Ciencias Agrarias, según Resolución de Consejo de Facultad N°415-2023-FCA-UNC, de fecha 04 de setiembre 2023, con el objeto, de evaluar la sustentación del trabajo de Tesis titulado: **"DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE JUAN GIL (*Apuleia leiocarpa*) (Vogel) J.F. Macbr.) EN EL DISTRITO DE IMAZA, AMAZONAS - PERÚ"**, ejecutado por el Bachiller en Ciencias Forestales, **Don CHARLES DARWIN CANO VALENCIA**, para optar el Título Profesional de **INGENIERO FORESTAL**.

A las **dieciséis** horas y **cuarenta y cinco** minutos, de acuerdo a lo estipulado en el Reglamento respectivo, el Presidente del Jurado dio por iniciado el evento, invitando al sustentante a exponer su trabajo de Tesis y, luego de concluida la exposición, el jurado procedió a la formulación de preguntas. Concluido el acto de sustentación, el Jurado procedió a deliberar, para asignarle la calificación. Acto seguido, el Presidente del Jurado anunció la **APROBACIÓN** por **UNANIMIDAD** con el calificativo de **dieciséis (16)**; por tanto, el Bachiller queda expedito para el inicio de los trámites, para que se le otorgue el Título Profesional de Ingeniero Forestal.

A las **diecisiete** horas y **treinta y cinco** minutos del mismo día, el Presidente del Jurado dio por concluido el acto.

Jaén, 19 de enero de 2024.


Ing. M. Cs. Leiver Flores Flores
PRESIDENTE


Ing. M. Sc. Francisco F. Aguirre de los Ríos
SECRETARIO


Ing. M. Sc. Vitoly Becerra Montalvo
VOCAL


Ing. M. Sc. Germán Pérez Hurtado
ASESOR

DEDICATORIA

A Dios, por guiarme en mi camino y permitirme llegar hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mi querida madre Teresa Valencia Neira y a mi padre Melanio Cano Huamán, quienes son el pilar fundamental de lo que soy, son ellos el mayor apoyo incondicional que recibo, razón para seguir adelante y ser el orgullo de ellos, quienes, además, me han inculcado valorarles que hoy en día siempre los tengo en cuenta.

A mis hermanos, quienes me dan la fortaleza para seguir adelante como familia.

Charles

AGRADECIMIENTO

A mis profesores de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Forestal de la Universidad Nacional de Cajamarca, por haber contribuido en mi formación profesional.

Quiero agradecer al Ing. M. Sc. Germán Pérez Hurtado, asesor de mi tesis, por su apoyo brindado para desarrollo de la presente investigación.

A la Comunidad Nativa Nueva Vida por brindarme las facilidades de extraer las muestras para realizar los ensayos de la presente tesis.

A todas las personas que me apoyaron e hicieron posible que el trabajo de campo y gabinete se realice y compartieron momentos gratos.

Agradezco de corazón.

¡Muchas gracias a todos!

ÍNDICE

	Pág.
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTOS	v
ÍNDICE	vi
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	x i
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	13
CAPÍTULO II: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	15
2.1. Antecedentes de la investigación	15
2.2. Bases teóricas	18
2.2.1. Bosques amazónicos y amenazas	18
2.2.2. Deforestación y causas en el bosque amazónico	19
2.2.3. Beneficios de los bosques	20
2.2.4. Extracción forestal	21
2.2.5. Propiedades físicas de la madera	21
2.2.6. Contenido de humedad de la madera	22
2.2.7. Densidad de la madera	23
2.2.8. Contracción de la madera	24
2.2.9. Punto de saturación de la fibra	24
2.2.10. Anisotropía de la madera	24
2.2.11. Finalidad del estudio de las propiedades de la madera	25
2.2.12. Clasificación de las maderas según sus propiedades físicas	25
2.2.13. Taxonomía <i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F. Macb,	27
2.2.14. Sinonimias y nombres comunes	28
2.2.15. Descripción botánica de Juan Gil <i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F. Macb,	29
2.2.16. Usos de la especie	29
2.2.17. Características y propiedades físicas de la madera	30
2.2.18. Normas técnicas peruanas	31

2.3. Definición de términos básicos	31
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO	33
3.1. Ubicación de la investigación	33
3.2. Materiales	35
3.3. Tipo de investigación	35
3.4. Unidad de análisis	35
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección	36
3.6. Metodología	36
3.6.1. Selección de árboles para la obtención de las probetas	36
3.6.2. Georreferenciación de los árboles seleccionados	36
3.6.3. Medición del CAP	37
3.6.4. Codificación de los árboles seleccionados	37
3.6.5. Talado de árboles seleccionados	37
3.6.6. Trozado y aserrado primario	38
3.6.7. Obtención de tablones para los ensayos físicos	38
3.6.8. Transporte de tablones	39
3.6.9. Acondicionamiento de probetas para los ensayos físicos	40
3.6.10. Obtención de probetas	40
3.6.11. Descripción de los ensayos físicos realizados	41
3.6.12. Análisis estadístico	46
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	47
4.1. Resultados	47
4.1.1. Determinación del contenido de humedad	47
4.1.2. Determinación de la densidad	48
4.1.3. Determinación de la contracción	50
4.2. Discusión	51
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	54
5.1. Conclusiones	54
5.2. Recomendaciones	55
CAPÍTULO VI: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56
CAPÍTULO VII: ANEXOS	65

Anexo 1. Glosario de términos	65
Anexo 2. Constancia de determinación botánica especie de <i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel J.F. Macb.)	67
Anexo 3. Base de datos para obtener el contenido de humedad de la especie de <i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F. Macb.)	68
Anexo 4. Base de datos para la obtención de la densidad de la especie de <i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F. Macb.)	69
Anexo 5. Base de datos para la obtención de la contracción de la madera, de la especie de <i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F. Macb.)	73
Anexo 6. Panel fotográfico	75

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Densidad básica de las maderas latifoliadas	26
Tabla 2. Clasificación de las contracciones totales en la madera según su intensidad (%)	26
Tabla 3. Clasificación de la madera según la contracción volumétrica	26
Tabla 4. Clasificación de la madera según su la relación de contracción tangencial y radial (T/R)	27
Tabla 5. Clasificación según el punto de saturación de la fibra (PSF)	27
Tabla 6. Pesos promedios para el contenido de humedad de <i>Apuleia leiocarpa</i> (J. Vogel)	47
Tabla 7. Contenido de humedad de la especie <i>Apuleia leiocarpa</i> (J. Vogel)	47
Tabla 8. Pesos y volumen para obtención de la densidad	48
Tabla 9. Determinación de la densidad en la base (B)	48
Tabla 10. Determinación de la densidad en la parte media (M)	49
Tabla 11. Determinación de la densidad de la parte alta (A)	49
Tabla 12. Densidad de la especie <i>Apuleia leiocarpa</i> (J. Vogel)	50
Tabla 13. Contracción pesos y medidas promedio para contracción volumétrica (Húmedo)	50
Tabla 14. Contracción pesos y medidas promedio para contracción volumétrica (seco)	50
Tabla 15. Contracción de la especie <i>Apuleia leiocarpa</i> (J. Vogel)	51

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Mapa de ubicación de la investigación	34
Figura 2. Talado de árboles de Juan Gil	37
Figura 3. Trozado de árboles en sus diferentes niveles	38
Figura 4. Tablones de la especie en estudio	39
Figura 5. Transporte de tablones de la zona de extracción a la CC. NN Nueva Vida	39
Figura 6. Obtención de viguetas	40
Figura 7. Probetas codificadas para los ensayos	41

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo determinar las propiedades físicas de la madera de Juan Gil (*Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F. Macb.), mediante ensayos con probetas. La especie fue extraída del bosque del distrito de Imaza – Amazonas – Perú; el trabajo de campo consistió en la selección a 5 árboles al azar de la especie en estudio, considerando arboles con un diámetro mínimo de corta (DMC) de 41 cm, de buena altura, fuste recto y en buen estado sanitario; la obtención de las muestras para las probetas, se hizo según la Norma Técnica Peruana 251.008:2016. Se acondicionaron probetas de acuerdo al tipo de ensayo realizado; para determinar el contenido de humedad se acondicionaron probetas de 3x3x10 cm, para la densidad básica se habilitó probetas de 3x3x10 cm y para la contracción volumétrica las probetas fueron de 3x3x10 cm. Las propiedades físicas determinadas de la especie en estudio reportan un contenido de humedad de 44.25 % densidad saturada es de 0.90, la densidad básica es de 0.65 y la densidad anhidra de 0.75; por lo que esta especie es una madera dura y pesada. Asimismo, la contracción tangencial total fue 8.11 %, contracción radial total 3.69 %, la contracción longitudinal total 0.31 %, la contracción volumétrica total 12.11 % y la relación T/R es de 2.20. Esta madera es apropiada para realizar construcciones pesadas, estructuras como columnas, vigas, pisos de parquet, construcción de embarcaciones, entre otros.

Palabras clave: Determinación, propiedades físicas, madera, densidad contracción humedad

ABSTRACT

The objective of this study was to determine the physical properties of Juan Gil wood, (*Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F. Macb.), through test tube tests. The species was extracted from the forest of the district of Imaza - Amazonas - Perú; The field work consisted in the selection of 5 trees at random of the species under study, considering trees with a minimum cutting diameter (DMC) of 41 cm, of good height, straight stem and in good sanitary condition; obtaining the samples for the test tubes was done according to the provisions of the Peruvian Technical Standard 251.008:2016. Test tubes were conditioned according to the type of test carried out; to determine the moisture content, 3x3x10 cm test tubes were conditioned, for the density 3x3x10 cm test tubes were obtained and for the volumetric contraction the test tubes were 3x3x10 cm. The results obtained were: the moisture content was 44.24 %, saturated density is 0.90, the basic density is 0.65 and the anhydrous density is 0.75, so this species presents a hard and heavy wood. Total, tangential shrinkage is 8.11 %, total radial shrinkage was 3.69 %, total longitudinal shrinkage is 0.31%, total volumetric shrinkage is 12.11 %, and the T/R ratio is 2.20. This wood is appropriate for carrying out heavy constructions, in the construction of structures such as columns, beams, etc., it would also be used in parquet floors, boat construction, among others.

Keywords: Determination, physical properties, wood, density, humidity contraction

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Perú, es un país que posee gran diversidad de bosques entre ellos, el bosque amazónico, rico en biodiversidad tanto de flora como de fauna, este bosque tiene una gran proporción de cobertura boscosa en relación a su extensión. No obstante, a pesar de contar con un potencial enorme, no se ha tenido la capacidad de establecer una industria forestal sólida, viéndose favorecida la industria agraria, siendo esta una visión sesgada del rol de los bosques. Actualmente, se conoce que los bosques no solo brindan madera, sino que también brindan una serie de bienes y servicios ambientales, entre los cuales son: captura de carbono, intervienen en la regulación del ciclo del agua, albergan una gran diversidad de especies tanto de flora como de fauna, además existen pueblos indígenas han hecho del bosque su hogar (MINAN, 2016, p. 13).

OSINFOR (2013, p. 6) refiere que, los bosques por ser uno de los ecosistemas donde existe una biodiversidad alta, y por los bienes y servicios que brindan, son considerados como los ecosistemas más valiosos del planeta. *El Perú cuenta con una superficie de 1 285 215,60 km²; la mayor parte del territorio nacional está cubierta de bosques naturales, cuya extensión alcanza los 68.6 millones de hectáreas, de ellos, 17.77 millones de hectáreas corresponden a bosques de producción permanente.* El acelerado desarrollo de la tecnología post-industrial, trajo consigo, además de una serie de beneficios, también tiene una serie de desventajas causando daños a la salud humana y al medio ambiente, esto es debido a la implementación de tecnologías que no admiten llevar un control absoluto de las acciones desarrolladas y *que en muchas ocasiones escapan a toda posibilidad de previsión y, por ende, a la imputación culposa de sus consecuencias* (Medina et al., 2016, p. 109).

En los bosques peruanos, la extracción selectiva de especies maderables de uso comercial, está siendo destructiva, causando perjuicios irreparables en los bosques, dado que son muy solicitadas en el mercado y es por ello que su explotación es exagerada; *en la selva baja se encuentra la mayor potencia forestal con una superficie de 54 822 110 has, con una posibilidad de corte anual de 98 874 400 m³; actualmente se está extrayendo el 3 % de extracción de este*

volumen, dado a la falta de conocimiento de las especies con potencial maderables, a la falta de información de sus propiedades que poseen y a la utilidad de las mismas (FAO, 2002); citado por (Jáuregui & Ramos, 2019, p. 15). La madera por sus características y propiedades, es considerado un material complejo, los cuales dependen de su composición y constitución de sus diversos elementos que la componen y la orientación en la que estas están colocados. Las propiedades físicas que posee la madera tienen influencia importante en su comportamiento tales como son, el contenido de humedad, la densidad y los cambios dimensionales son fundamentales para la industria forestal, dado que su composición es relacionada con su proceso de transformación y utilización (Ananías, 2004, p. 8).

En la región Amazónica de nuestro país, los trabajos de investigación sobre determinación de las características físicas de la madera son muy generales, razón por la cual su estudio específico será necesaria, debido a que esta información es muy importante dentro de la industria forestal, para facilitar la labor en el proceso de transformación y poder dar un uso adecuado. El presente trabajo de investigación tuvo como finalidad determinar las propiedades físicas del “Juan Gil” a tres niveles (basal, media y superior), esta especie forestal se comercializa en el bosque de la Comunidad Nativa Nueva Vida – Amazonas; para evaluar las propiedades físicas se habilito probetas de madera, según las normas técnicas peruanas, el objetivo general de la investigación, fue determinar las propiedades físicas de Juan Gil (*Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F. Macb.) en el distrito de Imaza, Amazonas – Perú. Los objetivos específicos fueron:

- Determinar las propiedades físicas de la madera de Juan Gil (*Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F. Macb.) mediante ensayos con probetas.
- Identificar los posibles usos estructurales del Juan Gil (*Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F. Macb.) en la industria maderera.

CAPÍTULO II

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Antecedentes de la investigación

Balboni et al. (2018, p. 1) estudiaron las especies *Pseudopiptadenia psilostachya* y *Eschweilera ovata* del segundo ciclo de corta del Bosque Nacional Tapajós, con fines de identificación y comercial, el estudio consistió en determinar las propiedades físicas y mecánicas de su madera, además evaluaron la viabilidad de reemplazo de especies maderables de alto valor comercial; los ensayos fueron hechos considerando la norma brasileña NBR 7190. P. Los resultados obtenidos fueron los siguiente: La especie *Pseudopiptadenia psilostachya*, tuvo una densidad aparente de 0,683 g.cm³; contracción y anisotropía presentó niveles medios, sin embargo presento una alta resistencia a la compresión paralela a grano (71,63 MPa) y en flexión estática (103,9 MPa); esta especie fue superior a la especie *Euxylophora paraensis*, con respecto a otras especies como *Bagasssa guianensis* y *Apuleia leiocarpa*, la cual se considera que la especie *P. psilostachya* presenta posibilidades de reemplazar a estas tres especies antes mencionadas. *Eschweilera ovata* presentó una densidad aparente de 0,798 g.cm³, valores altos de contracción y anisotropía, además de dureza (12089 N), la resistencia a la compresión paralela a la fibra (68,67 MPa) y a la flexión estática. (127,1 MPa); esta especie mostro similitud con *Mezilaurus itauba* y algo inferior a las especies *Hymenaea sp.* y *Astronium lecointei*. Las dos especies en estudio tanto *P. psilostachya* como *E. ovata* se ubican en la clase de resistencia más alta definida en la Norma Brasileña NBR7190, C60. Los autores concluyen que a pesar del desconocimiento de las especies en estudio, estas, presentan una madera de buena calidad para ser reemplazadas con algunas especies maderables amazónicas que tienen un valor comercial alto tanto nacional como en otros países

Mansilla (2020, p. 5) realizó un estudio sobre análisis comparativo de las propiedades físico-mecánicas de la madera *Eucalyptus glóbulus* procedente de la localidad de Ollantaytambo, en estado seco tratada con aceite de linaza por inmersión prolongada para uso estructural. Las propiedades evaluadas fueron las siguientes: Contenido de humedad, densidad, compresión perpendicular al grano, resistencia al corte o cizalla, resistencia a la flexión estática, ensayo de dureza por el método Brinell y conductividad térmica. Para el desarrollo de todos los

ensayos se obtuvo un total de 240 muestras, las cuales estuvieron divididas en dos grupos que fueron madera sin tratar y madera tratada. El estudio tuvo como resultados que aplicando a la madera un tratamiento a base de aceite de linaza para usos estructural mejora algunas de las propiedades mecánicas de la misma, por lo el autor menciona que el aceite de linaza es un tratamiento recomendado en caso que se requieran mejorar las propiedades resistentes de la madera.

Ccahuana (2019) desarrollo un estudio con el objetivo de conocer las propiedades físicas, mecánicas y características anatómicas de *Vochysia kosnipatae* Huamantupa (Alco kaspi) realizado en la plantación de la subestación experimental Agraria INIA de San Gabán. La especie en estudio presento las siguientes propiedades físicas: CH 122,02 %, DB 0,38 g/cm³, CV 10,74 % y CT/CR 2,77. Las propiedades mecánicas fueron: flexión estática, MOE, 31,47 kg/cm², MOR 528,38 kg/cm², ELP 759,42 kg/cm²; Compresión perpendicular al grano, ELP 27,91 kg/cm²; Extracción de clavos 65,17 kg/cm²; Dureza 233,70 kg/cm²; Clivaje 29,46 kg/cm²; Cizallamiento 56,70 kg/cm²; Tenacidad 80,95 kg/cm. Entre las características anatómicas organolépticas existe una diferencia entre albura y duramen, l olor y sabor no distintivo, de grano recto y textura media,

Barrientos & Luza (2018, p. 6) realizaron un estudio con finalidad de determinar las propiedades físico-mecánicas de la madera de Zapote proveniente de Puerto Maldonado, Madre de Dios. Las muestras o probetas consistieron en dimensiones diferentes y estuvieron acorde con la NTP251.008; asimismo para todos los ensayos realizados se tomaron en cuenta las normas técnicas peruanas como: (NTP 251.010), (NTP 251.011), (NTP 251.014), (NTP 251.013), (NTP 251.016), (NTP 251.017), (NTP 251.085). los datos fueron sistematizados mediante análisis estadísticos y aplicando las fórmulas establecidas, y los resultados fueron interpretados considerando la Norma Técnica Peruana E010; concluyendo que la especie denominada comúnmente como zapote proveniente de Puerto Maldonado presenta una madera de usos estructural.

Huaynalaya (2018, p. 15) estudio a tres especies determinando sus características físicas de la madera identificadas como *Caryocar glabrum* (Aubl.) Pers (almendro), *Diploporis racemosa* (Hoehne) Amshoff (chontaquiro), *Brosimum rubescens* Taub. (palisangre),

determinando su variación de acuerdo a los niveles longitudinales del fuste. Se tomaron a tres árboles por especie haciendo un total de nueve árboles. Para los ensayos se consideró las Normas: ISO 4470 – 1982, ASTM D-5536-99, NTP - 251.008, 251.009, 251.010, 251.011 y 251.012. los resultados mostraron que la especie *Diploptropis racemosa* mostró variación por niveles longitudinales, en el contenido de humedad máxima, en la densidad básica y saturada, en el equilibrio higroscópico y anhidro, existiendo la tendencia de que los valores de las diferentes densidades disminuyan conforme se incrementa la altura del fuste. Con respecto a las maderas de las especies *Caryocar glabrum* (Aubl.) Pers (Almendro) y *Brosimum rubescens* Taub. (Palisangre) ninguna presentó diferencias significativas, deduciéndose que las propiedades físicas de la madera son similares a lo largo del fuste.

Diaz et al. (2019) realizaron un estudio sobre determinación de propiedades anatómicas y físicas de las especies *Miconia amazonica* y *Erithrina ulei* de San Gaban – Puno; Las propiedades físicas se determinaron de acuerdo a las normas técnicas. *Miconia amazónica* presenta poros medianos, longitud de vaso 365 μm , radios heterogéneos, densidad básica 0,57 g/cm^3 y contracción volumétrica media 12,73 %. La especie *Erithrina ulei* presenta grano recto, textura media y brillo mediano, vetado a modo de arcos superpuestos, poros con diámetros de 246,2 μm , su albura es susceptible al ataque por hongos, además, cuenta con una densidad de 0,29 g/cm^3 que se considera baja, así como su contracción volumétrica es de 8,12 %; ambas especies presentan madera muy estable.

Postillon (2023) estudio la especie *Apuleia leiocarpa* (J. Voguel) J.F. Macbride respecto a su estimación del coeficiente de forma y ahusamiento con la finalidad de una determinación óptima del volumen, realizado en Ucayali. Selecciono a 69 árboles, siendo estos georreferenciados para su seguimiento posterior. Su coeficiente de forma tuvo un promedio general de $0,77 \pm 0,01$ y su coeficiente de variación fue de 3,87 %, El promedio fue de ahusamiento de 1,047 cm/m dando un coeficiente de variación de 36,96 %, el autor concluye que *Apuleia leiocarpa* presenta un fuste de forma más cilíndrica que lo determinado por la autoridad forestal y a cada un metro a lo largo del fuste hacia el ápice manifiesta una disminución del diámetro no tan notoria, como también se obtuvo un bajo coeficiente de variación.

Sierra (2020, p 10) estudió sobre, la identificación de especies maderables comerciales mediante características organolépticas, Irazola – Ucayali; teniendo como objetivo, identificar ocho especies comerciales mediante sus características organolépticas. Donde obtuvieron como resultados, *que la especie Apuleia leiocarpa tiene anillos visibles y delimitados por bandas oscuras, los elementos de la madera son de tipo entrecruzado, textura caracterizada por ser de fina a media, canales resiníferos visibles, veteado poco definido por arcos intercalados en bandas angostas paralelas.*

Fasanando (2023) refiere que actualmente, dentro del sector maderero se esta buscando un aprovechamiento sostenible, por lo que no solo debe limitarse a aprovechar un grupo conocido de arboles madereros, si no que deben incluirse otras especies que aun no son conocidas, es por ello que desarrollo un estudio con la finalidad de determinar las propiedades físicas de la madera de *Simarouba amara* Aubl (Marupa) y su variación por niveles longitudinales y transversales del fuste, el material tuvo una procedencia de INIA -Pucallpa; las muestras para los ensayos estuvieron de acuerdo a las normas establecidas. Como resultados se tiene que esta especie presento un contenido de humedad de 78.76 %, densidad básica de 0,33, densidad saturada 0,59, y anhidra 0,38 gr/cm³, la contracción tangencial fue de 5,64 %, la radial 3,34 %, longitudinal fue de 0,40 % y contracción volumétrica fue de 9,32 %). Finalmente se evidencia que las propiedades físicas de esta especie son similares a lo largo del fuste.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Bosques amazónicos y amenazas

El bosque húmedo perteneciente a la amazonia de la parte baja de estos ecosistemas se caracterizan por albergar una gran diversidad de especies arbóreas; lo cual se evidencia con la variabilidad en su composición florística, que está en función a la riqueza en el contenido de nutrientes en el suelo y la disponibilidad de los mismos (Villacréz, 2021, p. 1). Por su parte, INADE (1998, p. 35) citado por el mismo autor donde señala que, *los bosques húmedos poseen una estructura ecológica compleja, el cual está integrado por factores que muchas veces dificultan su manejo; por lo que es fundamental establecer estrategias con pautas precisas y entendibles acerca del manejo de los recursos naturales forestales.* Además, refiere que, *uno de los problemas para proyectar y desarrollar planes de manejo silvicultural en los bosques*

tropicales, es la falta de conocimiento sobre la composición florística y estructura de los diferentes tipos de vegetación que permita precisar el potencial forestal del bosque.

La Barreda (2021, p. 24) señala que, los ecosistemas forestales a pesar que brindan una serie de beneficios tanto directos como indirectos para la sociedad, actualmente estos ecosistemas enfrentan dos amenazas de gran importancia que son la deforestación y la degradación. Por otro lado, para la FAO (2018, p. 2) la deforestación, es la conversión de los bosques a otro tipo de uso de la tierra independientemente si es inducido por humanos o no. Por su parte, MINAM (2016, p. 32) refiere que, en países tropicales así como en el Perú la principal causa del cambio de usos de suelo es la expansión debido a la agricultura y la ganadería, que causan deterioro o disminución de la calidad de los mismos; los bosques degradados son cuando pierden o este disminuye su capacidad de brindar todos sus servicios ecosistémicos a causa de la extracción sus especies arbóreas entre otros componentes que lo constituyen sin tener un manejo adecuado y sostenible en el tiempo.

2.2.2. Deforestación y causas en el bosque amazónico

MAGBMA y FAO (2018, p. 16) refieren que, *la deforestación es la disminución a largo plazo de la cubierta de copa por debajo del umbral mínimo del 30 % correspondiente a la definición de bosque, transformándolo al bosque en otro uso de la tierra.* El proceso de deforestación de la zona de la selva amazónica del Perú y el desarrollo socioeconómico se ha caracterizado por presentar periodos claramente identificados que van desde la caza y la pesca por parte de los pobladores originarios amazónicos, a la explotación del caucho en el siglo XIX. El crecimiento económico y demográfico del siglo XX con alta presencia de actividades extractivas forestales, agropecuarias y mineras han originado la pérdida de importantes extensiones de bosques tropicales, cuyas causas se encuentran principalmente en las políticas orientadas hacia la explotación de recursos naturales descontroladas (Walsh, 2007; citado por MINAM, 2016, p. 17).

La deforestación en la Amazonía peruana, hace que se pierdan inmensas áreas boscosas, generada por la actividad humana, como es, la industria forestal maderera, en su gran mayoría ilegal e indiscriminada, se suma la extracción de minerales, expansión de tierras para uso agrícola, el uso comercial de leña y carbón, construcción de carreteras, etc., situación que genera

desequilibrio ecológico en el ecosistema, pérdida de la biodiversidad e incremento en el calentamiento del planeta (INEI, 2011, p. 50).

La agricultura comercial fue una de las causas principales de la deforestación de los bosques, entre los años 2000 y 2012, esta actividad ha sido la causante de casi las tres cuartas partes de toda la deforestación tropical y aproximadamente la mitad de esa pérdida forestal tuvo lugar ilegalmente; además, de la agricultura también son causantes de la deforestación los proyectos de minería a gran escala e infraestructuras como son las represas entre otros (Bosques Tropicales, 2019, p. 8). Asimismo, FAO (2018, p. 14) sostiene que, *la agricultura es la segunda causa en importancia de la deforestación y la primera causa de la degradación forestal*; además, refiere que, la agricultura con un sistema de producción predominante generalmente provoca procesos de degradación sin llegar a producir deforestación; sin embargo, el aumento de la densidad demográfica y la pérdida de prácticas tradicionales afectan la capacidad de regeneración de un bosque y por ende la induce a la deforestación; no obstante, este mismo sistema de agricultura no es amenaza a largo plazo si permite la regeneración forestal con un barbecho suficientemente prolongado y un tamaño de finca reducido.

2.2.3. Beneficios de los bosques

Actualmente los bosques son considerados primordiales para la existencia de toda la humanidad, esto es, por su capacidad de proveer múltiples beneficios, entre los beneficios inmediatos encontramos diversidad de productos que son necesario para satisfacer las necesidades básicas de la humanidad como frutos que se utilizan como alimento, abundantes plantas comestibles, además carne de monte el cual se obtiene mediante la caza, del mismo modo proporcionan energía mediante la utilización de la leña y carbón, por otro lado tenemos la madera, fibras, látex, entre otros. No obstante, los beneficios más valiosos que se obtienen de los bosques son los servicios ecosistémicos, entre los cuales tenemos la protección de los suelos contando con suelas más firmes y menos erosionados, la regulación del clima, mantenimiento de la humedad y su aporte al ciclo del agua, además los bosques tropicales son hábitat de una gran diversidad biológica donde viven diversas especies silvestres, donde contribuyen en la polinización de las plantas, controlan de forma natural las plagas, del mismo modo, estas presentan un atractivo con el cual alimentan el turismo y proveen medios de vida a los pueblos

indígenas que los habitan. Por lo tanto, la pérdida de los bosques representa la pérdida de los servicios ecosistémicos que estos brindan (MINAM, 2016, p. 15).

Los servicios ecosistémicos son todos los beneficios que obtenemos de forma natural, tales como la provisión de agua, la polinización de cultivos, el control de inundaciones. Sin embargo, a pesar de su gran importancia aún son escasamente estudiados, medidos y valorados, lo que genera que no sean incorporados en las decisiones sobre la gestión actual y futura del territorio (WWF, 2014, p. 22).

2.2.4. Extracción forestal

La Barreda (2021, p. 28) manifiesta que, *en el Perú, la extracción forestal se caracteriza por la ausencia de una adecuada planificación, así como por la falta de capacidades técnicas y tecnológicas*. La práctica de una extracción extractivista y selectiva de esta actividad, implica una productividad reducida en el bosque amazónico; demostrando que existe intervención en áreas que no están incluidas en un plan de manejo, del mismo modo, se practica la extracción de especies no autorizadas o de corte de individuos no designados para la producción, debido a la alta demanda de la industria. Por su parte, Arbaiza et al. (1999) señalan que, *la extracción forestal en los bosques amazónicos en la parte de la selva baja es practicada principalmente por pequeños y micro extractores, muchos de los cuales combinan la extracción de madera con la actividad agrícola*; otros autores refieren que, la extracción de madera en bosques naturales reduce la complejidad estructural de la vegetación propia de estos ecosistemas y por ende, reducen su capacidad de brindar los servicios ecosistémicos (Ochoa, 1998; Laurance et al., 2001; Ochoa y Soriano, 2001, p. 8).

2.2.5. Propiedades físicas de la madera

Umerez (2015 p. 7) refiere que, las propiedades físicas de la madera son las que determinan su comportamiento frente al entorno donde se desarrollan o a los diferentes factores del medio ambiente, sin que sufrir alguna alteración o modificación química de su estructura. Por su parte Reynaldo (2020, p. 1) manifiesta que, las propiedades de la madera dependen de varios factores como la edad del árbol, tipo del terreno, el contenido de humedad que posee, diferentes partes del tronco, estas propiedades son diferentes dependiendo de las direcciones,

las principales direcciones son axial, radial y tangencial. Zacarías (2004, p. 6) manifiesta que, las propiedades físicas y mecánicas son determinadas a través de ensayos de laboratorio, realizados en equipos propios para esta finalidad, siguiendo normas que especifican métodos, procedimientos, fórmulas de cálculo, formas y dimensiones de las probetas, etc. Las propiedades físicas de la madera *determinan el comportamiento de las maderas ante los factores que intervienen en el medio ambiente natural, sin que este actúe químico ni mecánicamente en su estructura interna* (Gilson, 2009, p. 13).

2.2.6. Contenido de humedad de la madera

Reynaldo (2020, p. 1) refiere que, la madera al ser un material higroscópico, esta, depende y absorbe humedad con facilidad según el entorno o el ambiente donde se encuentre, esta humedad de la madera puede variar entre rangos muy amplios, dado que una pieza de madera recién cortada contiene un contenido de humedad que oscila entre 50 % y 60 %; a su vez estas variaciones de agua en la madera hacen que la madera se hinche o merme, el cual hace que su volumen varíe y por ende su densidad.

Umerez (2015, p. 8) define al contenido de humedad de la madera como, *la masa de agua contenida en la madera expresada como porcentaje de la masa anhidra*. Este concepto es equivalente si se utiliza el peso en vez de masa; asimismo, menciona que, el estudio tecnológico del contenido de agua en la madera es fundamental toda vez que afecta en todos los procesos de transformación de la madera. Por otro lado, García (2001, p. 3) manifiesta que, los métodos existentes para determinar el contenido de humedad son, el método de pesada, método de destilación y empleo de medidores eléctricos. Donde el método de secado en estufa, es el más exacto y confiable, excepto cuando se emplean en algunas maderas que contienen un porcentaje elevado de sustancia volátiles, ya que en este caso se debe utilizar otro proceso.

Hinchazón y merma

Cuando existe una variación del contenido de humedad en una pieza de madera se origina una variación de sus dimensiones de esta, esto se evidencia cuando el contenido de humedad está por debajo del punto de saturación de las fibras que a 30 % de humedad aproximadamente, dado que al aumentar el agua se hincha, y al reducir el agua esta se contrae o disminuye, a partir

del punto de saturación de la fibra el volumen permanece constante el que varía es el peso de acuerdo al contenido de agua que contenga como lo afirma Umerez (2015, p. 8).

Por otro lado, Klinger (1994, p. 4) remarca la importancia de la humedad en el punto de saturación de las fibras por las siguientes consideraciones:

- Por encima de este no se presenta cambios dimensionales en la madera.
- Las variaciones de la humedad por encima de su valor, modifican el comportamiento de la densidad de la madera.
- La conductividad eléctrica de la madera aumenta bruscamente desde 0.0 % hasta la humedad de saturación de las fibras.
- La resistencia mecánica de la madera, generalmente, se ve favorecida por una reducción del contenido de humedad entre la zona de saturación de las fibras y 0.0 %.

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

2.2.7. Densidad de la madera

Reinaldo (2020, p. 2) describe que, la densidad real de la madera es perceptiblemente igual para todas las especies siendo de 1.56, la densidad aparente es diferente de una especie a otra e incluso en la misma especie de acuerdo al contenido de humadas y la parte del árbol. Además, Rodríguez (2012, p 5) afirman que, la densidad es uno de los factores importantes en la determinación de propiedades físicas y mecánicas que caracterizan diferentes tipos de madera y a menudo las piezas individuales del mismo tipo, incluso cuando son de árboles idénticos. La densidad de la madera también controla la extensión de los cambios dimensionales que pueden tener lugar en ella en los cambios en el contenido de humedad por debajo del punto de saturación de la fibra; por estas razones, influye en las propiedades básicas de la madera, desempeñando

una parte importante en la determinación de las utilidades de un determinado tipo de madera, de una determinada pieza, para un propósito específico.

2.2.8. Contracción de la madera

Rodríguez (2012, p. 9) sostiene que, la madera se contrae cuando pierde humedad de las paredes celulares y se hincha cuando gana humedad en la pared celular. El resultado de la contracción e hinchamiento produce deformación, arqueamiento, hendimiento, aflojamiento de mangos para herramientas, grietas en las tarimas o problemas de rendimiento que disminuyen la utilidad de los productos de la madera; usualmente, la contracción en dirección tangencial es mayor que en la dirección radial. Silva (2009, p. 12) indica que, el menor valor de contracción radial puede ser atribuido a dos factores:

- La restricción de la contracción radial debido a la presencia de células parenquimáticas radiales.
- La presencia de bandas de madera temprana de baja densidad que alternan con zonas de madera tardía de alta densidad.

2.2.9. Punto de saturación de la fibra

Rodríguez (2012, p. 21) menciona que, el punto de saturación de la fibra de la madera, está en un promedio de 30 % de contenido de humedad, pero en especies y piezas individuales de madera, pueden variar por mucho los porcentajes a partir del valor. El punto de saturación fibra también es considerado a menudo como el contenido de humedad por debajo del cual las propiedades físicas y mecánicas de la madera comienzan a cambiar en función del contenido de humedad.

2.2.10. Anisotropía de la madera

Corma (s/f, p. 19) sostienen que, *la madera es un material anisotrópico; según sea la dirección se considera respecto a la dirección longitudinal de sus fibras y anillos de crecimiento, el comportamiento tanto físico como mecánico del material, presenta resultados dispares y diferenciados*. Por otro lado, Soto Mayor & Ramírez (2014, p. 3) afirman que, el

carácter anisotrópico de la madera le confiere versatilidad para el diseño de productos y estructuras.

2.2.11. Finalidad del estudio de las propiedades de la madera

Gilson (2009, p. 8) sostiene que, determinar y contar con información de las propiedades de la madera es fundamental, dado que de allí se parte para dar un uso sostenible a las especies.

- Adquirir información de las características de la madera y poder determinar los posibles usos.
- Establecer las resistencias con el propósito de fijar las tensiones admisibles, empleados en los cálculos de las estructuras y clasificarlos mediante resistencias.
- Conocer la calidad de las maderas, con la finalidad de realizar un aprovechamiento sostenible y obtener un mejor valor agregado.
- Estudiar la influencia de los factores sobre las propiedades de las maderas y obtener relaciones que puedan utilizarse técnicamente.

2.2.12. Clasificación de las maderas según sus propiedades físicas

La clasificación de las maderas según sus propiedades físicas, según su densidad básica de la madera (MVCS, 2021, p. 9); las contracciones totales en la madera según su intensidad (%) (Fuentes, 2002, p. 3); según la contracción volumétrica, según su relación de contracción tangencial y radial (T/R) (Aróstegui, 1975, p 13); según el punto de saturación de la fibra (PSF) (Ramos, 1999, p. 6).

La clasificación de las maderas según sus propiedades físicas, se detallan a continuación en las tablas, 1, 2, 3, 4 y 5, respectivamente:

Tabla 1*Densidad básica de maderas de especies latifoliadas*

Grupo	Densidad básica g/cm ³
A	≥ 0.71
B	0.56 –a 0.70
C	0.40 a 0.55
D	0.36 a 0.39

Fuente: MVCS (2021).

Tabla 2*Clasificación de las contracciones totales en la madera según su intensidad (%)*

Clasificación	Tangencial	Radial	Volumétrica
Muy baja	< 3,5	< 2,0	< 7,5
Baja	3,6 - 5,0	2,1 - 3,0	7,6 – 10,0
Mediana	5,1 - 6,5	3,1 - 4,0	10,1 – 15,0
Alta	6,6 - 8,0	4,1 - 5,0	15,1 – 19,0
Muy alta	> 8,1	> 5,1	> 19,1

Fuente: Fuentes (2002, p. 6).

Tabla 3*Clasificación de la madera según la contracción volumétrica*

Nº	Rango (%)	Clasificación
1	< 9,0	Muy baja (MB)
2	9,1 - 11,0	Baja (B)
3	11,1 - 13,0	Media (M)
4	13,1 - 15,0	Alta (A)
5	> 15,1	Muy alta (MA)

Fuente: Aróstegui (1975).

Tabla 4

Clasificación de la madera según su relación de contracción tangencial y radial (T/R)

N°	Rango (%)	Clasificación	Estabilidad
1	< 1,5	Muy baja (MB)	Muy estable (ME)
2	1,51 - 2,0	Baja (B)	Estable (E)
3	2,1 - 2,5	Media (M)	Mod. Estable (Me)
4	2,51 - 3,0	Alta (A)	Inestable (I)
5	> 3,1	Muy alta (MA)	Muy inestable (mi)

Fuente: Aróstegui (1975).

Tabla 5

Clasificación según el punto de saturación de la fibra (PSF)

Clasificación	PSF
Bajo	< 25,0
Normal	26,0 - 30,0
Alto	> de 30,0

Fuente: Ramos (1999).

2.2.13. Taxonomía de Juan Gil (*Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F. Macb)

Según el Sistema de Clasificación de Arthur Cronquist (1981), la especie en mención, se clasifica de la manera siguiente:

División : Magnoliophyta = Angiospermae

Clase : Magnoliopsida Ducke = Dicotyledoneae

Subclase : Rosidae

Orden : Fabales

Familia : Fabaceae

Subfamilia : Caesalpinioideae

Género : *Apuleia*

Especie : *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F. Macb

Según el Sistema de Clasificación de Grupo de Filogenia de Angiospermas – APG IV 2016, la especie en mención, se clasifica de la manera siguiente:

División : Angiospermae

Clase : Equisetopsida C. Agardh

Subclase : Magnoliidae Novák ex Takht.

Superorden : Rosanae Takht.

Orden : Fabales Juss.

Familia : Fabaceae

Género : *Apuleia*

Especie : *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F. Macb

2.2.14. Sinonimia y nombres comunes

Sinonimia: *Apuleya leiocarpa* (Vogel) Gleason, *Apuleya molaris* (Spruce ex Benth.) Gleason, *Apuleia ferrea* (Mart.) Baill., *Apuleia grazielana* Afr. Fern., *Apuleia praecox* Mart., *Dalbergia cucullata* Pittier, *Leptolobium leiocarpum* Vogel.

Nombres comunes: Juan Gil (Zona de estudio). Ana caspi (Perú), Yvyra pere (Paraguay); garapa, grapiapunha, muirajuba, barajuba, muiratauá, amarelinho, gema de ovo, jataí-amarelo (Brasil); ibira peré~ grapia~ grapiapuña~ ibira-piapuña (Argentina) (Gabrielli, 2014, p. 5).

2.2.15. Descripción botánica del Juan Gil (*Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F. Mach)

Características de órganos vegetativos y reproductivos

Árbol grande, de 30 metros a más de altura, fuste de forma cilíndrica, e la base presenta aletones angostos y de forma empinada hasta de 1.5 m, posee una copa aparasolada el cual se abre a medida se llega a la altura total. Presenta una corteza superficial de color blanquecina lisa a ligeramente granulosa, debido a la presencia de lenticelas; la corteza muerta se desprende en placas grandes e irregulares, ocasionando huellas en la superficie del tronco, formándose una película corchosa que, al ser raspada, se torna de un color verde amarillento. La corteza viva o interna presenta dos capas: una externa de forma laminar, compacta, de color rosado, con secciones de color anaranjado pálido, y otra interna laminar y fibrosa, compacta. Follaje semi caducifolio o caducifolio; de apariencia rala o dispersa, de tonalidad verde casi amarillo en la parte final de las ramas. *Hojas compuestas alternas, foliolos alternos imparipinnados, glabro en el haz, con ligera pubescencia en el envés, inflorescencia axilar, presenta flores hermafroditas y masculinas de color amarillo, fruto vaina* (Sierra, 2020, p. 45).

Distribución y hábitat

La especie *Apuleia leiocarpa* se distribuye en los departamentos de Loreto, Madre de Dios y San Martín, entre 0 y 1000 m s. n. m. en la Amazonía central se encuentra en cantidades inferiores y en la Amazonía sur del Perú se encuentran en cantidades medias (Sierra, 2020, p. 48).

2.2.16. Usos de la especie

Por ser una especie de gran durabilidad lo utilizan para construcción de botes, lanchas, en la construcción de estructuras pesadas, además lo utilizan para vigas columnas, durmientes, parquet, postes, chapas decorativas y en carpintería (Sierra, 2020, p. 46). Asimismo, es utilizada para construir puertas, ventanas, pisos interiores y exteriores, entre otros (Gabrielli, 2014, p. 5).

Importancia económica de la especie

Apuleia leiocarpa (Vogel) J.F. Macbr es una especie forestal cuya madera es difícil de aserrar por su contenido de sílice en el fuste; además, la especie posee propiedades físicas altas

en lo referente a la densidad básica y contracción volumétrica media, como lo afirma Aróstegui (1982). La especie *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F. Macbr, no solo sirve para la industria de transformación de madera y productos maderables, sino también permite obtener productos químicos que pueden usarse como materia prima para otros procesos y para la obtención de otros productos, como pueden ser la pulpa y papel, los taninos usados en la industria de la curtiduría, adhesivos, aditivos para la perforación de pozos, etc., tal como lo afirma Gabrielli, (2014, p, 2); el mismo autor señala que, los productos forestales derivados de la transformación química son considerados una buena alternativa para el aprovechamiento sostenible, el cual nos permite obtener productos de mucha importancia y que tienen una alta demanda en el mercado, una gran ventaja de la transformación química de los productos forestales es que permite el uso de materias primas consideradas de poco valor comercial y de residuos que se generan en otras industrias forestales.

2.2.17. Características y propiedades físicas de la madera

PROMPEX (s/f) describe a la especie de *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F. Macb, según las siguientes características:

Color. Presenta una albura de color crema con el duramen de color amarillo, observándose entre ambas un leve y gradual contraste en el color. Cuando la madera esta seca al aire libre la albura de torna de color blanco y el duramen se vuelve de un color amarillento pálido.

Olor. Presenta un olor, característico a almendras.

Lustre o brillo. Presenta brillo intenso.

Grano. Recto.

Textura. Media a fina.

Veteado o figura. Bien definido líneas vasculares, arcos superpuestos poco diferenciados y bandas angostas paralelas con reflejos dorados.

Asimismo, el mismo autor, describe a la especie de *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F. Macb, según sus propiedades físicas:

Densidad básica	: 0,43g/cm ³
Contracción tangencial	: 8,97 %
Contracción radial	: 3,81 %
Contracción volumétrica	: 11,80 %
Relación T/R	: 2,35

2.2.18. Normas Técnicas Peruanas

Determinación de las muestras NTP 251.008 – 2016

Acondicionamiento de maderas destinadas a los ensayos físicos y mecánicos NTP 251.009– 2016.

Determinación del contenido de humedad NTP 251.010 – 2014.

Determinación de la densidad NTP 251.011 – 2014.

Determinación de la contracción volumétrica NTP 251. 012 – 2015.

2.3. Definición de términos básicos

Anisotropía. Es el comportamiento de forma distinta de la madera según las direcciones ya sea axial, radial o tangencial (Gilson, 2009, p. 5).

Árboles. Los árboles tienen gran importancia ecológica, fijan dióxido de carbono, protegen los suelos de la erosión, producen frutos, y hojas que son alimentos de animales y el hombre, protegen las márgenes de los ríos, producen oxígeno entre otros. Además, son importantes en términos culturales (Aguilar, 2019, p. 2).

El bosque. Son tierras que se extienden por más de 0,5 hectáreas dotadas de árboles de una altura superior a 5 m y una cubierta de dosel superior al 10 por ciento, o de árboles capaces de alcanzar esta altura in situ (FAO, 2000, 2004, p. 16).

Madera aserrada. Este es el producto más tradicional de la madera, obtenida a partir del corte de la madera en rollo, mediante sierras obteniendo un producto caracterizado por tener las caras planas (Vignote, 2017, p. 11).

Madera. Es un material vegetal orgánico que tiene carácter anisotrópico que tiene forma de un tejido leñoso de consistencia más o menos dura y compacta (Gilson, 2009, p. 5).

Probetas. Son muestras que están destinadas a ser estudiadas, las cuales deben tener un sentido longitudinal o axial (paralelo al eje de crecimiento del árbol). Sentido tangencial (coincidente con la sección tangencial). Sentido radial (coincidente con la sección radial). (Gilson, 2009, p. 6).

Propiedades físicas. Las propiedades físicas de la madera están determinadas por los factores inherentes en su organización estructural (Panshin De Zeeuw, 1980); citado por (Chumbimune, 2017, p. 3).

Trozas de madera. La preparación de trozas es el proceso que consiste en la tumba en pie del árbol, el desrame del fuste, mediante el uso de una motosierra, cortadas a ciertas dimensiones.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

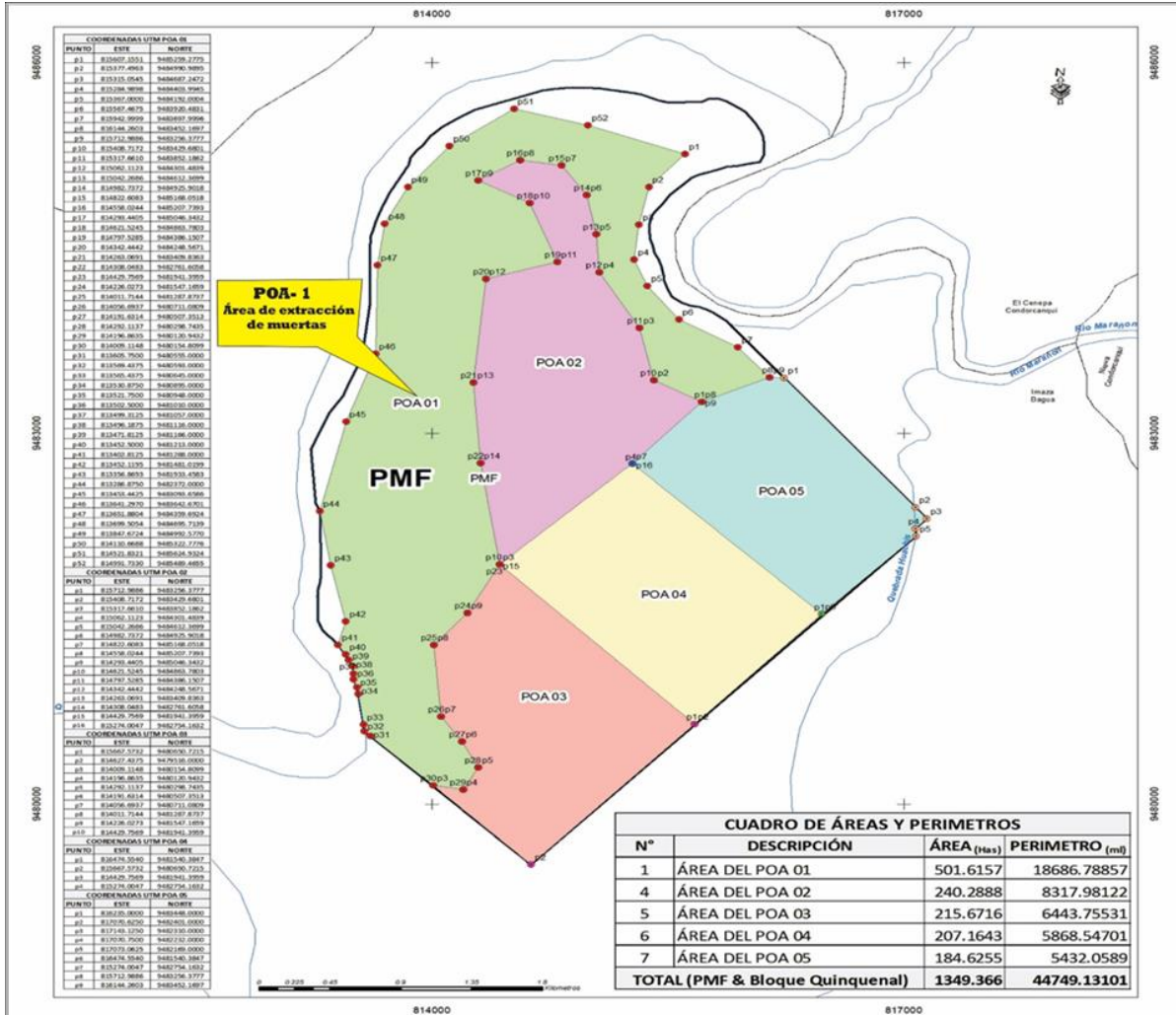
3.1. Ubicación de la investigación

El material biológico para el desarrollo de la presente investigación, fue extraído de los bosques de la Comunidad Nativa Nueva Vida, ubicado en el distrito de Imaza, provincia Bagua, región Amazonas (Figura 1). La CC NN Nueva Vida cuenta con un área de aprovechamiento forestal de 1,349.336 hectáreas de bosque natural. La extracción de las muestras de madera de la especie en estudio proviene del POA1, el cual se encontraba en proceso de aprovechamiento, hecho que facilitó la obtención de las muestras; que estuvo ubicado entre las coordenadas UTM, 814627.438 E y 9479516.000 N. Datum WGS84 zona 18M; a una altitud de 229 m s. n. m.

El clima de Imaza es tropical, con fuertes precipitaciones pluviales, alcanzando los 3,000 mm anuales, temperaturas altas de 35 °C en épocas de menos lluvias (julio a noviembre), y de 25 °C en la época lluviosa (febrero a mayo). La humedad relativa es superior a 90 %.

Figura 1

Mapa de ubicación de la investigación



LEYENDA

- Vértices del POA 01
- Vértices del POA 02
- Vértices del POA 03
- Vértices del POA 04
- Vértices del POA 05
- Ríos y Quebradas
- PMF/B.Q./POAs
 - PMF
 - POA 01
 - POA 02
 - POA 03
 - POA 04
 - POA 05
- Plan de Manejo Forestal
- CCNN NUEVA VIDA
- Limite Distrital
- Limite Provincial
- Limite Departamental

FUENTE
 Cartografía Digital de la DGGF/Sigey SERFOR. Cobertura Terrestre de Comunidades Nativas de la CCA-CCN-VIA (Fuente SIG). Información geoespacial en campo con navegador GPS, información proporcionada por comuneros de la CC NN NUEVA VIDA.

SOFTWARE UTILIZADO
 ArcGIS 10.2, AutoCAD/Map 2013, MapSource, BaseCamp.

INFORMACIÓN TÉCNICA
 Coordenadas de proyección UTM DATUM Horizontal WGS-84, ZONA 17M, HEMISFERIO SUR

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA FORESTAL FILIAL – JAÉN

MAPA DE UBICACIÓN DEL ÁREA DE INVESTIGACIÓN	POA	1
ÁREA	1,349.336 Has	
PERIMETRO	44,749.1301 ML	
PROPIETARIO	COMUNIDAD NATIVA NUEVA VIDA	
TESISTA	CHARLES DARWIN CANO VALENCIA	
UBICACIÓN	Sector: Nueva vida	Provincia: Bagua
	Distrito: Imaza	Regio: Amazonas
SISTEMA DE COORDENADAS UTM	ESCALA	LAMINA
DATUM HORIZONTAL WGS 1984	1:30,000	A-01
ZONA DE HUSO HORARIO: 18M		

3.2. Materiales

Material biológico. Probetas de madera del “Juan gil” (*Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F. Macb,) proveniente del distrito de Imaza – Amazonas – Perú.

Materiales. Libreta de apuntes, wincha metálica de 5 m, cinta métrica, marcadores indelebles, machete, cartón corrugado, alcohol 96°, tijera de podar, formatos de campo, motosierra, punzón, lápices, cámara fotográfica, papel periódico, pintura esmalte, plásticos, Plumones indelebles azul y negro, guantes, prensa de madera. cartulina dúplex, vaso de precipitado, pinzas, formularios.

Equipos. Navegador GPS, maquinaria de aserradero y carpintería, horno secador, desecador de laboratorio, cámara fotográfica, estufa eléctrica prevista de termorregulador, calculadora, laptop, vernier electrónico, libreta de apuntes, soporte universal, balanza de precisión.

3.3. Tipo de investigación

El presente estudio fue del tipo no experimental, dado que ninguna de las variables estuvo bajo control durante el desarrollo del estudio, por lo que la información que se registró no se realizó ninguna modificación.

3.4. Unidad de análisis

Población. La población estuvo conformada por 80 árboles ubicados en el área de aprovechamiento forestal en la Comunidad Nativa Nueva Vida, distrito de Imaza, provincia de Bagua, región Amazonas

Muestra. La muestra estuvo conformada por cinco arboles (NTP 251. 008 – 2016), esta muestra ha sido tomada por conveniencia (no probabilística), teniendo en cuenta las características del árbol como: Fuede recto, diámetro mínimo de corta, estado sanitario.

Unidad de muestral. Fueron las probetas con medidas de acuerdo a las normas técnicas establecidas

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para la recolección de datos se utilizó la técnica de la observación directa de las características morfológicas de los árboles evaluados y las mediciones de las probetas.

Los instrumentos que se utilizaron fueron las Normas Técnicas Peruanas como:

251.008 – 2016 Determinación de las muestras.

251.009 – 2016. Acondicionamiento de maderas destinadas a los ensayos físicos y mecánicos.

251.010 – 2014. Determinación del contenido de humedad.

251.011 – 2014. Determinación de la densidad.

251.012 – 2015. Determinación de la contracción volumétrica.

3.6. Metodología

Para determinar las propiedades físicas de la especie en estudio se procedieron según lo establecido en las Normas Técnicas Peruanas de los números, 251.008 al 251.012.

3.6.1. Selección de árboles para obtener las probetas

De acuerdo a la Norma Técnica Peruana establecida para el desarrollo del presente estudio; se seleccionaron al azar un total de 5 árboles de la especie en estudio, considerando los individuos arbóreos con un diámetro mínimo de corta (DMC) de 41 cm, de una altura considerable que superaban los 25 m, de fuste recto y en buen estado fitosanitario.

3.6.2. Georreferenciación de los árboles seleccionados

Cada uno de los árboles seleccionados fueron georreferenciados utilizando un equipo de Sistema de Posicionamiento Global (GPS), estos datos sirvieron para elaborar un mapa de distribución de cada uno de los individuos en el Plan de Manejo.

3.6.3. Medición de CAP

La medición de la circunferencia a la altura del pecho (CAP), se realizó utilizando una cinta métrica, considerando a una altura de 1.30 m en el fuste del árbol desde el nivel del suelo, este dato se convirtió en diámetro a la altura del pecho, dividiendo entre el valor de Pi (3.1416).

3.6.4. Codificación de los árboles seleccionados

Los árboles seleccionados para la extracción de muestras de madera, fueron codificados utilizando pintura para los números correlativos para cada uno de los árboles, seguido de la letra jota mayúscula (J), que es la inicial del nombre común de la especie, información que permitió ordenar los datos de extracción y procesamiento de las muestras en la base de datos (1J, 2J, ...) (Figura 2).

3.6.5. Talado de los árboles para la extracción de las muestras

En el talado de los árboles se utilizó una motosierra (Marca STIHL), practicando los cortes teniendo en cuenta, la dirección de caída, que permitió una fácil extracción de la madera (Figura 2). Esta operación fue realizada por personal especializado en el tumbado de árboles, que forman parte del equipo de trabajo del Plan de Manejo Forestal en la Comunidad Nativa Nueva Vida.

Figura 2

Talado de árboles de Juan Gil

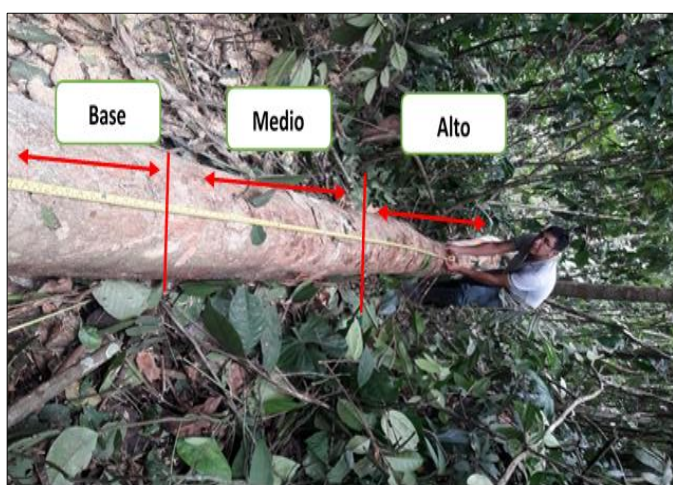


3.6.6. Trozado y aserrado primario

Luego de haber talado los árboles, se procedió a seccionar el fuste de cada uno de los árboles, se hizo el marcado de cada una de las secciones (trozas), utilizando una clave con la finalidad de poder diferenciar el código del árbol (Figura 3), seguido del nivel de la troza al cual pertenece (1J-base, 1J-medio, 1J-alto).

Figura 3

Trozado de árboles en sus diferentes niveles



3.6.7. Obtención de tablonés para los ensayos físicos

Los tablonés se obtuvieron de acuerdo a cada nivel (base, medio y ápice) se cortaron en tablonés de (150 cm x 10 cm x 10 cm) y se seleccionó 3 tablonés al azar por árbol, una por cada nivel, en total se obtuvieron 15 tablonés en los 5 árboles, que fueron marcados con el mismo número de árbol y la letra inicial de la especie (Figura 4); los tablonés fueron sellados con pintura esmalte en cada uno de sus extremos, con la finalidad de evitar la evaporación y rajadura.

Figura 4

Tablones de la especie en estudio



3.6.8. Transporte de tablones

Después de haber obtenido los tablones de madera, con ayuda de estibadores de la comunidad fueron trasladados en hombro, haciendo un recorrido de 40 minutos desde el bosque hasta la Comunidad Nativa Nueva Vida (Figura 5). Posteriormente los tablones fueron trasladados a la ciudad de Jaén hasta en taller de carpintería, ubicado en el mismo distrito y provincia de Jaén.

Figura 5

Transporte de tablones de la zona de extracción a la CC NN Nueva Vida



3.6.9. Acondicionamiento de probetas para los ensayos físicos

En el taller de carpintería los tablones fueron reaserrados con la finalidad de obtener las viguetas de madera de diferentes dimensiones y orientaciones de corte; para realizar los diferentes ensayos de propiedades físicas, en cada etapa del proceso donde se realizaron los cortes, estos fueron, corte longitudinal y corte transversal (Figura 6); se colocaron en las caras de la pieza el número de árbol y la letra inicial de la especie correspondiente.

Figura 6

Obtención de viguetas



3.6.10. Obtención de probetas

La selección de las muestras para las probetas, se hizo según la base de lo establecido en la Norma Técnica Peruana 251.008:2016 referida a la “selección y colección de muestras” destinadas al estudio de las propiedades físicas y mecánicas de la madera. De los tablones obtenidos al azar de 10 cm x 10 cm x 150 cm se acondicionarán probetas de acuerdo al tipo de ensayo realizado, para determinar el contenido de humedad se acondicionaron probetas de 3 x 3 x 10 cm, para determinar la densidad se obtuvo probetas de 3 x 3 x 10 cm y para la contracción volumétrica se acondicionaron probetas 3 x 3 x 10 cm, para cada ensayo se obtuvieron 10 probetas por árbol en total 50 probetas, posterior a la obtención de las probetas, estas fueron sumergidas en agua durante siete días con la finalidad de evitar la deshidratación de la madera.

Figura 7

Probetas codificadas para los ensayos



3.6.11. Descripción de los ensayos físicos realizados

Determinación del contenido de humedad

La determinación de esta propiedad se realizó por el método de secado en estufa (Norma Técnica Peruana NTP 251.010:2014).

Este procedimiento se realizó en laboratorio, donde se emplearon 10 probetas por árbol en total 50 probetas de 3 cm x 3 cm de sección transversal y 10 cm de sección longitud. Se pesaron las muestras para obtener el peso húmedo (PH), luego se colocaron en la estufa, se aplica un calentamiento gradual por día, a temperaturas desde 30°, 40°, 50°, 60° hasta alcanzar los 103 °C ± 2 °C, dejando las probetas a esta temperatura hasta peso seco constante (PSH), posterior a este procedimiento se retiraron las probetas de la estufa y se dejaron enfriar en un desecador con CaCl y se pesó a cada uno de las probetas. Este procedimiento se repitió hasta obtener peso constante de las muestras de probetas. La expresión de los resultados sobre el contenido de humedad, se calcularon con la siguiente fórmula:

$$CH = \frac{PH - PSH}{PSH} \times 100 (\%) \quad \text{_____} (1)$$

Donde:

CH=Contenido de humedad (%)

PH=Peso húmedo de la muestra (g)

PSH=Peso seco al horno

Determinación de la densidad

La determinación de esta propiedad se realizó siguiendo la NTP 251.011.2014. Se utilizaron 50 probetas con dimensiones de 3x3 cm de sección transversal y 10 cm de longitud. Para este procedimiento se pesaron las probetas en estado saturado con la finalidad de obtener el peso húmedo (PH). El volumen húmedo (VH) se determinará por medición directa, el cual consiste en medir las probetas, midiendo el ancho (a) en cm, la altura (h) en cm y la longitud (l) en cm. El valor del volumen se obtuvo aplicando la fórmula siguiente:

$$V=a*h*l \text{ (cm}^3\text{)} \quad \text{_____ (2)}$$

Donde:

V = Volumen de la madera (cm³)

a = Ancho (cm)

h = Altura en cm

l = Longitud en cm

Seguidamente se colocó las probetas en la estufa, donde se le aplicó calentamiento gradual por cada día, iniciando a 30 °C, seguido a 40 °C, 50 °C, 60 °C, 70 °C, 80 °C, 90 °C, y finalmente, a 103 °C± 2 °C, hasta obtener peso seco. Se retiraron las probetas de la estufa, se dejaron enfriar en un desecador con CaCl, para luego pesarlos. Este procedimiento se repitió hasta obtener el peso constante, que sería el peso seco al horno (PSH). Posteriormente se determinó el volumen seco al horno (VSH), en forma directa.

La expresión de los resultados sobre la densidad (saturada, básica y anhidra), se calcularon con las siguientes fórmulas:

$$DS=\frac{PH}{VH} \quad \text{_____ (3)}$$

$$DB = \frac{PSH}{VH} \quad \text{_____} \quad (4)$$

$$DA = \frac{PSH}{VSH} \quad \text{_____} \quad (5)$$

Donde:

DS = Densidad saturada

DB = Densidad básica

DA = "Densidad anhidra"

VH = Volumen húmedo de la muestra (cm³)

PH = Volumen húmedo de la muestra (g)

PSH = Peso seco al horno

VSH = Volumen seco al horno de la muestra (cm³)

Determinación de la contracción

Para determinar esta propiedad, se utilizó la metodología de determinación de la contracción o cambio dimensional, en la madera siguiendo la Norma Técnica Peruana NTP 251.012:2015.

Se prepararon probetas de 3 x 3 cm de sección transversal y de 10 cm de longitud, fueron preparados de tal manera que dos de sus caras paralelas entre si sean superficies tangenciales a los anillos de crecimiento, y las otras dos caras resultaron en dirección paralela a los radios, con el eje longitudinal de la probeta paralela a la dirección de las fibras. En total se emplearon 50 probetas, 10 por cada árbol, se identificaron las caras tangenciales (T) y radiales (R), se marcó indeleblemente los puntos centrales de cada cara. Asimismo, se pesaron las probetas y midieron en los puntos centrales marcados, las dimensiones tangencial, radial y longitudinal.

Luego las probetas se secaron en la estufa, con un aumento de temperatura en forma gradual hasta los 103 °C ± 2 °C por 24 horas, hasta obtener peso seco constante (PSH). Posteriormente después de sacar las probetas de la estufa se colocaron en un desecador con CaCl

para su enfriamiento hasta temperatura ambiente, luego se pesan las probetas y se miden en los puntos centrales marcados anotándose las dimensiones tangencial, radial y longitudinal.

La contracción de la madera (desde húmeda hasta seca al horno), se calculará con las siguientes fórmulas:

$$CT = \frac{dth - dtsh}{dth} \times 100 (\%) \text{ ____ (1)}$$

$$CR = \frac{drh - drsh}{drh} \times 100 (\%) \text{ ____ (2)}$$

$$CL = \frac{dlh - dlsh}{dlh} \times 100 (\%) \text{ ____ (3)}$$

$$CV = CT + CR + CL (\%) \text{ ____ (4)}$$

Donde:

CT = Contracción tangencial total

CR = Contracción radial total

CL = Contracción longitudinal total

CV = Contracción volumétrica total

dth = dimensión tangencial húmeda de la muestra

dtsh = dimensión tangencial seca al horno de la muestra

drh = dimensión radial húmeda de la muestra

drsh = dimensión radial seca al horno de la muestra

dlh = dimensión longitudinal húmeda de la muestra

dlsh = dimensión longitudinal seca al horno de la muestra

Determinación del punto de saturación de la fibra

Con los datos de las densidades y las contracciones volumétricas totales, se obtendrá el PSF, estos cálculos se realizarán con la fórmula propuesta por Fuentes (2000, p. 15):

$$\text{PSF} = \frac{\beta V_t}{0,9 \times D_b} \quad \text{-----} \quad (10)$$

Donde:

PSF = Punto de saturación de la fibra

βV_t = Contracción volumétrica total (%)

D_b = Densidad básica

Determinación de la relación de anisotropía

Con los datos de contracción tangencial total y contracción radial total se obtendrá la relación de anisotropía. Para ello se utilizará la fórmula propuesta por Fuentes (2002, p. 15):

$$A = \frac{B_t}{B_r} \quad \text{-----} \quad (11)$$

Donde:

A = Relación de anisotropía

B_t = Contracción tangencial total (%)

B_r = Contracción radial total (%)

3.6.12. Análisis estadístico

El análisis estadístico de los datos recolectados fue sistematizado mediante una hoja de cálculo (Microsoft Excel), produciendo tablas y figura para su posterior análisis e interpretación de los resultados obtenidos.

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

4.1.1. Determinación del contenido de humedad

Tabla 6

Pesos promedios para el contenido de humedad de Apuleia leiocarpa (Vogel) J.F. Macb.

Detalle	Especie: <i>Apuleia leiocarpa</i> (J. Vogel)		
	Húmedo	seco	Diferencial
Peso promedio total	119.211	82.642	36.56918

En la tabla 6 se observa los pesos de cada una de las probetas de los cinco árboles en estudio, obteniendo pesos húmedos y pesos secos. El peso promedio total húmedo es de 119.211 y el peso promedio total seco es de 82.642 g con una diferencia de 36.56918 en promedio.

Tabla 7

Contenido de humedad de la especie Apuleia leiocarpa (Vogel) J.F. Macb.

Contenido de humedad	Promedio CH (%)
Contenido de humedad general	44.25

La tabla 7 muestra el contenido de humedad de la especie *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F. Macb.), donde se obtuvo un contenido de humedad general de 44.25 %.

4.1.2. Determinación de la densidad

Tabla 8

Pesos y volumen para obtención de la densidad de Apuleia leiocarpa (Vogel) J.F. Macb.

Detalle	Húmedo					seco				
	Peso (g)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Volumen (cm ³)	Peso (g)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Volumen (cm ³)
Promedio total (g/cm)	119.223	10.493	3.553	3.5626	132.820	86.651	10.207	3.344	3.3823	115.449
Promedio de la base (B)	122.614	10.506	3.576	3.5691	134.105	89.515	10.202	3.340	3.3869	115.403
Promedio de la parte media (M)	118.665	10.516	3.570	3.5655	133.845	86.970	10.212	3.340	3.3676	114.859
Promedio del ápice (A)	116.390	10.457	3.513	3.5532	130.526	83.468	10.207	3.352	3.3925	116.086

En la tabla 8 se muestra los pesos tanto húmedos como seco y el promedio total de las probetas de las tres secciones del fuste del árbol con su respectivo volumen, donde el peso promedio total en húmedo es de 119.223 g, y en seco es de 86.651 g; se cuenta con un volumen en húmedo de 132.820 cm³ y el volumen en seco es de 115.449 cm³.

a. Determinación de la densidad por segmentos de corte

Tabla 9

Determinación de la densidad en la base (B)

Densidad de la base (B)	%
DS=Densidad saturada	0.91
DB=Densidad básica	0.67
DA=Densidad anhidra	0.78

La tabla 9 muestra la densidad de la parte pasan del árbol, donde se obtuvo una densidad saturada de 0.9 g/cm, la densidad básica es de 0.67 g/cm y la densidad anhidra es de 0.78 g/cm.

Tabla 10

Determinación de la densidad en la parte media (M)

Densidad de la parte media (M)	%
DS=Densidad saturada	0.89
DB=Densidad básica	0.65
DA=Densidad anhidra	0.76

La tabla 10 muestra la densidad de la parte media del árbol, donde se obtuvo una densidad saturada de 0.89 g/cm, una densidad básica de 0.65 g/cm y finalmente la densidad anhidra de 0.76 g/cm.

Tabla 11

Determinación de la densidad de la parte alta (A)

Densidad de la parte alta (A)	%
DS=Densidad saturada	0.89
DB=Densidad básica	0.64
DA=Densidad anhidra	0.72

La tabla 11 muestra la densidad de la parte alta del fuste del árbol, donde se obtuvo una densidad saturada de 0.89 g/cm, la densidad básica es de 0.64 g/cm y la densidad Anhidra es de 0.72 g/cm.

b. Determinación de la densidad general

Tabla 12

Densidad de la especie Apuleia leiocarpa (Vogel) J.F. Macb.

Densidad general	%
DS=Densidad saturada	0.90
DB=Densidad básica	0.65
DA=Densidad anhidra	0.75

La tabla 12 muestra la densidad general de la especie *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F. Macb., donde se obtuvo que esta especie tiene una densidad saturada de 0.90 g/cm, la densidad básica es de 0.65 g/cm y finalmente la densidad anhidra es de 0.75 g/cm.

4.1.3. Determinación de la contracción

a. Determinación de la contracción general

Tabla 13

Contracción pesos y medidas promedio para contracción volumétrica (Húmedo)

Detalle	Contratación volumétrica (húmedo)											
	Peso (g)	Radial (mm)			promedio (cm)	Tangencial (mm)			promedio (cm)	Longitudinal (mm)		promedio (cm)
		1.00	2.00	3.00		1.00	2.00	3.00		1.00	2.00	
Promedio total (g/cm)	118.79	25.94	25.84	25.86	2.59	25.86	26.01	26.02	2.60	100.50	100.48	10.05

La tabla 13 muestra los promedios de la contracción volumétrica en húmedo que para radial es igual a 2.59, para tangencia es de 2.60 y para longitudinal es de 10.05, con un peso promedio de 118.79 g.

Tabla 14

Contracción pesos y medidas promedio para contracción volumétrica (seco)

Detalle	Contratación volumétrica (seco al horno)											
	Peso (g)	Radial (mm)			promedio (cm)	Tangencial (mm)			promedio (cm)	Longitudinal (mm)		promedio (cm)
		1.00	2.00	3.00		1.00	2.00	3.00		1.00	2.00	
Promedio total (g/cm)	87.68	24.99	24.96	24.93	2.50	23.95	24.10	24.00	2.40	100.17	100.18	10.02

La tabla 14 muestra la contracción volumétrica promedio en seco para radial se tiene un promedio de 2.50, tangencial es de 2.40 y para longitudinal es de 10.02 con un peso promedio de 87.68 g.

Tabla 15

Contracción de la especie Apuleia leiocarpa (Vogel) J.F. Macb.

Contracción general	%
CT=Contracción tangencial total	8.11
CR=Contracción radial total	3.69
CL=Contracción longitudinal total	0.31
CV=Contracción volumétrica total	12.11
Relación T/R	2.20

La tabla 13 muestra la contracción general de la especie *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F. Macb.), obteniéndose una contracción tangencial total de 8.11 %, la contracción radial total es de 3.69 %, la contracción longitudinal total es de 0.31 %; además, la contracción volumétrica total es de 12.11 % y finalmente la relación T/R es de 2.20 %.

4.2. Discusión

Balboni et al. (2018) refiere que, adquirir conocimiento sobre las propiedades físico-mecánicas es fundamental para definir adecuadamente sus aplicaciones y uso de la madera de una determinada especie; obstaculizando su comercialización por la falta de información tecnológica; por otro lado la dinámica del bosque y sus cambios después de un primer ciclo de corta, de una especie altamente explotada, existe la posibilidad que las especies que aún no han sido explotadas se vuelvan dominantes dentro del bosque. Es por ello que se considera muy importante conocer las propiedades físicas de especies tanto, las que tienen un alto valor comercial y las que son pocos conocidas en el mercado.

En el presente estudio se determinó las propiedades físicas de la especie *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F. Macb., las muestras de las probetas fueron extraídos de los bosques de la Comunidad Nativa Nueva Vida, distrito de Imaza, provincia de Bagua, región Amazonas. Los resultados de los ensayos realizados se concluyen que esta especie tiene una madera con

densidad alta y es pesada. Cameroon (s/f) señala que la madera de esta especie presenta una trabajabilidad de moderadamente a difícil por contener una densidad alta; Además señala que la madera de *Apuleia leiocarpa* es excepcionalmente duradera y conocida por su excelente resistencia, siendo requerida para aplicaciones donde la resistencia al deterioro y la alta resistencia son esenciales. Asimismo Aróstegui (1975, p. 5) en su estudio tecnológico de Maderas del Perú, establece que maderas que presenta una densidad básica de entre 0.61 – 0.75 y una densidad anhidra de entre 0.71 – 0.86 son maderas pesadas. Igartúa y Monteoliva (2010, p. 152) manifiestan que, la madera de una misma especie puede presentar variabilidad en sus características y sus propiedades que posee, esto es debido a una diversidad de factores que presenta el medio donde habitan, estas pueden ser la edad de los individuos, las condiciones del clima que tiene el lugar, el tipo de suelo donde se desarrollan, los procesos de cambio de la comunidad ecológica en el tiempo. Por su parte Spavento et al. (2008, p. 3 y 9) señalan que, *las propiedades físicas de la madera son aquellas que determinan el comportamiento ante factores que intervienen en el medio ambiente natural, sin que este afecte su composición química ni mecánica en la estructura interna de la madera.* Asimismo, determinaron que, la densidad es una de los parámetros de la madera de gran utilidad para determinar las propiedades de la madera y también en la cuantificación de las plantaciones. Esta propiedad es utilizada tanto en la industria mecánica, así como también en la industria química de la madera. Nasapack (2020, p. 2) afirma que, es fundamental tener en cuenta el contenido de humedad de la madera, para garantizar que se pueda manipular, trabajar y conservar en los procesos siguientes, de lo contrario, la madera puede contraerse o expandirse, pudiendo afectar el proceso de transformación y por ende la utilidad del producto.

Mediante los ensayos realizados a la especie en estudio se determinó que su madera presenta una densidad saturada de es de 0.90, la densidad básica es de 0.65 y la densidad anhidra es de 0.75; además, se determinó la contracción de la medra que fue la siguiente: contracción tangencia total es de 8.11 %, contracción radial total fue de 3.69 %, la contracción longitudinal total es de 0.31 %; asimismo, la contracción volumétrica total es de 12.11 % y la relación T/R es de 2.20. Resultados similares obtuvo Guevara et al. (2012, p. 4) quien estudió de diez especies de bosque secundario donde la especie *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F. Macb., obtuvo una densidad saturada de 0.92, densidad básica de 0.7, contracción tangencia de 5.63 %, contracción radial de 3.15, asimismo, sus resultados muestran que la madera tuvo una contracción

volumétrica de 12.31 y la relación T/R de 1.57. Richter & Dallwitz (2000) señalan que la especie *Apuleia leiocarpa* presenta una Densidad 0,78–0,81 g/cm³ y su albura muy ancha, color beige. Por su parte León (2010, p. 75) manifiesta que, la densidad es una de las propiedades físicas de la madera fundamental, dado que sobre esta propiedad influyen las características anatómicas de la misma; esta información no solo permite tener información si una determinada especie presenta madera con densidad baja, media o alta, por el contrario, también se porta como un indicador para conocer el grado de uniformidad de la densidad en toda la pieza de la madera. El uso adecuado de la madera requiere tener información de las características anatómicas como de las propiedades físico-mecánicas, que permitan tener conocimiento sobre su comportamiento durante un determinado proceso y determinar las condiciones para su transformación y su posterior uso (Fuentes et al., 1996; citado por Rodríguez et al., 2018, p. 157).

Esta especie es muy solicitada por parte de los pobladores de la Comunidad Nativa Nueva Vida, distrito de Imaza, provincia de Bagua, región Amazonas, quienes refieren que, es una maderable muy durable que lo consideran de buena calidad porque es resistente a condiciones ambientales adversos, lo utilizan para muchos fines como construcciones de infraestructuras como columnas, vigas, en carpintería, para muebles, entre otros, de acuerdo a los ensayos realizados es una especie de densidad alta, es por ello que presenta resistencia y durabilidad. Asimismo, Ordoñez et al. (2015, p. 81) refiere que, la densidad es una propiedad de la madera considerada fundamental dado que presenta una relación directa con el uso final. Umerez (2015, p. 5) refiere que, las propiedades físicas, químicas y mecánicas le dan un amplio campo de aplicación a la madera, especialmente en el ámbito de la construcción, además menciona que, la diferenciación individual es su principal característica, lo cual hace que cada especie presente un comportamiento diferente y de eso dependa la utilidad que se le dé.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Los resultados obtenidos de los ensayos físicos realizados sobre las propiedades físicas de la especie de *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F. Macb., donde se obtuvo que el contenido de humedad es de 44.25 %, su madera presenta una densidad saturada es de 0.90, la densidad básica es de 0.65 y la densidad anhidra es de 0.75, por lo que, la especie en estudio tiene una madera dura y pesada.

Los resultados sobre la contracción de la madera de la especie en estudio fue, para contracción tangencial total es de 8.11 %, contracción radial total fue de 3.69 %, la contracción longitudinal total es de 0.31 %, la contracción volumétrica total es de 12.11 % y la relación T/R es de 2.20; por tener una contracción tanto tangencial como radial mayor a 3.1 se considera que esta especie presenta una madera con contracción muy alta y además muy inestable y de acuerdo a los resultados de la contracción volumétrica es media.

De acuerdo a sus propiedades físicas, la madera de Juan Gil (*Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F. Macb.), es apropiada para ser usadas, en construcciones de estructuras pesadas, como, columnas o postes de viviendas, vigas, durmientes, pisos de parquet, enchapados, construcción de embarcaciones, entre otros usos.

5.2. Recomendaciones

Desarrollar estudios sobre las propiedades químicas y mecánicas de la especie *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F. Macb., para de esta manera contribuir y contar con información complementaria sobre las propiedades de la especie en estudio para obtener conocimiento sobre su comportamiento y por ende la utilidad que se le puede dar en diferentes rubros de la industria.

Promover el desarrollo de investigaciones sobre las características físico-químicas de otras especies de la Amazonía Peruana, dado que existen diferentes especies de mucho potencial aún desconocidos sus características físicas para incorporar sus usos

Realizar estudios sobre propagación mediante semilla botánica aplicando diferentes tratamientos pre-germinativos que pueden ser tanto físicos como químicos con la finalidad de determinar el mejor tratamiento para romper la latencia de la semilla y obtener una germinación optima.

CAPÍTULO VI

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, D. (2019). *¿Qué es un árbol?* Revista de Biología Tropical. Blog RBD. https://www.researchgate.net/publication/334138836_Que_es_un_arbol
- Ananías, R. (2004). *Física de la Madera*. Departamento de Ingeniería en Maderas. Universidad del BIOBIO. Chile. 41 p.
- APG IV (Grupo de filogenia de angiospermas IV). (2016). *Una actualización de la clasificación del Grupo de filogenia de angiospermas para los órdenes y familias de plantas con flores: APG IV*.
- Arbaiza, C; Carazo, M; Hurtado, A. (1999). *Los retos de la industria de la madera en el Perú: innovando para competir*. Lima, PE, MITINCI-AECI-AIDIMA-GTZ-CNF.
- Aróstegui, A. (1975). *Estudio Tecnológico de Maderas del Perú (Zona Pucallpa) - Características y usos de la madera de 40 especies del Bosque Nacional Alexander Von Humboldt*. Vol. III. Lima - Perú.
- Aróstegui, A. (1982). *Recopilación y Análisis de Estudio Tecnológico de Maderas Peruanas*. Documento de trabajo No 2 PNUD/FAO 81/002., Lima, Perú. 57 p.
- Balboni, B. M., Silva, T., Andrade, F., Freitas, L., Moutinho, V. (2018). *Caracterización físico-mecánica de dos bosques amazónicos provenientes del segundo ciclo de corta*. Grarian Sciences An. Acad. Bras. Ciênc. 90 (4). <https://www.scielo.br/j/aabc/a/JvMJHCLDnyx8K5CKkLXgTDC/?lang=en#>
- Barrientos, L. R., Luza, R. G. (2018). *Determinación de las propiedades físico mecánicas de la madera zapote procedente de Puerto Maldonado para la identificación de sus posibles usos estructurales según la NTP E. 010*. Tesis para optar al Título Profesional de Ingeniero Civil. Universidad Andina del Cusco. 350 p.

- Becerra, R. (2015). *Identificación botánica y determinación de las propiedades físicas de la madera de dos especies de Lauráceas, del distrito Chontalí – Jaén*. Tesis para optar el Título de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de Cajamarca. Jaén, Perú. 59 p.
- Bosques tropicales (2019). *Un recurso bajo amenaza. Manual temático para líderes religiosos y comunidades de fe*. 17 p.
- Camerron (s/f). *Timber Species Datasheet Garapa (Apuleia leiocarpa)*.
www.cameroontimberexport.com info@cameroontimberexport.com
- Ccahuana, E. A. (2019). *Propiedades físicas, mecánicas y características anatómicas de vochysia kosnipatae huamantupa (alco kaspi) proveniente de plantación del distrito San Gabán 2019*. Tesis para optar el título profesional de: Ingeniero Forestal y Medio Ambiente. Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios. 159 p.
- CORMA (Corporación Chilena de la Madera, Ch.). (s/f). *Construcción de viviendas en madera*. 46 p.
- CPM (Confederación Peruana de la Madera, Perú). (2008). *Compendio de información técnica de 32 especies forestales. Tomo II. Segunda edición*.
https://www.academia.edu/19700438/Especies_forestales.
- Cronquist, A. (1981). *An Integrated System of Classification of Flowering Plants*. Copyright © 1981 Columbia University Press. Usado con permiso de la editorial.
- Chumbimune, S. Y. (2017). *Caracterización anatómica y propiedades físicas de la madera de ulcumano (Retrophyllum rospigliosii) de una plantación de 32 años asociada con café en Villa Rica, Perú*. Tesis para optar el Título de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional Agraria La Molina. Facultad de Ciencias Forestales. 90 p.
- Díaz, A., Huanay, J., Medina, R., Aylas, A., Paucar, J. (2019). *Anatomía y propiedades físicas de la madera de dos especies del departamento de Puno*. Departamento Académico de Ingeniería Forestal y Ambiental, Laboratorio de Tecnología de la Madera, Universidad Nacional del Centro del Perú. *Arnaldoa* 26 (2): 595-606, 2019
<http://doi.org/10.22497/arnaldoa.262.26205>

- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). Departamento de Montes. (2004). *Actualización de la evaluación de los recursos forestales mundiales a 2005 - Términos y definiciones (Versión definitiva)*. Documento de trabajo 83/. Roma, Italia. <http://www.fao.org/forestry/9690-0d07adfee9364a4127238bf3ffc7d6ab2.pdf>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, IT). (2000). *Manual on Integrated Soil Management and Conservation Practices*. Roma, Italia.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, IT.). (2002). *Deforestación en la Amazonia peruana*. Roma, Italia.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, IT.). (2018). *Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales 2020. Términos y Definiciones*. FRA 2020. Roma, Italia.
- Fasanando, K. V. (2023). *Influencia de los niveles del fuste en las propiedades físicas de la madera de marupa (Simarouba amara aubl.) de una plantación de 11 años de edad en Pucallpa*. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de Ucayali. 86 p.
- Fuentes S, M. (2000). *Estimación del punto de saturación de la fibra (PSF) de las maderas*. Revista Chapingo Serie Ciencia Forestales y del Ambiente 6(1): 79-81.
- Fuentes S, M. (2002). *Apuntes para el curso de Tecnología de la Madera 1*. Departamento de Bosque, Universidad Autónoma de Chapingo. Serie académica N° 33. México. 100 p.
- Fuentes T., F. J., J. A. Silva G. y E. Montes R. (1996). *Manual del secado técnico convencional de la madera*. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jal., México. 122 p.
- Gabrielli, F. B. (2014). *Determinación de la composición química de la corteza u madera de Apuleia leiocarpa (Vogel) J.F. Macb (ana caspi) y posibles usos*. Tesis para optar el Título profesional de Ingeniero forestal. Pucallpa, 2014. Universidad Nacional de Ucayali. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. [chrome-](#)

[extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/1536/000001956T.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/1536/000001956T.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

García G, N. (2001). *Propiedades físicas y mecánicas de la madera de Conzattia multiflora (Rob.) Standl.* Tesis Profesional de Ingeniería. División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Chapingo. México. 61 p.

Gilson, T. M. (2009). *Descripciones de las propiedades físicas y mecánicas de la madera.* Ed. UNAM – 950. Primera edición. Posadas Editorial Universitaria de la Universidad Nacional de Misiones, 2010. 58 p. ISBN 9785791545 1. Maderas. I. Título CDD 620.12. [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://editorial.unam.edu.ar/images/documentos_digitales/f5_978-950-579-154-5.pdf](https://editorial.unam.edu.ar/images/documentos_digitales/f5_978-950-579-154-5.pdf)

Guevara S. C., Santiago P. P. & Espinoza L. M. (2012). *Estudio tecnológico y de mercado de diez especies de bosques secundarios y primarios residuales.* Ministerio del Ambiente. Dirección General de Investigación e Información Ambiental. Memoria del Primer Encuentro de Investigadores Ambientales. 12-13 de diciembre de 2012 (Iquitos, Perú). 12 p.

Huaynalaya, F. E. (2018). *Evaluación de las propiedades físicas de la madera de tres especies forestales y su variación por niveles longitudinales del fuste, provenientes de la Cuenca del Río Utuquinia - Provincia Coronel Portillo - Región Ucayali.* Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de Ucayali. 116 p.

Igartúa, D. & S. Monteoliva. (2010). *Densidad básica, longitud de fibras y crecimiento en dos procedencias de Eucalyptus globulus en Argentina.* Bosque (Valdivia), 31(2), 150–156. <https://doi.org/10.4067/S0717>

INADE (Instituto Nacional de Desarrollo, Perú). (1998). *Inventario de los bosques del Río Algodón.* Instituto Nacional de desarrollo. Iquitos – Perú. 52 p. [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/7516/Escarly_Tesis_Titulo_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/7516/Escarly_Tesis_Titulo_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

- INEI (Instituto Nacional de estadística e Informática, Perú). (2011). *Anuario de Estadísticas Ambientales*.
<http://proyectos.inei.gob.pe/web/BiblioINEIPub/BancoPub/Est/Lib0978/Lib0978/Libro.pdf>
- Jáuregui & Ramos, J. C. (2019). *Anatomía y propiedades físico – mecánicas de tres especies forestales, concesión forestal Mendoza-Pucallpa*. Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo. 15 p.
- Klinger, W. (1994). *Implicaciones de un nuevo manejo conceptual de algunas temáticas sobre tecnologías de las maderas*. Revista Colombiana Forestal Vol. 4 (8) 75 - 78.
- La Barreda, S. D. (2021). *Deforestación en la región amazónica del Perú: situación y perspectivas*. Pontificia Universidad Católica del Perú. Revista electrónica de medioambiente. Volumen 21. Número 2: 20-39. Pág. 20 – 39.
- Laurance WF, Vasconcelos HL, Lovejoy T. (2001). *Forest loss and fragmentation in the Amazon, implications for wildlife conservation*. *Oryx*. 34 (1): 39-45
- León, W. (2010). *Anatomía y densidad o peso específico de la madera*. *Revista Forestal Venezolana, volumen 54(1) enero-junio, 2010, pp. 67-76*. Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Laboratorio de Anatomía de Maderas, Mérida, Venezuela. <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/31646/1/ensayo1.pdf>
- MAGBMA (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Bosques y Medio Ambiente) y FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2018). *Estudio de las causas de la deforestación y degradación forestal en Guinea Ecuatorial 2004-2014*. 118 p.
- Mansilla, K. (2020). *Análisis comparativo de las propiedades físico-mecánicas de la madera Eucalyptus globulus procedente de la localidad de Ollantaytambo, en estado seco*

- tratada con aceite de linaza por inmersión prolongada para uso estructural*. Tesis Para optar al Título Profesional de Ingeniero Civil. Universidad Andina del Cusco. 250 p.
- Medina Peña, R., Machado López, L. & Vivanco Vargas G. (2016). *Naturaleza, medio ambiente y los ecosistemas boscosos secos desde el derecho público*. Universidad y Sociedad. 8 (3). pp. 108 -115. <http://rus.ucf.edu.cu/>
- MINAM (Ministerio del Ambiente, Perú). (2016). *La conservación de los bosques en el Perú. Programa Nacional de Conservación de Bosques para la Mitigación del Cambio Climático*. Primera edición. 180 p. <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://www.minam.gob.pe/informessectoriales/wp-content/uploads/sites/112/2016/02/11-La-conservaci%C3%B3n-de-bosques-en-el-Per%C3%BA.pdf>
- MVCS (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento). (2021). *Norma Técnica E 010. Madera del Reglamento Nacional de Edificaciones*. 53 p. <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2079964/NORMA%20T%C3%89CNICA%20E.010%20MADERA%20DEL%20REGLAMENTO%20NACIONAL%20DE%20EDIFICACIONES.pdf>
- Nasapack. (2020). *Importancia del control de humedad en la madera*. <https://www.nasapack.com/humedad-en-la-madera/>
- Ochoa J, Soriano PJ. (2001). *The effects of logging on nonvolant small mammal communities in neotropical rain forests*. En: Fimbel RA, Grajal A, Robinson JG. (Eds.). *The cutting edge: conserving wildlife in logged tropical forest*. New York: Columbia University Press. p. 125-52.
- Ochoa J. (1998). *Análisis preliminar de los efectos del aprovechamiento de maderas sobre la composición y estructura de bosques en Guayana venezolana*. *Interciencia*. 23 (4): 197-205.
- Ordoñez, J. A. B., Galicia, A. Venegas N. J. Hernández, T., Ordoñez M. Dávalos, R. (2015). *Densidad de las maderas mexicanas por tipo de vegetación con base en la clasificación*

de J. Rzedowski: compilación. Madera y Bosques. Vol. 21, núm. especial: P 77-126.
<chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.scielo.org.mx/pdf/mb/v21nspe/v21nspea6.pdf>

OSINFOR (Organismo de Supervisión de los Recursos Forestales y de Fauna Silvestre, Perú). (2013). *Fortalecimiento en la Identificación Dendrológica de especies maderables para Supervisores Forestales en las Regiones Amazónicas del Perú*. Iquitos. 25 p.

Panshin AJ y De Zeeuw C. (1980). *Textbook of wood technology. Structure, identification, properties, and uses of the United States and Canada*. McGraw-Hill Book Co. New York. 722 p.

Postillón, F. LL. (2023). *Estimación del coeficiente de forma y ahusamiento de la especie Apuleia leiocarpa (ana caspi) en la parcela de corta N° 05 de la comunidad nativa Sinchi Roca, Padre Abad – Ucayali*. Tesis para optar el título de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 63 p.

PROMPEX (Comisión para la Promoción de Exportaciones), WWH (World Wildlife Fund. Inc.), USAID (Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional), INIA (Instituto Nacional de Investigación Agraria), OIMT (Organización Internacional de las Maderas Tropicales). (s/f). *Maderas del Woods of Perú*. 83 p. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://wwfeu.awsassets.panda.org/downloads/maderas_del_peru_5b1_5d_1.pdf.

Ramos, P. D. (1999). *Características y propiedades de la madera de Quercus elliptica Nee. (Encino) del municipio de Morelia, Michoacán, México*. Tesis Profesional de Ingeniería. Facultad de Ingeniería en Tecnología de la Madera; Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán. 54 p.

Reynaldo, M. A. (2020). *Propiedades físicas y mecánicas de la madera*. Estructuras de la madera – II semestre. Practica N° 2. 13 p. <https://es.scribd.com/document/487327429/PRACTICA-N-2-PROPIEDADES-MECANICAS-Y-FISICAS-DE-LA-MADERA#>

- Richter, H.G., y Dallwitz, M.J. (2000). *Maderas comerciales: descripciones, ilustraciones, identificación y recuperación de información*. En inglés, francés, alemán, portugués y español. Versión: 9 de abril de 2019.
- Rodríguez, J. (2012). *Propiedades Físicas de la Madera de Pinus patula Schl.et cham., y Pinus pseudostrobus Lindl., de la región de Ixtlan de Juárez, Oaxaca*. Tesis para optar el título de Ing. Forestal. Ixtlán de Juárez, Oaxaca. Universidad de la Sierra Juárez. 116 p.
- Rodríguez, R., Ramírez, A. M. Palacios, H., Fuentes, F. J., Silva, J. A., Saucedo, A. R. (2018). *Características anatómicas, físico-mecánicas y de maquinado de la madera de mezquite (Prosopis velutina Wooton)*. Revista Mexicana de Ciencias Forestales Vol. 6 (28): 156-173.
https://www.researchgate.net/publication/323952031_Caracteristicas_anatomicas_fisico_mecanicas_y_de_maquinado_de_la_madera_de_mezquite_Prosopis_velutina_Wooton
- Sierra, R. M. (2020). *Identificación de especies maderables comerciales mediante características organolépticas, Irazola – Ucayali*. Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Forestal y Ambiental. Universidad Nacional del Centro del Perú. Facultad de Ciencias Forestales y del Ambiente. 101 p.
https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/6595/T010_45809827_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Silva, J. (2009). *Determinación de las características anatómicas y propiedades físicas de la madera de la especie forestal madero Negro o Guayacán (Tabebuia billbergii) de la región Tumbes*. Tesis para optar el título de Ing. Forestal y del Medio Ambiente. Tumbes, Perú. Universidad Nacional de Tumbes. 162 p.
- Sotomayor Castellanos, J. R., & Ramírez Pérez, M. (2014). *Anisotropía del módulo de elasticidad y de resistencia en compresión de la madera de Pinus michoacana, Pinus douglasiana y Pinus pringlei*. Acta Universitaria, 24(5), 3-12.
- Spavento, E., Keil, D., Monteoliva, S. (2008). *Propiedades físicas de la madera*. Curso de xilotecnología departamento de Ingeniería Agrícola y Forestal facultad de Ciencias

Agrarias y Forestales. Universidad Nacional de la Plata. <https://docplayer.es/64797035-Propiedades-fisicas-de-la-madera.html>

Umerez, H. (2015). *Análisis de propiedades físicas de la madera de Populus x euramericana y Pinus pinaster tras tratamientos de oleotermia*. Máster en Ingeniería de Montes. Universidad de Valladolid. Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias. Campus de Palencia. 127 p. <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/11151/TFM-L205.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Vignote, S. (2017). *Madera aserrada: Características y propiedades*. Universidad Politécnica de Madrid; Departamento de Ingeniería y Gestión Forestal y del Medio Natural.

Villacrez, E. M. (2021). *Diversidad, estructura y valoración económica de la vegetación maderable de un bosque de colina baja, cuenca del río Mazán, Loreto – Perú. 2018*”. Tesis para obtener el Título de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Facultad de Ciencias Forestales.

WWF (Organización Mundial de Conservación). (2014). *Estrategia Bosques y Clima. Programa Amazónico. Perú*. 33 p. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://wwflac.awsassets.panda.org/downloads/estrategia_bosques_y_clima_programa_amazonico_wwf_peru.pdf.

Zacarías, A. (2004). *Determinación de las Propiedades Físicas y Mecánicas en la madera de Quercus laeta de la región de El Salto, Durango*. Tesis para optar el título de Ingeniero Forestal con orientación en Industrias Forestales. El Salto, Durango. Instituto Tecnológico Forestal N° 1. 88 p.

CAPÍTULO VII

ANEXO

Anexo 1. Glosario de términos

Albura. también es denominado como leño, está compuesto de células parenquimatosas, es la parte del árbol que tiene la función de soporte.

Anisotropía. Es la propiedad de ciertos materiales, que, como la madera, presentan características diferentes según la dirección que se considere.

Árbol. Vegetal de consistencia leñosa, presenta un tallo llamado tronco, con ramificación a una cierta altura, son de 5 m de altura a más.

Basal. Es propio de la base de un árbol.

Bosque. Espacio o tierra de uso forestal que puede abarcar como mínimo una hectárea, con presencia de árboles de 5 m de alto a más, presenta una cobertura mayor a 30 % de copa.

Contenido de humedad. Es la cantidad de agua contenida en la madera generalmente expresada como porcentaje de su peso anhidro.

Contracción. Es la reducción de las dimensiones de una pieza de madera causada por la disminución del contenido de humedad a partir de la saturación de las fibras. Se expresa como porcentaje de la dimensión verde de la madera y puede ser lineal (radial, tangencial o longitudinal y volumétrica).

Coefficiente de contracción. Es el factor que indica la contracción que experimenta una madera por cada variación de 1 % en su contenido de humedad.

Densidad. Es una de las características físicas de la madera y está relacionada entre su peso y su volumen, la misma especie puede variar su densidad debido a muchos factores que influyen en el desarrollo de árbol. Es la razón entre el peso y el volumen de la madera a un determinado contenido de humedad.

Duramen. Es la parte central de un tronco, es de color más oscuro que la albura, su función es proporcionarle sostenibilidad a un árbol en pie, está compuesto de células muertas.

Dureza. Es la resistencia que presenta un determinado material ya sea al clavado, rayado o desgaste.

Hemicelulosa. Heteropolisacárido formado por un conjunto heterogéneo de polisacáridos, a su

vez formados por dos tipos de monosacáridos unidos por enlaces β , que forman una cadena lineal ramificada. Entre estos monosacáridos destacan más: la glucosa, la galactosa o la fructosa.

Holocelulosa. Es aquel compuesto conformado por la fracción de carbohidratos: celulosa y hemicelulosa.

Higroscopicidad. Es un material que tiene la capacidad de perder o absorber agua de acuerdo a las condiciones ambientales que se presenten.

Juego de la madera. Es el cambio de forma y dimensiones de una pieza causada por cambios en el contenido de humedad.

Madera dura. Estas maderas son producto de un árbol de crecimiento lento, los cuales tardea varios años para llegar a su madurez y presentan mejor resistencia frente a factores ambientales adversos, son de difícil trabajabilidad, son compactas.

Probeta. Son trozos de maderas preparadas con medidas conocidas, las cuales son utilizadas para realizar ensayos para determinar sus propiedades.

Propiedades físicas. Son las características que definen un determinado material que son visibles y medibles y que no están asociadas a los cambios de su composición química.

Punto de saturación de las fibras. Es el estado de la madera en el cual el agua libre ha sido eliminada. Mientras que las paredes celulares se mantienen saturadas.

Secado de la madera. Es el proceso mediante el cual se elimina el exceso de agua presente en una pieza de madera, este puede ser natural o artificialmente.

Trozas de madera. Son piezas de troncos de árboles apeados y desramados las cuales tienen determinadas medidas.

Anexo 2. Constancia de Determinación Botánica de *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F. Macb.

	UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES LABORATORIO DE DENDROLOGÍA Y HERBARIO		
"Año de la Universalización de la Salud"			
CONSTANCIA DE DETERMINACIÓN BOTÁNICA			
A solicitud del señor Charles Darwin Cano Valencia alumno de la Universidad Nacional de Cajamarca – sede Jaén, se proporciona la identidad del espécimen indicado.			
La información proporcionada por el depositante sobre la muestra es:			
Proyecto	TESIS: Identificación Taxonómica y determinación de las propiedades físicas del "Juan Gil" proveniente del Bosque de la Comunidad Nativa Nueva Vida, Imaza – Amazonas – Perú.		
Zona de colección	: Comunidad Nativa Nueva Vida		
Provincia	: Bagua		
Departamento	: Amazonas		
Colector	: Charles Darwin Cano Valencia		
N° COL	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FAMILIA
CHC-01	<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F. Macb	Juan Gil	FABACEAE
Determinado por:	 Carlos Reynel Rodriguez Ph. D. Profesor Principal, Dpto. Manejo Forestal Director del Laboratorio de Dendrología y Herbario de la Facultad de Ciencias Forestales (MOL).		
			
La Molina, 27 de agosto 2020			
<small>Av. La Molina s/n La Molina - Lima, Perú Tel: (51) 1 614 7143 / (51) 1 614 7601 ext: 244 ext. 11 943 33064 herbario@lamolina.edu.pe www.lamolina.edu.pe/facultad-forestales</small>			

Anexo 3. Base de datos para obtener el contenido de humedad de la especie de *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F. Mach.

N°	Árbol	Húmedo	Seco	Diferencial
1	1	126.741	89.832	36.909
2	1	126.794	88.227	38.567
3	1	125.246	89.091	36.155
4	1	120.605	85.662	34.943
5	1	118.209	82.897	35.312
6	1	120.204	84.189	36.015
7	1	113.459	80.845	32.614
8	1	113.81	80.114	33.696
9	1	117.818	78.489	39.329
10	1	120.366	85.415	34.951
11	2	118.908	83.458	35.45
12	2	116.436	82.479	33.957
13	2	118.104	84.417	33.687
14	2	109.04	72.181	36.859
15	2	112.83	80.256	32.574
16	2	113.42	79.762	33.658
17	2	111.837	79.382	32.455
18	2	112.731	80.114	32.617
19	2	120.468	83.41	37.058
20	2	120.839	83.439	37.4
21	3	119.176	83.154	36.022
22	3	121.484	84.44	37.044
23	3	119.103	84.864	34.239
24	3	118.391	74.613	43.778
25	3	117.854	76.874	40.98
26	3	118.301	82.688	35.613
27	3	118.719	80.047	38.672
28	3	117.816	78.451	39.365
29	3	120.531	85.842	34.689
30	3	119.449	85.557	33.892
31	4	121.785	86.963	34.822
32	4	119.291	81.482	37.809
33	4	118.551	73.112	45.439
34	4	117.531	78.413	39.118
35	4	119.361	81.9	37.461
36	4	115.863	77.454	38.409
37	4	117.527	80.171	37.356
38	4	118.898	81.121	37.777
39	4	119.905	84.816	35.089
40	4	127.17	88.626	38.544
41	5	127.447	87.505	39.942
42	5	121.294	85.776	35.518
43	5	126.327	90.478	35.849
44	5	126.897	90.51	36.387
45	5	119.906	84.322	35.584
46	5	117.495	82.365	35.13
47	5	119.603	80.04	39.563
48	5	119.777	79.563	40.214
49	5	119.062	83.923	35.139
50	5	118.181	83.372	34.809
Peso promedio total		119.2112	82.642	36.56918

Anexo 4. Base de datos para la obtención de la densidad de la especie de *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F. Macb.

N° de muestra	N°	Árbol	Ubicación (B, M, A)	Húmedo					seco				
				Peso (g)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Volumen	Peso (g)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Volumen
51	1	1	B	129.159	105.07	35.56	36.42	136,075.65	59.556	102.1	33.68	34.23	117,707.66
52	2	1	B	128.133	105.37	35.58	35.76	134,066.55	92.758	102.22	33.02	34.04	114,895.36
53	3	1	B	129.473	105.25	36.5	35.56	136,608.19	92.73	102.18	33.69	34.31	118,110.26
54	4	1	B	126.741	105	35.64	35.52	132,922.94	89.832	101.9	33.77	34.1	117,343.66
55	5	1	B	126.124	105.31	35.82	35.67	134,554.52	90.735	102.28	33.41	33.68	115,090.45
56	6	1	B	127.377	105.21	35.77	35.82	134,803.62	92.302	102.18	33.71	34.51	118,869.27
57	7	1	B	126.794	105.31	35.8	35.75	134,781.00	88.227	102.22	33.74	33.68	116,159.05
58	8	1	B	125.043	105.54	35.85	35.24	133,334.38	91.181	102.08	32.71	33.84	112,993.01
59	9	1	B	125.246	104.95	35.76	35.64	133,757.35	89.091	101.85	33.59	33.58	114,881.93
60	10	1	B	125.35	104.8	35.76	35.76	134,015.89	90.621	101.62	33.11	33.89	114,027.59
1	11	1	M	121.085	105.55	35.74	35.8	135,050.38	86.431	102.4	34.01	33.58	116,946.51
2	12	1	M	118.808	105.46	35.68	35.64	134,106.65	87.647	102.19	32.63	34.26	114,238.59
3	13	1	M	120.005	105.27	35.81	35.69	134,541.26	85.472	101.89	33.81	33.61	115,783.12
4	14	1	M	120.605	105.44	36.38	35.65	136,750.09	85.662	102.22	34.63	33.32	117,948.75
5	15	1	M	118.209	105.14	35.66	35.4	132,724.95	82.897	102.12	33.06	34.23	115,563.46
6	16	1	M	120.859	105.49	35.61	35.96	135,083.70	87.324	102.15	33.92	33.25	115,208.86
7	17	1	M	120.645	105.27	35.77	35.85	134,993.46	86.745	102.15	32.95	34.32	115,515.71
8	18	1	M	120.204	105.17	35.83	35.81	134,940.71	84.189	102.01	33.4	34.15	116,353.63
9	19	1	M	118.456	105.13	36	35.64	134,886.00	85.757	102.12	32.99	33.86	114,072.27
10	20	1	M	115.55	105.13	35.69	35.63	133,686.96	90.839	102.19	33.03	34.09	115,065.19
101	21	1	A	112.495	105.3	35.87	35.63	134,578.46	81.406	102.14	33.6	33.41	114,659.91
102	22	1	A	114.449	100.31	30.81	30.65	94,725.39	85.776	102.09	33.85	33.58	116,043.97
103	23	1	A	111.383	105.38	35.69	35.75	134,456.19	86.868	102.12	33.17	34.09	115,473.75
104	24	1	A	113.459	105.33	36.12	35.73	135,935.49	80.845	102.18	33.16	33.86	114,727.46
105	25	1	A	113.31	105.08	35.64	35.79	134,035.38	86.241	101.94	33.71	34.77	119,483.54
106	26	1	A	113.81	105.31	35.78	35.88	135,195.55	80.114	101.98	33.36	33.21	112,982.17
107	27	1	A	112.438	105.1	35.63	35.81	134,098.17	87.866	102.14	33.58	34.22	117,369.85
108	28	1	A	114.245	105.59	35.75	35.64	134,535.39	85.291	102.29	33.28	34.18	116,355.94
109	29	1	A	111.96	105.16	35.68	35.85	134,513.10	83.154	102.15	34.08	33.68	117,249.24
110	30	1	A	112.911	105.3	35.96	36.09	136,657.96	85.671	101.92	33.01	34.35	115,566.43
141	31	2	B	117.818	105.21	35.64	35.65	133,676.25	78.489	101.98	32.96	34.38	115,560.15
61	32	2	B	119.335	104.76	35.85	35.49	133,287.88	90.203	101.66	33.54	34.15	116,440.45
62	33	2	B	121.963	105.12	35.96	35.74	135,101.32	93.385	102.01	33.26	33.95	115,187.35
63	34	2	B	120.941	105.04	35.81	35.87	134,924.37	87.581	102.02	33.58	33.41	114,457.03
64	35	2	B	121.82	105.41	35.92	35.71	135,209.74	93.091	101.95	33.69	33.58	115,337.07
65	36	2	B	117.124	105.09	35.7	35.79	134,273.81	91.865	101.97	33.03	33.48	112,762.95

66	37	2	B	121.016	105.23	35.96	35.88	135,772.46	89.044	102.11	33.06	34.15	115,282.09
67	38	2	B	121.781	104.82	35.9	35.79	134,679.13	90.659	101.8	34.08	33.5	116,223.02
68	39	2	B	122.468	105.13	35.78	35.78	134,588.31	91.875	102.03	32.84	34.38	115,195.87
69	40	2	B	120.366	105.16	35.85	35.82	135,040.90	85.415	102.08	32.95	34.33	115,470.19
11	41	2	M	119.795	105.05	35.8	35.63	133,996.95	87.21	103.05	33.61	33.45	115,854.43
12	42	2	M	120.586	105.26	35.65	35.47	133,101.85	87.324	102.39	33.1	34.1	115,568.62
13	43	2	M	120.626	105.41	35.77	35.63	134,343.47	86.916	102.2	34.33	33.74	118,377.67
14	44	2	M	118.325	105.43	35.71	35.64	134,181.22	91.333	102.26	33.68	33.32	114,757.97
15	45	2	M	120.643	105.57	35.63	35.7	134,284.09	87.837	102.04	33.02	34.26	115,434.30
16	46	2	M	119.671	104.94	35.95	36	135,813.35	89.139	101.81	33.01	34.09	114,567.90
17	47	2	M	114.972	104.94	35.75	35.81	134,344.98	89.68	103.12	26.91	28.03	77,782.11
18	48	2	M	118.908	105.21	35.68	35.72	134,089.05	83.458	102.07	33.34	34.54	117,540.10
19	49	2	M	116.436	105.2	35.73	35.64	133,963.49	82.479	101.97	33.36	34.44	117,155.21
20	50	2	M	118.104	105.32	35.47	35.68	133,289.79	84.417	102.2	33.32	33.83	115,201.43
70	51	2	A	117.344	105.38	36.57	35.67	137,463.14	92.54	102.17	33.68	34.17	117,581.89
111	52	2	A	109.04	103.97	35.63	35.68	132,174.82	72.181	100.19	33.76	33.59	113,615.30
112	53	2	A	112.83	105.19	36.55	35.86	137,870.74	80.256	102.12	33.85	34.46	119,120.02
113	54	2	A	113.682	105.32	35.83	35.85	135,284.12	85.7	102.27	34.43	33.49	117,923.52
114	55	2	A	114.154	104.94	35.81	35.76	134,382.55	85.899	101.87	34.04	33.62	116,582.55
115	56	2	A	113.42	105.3	35.72	35.78	134,579.89	79.762	102.1	33.46	33.41	114,137.45
116	57	2	A	111.837	105.6	35.69	35.59	134,133.87	79.382	101.98	33.68	33.31	114,409.40
117	58	2	A	110.554	105.42	35.77	35.91	135,412.06	88.122	102.13	33.29	34.18	116,208.85
118	59	2	A	112.731	105.33	35.66	35.92	134,917.96	80.114	101.89	33.73	33.56	115,337.32
119	60	2	A	120.468	105.38	35.81	35.78	135,021.48	83.41	102.49	33.37	35.08	119,976.80
71	61	3	B	119.532	105.33	35.81	35.74	134,806.54	91.457	102.15	33.76	32.98	113,734.30
72	62	3	B	119.35	105.16	35.5	35.85	133,834.50	86.669	102.12	33.63	34.08	117,040.79
73	63	3	B	120.656	105.51	35.85	35.54	134,431.24	89.652	102.3	33.25	33.2	112,928.97
74	64	3	B	120.485	105.21	35.66	35.72	134,013.89	88.455	101.87	33.13	33.07	111,609.70
75	65	3	B	121.975	105.21	35.99	35.88	135,859.90	90.621	102.15	33.66	33.86	116,423.17
76	66	3	B	122.004	105.18	35.8	35.85	134,991.17	92.749	102.13	33.85	33.79	116,815.43
77	67	3	B	120.968	105.17	35.68	35.75	134,150.65	89.804	102.06	33.31	34.35	116,776.90
78	68	3	B	121.487	105.09	35.94	35.56	134,307.79	93.965	102.18	33.08	34.33	116,039.33
79	69	3	B	113.814	105.3	35.8	35.59	134,165.05	89.889	101.93	33.63	33.01	113,155.17
80	70	3	B	121.405	105.17	35.85	35.76	134,827.52	92.967	102.02	33.9	33.55	116,031.94
21	71	3	M	113.539	104.92	35.74	35.91	134,656.78	90.336	102.05	33.11	34.1	115,219.65
22	72	3	M	120.496	105.03	35.77	35.66	133,971.88	87.505	101.9	33.67	33.89	116,275.67
23	73	3	M	120.839	105.5	36.43	35.48	136,362.59	83.439	102.37	34.56	33.29	117,776.93
24	74	3	M	114.254	105.48	35.97	35.85	136,019.04	89.69	102.12	33.17	33.69	114,118.82
25	75	3	M	113.194	105.36	35.67	35.79	134,505.66	90.402	102.08	33.18	33.49	113,431.11
26	76	3	M	119.176	104.88	35.94	35.77	134,830.98	83.154	101.75	33.31	33.96	115,100.37
27	77	3	M	113.908	104.26	35.56	35.57	131,875.26	86.792	101.09	33.4	33.07	111,657.75
28	78	3	M	116.873	105.13	35.52	35.66	133,162.20	89.585	102.04	33.48	34.33	117,281.55
29	79	3	M	115.58	105.42	35.66	35.61	133,867.86	88.122	102.16	32.98	34.02	114,621.44

30	80	3	M	121.484	105.25	36.32	35.7	136,469.68	84.44	102.14	34.44	33.35	117,315.35
121	81	3	A	119.103	105.16	35.79	35.8	134,739.62	84.864	102.01	33.22	34.42	116,641.54
122	82	3	A	118.881	105.46	35.86	35.61	134,669.74	87.989	102.64	33.68	33.88	117,120.29
123	83	3	A	118.19	105.17	35.76	35.9	135,015.56	88.958	101.95	33.59	33.85	115,919.34
124	84	3	A	118.391	105.41	35.84	35.82	135,324.18	74.613	101.91	33.93	33.85	117,046.74
125	85	3	A	117.854	105.4	35.69	35.72	134,368.85	76.874	102.05	33.11	34.31	115,929.22
126	86	3	A	121.942	105.37	35.82	36.13	136,367.39	87.45	102.23	32.93	33.22	111,832.93
127	87	3	A	118.301	105.11	35.91	35.76	134,976.12	82.688	102.07	33.43	33.85	115,502.97
128	88	3	A	121.766	105.11	35.82	36.03	135,654.40	90.374	101.97	33.38	34.84	118,586.95
129	89	3	A	118.719	105.35	35.71	35.65	134,117.03	80.047	102.17	32.67	34.15	113,989.08
130	90	3	A	117.816	105.37	35.26	35.16	130,631.57	78.451	102.16	33.03	33.17	111,927.02
81	91	4	B	122.075	105.27	35.86	35.76	134,993.36	92.331	102.15	33.5	33.57	114,877.38
82	92	4	B	120.847	105.4	35.92	35.73	135,272.64	88.74	102.23	32.89	34.31	115,362.05
83	93	4	B	121.164	105.1	35.9	35.73	134,812.51	89.557	101.89	33.63	33.77	115,714.95
84	94	4	B	119.485	105.12	35.76	35.68	134,124.37	91.409	102.01	32.86	34.12	114,371.90
85	95	4	B	122.454	104.9	36.1	35.75	135,381.32	94.487	102	33.67	33.76	115,943.32
86	96	4	B	120.51	105.24	35.71	35.46	132,262.95	90.64	102.07	33.45	34.3	117,108.48
87	97	4	B	120.327	104.71	35.84	35.6	133,599.91	86.887	101.54	33.08	34.05	114,372.02
88	98	4	B	120.531	105.28	35.85	35.7	134,742.08	85.842	102.13	32.88	34.18	114,777.62
89	99	4	B	119.564	105.18	35.95	35.4	133,855.22	88.369	102.09	33.23	33.92	115,071.93
90	100	4	B	119.385	105.96	35.75	35.77	135,499.26	87.049	101.76	32.88	33.93	113,525.33
31	101	4	M	119.449	105.05	35.55	35.57	132,837.14	85.557	101.84	34.13	33.36	115,952.66
32	102	4	M	121.166	105.31	36.41	35.62	136,579.09	88.47	102.02	34.45	33.24	116,824.94
33	103	4	M	116.863	105.32	35.63	35.9	134,716.60	89.927	102.24	33.02	34.01	114,816.56
34	104	4	M	117.669	105.04	35.65	35.71	133,722.38	90.317	101.93	33.56	33.63	115,040.52
35	105	4	M	120.009	105.52	35.89	35.77	135,465.02	86.46	102.23	34.57	33.84	119,593.64
36	106	4	M	121.785	100.34	30.77	33.5	103,429.97	86.963	102.1	33.29	33.2	112,843.78
37	107	4	M	120.12	105.11	35.76	35.76	134,412.31	88.379	102.12	33.52	34.06	116,589.51
38	108	4	M	119.864	104.93	35.9	35.66	134,330.76	88.037	101.89	33.45	33.89	115,504.59
39	109	4	M	119.291	105.98	35.63	35.68	134,730.08	81.482	102.21	33.7	33.69	116,044.43
40	110	4	M	120.711	105.34	36.52	35.67	137,223.09	92.644	102.18	34.51	33.45	117,952.45
131	111	4	A	118.551	105.7	36.27	36	138,014.60	73.112	102.22	34.4	34.13	120,013.64
132	112	4	A	117.531	105.27	35.9	35.7	134,917.19	78.413	102.17	33.96	33.64	116,720.48
133	113	4	A	119.361	99.81	30.95	35.1	108,428.09	81.9	101.65	32.95	34.32	114,950.29
134	114	4	A	115.863	100.42	30.82	34.1	105,537.60	77.454	102.18	33.99	33.43	116,105.67
135	115	4	A	116.178	100.02	30.77	34.2	105,254.45	86.165	101.86	33.77	33.9	116,609.63
136	116	4	A	117.527	100.92	30.64	35.1	108,535.83	80.171	102.34	32.86	34.29	115,313.58
137	117	4	A	117.021	100.18	30.54	35.2	107,694.30	88.512	102.1	33.24	34.06	115,592.96
138	118	4	A	118.898	105.41	36.58	35.59	137,231.40	81.121	101.65	34.12	33.31	115,529.01
139	119	4	A	119.905	105.33	35.75	35.73	134,543.01	84.816	102.3	33.75	34.09	117,699.99
140	120	4	A	119.111	105.07	35.67	36.04	135,072.40	87.628	101.84	33.29	34.35	116,455.21
91	121	5	B	126.484	100.18	31.14	34.2	106,690.50	91.409	102.01	33.93	33.57	116,192.46
92	122	5	B	120.95	105.08	35.72	35.82	134,448.85	94.117	102.05	33.08	33.98	114,710.16

93	123	5	B	127.17	104.99	35.78	35.76	134,333.95	88.626	102.03	33.6	34.28	117,518.97
94	124	5	B	122.928	104.95	36.02	35.91	135,750.54	94.003	101.95	33.29	33.58	113,967.68
95	125	5	B	127.447	104.95	36.18	35.66	135,404.27	87.505	101.8	32.74	33.95	113,153.04
96	126	5	B	121.294	104.99	35.82	35.56	133,731.98	85.776	101.91	33.97	32.97	114,138.27
97	127	5	B	126.804	105.09	36.53	35.94	137,971.42	92.407	101.93	33.83	33.97	117,138.48
98	128	5	B	126.327	105.18	35.85	35.66	134,463.27	90.478	102.26	33.52	33.96	116,406.57
99	129	5	B	126.897	105.11	35.82	35.63	134,148.38	90.51	102.03	33.58	34.19	117,140.66
100	130	5	B	122.286	105.36	36.38	35.92	137,681.25	90.763	102.11	33.69	33.68	115,862.09
41	131	5	M	118.461	105.27	36.01	35.68	135,254.77	85.24	102.01	33.63	33.42	114,650.53
42	132	5	M	117.35	105.26	35.76	35.67	134,265.36	85.12	102.32	33.46	33.91	116,095.20
43	133	5	M	119.623	104.99	35.68	35.76	133,958.50	87.001	101.62	34.05	33.36	115,430.97
44	134	5	M	115.6	105.72	35.59	35.91	135,114.06	85.42	102.36	32.74	33.85	113,440.37
45	135	5	M	119.578	105.38	35.73	35.73	134,531.58	87.59	102.15	33.1	34.19	115,602.03
46	136	5	M	119.906	105.36	35.68	35.67	134,092.26	84.322	102.09	33.98	33.81	117,287.51
47	137	5	M	117.495	105.41	35.86	35.38	133,736.49	82.365	102.28	33.17	33.99	115,315.41
48	138	5	M	120.324	105.51	35.66	35.71	134,358.40	90.089	102.09	33.21	34.29	116,257.12
49	139	5	M	116.298	105.26	35.68	35.55	133,514.31	88.407	102.12	33.41	33.34	113,750.39
50	140	5	M	119.868	105.24	35.62	35.85	134,389.06	88.483	102.05	33.54	33.63	115,107.32
142	141	5	A	119.603	100.46	30.67	33.3	102,600.90	80.04	102.32	33.67	32.74	112,793.05
143	142	5	A	117.335	105.16	35.85	35.77	134,852.40	88.265	102.2	33.01	34.24	115,512.82
144	143	5	A	119.777	105.45	35.86	35.78	135,299.82	79.563	102.13	33.08	34.26	115,746.05
145	144	5	A	119.062	105.61	36.13	35.79	136,563.52	83.923	102.48	33.36	33.85	115,724.11
146	145	5	A	121.031	105.12	35.86	35.8	134,951.79	88.797	102.13	33.95	33.86	117,403.24
147	146	5	A	115.295	105.06	35.63	35.94	134,533.76	85.41	101.86	33.61	34.2	117,084.20
148	147	5	A	118.48	105.34	35.81	35.84	135,196.56	85.68	102.11	33.67	33.51	115,208.84
149	148	5	A	116.818	105.2	35.78	35.84	134,903.77	89.481	102.12	33.25	34.31	116,499.26
150	149	5	A	118.181	104.97	36.19	35.93	136,493.19	83.372	102.3	33.45	33.9	116,003.60
120	150	5	A	116.478	105.27	35.4	35.66	132,889.06	86.669	102.19	33.8	34.09	117,747.61
Promedio total (g/cm)				119.2229	10.4930	3.5530	3.5626	132.8200	86.6511	10.2071	3.3440	3.3823	115.4489
Promedio de la base (B)			B	122.6135	10.5063	3.5763	3.5691	134.1050	89.5155	10.2022	3.3398	3.3869	115.4029
Promedio de la parte media (M)			M	118.6653	10.5159	3.5697	3.5655	133.8447	86.9699	10.2122	3.3398	3.3676	114.8591
Promedio del ápice (A)			A	116.3898	10.4567	3.5130	3.5532	130.5259	83.4680	10.2069	3.3525	3.3925	116.0858

Anexo 5. Base de datos para la obtención de la contracción de la madera de la especie de *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F. Machb.

N°	Árbol	Contratación volumétrica (húmedo)											Contratación volumétrica (seco al horno)												
		Peso (gr)	Radial (mm)			promedio (cm)	Tangencial (mm)			promedio (cm)	Longitudinal (mm)		promedio (cm)	Peso (gr)	Radial (mm)			promedio (cm)	Tangencial (mm)			promedio (cm)	Longitudinal (mm)		promedio (cm)
			1.00	2.00	3.00		1.00	2.00	3.00		1.00	2.00			1.00	2.00	3.00		1.00	2.00	3.00		1.00	2.00	
1	1	120.61	26.11	26.02	26.11	2.61	25.98	26.11	26.16	2.61	100.62	100.63	10.06	85.66	25.20	25.33	25.04	2.52	24.38	24.33	23.87	2.42	100.40	100.39	10.04
2	1	114.45	26.19	26.13	26.12	2.61	25.93	26.02	26.03	2.60	100.28	100.29	10.03	85.78	25.43	25.18	25.21	2.53	24.35	23.16	24.21	2.39	100.07	100.06	10.01
3	1	112.44	25.98	25.97	26.25	2.61	25.88	26.06	26.19	2.60	98.72	98.73	9.87	87.87	25.07	25.09	25.22	2.51	23.84	24.37	24.02	2.41	98.36	98.35	9.84
4	1	114.25	25.96	25.94	25.96	2.60	25.90	26.12	26.03	2.60	100.47	100.48	10.05	85.29	25.03	25.03	24.95	2.50	23.85	24.37	23.84	2.40	100.19	100.18	10.02
5	1	119.34	25.99	26.01	25.97	2.60	26.09	26.02	26.09	2.61	100.23	100.24	10.02	90.20	25.10	25.07	25.14	2.51	24.39	24.27	23.43	2.40	99.88	99.87	9.99
6	1	121.82	25.98	26.02	26.02	2.60	25.97	26.00	26.30	2.61	99.45	99.46	9.95	93.09	25.16	25.14	25.26	2.52	24.34	23.42	24.48	2.41	99.28	99.27	9.93
7	1	122.47	25.86	25.84	25.87	2.59	25.97	26.00	25.88	2.60	100.73	100.74	10.07	91.88	24.94	25.12	25.07	2.50	24.26	24.67	23.84	2.43	100.40	100.39	10.04
8	1	119.80	25.97	26.04	26.19	2.61	25.97	25.99	26.15	2.60	100.41	100.42	10.04	87.21	25.06	25.08	25.19	2.51	23.92	24.22	23.85	2.40	100.07	100.06	10.01
9	1	120.59	25.87	26.05	26.00	2.60	26.31	26.98	26.16	2.65	100.53	100.54	10.05	87.32	24.23	25.96	25.27	2.52	24.89	23.61	25.18	2.46	99.76	99.75	9.98
10	1	118.33	25.85	25.91	26.01	2.59	25.82	26.00	26.08	2.60	100.46	100.47	10.05	91.33	25.04	25.02	25.10	2.51	23.27	24.23	24.62	2.40	99.79	99.78	9.98
11	2	120.64	25.74	25.99	25.90	2.59	25.81	25.91	26.25	2.60	100.52	100.53	10.05	87.84	25.01	25.08	25.06	2.51	24.35	23.16	24.21	2.39	100.16	100.15	10.02
12	2	116.44	26.10	26.13	25.89	2.60	26.01	26.02	26.12	2.61	100.46	100.47	10.05	82.48	25.17	25.40	25.09	2.52	24.24	24.59	24.06	2.43	99.75	99.74	9.97
13	2	118.10	26.07	26.51	26.52	2.64	26.15	26.04	26.40	2.62	100.45	100.46	10.05	84.42	25.37	25.33	25.35	2.54	24.58	23.39	24.51	2.42	99.63	99.62	9.96
14	2	112.83	25.99	25.83	25.90	2.59	25.85	25.81	25.91	2.59	100.50	100.51	10.05	80.26	25.08	24.87	24.92	2.50	23.81	24.05	23.63	2.38	100.16	100.15	10.02
15	2	113.42	25.93	25.90	25.97	2.59	25.90	26.03	25.77	2.59	100.93	100.60	10.08	79.76	25.00	25.17	25.16	2.51	24.14	24.60	23.73	2.42	100.45	100.77	10.06
16	2	110.55	26.07	25.98	26.09	2.60	26.09	26.01	25.95	2.60	100.66	100.63	10.06	88.12	25.04	25.04	25.15	2.51	24.12	24.04	24.38	2.42	100.47	100.50	10.05
17	2	119.53	25.93	26.04	25.90	2.60	25.90	25.99	25.86	2.59	100.74	100.73	10.07	91.46	25.05	25.39	25.07	2.52	24.14	24.56	23.82	2.42	100.57	100.58	10.06
18	2	119.35	25.84	25.83	25.84	2.58	25.16	25.24	25.58	2.53	100.80	100.55	10.07	86.67	24.91	24.93	24.83	2.49	23.17	23.55	23.43	2.34	100.51	100.51	10.05
19	2	120.66	25.92	25.98	26.04	2.60	25.90	25.94	25.98	2.59	100.93	100.94	10.09	89.65	24.88	25.04	24.98	2.50	24.28	24.12	23.30	2.39	100.74	100.73	10.07
20	2	122.00	26.00	26.00	26.13	2.60	26.07	26.22	26.10	2.61	100.80	100.81	10.08	92.75	25.17	25.07	25.21	2.52	24.59	23.49	24.69	2.43	100.35	100.34	10.03
21	3	114.25	25.87	25.90	25.92	2.59	25.88	25.88	25.91	2.59	100.74	100.75	10.07	89.69	24.96	24.94	24.94	2.49	23.84	24.12	23.63	2.39	100.42	100.41	10.04
22	3	113.19	25.90	25.92	25.91	2.59	25.96	26.03	25.95	2.60	100.77	100.78	10.08	90.40	25.07	24.99	24.92	2.50	23.31	24.22	24.52	2.40	100.56	100.55	10.06
23	3	119.18	25.88	25.92	25.79	2.59	26.78	26.41	26.47	2.66	100.75	100.76	10.08	83.15	24.77	25.01	25.04	2.49	24.82	24.62	24.64	2.47	100.27	100.26	10.03
24	3	113.91	25.97	25.98	26.03	2.60	26.02	26.05	26.08	2.61	100.80	100.81	10.08	86.79	24.96	25.23	25.04	2.51	24.22	24.54	24.02	2.43	100.27	100.26	10.03

25	3	115.58	26.05	26.01	26.02	2.60	25.35	25.38	25.40	2.54	100.50	100.44	10.05	88.12	24.98	25.23	25.25	2.52	23.74	23.54	23.08	2.35	100.28	100.34	10.03
26	3	119.10	25.95	25.97	25.97	2.60	25.90	25.89	25.82	2.59	100.68	100.69	10.07	84.86	25.02	25.06	24.96	2.50	23.85	24.16	23.65	2.39	100.37	100.36	10.04
27	3	118.19	25.85	25.83	25.88	2.59	26.00	26.00	26.10	2.60	100.39	100.40	10.04	88.96	25.03	24.98	24.90	2.50	24.32	24.40	23.46	2.41	100.24	100.23	10.02
28	3	117.82	25.90	25.96	25.93	2.59	26.05	26.07	26.06	2.61	100.72	100.73	10.07	78.45	24.89	25.18	24.92	2.50	24.25	24.53	23.97	2.43	100.30	100.29	10.03
29	3	122.45	25.94	25.97	25.88	2.59	25.84	25.87	25.94	2.59	100.70	100.71	10.07	94.49	25.07	24.90	24.94	2.50	24.32	24.25	23.35	2.40	100.50	100.49	10.05
30	3	120.51	25.91	26.21	26.06	2.61	26.50	26.11	25.94	2.62	100.64	100.65	10.06	90.64	24.85	25.07	25.10	2.50	24.41	23.41	24.41	2.41	100.37	100.36	10.04
31	4	116.86	25.86	25.87	25.05	2.56	25.24	26.05	26.07	2.58	100.25	100.26	10.03	89.93	24.95	24.91	24.10	2.47	23.25	24.28	23.78	2.38	100.01	100.00	10.00
32	4	117.67	25.96	25.95	26.08	2.60	26.06	26.01	26.02	2.60	100.53	100.54	10.05	90.32	24.97	25.15	25.06	2.51	24.24	24.40	23.91	2.42	100.33	100.32	10.03
33	4	121.79	25.84	25.78	25.79	2.58	25.94	25.88	25.91	2.59	100.57	100.58	10.06	86.96	24.82	24.88	24.81	2.48	24.17	23.17	24.31	2.39	100.18	100.17	10.02
34	4	120.12	25.67	25.61	25.84	2.57	25.97	25.98	26.15	2.60	100.46	100.40	10.04	88.38	24.72	24.74	25.05	2.48	23.42	24.46	24.38	2.41	100.24	100.30	10.03
35	4	119.29	25.88	25.78	25.77	2.58	25.95	25.97	25.97	2.60	100.58	100.59	10.06	81.48	24.95	24.88	24.76	2.49	23.90	24.23	23.79	2.40	100.38	100.37	10.04
36	4	120.71	25.85	25.90	26.09	2.59	25.98	26.18	26.01	2.61	100.74	100.75	10.07	92.64	24.87	25.10	25.07	2.50	24.08	24.50	23.88	2.42	100.50	100.49	10.05
37	4	116.18	26.00	25.93	26.06	2.60	25.80	25.78	25.88	2.58	100.16	100.17	10.02	86.17	25.09	24.97	25.07	2.50	23.76	24.03	23.60	2.38	99.99	99.98	10.00
38	4	117.53	25.95	25.03	25.95	2.56	26.04	25.98	25.95	2.60	100.42	100.43	10.04	80.17	24.94	24.18	25.15	2.48	24.11	24.32	23.82	2.41	100.25	100.24	10.02
39	4	117.02	25.99	25.83	25.80	2.59	25.88	25.98	26.14	2.60	100.41	100.42	10.04	88.51	24.89	24.93	24.94	2.49	24.40	23.39	24.37	2.41	100.03	100.02	10.00
40	4	120.95	25.99	25.99	25.98	2.60	26.29	26.12	26.09	2.62	100.78	100.79	10.08	94.12	25.08	25.03	24.99	2.50	24.21	24.34	23.79	2.41	100.31	100.50	10.04
41	5	122.93	25.92	25.96	26.17	2.60	26.17	26.14	26.09	2.61	100.53	100.54	10.05	94.00	24.68	25.05	25.18	2.50	23.13	24.39	23.92	2.38	100.30	100.29	10.03
42	5	127.45	25.98	26.19	26.06	2.61	26.11	26.18	26.14	2.61	100.07	100.08	10.01	87.51	25.07	25.22	25.20	2.52	23.46	24.53	24.67	2.42	99.78	99.77	9.98
43	5	121.29	26.00	26.00	26.04	2.60	21.93	25.85	25.93	2.46	100.63	100.38	10.05	85.78	25.09	25.04	25.05	2.51	20.20	24.09	23.65	2.26	100.22	100.47	10.03
44	5	126.33	25.97	26.01	26.02	2.60	26.02	26.09	25.96	2.60	100.45	100.46	10.05	90.48	25.06	25.05	25.03	2.50	23.96	24.32	23.68	2.40	100.17	100.16	10.02
45	5	126.90	25.90	25.88	25.82	2.59	25.94	25.87	25.96	2.59	100.58	100.59	10.06	90.51	24.93	24.90	24.96	2.49	24.38	24.26	24.40	2.43	100.32	100.31	10.03
46	5	122.29	25.88	25.87	25.84	2.59	26.05	26.02	26.14	2.61	100.51	100.52	10.05	90.76	24.90	25.04	24.86	2.49	24.07	24.30	23.97	2.41	100.15	100.14	10.01
47	5	117.50	25.96	25.92	25.84	2.59	25.96	26.89	26.08	2.63	100.42	100.31	10.04	82.37	24.93	24.86	24.95	2.49	23.70	24.39	24.54	2.42	100.15	100.26	10.02
48	5	120.32	25.99	26.01	26.22	2.61	25.90	25.91	26.00	2.59	100.66	100.67	10.07	90.09	24.99	25.15	25.23	2.51	24.27	23.29	24.31	2.40	100.46	100.45	10.05
49	5	119.06	25.87	20.79	20.78	2.25	25.25	25.96	25.97	2.57	100.51	100.52	10.05	83.92	24.86	20.06	19.97	2.16	23.31	24.22	23.81	2.38	100.08	100.07	10.01
50	5	115.30	25.82	25.81	25.83	2.58	25.70	25.63	25.89	2.57	100.25	100.26	10.03	85.41	24.92	24.93	24.82	2.49	23.67	23.96	23.74	2.38	100.08	100.07	10.01
Promedio total (gr/cm)		118.79	25.94	25.84	25.86	2.59	25.86	26.01	26.02	2.60	100.50	100.48	10.05	87.68	24.99	24.96	24.93	2.50	23.95	24.10	24.00	2.40	100.17	100.18	10.02

Anexo 6. Panel fotográfico



Foto 1. Reconocimiento de la especie



Foto 2. Codificación de los árboles



Foto 3. Georreferenciación con GPS



Foto 4. Medición del CAP



Foto 5. Apeado de los árboles



Foto 6. Desramado del fuste



Foto 7. Aserrado de las trozas



Foto 8. Medida de trozas



Foto 9. Obtención de tablonces



Foto 10. Traslado de los tablonces



Foto 11. Procesamiento para las probetas



Foto 12. Probetas codificadas



Foto 13. Secado de probetas



Foto 14. Probetas acondicionadas en la estufa



Foto 15. Pesado de probetas



Foto 16. Medida de probetas