

Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución - 4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Vea una copia de esta licencia en <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>





FACULTAD DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

Tesis

Estudio dendrológico, anatómico y propiedades físicas de Yanchama (*Poulsenia sp.*) en Alto Biavo, Provincia de Bellavista de la Región San Martín

Para optar el título profesional de Ingeniero Agroindustrial

Autor:

Johnny Aaron Jimenez Delgado

<https://orcid.org/0009-0006-6873-5574>

Asesor:

Ing. Dr. Milton Segundo Vasquez Ruiz

<https://orcid.org/0000-0003-3796-501X>

Tarapoto, Perú

2024



FACULTAD DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

Tesis

Estudio dendrológico, anatómico y propiedades físicas de Yanchama (*Poulsenia sp.*) en Alto Biavo, Provincia de Bellavista de la Región San Martín

Para optar el título profesional de Ingeniero Agroindustrial

Autor:

Johnny Aaron Jimenez Delgado

Sustentado y aprobado el 26 de marzo de 2024, por los jurados:



Presidente

Ing. Dr. Jaime Guillermo Guerrero Marina




Secretario

Ing. MSc. Victor Chappa Santa Maria



Vocal

Ing. MSc. Aldinger Pezo Pinedo



Asesor

Ing. Dr. Milton Segundo Vasquez Ruiz

Tarapoto, Perú

2024



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN CONDUCTENTES A
GRADOS Y TÍTULOS N° 019-2024**

Jurado reconocido con Resolución N° 016-2024-UNSM/FIAI-D.

A las **16:00** horas del día veintiséis de marzo del 2024, en el auditorio de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial – Ciudad Universitaria, inició el acto público de sustentación del trabajo de tesis “**ESTUDIO DENDROLÓGICO, ANATÓMICO Y PROPIEDADES FÍSICAS DE YANCHAMA (*Poulsenia sp*) EN ALTO BIAVO, PROVINCIA DE BELLAVISTA REGION SAN MARTIN**” para optar el título profesional de INGENIERO AGROINDUSTRIAL, presentado por el **Bach. Johnny Aaron Jimenez Delgado**.

Instalada la Mesa Directiva conformada por **Ing. Dr. Jaime Guillermo GUERRERO MARINA** (presidente del jurado), **Ing. M. Sc. Víctor Chappa Santa María** (secretario), **Ing. M. Sc. Aldinger Pezo Pinedo** (vocal), acompañados por el **Ing. Dr. Milton Segundo VASQUEZ RUIZ** (asesor); el presidente del jurado dirigió brevemente unas palabras y a continuación el secretario dio lectura a la Resolución N° 016-2024-UNSM/FIAI-D.

Seguidamente el autor expuso el trabajo de investigación y el jurado evaluador realizó las preguntas pertinentes, respondidas por la sustentante y eventualmente, con la venia del jurado, por el asesor.


Una vez terminada la ronda de preguntas, el jurado procedió a deliberar para determinar la calificación final, para lo cual dispuso un receso de quince (15) minutos, con participación del asesor con voz, pero sin voto; sin la presencia del sustentante y otros participantes del acto público.


Luego de aplicar los criterios de calificación con estricta observancia del principio de objetividad y de acuerdo con los puntajes en escala vigesimal (de 0 a 20), según el Anexo 4.2 del RG-CTI, la nota de sustentación otorgada resultante del promedio aritmético de los calificativos emitidos por cada uno de los miembros del jurado fue **DIECISEIS (16)**.


De acuerdo con el Artículo 40° del RG-CTI, la nota obtenida es **DIECISEIS** y correspondiente a la calificación de **BUENO**. Leído este resultado en presencia de todos los participantes del acto de sustentación, el secretario dio lectura a las observaciones subsanables al informe final que la autora deberá corregir y alcanzar al jurado en un plazo máximo de treinta (30) días calendario.

Se deja constancia que la presente acta se inscribe en el Libro de Sustentaciones N° 001-2024 de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial.

Firman los integrantes de la Mesa Directiva y el autor del trabajo de investigación en señal de conformidad, dando por concluido el acto a las **17:00** horas, el mismo día de 26 de marzo del 2024.


Dr. Jaime Guillermo Guerrero Marina
Presidente


M. Sc. Victor Chappa Santa Maria
Secretario


M. Sc. Aldinger Pezo Pinedo
Vocal


Dr. Milton Segundo Vasquez Ruiz
Asesor


Bach. Johnny Aaron Jimenez Delgado
Autor

Declaratoria de autenticidad

Johnny Aaron Jimenez Delgado, con DNI N° 73315538, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de San Martín, autor de la tesis titulada: **Estudio dendrológico, anatómico y propiedades físicas de Yanchama (*Poulsenia sp.*) en Alto Biavo, Provincia de Bellavista de la Región San Martín.**

Declaramos bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de mi autoría.
2. La redacción fue realizada respetando las citas y referencia de las fuentes bibliográficas consultadas, siguiendo las normas APA actuales.
3. Toda información que contiene la tesis no ha sido plagiada;
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido alterados ni copiados, por tanto, la información de esta investigación debe considerarse como aporte a la realidad investigada.

Por lo antes mencionado, asumimos bajo responsabilidad las consecuencias que deriven de mi accionar, sometiéndome a las leyes de nuestro país y normas vigentes de la Universidad Nacional de San Martín.

Tarapoto, 26 de marzo de 2024.



Johnny Aaron Jimenez Delgado
DNI N° 73315538
Autor

Ficha de identificación

<p>Título del proyecto Estudio dendrológico, anatómico y propiedades físicas de la Yanchama (<i>Poulsenia sp.</i>) en Alto Biavo, Provincia de Bellavista de la Región San Martín</p>	<p>Área de investigación: Ciencias Agrícolas y Forestales Línea de investigación: Silvicultura y Manejo Forestal Sostenible Sublínea de investigación: Aprovechamiento Forestal Sostenible Grupo de investigación: Manejo Forestal Sostenible: N°050-2021-UNSM-T/FCA/CF/NLU Tipo de investigación: Básica <input type="checkbox"/>, Aplicada <input checked="" type="checkbox"/>, Desarrollo experimental <input type="checkbox"/></p>
<p>Autor: Jonny Aaron Jimenez Delgado</p>	<p>Facultad de Ingeniería Agroindustrial Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial https://orcid.org/0009-0006-6873-5574</p>
<p>Asesor: Ing. Dr. Milton Segundo Vasquez Ruiz</p>	<p>Dependencia local de soporte: Facultad de Ingeniería Agroindustrial Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial Unidad o Laboratorio Ingeniería Agroindustrial https://orcid.org/0000-0003-3796-501X</p>

Dedicatoria

A Dios Todopoderoso, por ser mi refugio en los momentos difíciles y por darme la sabiduría para comprender y la fortaleza para seguir adelante. Gracias por guiarme a través de este camino y por permitirme alcanzar esta meta.

A mis padres y hermanos, a quienes debo todo lo que soy, por su amor incondicional, apoyo inquebrantable y por ser mi mayor tesoro.

A mis seres queridos por ser parte de este camino y por creer en mí. Su presencia ha sido mi mayor motivación.

Agradecimientos

A mis queridos padres, Johnny Jimenez y María Delgado, gracias por enseñarme los buenos principios, valores, la importancia de la perseverancia y el esfuerzo.

Al Dr. Milton Segundo Vasquez Ruiz por compartir sus conocimientos y por el apoyo en la identificación de la especie y en la redacción de la tesis.

Al “matero” el Sr. William Tavera Lozada, quien apoyó en la identificación por nombres comunes de la especie forestal.

A los docentes por la enseñanza brindada para mi formación personal, profesional y social.

Índice general

Ficha de identificación	6
Dedicatoria	7
Agradecimientos.....	8
Índice general.....	9
Índice de tablas	12
Índice de figuras	13
Resumen.....	14
Abstract	15
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN	16
1.1. Planteamiento del marco general del problema	16
1.2. Formulación del problema de investigación	18
1.3. Hipótesis de la investigación.....	18
1.4. Objetivos.....	18
1.4.1. Objetivo general.....	18
1.4.2. Objetivos específicos	18
1.5. Justificación de investigación.....	18
1.6. Limitaciones.....	19
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	20
2.1. Antecedentes de la investigación.....	20
2.2. Fundamentos teóricos	21
2.2.1. Yanchama (<i>Poulsenia sp.</i>).....	21
2.2.2. Descripciones dendrológicas	23
2.2.3. Descripciones anatómicas	23
2.2.4. Características físicas de la madera	25
2.3. Definición términos básicos	27
CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS	29
3.1. Ámbito y condiciones de la investigación	29

	10
3.1.1. Contexto de investigación	29
3.1.2. Periodo de ejecución	29
3.1.3. Autorización y permisos.....	29
3.1.4. Control ambiental y protocolos de bioseguridad.....	29
3.1.5. Aplicación de principios éticos internacionales.....	29
3.2. Materiales, equipos y reactivos.....	29
3.2.1. Fase de campo	29
3.2.2. Fase de carpintería	30
3.2.3. Fase de laboratorio	30
3.3. Metodología.....	32
3.3.1. Procedencia de la especie	32
3.3.2. Determinación dendrológica de la especie Yanchama.....	33
3.3.3. Determinación del estudio anatómico	33
3.3.4. Características físicas de la madera	34
3.4. Sistema de variables	37
3.4.1. Variable independiente	37
3.4.2. Variable dependiente	37
3.4.3. Puesta en funcionamiento las variables.....	38
3.5. Diseño de la investigación	39
3.5.1. Tipo y nivel de la investigación	39
3.5.2. Diseño de la investigación	39
3.5.3. Población y muestra	41
3.5.4. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	42
3.6. Procedimientos de la investigación.....	42
3.6.1. Objetivo específico 1.....	42
3.6.2. Objetivo específico 2.....	43
3.6.3. Objetivo específico 3.....	44
CAPÍTULO V RESULTADOS Y DISCUSIÓN	46
4.1. Resultado específico 1.....	46

4.2. Resultado específico 2.....	47
4.2.1. Explicación de la caracterización organoléptica	47
4.2.2. Explicación de la caracterización macroscópica	48
4.2.3. Explicación caracterización microscópica	49
4.3. Resultado específico 3.....	50
4.3.1. Diseño experimental de las características físicas	50
4.3.2. Explicación de las características físicas	60
CONCLUSIONES.....	64
RECOMENDACIONES.....	65
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	66
ANEXOS	71
Anexo A.....	71
Anexo B.....	72
Anexo C.....	74
Anexo D.....	75
Anexo E.....	75
Anexo F.....	76
Anexo G	77
Anexo H.....	78
Anexo I.....	80
Anexo J	81
Anexo K.....	82

Índice de tablas

Tabla 1	Densidad de la madera g/cm ³	26
Tabla 2	Contracción volumétrica %	26
Tabla 3	Contracción T/R (%)	27
Tabla 4	Datos geográficos de los 2 árboles	32
Tabla 5	Puesta en funcionamiento las variables	38
Tabla 6	Descripciones del ANOVA	40
Tabla 7	Modelo matemático para el contenido humedad	40
Tabla 8	Modelo matemático para las contracciones	41
Tabla 9	Modelo matemático para las densidades	41
Tabla 10	Caracterizaciones organolépticas, utilizando xilotecas.....	47
Tabla 11	Caracterizaciones macroscópicas, utilizando torta de madera	48
Tabla 12	Caracterizaciones microscópicas, utilizando cubitos	49
Tabla 13	DBCA en humedad	50
Tabla 14	ANVA en humedad	52
Tabla 15	Tukey en humedad	52
Tabla 16	DBCA en la contracción tangencial	53
Tabla 17	ANVA en contracción tangencial.....	53
Tabla 18	Tukey en contracción tangencial.....	54
Tabla 19	DBCA en contracción radial.....	54
Tabla 20	ANVA en contracción radial	55
Tabla 21	Tukey en contracción radial	55
Tabla 22	DBCA en contracción longitudinal.....	56
Tabla 23	ANVA en contracción longitudinal	56
Tabla 24	Tukey en contracción longitudinal	57
Tabla 25	DBCA en contracción volumétrica.....	57
Tabla 26	ANVA en contracción volumétrica	58
Tabla 27	Tukey en contracción volumétrica	58
Tabla 28	DBCA en densidades básicas.....	59
Tabla 29	ANVA en densidades básicas	59
Tabla 30	Tukey en densidades básicas	60
Tabla 31	Características físicas de Yanchama en los tres tratamientos, utilizando probetas	60

Índice de figuras

Figura 1	Ubicación geográfica árbol 1 y árbol 2.	32
Figura 2	Secciones de los cubitos vistos en el microscopio.	50
Figura 3	Contenido Humedad de la (<i>Poulsenia armata</i>), en los tres tratamientos.	62
Figura 4	Densidad de la (<i>Poulsenia armata</i>), en los tres tratamientos.	62
Figura 5	Contracciones de la (<i>Poulsenia armata</i>), en los tres tratamientos.	63

Resumen

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo la descripción dendrológica, anatómica y características físicas de la Yanchama (*Poulsenia sp.*) en el distrito de Alto Biavo, Provincia de Bellavista de la Región San Martín.

La metodología empleada es descriptiva para el estudio dendrológico, anatómico y experimental para las características físicas de la madera. Los resultados en el estudio dendrológico, apoyado en información científica, permitió la identificación precisa de la especie Yanchama (*Poulsenia armata*) (Miq.) Standl., y su clasificación taxonómica. En la caracterización organoléptica la madera presenta sabor picante, olor suave, color amarillo claro, textura media heterogénea, brillo medio, veteado/figuras bandas paralelas y reflejos dorados, grano entrecruzado. Caracterización macroscópica la corteza externa de 0,7 cm es agrietada, presencia de estrías verticales, color crema y en la corteza interna color crema y presencia de bandas blancas; anillos de crecimiento a simple vista no son visibles; poros son visibles igualmente los radios visibles; la albura de color amarillo; duramen color amarillo. Caracterización microscópica en la sección tangencial. Fibra: alargadas y entrecruzado de 1428 a 1750 μm . en la sección radial. Radios: Presencia de 12 radios que se clasifica en el grupo de radios, numerosos (>12 radios/mm lineal). En la sección transversal. Poros: Presencia de 3 poros y se clasifica en el grupo de muy pocos (menor a 5 poros/mm²). Las características físicas clasifican como madera de densidad media, semi pesada, semidura, contracción volumétrica media y estable.

De tal manera se puede utilizar la madera en la industria de la carpintería para muebles entre ellas sillas, mesas, armarios y camas, en construcción para estructuras ligeras entre ellas puertas y ventanas. En cajonería liviana, para la elaboración de cajas de almacenamiento, juguetes y también para encofrados.

Palabras claves: *Poulsenia armata* (Miq.) Standl., descripción dendrológica, anatómica, características físicas.

Abstract

The objective of this study was to describe the dendrological, anatomical and physical characteristics of the Yanchama (*Poulsenia* sp.) in the district of Alto Biavo, Province of Bellavista, San Martin Region.

The methodology used is descriptive for the dendrological study, anatomical and experimental for the physical characteristics of the wood. The results of the dendrological study, supported by scientific information, allowed the precise identification of the Yanchama (*Poulsenia armata*) (Miq.) Standl. species and its taxonomic classification. For organoleptic characterization, the wood has a spicy flavor, mild odor, light yellow color, medium texture, heterogeneous, medium brightness, grain/parallel bands and golden reflections, crisscrossed grain. Regarding macroscopic characterization, the outer bark of 0.7 cm is cracked, presence of vertical striations, cream color and in the inner bark cream color and presence of white bands; growth rings are not visible to the naked eye; pores are visible also the visible rays; sapwood yellowish; heartwood yellow. Microscopic characterization in tangential section: Fiber: elongated and cross-linked from 1428 to 1750 μm . in radial section. Rays: Presence of 12 rays which is classified in the group of numerous rays (>12 rays/mm linear). In cross section: Pores: Presence of 3 pores and is classified in the group of very few (less than 5 pores/mm²). Physical characteristics classify as medium density, semi-heavy, semi-hard, medium volumetric shrinkage and stable.

Thus, wood can be used in the carpentry industry for furniture, including chairs, tables, cabinets and beds, in construction for light structures, including doors and windows. In light box construction, for the elaboration of storage boxes, toys and also for formwork.

Keywords: *Poulsenia armata* (Miq.) Standl., dendrological and anatomical description, physical characteristics.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del marco general del problema

En 2020 se estima, que el planeta perdió alrededor de 4,2 millones de bosques primarios una superficie de árboles comparable a la mitad de la superficie territorial del Reino Unido. Esta pérdida de cobertura arbórea natural está afectando a todos los continentes, pero tiene un mayor impacto especialmente en los trópicos, donde la deforestación y los incendios están destruyendo los bosques tropicales, como la Amazonia (Butler, 2021).

América Latina se enfrenta a una alarmante tasa de deforestación, posicionándola como una de las regiones con mayor pérdida forestal a nivel mundial. Aproximadamente el 46,4% de su superficie, equivalente a 935,5 millones de hectáreas, está cubierta por bosques. Sin embargo, entre 1990 y 2015, esta región experimentó la desaparición de 96,9 millones de hectáreas de bosques (Tuchin, 2020).

Según un estudio del Proyecto Monitoreo de la Amazonía Andina (MAAP), las cinco regiones más boscosas de Perú son: Ucayali y Huánuco en la Amazonía central; Madre de Dios, en el sur del Amazonas; San Martín, al noreste y Santa María de Nieva, en la región Amazonas. El estudio también señala que las principales causas de la deforestación en la Amazonía peruana son: La agricultura, para la producción de alimentos, cultivos industriales y plantaciones; La ganadería, para la producción de carne y leche; La minería, para la extracción de oro y otros minerales (Sierra, 2019).

El Gobierno Regional de San Martín busca implementar una estrategia de zonificación para regular el aprovechamiento de cerca de 3 millones de hectáreas de bosques. Esta iniciativa es crucial para proteger la riqueza natural de la región, considerada un emporio de biodiversidad, considerando que ha experimentado una preocupante deforestación, llegando a perder casi la mitad de su cobertura boscosa y siendo responsable del 20% de la deforestación nacional. Se espera que la zonificación fomente un manejo sostenible de los bosques y contribuya a frenar la deforestación en la región (Reaño, 2018).

El Gobierno Regional de San Martín otorgó a la Asociación de Conservación y Protección Ecológica el Valle del Biavo una concesión para conservar 12308,98 hectáreas de bosques y fuentes de agua en los distritos de Huallaga – Le Doy, Bajo Biavo y Alto Biavo, provincia de Bellavista. El objetivo de esta concesión es asegurar la continuidad de los servicios ambientales que brindan estos ecosistemas, como la

regulación del clima, la provisión de agua y el refugio de la biodiversidad (Amazónicos por la Amazonía [AMPA], 2015).

La región de San Martín enfrenta un problema recurrente: los incendios forestales. Estos desastres, provocados principalmente por la quema de vegetación para fines agrícolas, una práctica tradicional en la zona, ocasionan severos daños ambientales, incluyendo la pérdida de bosques, la desaparición de fauna silvestre, el deterioro de sitios culturales y la contaminación del agua y el aire (Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres [CENEPRED], 2022, p. 5).

Los incendios forestales y la falta de concesiones ocasionan la deforestación en el distrito de Alto Biavo, en la Región de San Martín, y ha provocado la pérdida de muchas especies forestales. Estas especies podrían haber sido utilizadas en la industria forestal y en el mercado de la madera, pero no han sido identificados, clasificados taxonómicamente ni tampoco se realizó estudios tecnológicos, para determinar la potencialidad de uso en el mercado de la madera.

Actualmente, se observa que existe un reducido número de especies comerciales que se están utilizando en el mercado forestal con fines industriales, por lo tanto, existe la necesidad de realizar estudios de investigación de nuevas especies forestales, para que en base a los resultados obtenidos principalmente sus características y propiedades tecnológicas existe la posibilidad de ser utilizados industrialmente de acuerdo de los fines de producción. Entre estas especies se encuentra la Yanchama (*Poulsenia sp.*) que es una especie forestal que abunda en los bosques naturales de la Región San Martín, principalmente en el distrito de Alto Biavo.

La madera de esta especie se utiliza ancestralmente en el área rural para el amarre de postes, tablas, su látex para tratar lisiaduras y también como purgante para eliminar bichos. En el estudio de investigación realizado se consideró como objetivo general el estudio dendrológico que incluye la identificación, clasificación taxonómica de la Yanchama (*Poulsenia sp.*), características anatómicas y propiedades físicas en el distrito de Alto Biavo, Provincia de Bellavista de la Región San Martín. Los objetivos específicos fueron: La descripción dendrológica, de la especie Yanchama para su identificación y clasificación taxonómica. Así mismo el estudio anatómico que incluye la descripción macro y microscópica de la especie en mención y la evaluación de las características físicas de la madera indicada anteriormente para su posibilidad de uso potencial, industrial.

1.2. Formulación del problema de investigación

El problema de este estudio es que no hay información sobre las descripciones dendrológicas, anatómicas y características físicas de la Yanchama (*Poulsenia sp.*) en el distrito de Alto Biavo. Por esta razón, la investigación es innovadora, novedosa e importante para la industria forestal, ya que incrementará el reducido número de especies que actualmente se viene utilizando en la industria forestal y también permitirá la introducción de nuevas especies en el mercado de la madera a nivel local, regional y nacional. Es por eso que surge la siguiente pregunta, ¿puede ser posible realizar el estudio para determinar si la Yanchama (*Poulsenia sp.*), es una materia prima viable para la industria forestal?

1.3. Hipótesis de la investigación

En este trabajo de investigación se plantearon las siguientes hipótesis:

H₀: No se puede identificar con certeza el árbol Yanchama (*Poulsenia sp.*) a partir de sus descripciones dendrológicas, anatómicas y físicas.

H₁: Se puede identificar con certeza el árbol Yanchama (*Poulsenia sp.*) a partir de sus descripciones dendrológicas, anatómicas y físicas.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Estudio dendrológico que incluye la identificación, clasificación taxonómica de la Yanchama (*Poulsenia sp.*), determinación anatómica y sus características físicas en el distrito de Alto Biavo, Provincia de Bellavista de la Región San Martín.

1.4.2. Objetivos específicos

- a) Descripción dendrológica de la Yanchama (*Poulsenia sp.*), identificación taxonómica.
- b) Determinar el estudio anatómico (descripciones organolépticas, macroscópicas y microscópicas), de la madera Yanchama (*Poulsenia sp.*)
- c) Describir las características físicas de la madera Yanchama (*Poulsenia sp.*), para su uso potencial e industrial.

1.5. Justificación de investigación

La investigación se centró en obtener información técnica sobre la madera Yanchama (*Poulsenia sp.*), para determinar su uso potencial en la industria forestal. De manera que

exista la posibilidad de introducir la especie investigada en el mercado local, nacional y mundial como una alternativa de aprovechamiento comercial de la madera. Esto permitirá reducir la presión intensa sobre los bosques naturales y las pocas especies comerciales que se utilizan actualmente en la industria forestal.

1.6. Limitaciones

Este trabajo de investigación está sujeto a limitaciones debido a la falta de información disponible sobre la especie en estudio.

Accesibilidad. Lo que podrá dificultar la obtención de suficientes muestras para la investigación.

Impacto ambiental de la cosecha de la madera con fines de investigación.

Falta de investigación. Información limitada disponible de la especie.

Consideraciones culturales. Sensibilidad cultural en torno al uso y estudio de la muestra.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

Según un estudio realizado en el distrito La Morada, departamento de Huánuco por Sibille (2006), la Yanchama *Poulsenia armata* (Miq.) Stanl, es una madera de peso medio con densidad básica de 0,44 g/cm³. Se contrae poco, con una contracción tangencial del 7,00% y una contracción radial del 4,46%. La disminución del volumen es del 11,00%. Una relación T/R de 1,8 indica que la madera es moderadamente fuerte en tensión tangencial. En general, la madera de Yanchama es una madera versátil con buenas propiedades físicas. Es adecuada para una variedad de aplicaciones, como muebles, construcción y carpintería (p. 64).

La investigación se realizó en La Paz, Bolivia. Vega (2005), menciona que el Corocho (*Poulsenia Armata*) (Miq.) Stanl, su altura total 28 m, altura comercial 14 m, diámetro a la altura del pecho (DAP) 64 cm, diámetro de copa 21 m (pp. 46-47).

(Peralta, 2022), realizó su investigación en la ciudad de Loja, Ecuador de la Yamila (*Poulsenia Armata*) (Miq.) Stanl, sus propiedades organolépticas son, la madera es de color verde claro, con un olor agradable y un sabor ausente. La textura es media, el brillo es bajo y el peso es liviano. El veteado es en bandas paralelas y el grano es recto. De la misma manera propiedades anatómicas, la madera presenta una estructura anatómica heterogénea, sus anillos de crecimiento ausentes o poco visibles. Los vasos son difusos (dispersos), están dispuestos en patrones radiales. Las fibras tienen paredes de grosor variable. El parénquima axial es apotraqueal difuso, aliforme y marginal. Los radios son de dos tamaños distintos, y las células de los radios son todas procumbentes. Al igual que sus propiedades físicas, la madera tiene un contenido de humedad del 33,79 %. Densidad de la madera fresca es de 0,73 g/cm³. La densidad de la madera seca al ambiente es de 0,61 g/cm³. La densidad de la madera completamente seca es de 0,62 g/cm³. La densidad de la madera sin humedad es de 0,55 g/cm³. La contracción volumétrica de la madera es de 1,13 % (cm³) (p. 223).

García et al. (2003), describe a la Damagua (*Poulsenia Armata*) (Miq.) Standl, ubicado en el departamento de Chocó, Colombia. Con una altura del árbol: 15-30 m, diámetro: 80 cm; corteza externa: verde oscuro, presencia de fisuras y con agujijones; Hojas: de tamaño regular 10-50 cm; Flores: color verde o amarillas; florecimiento de la especie: abril a julio; Fruto: globoso y verde en la etapa de maduración, carnoso (p. 3).

Alves y Inga (2022), en su estudio mencionan que las muestras fueron recolectadas de comunidades nativas de las provincias de Oxapampa, Satipo y Chanchamayo, Perú. La Lanchan (*Poulsenia armata*) (Miq.) Standley. Sus características en general: La madera no tiene una diferenciación clara entre albura y duramen, su color es marrón pálido y tiene un brillo moderado, olor y sabor no presenta, el grano de la madera es entrecruzado y su textura es de media a gruesa, no tiene vetas visibles, los anillos de crecimiento son poco perceptibles. Características macroscópicas: En sección transversal: Se observó parénquima axial y poros, los radios son poco visibles, los anillos de crecimiento son poco distinguibles. En sección tangencial: Se observan radios finos y bajos, las líneas vasculares son rectas. En sección radial: Los radios son contrastados. Características microscópicas: Anillos de crecimiento: Poco visibles. Porosidad: Difusa, de tamaño mediano (100-200 μm). Fibras: Libriformes, de paredes delgadas. Parénquima: Vasicéntrico paratraqueal y aliforme. Radios: Delgados, heterogéneos (p. 138).

En su investigación realizada en la ciudad de Cartago, Costa Rica. (Araya-Montero, 2012), describe a varias especies una de ellas al Calugo (*Poulsenia armata*) (Miq.) Standl. Sus características generales: Se diferencian el duramen y albura en estado verde. Color: es amarillo pálido. Veteado: pequeñas líneas de color amarillo. Sabor: Sin sabor. Olor: sin olor. Brillo: Oscuro. Textura: media a gruesa. Grano: lineal. Anillos: No visible. Densidad: Seco al aire 0,35 g/cm³. Caracterización macroscópica: Parénquima axial: con aumento de 10 X Paratraqueal vasicéntrico, Parénquima radial: a simple vista visible, Poros: visibles (p. 103).

2.2. Fundamentos teóricos

2.2.1. Yanchama (*Poulsenia sp.*)

2.2.1.1. Clasificación taxonómica

La clasificación de las plantas, se organiza en una escala descendente de categorías, desde la más amplia hasta la más específica. Las categorías son: División, clase, subclase, orden, familia, género, especie, variedad y forma (Marzocca, 1985, pp. 10-11).

2.2.1.2. Descripción botánica

En el distrito la Morada, departamento de Huánuco, la Yanchama (*Poulsenia armata*) (Miq.) Standl, árbol que alcanza hasta 30 metros de altura, fuste es cilíndrico y recto. Su tronco tiene un diámetro de hasta 100 centímetros y su corteza es de color gris claro

con lenticelas. Corteza interna es con bandas blandas y cremosa, segrega látex blanco. Corteza externa es agrietada de color cremoso a gris blanquecino (Castillo, 2010, p. 66).

2.2.1.3. Distribución en el Perú

Distribución geográfica: La Yanchama (*Poulsenia sp.*), un árbol imponente que habita en los bosques tropicales y subtropicales de la Amazonía y la región andina del Perú, se distribuye en un rango altitudinal de 0 y 1500 metros sobre el nivel del mar. Su presencia se extiende por los departamentos de Huánuco, Junín, Amazonas, Madre de Dios, San Martín, Pasco y Loreto, conformando parte de la rica biodiversidad de estas regiones.

La especie es abundante en la Amazonía peruana y en el sector el Mirador distrito de Alto Biavo, vive asociada con otros árboles y arbustos, según ha indicado el matero Tavera Lozada, William árboles acompañantes de la Yanchama (*Poulsenia sp.*) son: Shimbillo (*Inga sp.*), Catahua (*Hura sp.*), Cetico (*Cercropia sp.*), Sacha mango (*Grias sp.*), Palo Blanco (*Calycophyllum sp.*), Rifari (*Terminalia sp.*), Leche Caspi (*Couma sp.*) (Comunicación personal, 15 diciembre de 2023).

2.2.1.4. Aspectos fisiológicos

Adaptación: Especie que se adapta fácilmente a los cambios en su entorno. Crece en diferentes tipos de clima y se utiliza en diversos tipos de investigación.

Competencia: La Yanchama (*Poulsenia sp.*) en su etapa adulta presenta la habilidad de rivalizar con las malezas para obtener recursos como el agua, la luz solar y los nutrientes necesarios para su desarrollo.

Crecimiento: Su crecimiento es pausado, pero su longevidad es notable. No obstante, tras tres décadas, da paso a otras especies, completando así su ciclo de vida.

Descomposición: El árbol deja caer muchas hojas que ayudan a mejorar la calidad del suelo.

Floración: La madurez alcanza aproximadamente entre los 5 y 6 años, ya sea que haya sido sembrada o haya crecido de forma natural.

2.2.1.5. Tipo de vegetación

Existen cuatro tipos de vegetación en la región San Martín donde crece la Yanchama (*Poulsenia sp.*) (1) Bosques secos, (2) estepas gramíneas y arbustivas, (3) vegetación andina de alta montaña y (4) las pluviselvas tropicales y subtropicales (Encarnación, 2007, p. 11).

2.2.1.6. Zonas Ecológicas

La estimación de las zonas de vida de Holdridge (ZVH) en el Perú (ver anexo A), según (Sabino, 2019). En la Provincia de Bellavista son:

- Trópico húmedo
- Trópico subhúmedo

2.2.2. Descripciones dendrológicas

La dendrología tradicional es el estudio de la clasificación de las plantas leñosas, que incluye arbustos, árboles y lianas (Gartland, 2008, p. 9).

La dendrología, emplea descripciones físicas observables de las plantas leñosas para su identificación y clasificación. Estas características incluyen la posición de las hojas, clase, forma, tamaño, la textura de la corteza, la forma del tallo y la copa, y la presencia de exudados (Díaz & Moglia, 2019, p. 9).

Según un estudio realizado en el distrito la Morada, departamento de Huánuco por Sibille (2006), la caracterización dendrológica de la Yanchama (*Poulsenia armata*) es: Árbol: 30m altura, altura comercial 14 m y 90 cm de DAP. Troza: Cilíndrico, diámetro 90 cm. Hojas: De 15 a 22 cm longitud, color verde, y presencia de pequeñas espinas. Flores: Pequeñas y color verde. Frutos: cabezuela en forma redonda, contiene varias semillas (p. 3).

2.2.3. Descripciones anatómicas

Las descripciones anatómicas de la madera son importantes para la identificación de especies y la determinación de su idoneidad para usos industriales. Estas características incluyen propiedades organolépticas, macroscópicas y microscópicas. (Aróstegui, 1990).

2.2.3.1. Descripciones organolépticas de la madera

Brillo. La madera nos cautiva con su característico brillo, y este efecto se intensifica en el plano longitudinal-radial (LR). Esto se debe a la presencia de rayas horizontales, conocidas como radios, que reflejan la luz de manera más eficiente (Vásquez & Ramírez, 2011, p. 10).

Color. La madera cambia de color por dos motivos principales. El primero es la impregnación de sustancias, tanto orgánicas como inorgánicas, en la luz de las células. Estas sustancias se depositan en mayor cantidad en el núcleo de la madera (Vásquez & Ramírez, 2011, p. 9).

Olor y Sabor. Están relacionados y son causados por la presencia de sustancias volátiles en su interior. Estas sustancias se encuentran en mayor concentración en el duramen de la madera (Vásquez & Ramírez, 2011, p. 9).

Veteado. Es una característica de la madera que se produce por la combinación de los diferentes elementos del xilema, como los poros, el parénquima y los radios. Estos elementos se observan de manera diferente en los planos longitudinales radial (LR) y tangencial (LT) (Vásquez & Ramírez, 2011, pp. 12-14).

Grano. La alineación de los elementos estructurales de la madera, como vasos, fibras y traqueidas, crea patrones distintivos en los cortes longitudinales radial (LR) y tangencial (LT) del tronco. Estos patrones, denominados figurado de la madera, se forman durante el crecimiento del árbol y se ven afectados por el proceso de aserrado. La figurado puede ser recto, cuando los elementos están alineados de forma paralela al eje del árbol, o entrecruzado, cuando se inclinan o curvan (Vásquez & Ramírez, 2011, p. 10).

Según, Sibille (2006). Las características organolépticas de la Yanchama (*Poulsenia armata*) son: Color: Amarillo claro, Grano: Recto ligeramente entrecruzado, Textura: Media heterogénea, Brillo: Medio, Veteado: Bandas paralelas, reflejos dorados. Y reporta como característica física una densidad básica de 0,44 g/cm³ (p. 62).

2.2.3.2. Descripciones macroscópicas de la madera

Anillos de crecimiento. Son capas de madera que se forman cada año en los árboles. Estas capas se distinguen por sus diferentes características, la forma de las células, la composición del tejido y el tamaño de las células. Otra forma de definir los anillos de crecimiento es como un manto de células que se superpone a los anillos anteriores (Núñez, 2008). Los anillos de crecimiento, también conocidos como anillos de árboles o anillos anuales, son círculos visibles en secciones transversales horizontales de los troncos de los árboles. Estos anillos se forman debido a las condiciones estacionales cambiantes, especialmente la temperatura y la luz solar, que afectan el crecimiento de los árboles (Reyes-Basilio et al., 2020, p. 2).

Parénquimas. Aróstegui (1982), en su investigación, el parénquima es un tejido que tiene dos funciones principales: conducir sustancias y almacenar reservas. Se encuentra en el tronco de los árboles y tiene una disposición característica que lo hace importante para la identificación de la madera.

Poros. La madera presenta orificios de distintos tamaños denominados poros, los cuales se observan como cavidades oscuras al realizar un corte transversal (Taquire, 2002).

Radios. Gonzales (2008), reitera que los radios son bandas de tejido parenquimatoso que se extienden perpendicularmente al eje del árbol. A simple vista o con una lupa de 10x, los elementos son evidentes en la sección transversal de la madera (p. 32).

Según Sibille (2006), las características macroscópicas de la Yanchama (*Poulsenia armata*) es: Parenquima: Paratraqueal vasicéntrico, aliforme unilateral; Radios: Heterogéneo II, no estratificado; Fibras: Libríforme, no estratificado (p. 63).

2.2.3.3. Descripciones microscópicas de la madera

Vasos/poros. Son células únicas de las maderas latifoliadas que constituyen la mayor parte de su leño. Su función es transportar agua y nutrientes. El tamaño y la cantidad de vasos afectan directamente la densidad, la contracción y las propiedades mecánicas de la madera (Hernández, 2003). **Poros:** Se refiere a las pequeñas aberturas que se observan en la sección transversal de un vaso o traqueida vascular. Son como diminutos agujeros que permiten el transporte de agua y nutrientes en los árboles. **Vasos:** También conocidos como poros, son estructuras tubulares formadas por células articuladas que funcionan como conductos para transportar sustancias (Rodríguez & Sibille, 1996).

Según Sibille (2006), las características microscópicas de la Yanchama (*Poulsenia armata*) es: Vasos/Poros Visible, difusa, muy pocos (p. 63).

2.2.4. Características físicas de la madera

Para defender esta afirmación, Aróstegui (1982), realizó un estudio tecnológico sobre 60 especies de diferentes tipos de bosques tropicales húmedos. Como resultado de este estudio, el autor clasifica los bosques del país en 5 grupos básicos de densidad, según el número de árboles por hectárea.

Tabla 1
Densidad de la madera g/cm³

GRUPO	RANGO DE DENSIDADES	DESCRIPCIÓN
I- Muy baja densidad (MB)	Menor de 0,30 g/cm ³	Madera muy ligera y esponjosa
II- Baja densidad (BA)	0,30 a 0,40 g/cm ³	Madera ligera y blanda
III- Densidad media (ME)	0,41 a 0,60 g/cm ³	Madera de densidad media
IV- Alta densidad (AL)	0,61 a 0,75 g/cm ³	Madera dura y pesada
V- Muy alta densidad (MA)	Mayor de 0,75 g/cm ³	Madera muy dura y pesada

Fuente: Elaboración propia

Contracción volumétrica%. Este análisis clasifica cómo cambia el tamaño de la madera en tres direcciones (radial, tangencial y longitudinal) cuando su contenido de humedad es menor al punto de saturación de las fibras (Sibille, 2006).

El sentido de la contracción:

- **Radial:** Disminución del radio del trozo de madera.
- **Tangencial:** Disminución de la anchura de la pieza de madera.
- **Longitudinal:** Disminución de la longitud de la pieza de madera.

Tabla 2
Contracción volumétrica %

GRUPO	RANGO DE CONTRACCIÓN VOLUMÉTRICA (%)	DESCRIPCIÓN
I- Muy Baja (MB)	Menor de 7%	Mínima reducción del volumen
II – Baja (B)	De 7,1 a 10%	Reducción baja del volumen
III – Media (M)	De 10,1 a 13%	Reducción moderada del volumen
IV – Alta (A)	De 13,1 a 15%	Reducción considerable del volumen
V – Muy Alta (MA)	Mayor de 15%	Máxima reducción del volumen

Fuente: Elaboración propia

Contracción Tangencial/Radial (%). Es una medida que evalúa la resistencia de la madera a deformarse o cambiar de tamaño cuando pierde humedad o contenido de agua higroscópica (Sibille, 2006).

Cuanto menor sea el valor de Contracción T/R (%), más estable es la madera y menos susceptible a deformarse o agrietarse con los cambios de humedad.

Tabla 3
Contracción T/R (%)

GRUPO	RANGO DE CONTRACCIÓN T/R (%)	DESCRIPCIÓN
I – Muy estable (ME)	Menor de 1,50	Mínima variación dimensional a medida que pierde humedad
II – Estable (E)	De 1,51 a 2,50	Baja variación dimensional a medida que pierde humedad
III – Inestable (I)	DE 2,51 a 3,00	Moderada variación dimensional a medida que pierde humedad
IV – Muy inestable (MI)	Mayor de 3,00	Alta variación dimensional a medida que pierde humedad

Fuente: Elaboración propia

2.2.4.1. Contenido de humedad

Es “la masa de agua contenida en un trozo de madera, expresada como porcentaje de la masa del trozo anhidro”. Cuando cambia el contenido de humedad, se producen cambios de tamaño y aumentan a medida que aumenta la densidad de la madera (Díaz, 2005, p. 7).

2.2.4.2. Densidad de la madera

La densidad de la madera, una característica crucial, define su comportamiento, versatilidad y aplicaciones. Esta propiedad, que se expresa como la relación entre su masa y volumen, no es estática, sino que depende del contenido de agua presente en la madera. A mayor humedad, mayor densidad (Díaz, 2005, pp. 9-10).

Según Sibille (2006), las propiedades físicas de la Yanchama son: Densidad Básica 0,44 g/cm³; Contracción tangencial: 7,0%; C. Radial: 4,4%; C. Volumétrica: 11,00%, Baja límite con mediana; Relación T/R: 1,8 estable (p. 64).

2.2.4.3. Expansión y contracción de la madera

La madera se encoge cuando pierde humedad y se expande cuando la absorbe. Los cambios dimensionales son más pronunciados en las direcciones radial y tangencial que en la longitudinal. El proceso de contracción y expansión es reversible (Aróstegui, 1982).

2.3. Definición términos básicos

Madera Húmeda: Es aquella que ha absorbido más agua de la que puede liberar en condiciones normales.

Madera seca: Es aquella que ha perdido la mayor parte de su humedad, hasta alcanzar un nivel que no cambia con los cambios en la humedad del aire.

Contracción tangencial: Expresada en porcentaje (%). La contracción de la madera es el cambio de tamaño de una pieza de madera en la dirección perpendicular a las vetas, en estado húmedo y seco. Se produce cuando la madera se seca, pasando de un estado verde a un estado anhidro (Quispe, 2016, p. 24).

Contracción radial: Expresada en porcentaje (%). Se refiere a las variaciones de tamaño de las piezas de madera según la orientación de los radios de la madera cuando está fresca y seca, tanto en su estado natural como después de ser tratada (Quispe, 2016, p. 24).

Contracción volumétrica: Es la disminución del volumen de una pieza de madera, expresada en porcentaje %, entre el estado verde y el estado seco al horno (anhidro). Esta contracción se debe a la pérdida de humedad de la madera, que provoca que las células se contraigan. La contracción volumétrica se calcula en función de las dimensiones volumétricas de la pieza en madera húmeda y seco (Quispe, 2016, p. 24).

Densidad básica: Se expresa en gr/cm^3 . Indica la cantidad de masa de madera por unidad de volumen sin tener en cuenta el contenido de agua (Quispe, 2016, p. 24).

Densidad Anhidra: Es la relación exacta entre su masa y su volumen de la madera, en su estado más seco.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ámbito y condiciones de la investigación

3.1.1. Contexto de investigación

La investigación se realizó en el laboratorio TEPANAL, Tecnología de Productos Agroindustriales No Alimenticios, de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de San Martín.

3.1.2. Periodo de ejecución

La presente investigación se inició en el mes de diciembre del 2023 y se finalizó en febrero del 2024, el periodo de la ejecución de la investigación duró 3 meses.

3.1.3. Autorización y permisos

No aplica para esta investigación.

3.1.4. Control ambiental y protocolos de bioseguridad

No aplica.

3.1.5. Aplicación de principios éticos internacionales

En la ejecución del proyecto se llevó a cabo estrictamente los principios éticos establecidos por la UNSM.

3.2. Materiales, equipos y reactivos

3.2.1. Fase de campo

3.2.1.1. Materiales

- Un machete para cortar la madera.
- Un hacha para cortar la madera más grande.
- Marcadores indelebles para marcar la madera.
- Un lápiz de carbón para dibujar la madera.
- Un flexómetro para medir la madera.
- Una libreta de apuntes para registrar los datos.

3.2.1.2. Equipos

- Una cámara digital para tomar fotografías.
- Una motosierra de la marca STHIL.
- Un sistema de posicionamiento global (GPS).

3.2.2. Fase de carpintería

3.2.2.1. Materiales

- Una navaja para cortar la madera.
- Un lápiz para dibujar la madera.
- Una regla graduada para medir la madera.
- Lapiceros para anotar los datos.
- Una escuadra para trazar ángulos rectos.
- Bolsas plásticas transparentes de 10 * 15 cm para almacenar la madera.
- Tizas de diferentes colores para marcar la madera.

3.2.2.2. Equipos

- Sierra cinta o cierra sin fin.
- Disco circular.
- Sierra circular.

3.2.2.3. Otros

- Obreros.

3.2.3. Fase de laboratorio

3.2.3.1. Materiales

- Una pinza
- Un porta objetos.
- Una franela.
- Cubre objetos 22x22 para tejido macerado.
- Cubre objetos de 18 x18 para láminas histológicas.

- Repuestos para la navaja.
- Placas de Petri.
- Un martillo.
- Plumones indelebles.
- Pipetas.
- Una libreta de apuntes.
- Navaja para madera.
- Papel filtro.
- Vasos de precipitación de 50, 100 y 600 ml.
- Lupa de 10x y 20x.
- Protectores.
- Cinta adhesiva.

3.2.3.2. Equipos

- Un microscopio (trinocular), de 10X, 20 X, 100 X.
- Una cámara digital.
- Un vernier.
- Una balanza de precisión digital con capacidad de 220 gr.
- Una estufa.
- Un termómetro.
- Una computadora marca LENOVO.
- Un micrótopo.
- Un estereomicroscopio.
- Un afilador de cuchilla.

3.2.3.3. Reactivos

- Glicerina.
- Varios tipos de colorantes (como violeta genciana, safranina, etc.).

- Ácido nítrico al 10% de concentración.
- Alcohol absoluto en concentraciones del 96%, 60% y 30%
- Agua destilada.
- Agua potable.

3.3. Metodología

3.3.1. Procedencia de la especie

Se eligieron dos árboles de Yanchama (*Poulsenia sp.*), que hayan alcanzado su madurez, es decir, que tuvieron una edad aproximada de 20 a 30 años. En esta etapa, el árbol alcanza su tamaño máximo y comienza a producir frutos. Los árboles seleccionados se ubicaron en el Sector El Mirador, Caserío Centro América, distrito de Alto Biavo, provincia de Bellavista, Región San Martín. Sus coordenadas árbol 1: Lat= 7°34'29"LS, Long= 76°27'15"LW y árbol 2 Lat= 7°34'29"LS, Long= 76°27'14"LW, y con una altitud de aprox. 385 m.s.n.m.

Tabla 4

Datos geográficos de los 2 árboles

Descripción	Altitud (m.s.n.m)	Humedad ambiental (%)	T°. Ambiente (°C)	Microfotografía	Margen izquierda
Árbol 1	389	56	32	Ondulada	Riachuelo el mirador, afluente izquierdo de la quebrada Yanayacu
Árbol 2	380	56	32	Ondulada	

Nota: Elaboración propia

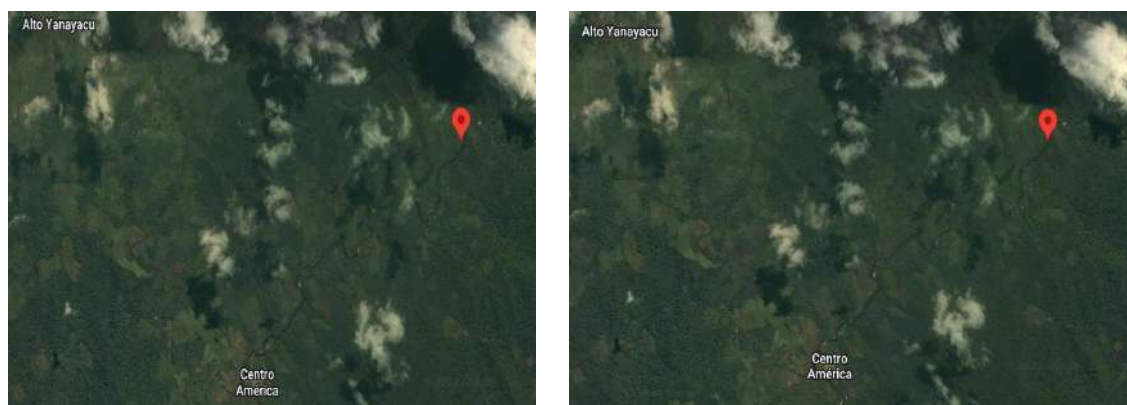


Figura 1

Ubicación geográfica árbol 1 y árbol 2.

El informe “Riesgo Geológico en la región San Martín” de Núñez et al. (2010), señaló que los suelos de la provincia Bellavista, en la región San Martín, son de naturaleza arcillo-arenosa y de color marrón rojizo. Estos suelos son susceptibles a la formación de

movimientos en masa, como deslizamientos y derrumbes. La deforestación es un factor que contribuye a la formación o reactivación de estos fenómenos, ya que reduce la cobertura vegetal que protege el suelo de la erosión. Por ello, es necesario la implementación de un Programa de reforestación en toda la región San Martín, así como educar a los pobladores rurales sobre la importancia de la conservación de la vegetación (p. 196).

3.3.2. Determinación dendrológica de la especie Yanchama

Se eligieron 2 árboles maduros.

Se describió macroscópicamente los órganos vegetativos del árbol con el apoyo de un formulario dendrológico.

Posteriormente se coleccionaron las muestras vegetativas (hojas, flores, frutos si hubiera, corteza y raíz).

3.3.3. Determinación del estudio anatómico

3.3.3.1. Determinación organoléptica: Color, sabor, olor, grano, textura, brillo y veteado. Utilizando las xilotecas.

Color: En la evaluación del color, se emplearon xilotecas y la tabla de colores de MUNSELL para suelos. Se comparó el color de las xilotecas con los colores de la tabla para la determinación de la uniformidad o semejanza entre ellos.

Olor: Las xilotecas se cortaron por la mitad siguiendo la dirección de los radios, y se pasó a oler el tejido fresco de las porciones resultantes.

Brillo: Se evaluó la calidad del brillo de las caras radiales y tangenciales de las xilotecas en contra luz.

Sabor: Se probó el sabor de las xilotecas partidas y se determinó las diferencias entre ellos.

Textura: La aspereza de las xilotecas de madera se evaluó al tacto, comparándolas con xilotecas patrón de especies con textura conocida.

Grano: Se dividió una xiloteca por la mitad, por la dirección de los radios, para la observación de las figuras que se presentó en cada cara de la pared seccionada.

Veteado: El veteado de las xilotecas de madera se evaluó en los planos tangencial y radial, observando los dibujos y figuras que se presentaron en la superficie longitudinal pulida.

3.3.3.2. Determinación macroscópica: Albura, duramen, anillos de crecimiento. Utilizando torta de madera.

A nivel anatómico macroscópico, los elementos macroscópicos se refieren a las estructuras que son visibles a simple vista o mediante lentes con aumentos de hasta 10 veces, como se señala en el trabajo de (Najar, 2016, p. 23).

Torta de madera: Se calculó la cantidad de anillos por centímetro lineal, se identificó la disparidad entre la albura y el duramen, y se clasificó el tipo de porosidad.

3.3.3.3. Determinación microscópica: Parénquimas, radios, poros, etc. Utilizando cubitos de madera.

Las estructuras anatómicas microscópicas son demasiado pequeñas para ser visibles a simple vista. Para su observación, se utilizó un microscopio. Los diferentes tipos de estructuras anatómicas microscópicas incluyen tejidos parenquimatosos alargados, tejidos parenquimatosos longitudinales, tejidos parenquimatosos transversales y tejidos parenquimatosos radiales (Ruíz, 2019, p. 33).

Tipo de parénquima: Se determinó observando cómo se asocian los elementos vasculares con el parénquima, utilizando una lupa de 10X y observando los tres planos de corte.

Tipo de porosidad: Se estudió en tres planos de corte del anillo de crecimiento. Se utilizó una lupa de 10X donde se observó el tamaño y la distribución de los poros.

Forma de los poros: Se determinó utilizando una lupa de 10X y se observó los poros más abundantes de la probeta.

Agrupación de poros: Se evaluó en los tres planos de corte con la lupa 10X, el tipo, forma y ubicación de los poros.

Radios: El ancho de los radios: se determinó observando su tamaño, a simple vista o con una lupa.

3.3.4. Características físicas de la madera

Se determinó el contenido de humedad, contracción y densidad de las muestras de madera (seco al aire, madera en verde y seco al horno).

Las normas utilizadas en los respectivos ensayos son:

Ensayos físicos de la especie

Normas

- El contenido de la humedad :

INACAL 251,010.

- La contracción : INACAL 251,012.
- La densidad : INACAL 251,011.

➤ **El contenido humedad.**

A fin de la determinación de humedad se utilizó la siguiente fórmula (Instituto Nacional de Calidad [INACAL], 2020): NTP 251.010.

$$CH\% = \frac{PH - PSH}{PSH} \times 100$$

$C.H(\%)$ = Porcentaje de contenido de humedad

PH = Peso saturado, o húmedo

PSH = El peso seco al horno.

➤ **Las contracciones.**

Con el fin de, la determinación de las contracciones se utilizó la siguiente fórmula, según (Instituto Nacional de Calidad [INACAL], 2015): NTP 251.012.

- **Contracción tangencial**

$$CT (\%) = \frac{dth(CH > 30\%) - dtsh(CH \approx 0\%)}{dth(CH > 30\%)} \times 100$$

$dth(CH > 30\%)$ = Dimensión tangencial saturado o húmedo con un contenido de humedad mayor al 30%.

$dtsh(CH \approx 0\%)$ = Dimensión tangencial seco al horno con un contenido de humedad de aprox. 0%.

- **Contracción radial.**

$$CR (\%) = \frac{drh(CH > 30\%) - drsh(CH \approx 0\%)}{drh(CH > 30\%)} \times 100$$

$drh(CH > 30\%)$ = Dimensión radial húmedo o saturado con contenido de humedad mayor al 30%.

$drsh(CH \approx 0\%)$ = Dimensión radial seco al horno con un contenido de humedad de aprox. 0%.

- **Contracción longitudinal**

$$CL (\%) = \frac{dlh(CH > 30\%) - dlsh(CH \approx 0\%)}{dlh(DH > 30\%)} \times 100$$

dlh (CH>30%) = Dimensión longitudinal saturado o húmedo con un contenido de humedad mayor al 30 %.

dlsh (CH≈0%) = Dimensión longitudinal seca al horno con un contenido de humedad de aprox. 0%.

- **Contracción volumétrica**

$$CV (\%) = \frac{VH(CH > 30\%) - VSH(CH \approx 0\%)}{VSH(CH > 30\%)} \times 100$$

VH(CH>30%) = Dimensión volumétrica saturado o húmedo con un contenido de humedad mayor al 30%.

VSH(CH≈0%) = Dimensión volumétrica seco al horno con contenido de humedad de aprox. 0%.

- **Las densidades**

A fin de la determinación de las densidades se utilizó la siguiente fórmula (Instituto Nacional de Calidad [INACAL], 2014): NTP 251.011.

- **Densidad básica**

$$\frac{PSH(CH \approx 0\%)}{VH(CH > 30\%)}$$

PSH = Peso seco al horno.

VH = Volumen saturado o húmedo.

- **Densidad húmeda**

$$\frac{PH(CH > 30\%)}{VH(CH > 30\%)} \text{ (gr/cm}^3\text{)}$$

PH = Peso saturado o húmedo.

VH = Volumen saturado o húmedo.

- **Densidad seca al aire**

$$\frac{PSA(CH \approx 12\%)}{VSA(CH \approx 12\%)} \text{ (gr/cm}^3\text{)}$$

PSA = Peso seco al aire.

VSA = Volumen seco al aire

- **Densidad seca al horno**

$$\frac{PSH(CH \approx 0\%)}{VSH(CH \approx 0\%)} (gr/cm^3)$$

PSH = El peso seco al horno.

VSH = Volumen seco al horno.

- ✓ **Determinación de volúmenes**

- **Volumen húmedo inmersión en agua**

$V_0 = \dots \text{ ml.}$ $V_f = \dots \text{ ml.}$

$V_{\text{especie}} = V_f - V_0 = \dots \text{ ml. O cm}^3$

- **Volumen húmedo utilizando vernier:** $V = Dr * Dt * Dl (cm^3)$

Dr= Dimensión radial

Dt= Dimensión tangencial

Dl= Dimensión longitudinal

- **Volumen seco al horno (VSH):** $VSH = Drsh * dtsh * Dlsh (cm^3)$

Drsh= Dimensión radial seca al horno

Dtsh= Dimensión tangencial seca al horno

Dlsh= Dimensión longitudinal seca al horno

3.4. Sistema de variables

3.4.1. Variable independiente

- Especie Yanchama (Poulsenia sp.).

3.4.2. Variable dependiente

- Caracterización dendrológica

- Caracterización anatómica (organoléptica, macroscópica y microscópica)

- Características físicas de la madera

3.4.3. Puesta en funcionamiento las variables

Tabla 5

Puesta en funcionamiento las variables

Variables	Descripción	Indicador	Índice	Unidad	Técnicas e instrumentos
Variable independiente Yanchama (<i>Poulsenia sp.</i>).	Investigación de la especie, para determinación de viabilidad de uso industrial.	Muestras tomadas del fuste de su parte media y centro.	Probetas, tortas de madera y xilotecas. Diámetro y espesor	cm	Disco circular, sierra circula, machete, sierra cinta.
Variable dependiente Descripciones dendrológicas	Identificación de la Yanchama (<i>Poulsenia sp.</i>).	Semillas, frutos, flores, ramas, hojas, fuste, corteza, raíces.	Cantidad, tamaño, color.	Cm m m	La tabla de colores. El sentido del gusto. El tacto.
Determinación organoléptica, macroscópica y microscópica	Estructura externa e interna	Organolépticas. Macroscópicas. Microscópicas.	Sabor, color, textura, brillo, grano, olor, veteado. Textura, anillos de crecimiento, duramen, albura. Parénquima y radios.	µm	Microscopio y la lupa
Características físicas	Atributos de la madera	Cont. Humedad, contracción, dens. Básica, dens. Seca al aire, Ctr. Rad, tng. Long y Vol, flexibilidad, hidrosopicidad, porosidad, resistencia, hendibilidad, olor, dureza, contracción, expansión, etc.	Peso seco, peso verde, volumen, peso seco al horno, peso seco al aire, volumen seco al aire, dimensión verde, dimensión seca al horno, ancho de la probeta, luz de la probeta.	Gr cm cm	Balanza. Horno. Vernier.

3.5. Diseño de la investigación

3.5.1. Tipo y nivel de la investigación

3.5.1.1. Tipo de investigación

Esta investigación fue aplicada porque busca resolver un problema práctico. En este caso, el problema fue la falta de información sobre la Yanchama (*Poulsenia sp.*). La investigación se enfocó en proporcionar información que pueda ser utilizada para mejorar el uso de la especie en mención.

3.5.1.2. Nivel de investigación

La investigación se llevó a cabo de forma descriptiva y experimental. En la parte descriptiva, se describieron macroscópicamente los diversos órganos vegetativos de la Yanchama (*Poulsenia sp.*), así como la anatomía de la madera de la especie mencionada. En la parte experimental, se analizaron las características físicas de la especie en mención, en condiciones rigurosamente controladas en el laboratorio.

3.5.2. Diseño de la investigación

Se llevó a cabo un estudio para analizar las características físicas de la Yanchama (*Poulsenia sp.*). El diseño de investigación empleado permitió determinar si existían diferencias estadísticas entre los promedios de las características físicas de la madera verde y la madera seca. El análisis de varianza se utilizó para la comparación de los promedios de las características físicas de la madera verde y la madera seca. La prueba de significancia de Tukey se utilizó para la comparación de los resultados obtenidos entre los promedios de las características físicas de la madera húmeda, madera seca al ambiente y madera seca al horno. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con 3 tratamientos y 4 repeticiones. Este diseño permitió controlar las variaciones que puedan surgir entre los bloques de muestras. El siguiente modelo matemático lineal se utilizó para analizar los datos:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + \Sigma_{ij}$$

Dónde: μ = rendimiento promedio de todos los tratamientos

T_i = efecto del i ésimo tratamiento

B_j = Efecto de J enésimo bloque

Σ_{ij} = El error aleatorio

Bloque: (DBCA)

T1: Madera que no ha sido seca = Madera en verde.

T2: Madera que ha sido secada al aire. = Madera en seco

T3: Madera que ha sido secada en un horno (estufa) = Madera seco al horno

Tabla 6

Descripciones del ANOVA

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F.C
Tratamientos	$t - 1$	$b \sum i(y_i - \bar{y})^2$	$\frac{SC. trat.}{GL trat.}$	
Bloques	$b - 1$	$t \sum j(y_j - \bar{y})^2$	$\frac{SC. bloq.}{GL bloq.}$	
Error	$(t - 1)(b - 1)$	$\sum ij(y_{ij} - \bar{y}_i - \bar{y}_j + \bar{y})^2$	$\frac{SC. error.}{GL error.}$	
Total				

▪ **Contenido de humedad**

H1=Madera húmeda

R2= Repetición 2

H2= Madera seco al aire

R3= Repetición 3

H3= Madera seco al horno

R4= Repetición 4

R1= Repetición 1

Tabla 7

Modelo matemático para el contenido humedad

El diseño experimental	R1	R2	R3	R4
H1	h1r1	h1r2	h1r3	h1r4
H2	h2r1	h2r2	h2r3	h2r4
H3	h3r1	h3r2	h3r3	h3r4

Para la evaluación del contenido de humedad de la madera Yanchama (*Poulsenia sp.*), se utilizó un diseño experimental de bloques completamente aleatorios (DBCA). En este diseño, cada tratamiento se repitió cuatro veces, para un total de 12 muestras. El modelo matemático se utilizó para la predicción del contenido de humedad de la madera, en función del tratamiento y del bloque.

- **Contracciones**

C1= Contracción tangencial	R1= Repetición 1
C2= Contracción radial	R2= Repetición 2
C3= Contracción longitudinal	R3= Repetición 3
C4= Contracción volumétrica	R4= Repetición 4

Tabla 8
Modelo matemático para las contracciones

Diseño experimental	R1	R2	R3	R4
C1	c1r1	c1r2	c1r3	c1r4
C2	c2r1	c2r2	c2r3	c2r4
C3	c3r1	c3r2	c3r3	c3r4
C4	c4r1	c4r2	c4r3	c4r4

- **Densidades**

P1= Densidad verde	R1= Repetición 2
P2= Densidad seca al aire	R2= Repetición 3
P3= Densidad seca al horno	R3= Repetición 4
R1= Repetición 1	

Tabla 9
Modelo matemático para las densidades

El diseño experimental	R1	R2	R3	R4
P 1	ρ_{1r1}	ρ_{1r2}	ρ_{1r3}	ρ_{1r4}
P 2	ρ_{2r1}	ρ_{2r2}	ρ_{2r3}	ρ_{2r4}
P 3	ρ_{3r1}	ρ_{3r2}	ρ_{3r3}	ρ_{3r4}

3.5.3. Población y muestra

3.5.3.1. Población

El sector El Mirador, ubicado en el Caserío Centro América, distrito de Alto Biavo, provincia de Bellavista, región San Martín, tiene un área forestal de aproximadamente 30 hectáreas, que son de propiedad del señor Nicanor Delgado Guevara.

3.5.3.2. Muestra

Se eligieron 2 árboles de Yanchama (*Poulsenia sp.*) para realizar los estudios. El árbol (01) se cortó para estudiar la madera seca al aire. El árbol (2) se cortó para estudiar la madera húmeda y seca al horno. Se obtuvo un fuste de altura comercial estimada, desde el suelo hasta las primeras ramas de la copa del árbol. Se cortó una troza de aprox. 80 cm de la mitad del fuste, tanto 40 cm hacia arriba como 40 cm hacia abajo. Luego, se trasladó las muestras a la carpintería, se obtuvo las xilotecas, tortas y cubitos necesarios para los estudios macroscópicos, microscópicos y características físicas.

3.5.4. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Los resultados del estudio dendrológico, anatómico y de características físicas de la madera de yanchama (*Poulsenia sp.*) se analizaron utilizando un diseño experimental de bloques completos al azar (DBCA). El nivel de significancia se estableció en 5% (p-valor < 0,05). Para la comparación de las medias se utilizó el test Tukey.

3.6. Procedimientos de la investigación

En la caracterización de la madera de Yanchama (*Poulsenia sp.*), se siguió el siguiente procedimiento:

1. Se tomó una muestra (troza y tortas) de madera de la zona media y la parte central del fuste del árbol (ver anexo D).
2. La muestra se transportó a un taller de carpintería donde se aserró en muestras más pequeñas. Xilotecas 1 * 8 * 16 cm, probetas 2.5 * 2.5 * 8 cm y cubitos 1 * 1 * 1 cm.
3. Las muestras se llevaron al laboratorio de Tecnología de Productos Agroindustriales No Alimentos (TEPANAL) de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de San Martín.
4. En el laboratorio, se realizaron ensayos para la caracterización de la madera en términos de sus propiedades organolépticas, macroscópicas, microscópicas y físicas.

3.6.1. Objetivo específico 1 – Descripción dendrológica de la Yanchama (*Poulsenia sp.*), identificación y clasificación taxonómica.

Para el estudio de los árboles de Yanchama (*Poulsenia sp.*), se utilizó el método dendrológico. Este método consistió en la realización de una descripción macroscópica de los diversos órganos vegetativos del árbol en el campo. La descripción se realizó utilizando un formulario dendrológico (ver anexo B). El estudio estuvo dirigido por el Dr. Milton Segundo Vásquez Ruiz, especialista en dendrología.

3.6.2. Objetivo específico 2 – Determinar el estudio anatómico (descripciones organolépticas, macroscópicas y microscópicas) de la madera Yanchama (*Poulsenia sp.*).

Organolépticas: Para la obtención de las xilotecas de la especie Yanchama (*Poulsenia sp.*), se tomó una troza de 80 cm de largo de la zona media del árbol. La misma que se transportó a la carpintería (ubicada en el Jr. Leoncio Prado cdra 10 – Tarapoto – San Martín – Perú), estas muestras (xilotecas) son de 1 * 8 * 16 cm orientados a la sección corte radial, transversal y longitudinal. Con el fin de la descripción del color, sabor, olor, grano, textura, veteado y brillo.

Macroscópicas: Para la descripción macroscópica de la madera de Yanchama (*Poulsenia sp.*), se utilizaron rodajas (tortas) de madera con un espesor de 2 cm. Estas fueron extraídas de la parte superior e inferior del árbol. Posteriormente se describió los anillos de crecimiento, parénquima, poros y radios.

Microscópicas: Para la caracterización microscópica se utilizaron cubitos de 1 * 1 * 1 cm que fueron obtenidos de la troza de madera. Estas muestras fueron previamente ablandadas.

Los cubitos se colocaron en un vaso de vidrio de 250 ml en una solución de ácido nítrico al 10%.

El ablandamiento de la muestra se controló con un punzón todos los días el cual duró 30 días.

Se pasó a cortar los cubitos en laminas muy finas en secciones (radiales, tangenciales, y transversal) en el micrótopo.

Las láminas obtenidas se colocaron en una placa de vidrio por corte para ser lavados con alcohol de 30° durante 5 minutos luego se retiró, nuevamente se lavó con alcohol de 60° durante 5 min. Luego se retiró y por último se realizó un tercer lavado con alcohol de 96° durante 5 minutos luego se retiró con el fin de eliminar impurezas, látex, etc.

Estas laminas se colorearon con la solución de safranina por 5 min luego se retiró este colorante con agua destilada y se lavó con alcohol de 96° para que se impregne el color en las láminas. Este proceso se realizó para resaltar los detalles anatómicos.

Posteriormente las láminas se colocaron en placas de vidrio y fueron sellados con silicona.

La selección de las láminas más representativas de cada corte (tangencial, radial, transversal), fue posible mediante un microscopio trinocular.

Las láminas de madera se clasificaron según su orientación anatómica, en tangencial, radial y transversal (ver anexo C). Estas láminas se colocaron en las placas de vidrio correspondientes donde fueron observados mediante el microscopio, lo que permitió la observación y la descripción de sus características a un nivel de detalle más profundo 100 X.

3.6.3. Objetivo específico 3 – Describir las características físicas de la madera Yanchama (*Poulsenia sp.*), para su uso potencial e industrial.

Se determinó contenido de humedad, contracción y densidad de las muestras de madera (seco al ambiente, madera verde y seca al horno).

Peso húmedo: Se empleó una balanza analítica para medir el peso húmedo de 4 probetas de la especie forestal Yanchama (*Poulsenia sp.*).

Volumen húmedo empleando vernier: Se identificó los planos de las probetas de las dimensiones tangencial, radial y longitudinal. Se midió la dimensión tangencial, radial y longitudinal de las probetas con un vernier. Las mediciones se realizaron tanto en estado húmedo como en estado seco.

Volumen por inmersión en agua: Se midió el volumen de las probetas de madera por agua destilada que se desplazaba (principio de Arquímedes).

Se llenó una probeta de vidrio de 500 ml con 350 ml de agua destilada, luego se sumergió las probetas de madera una por una en el agua destilada, orientándola según diferentes planos de corte, posteriormente se midió el nuevo volumen de agua en la probeta de vidrio, finalmente se calculó el volumen de agua desplazada por la probeta de madera, que es equivalente al volumen húmedo de la muestra.

Peso seco al horno: Se seleccionaron 8 probetas de madera, 4 de madera seca al aire (árbol 1) y 4 de madera húmeda (árbol 2). Las probetas se colocaron en un horno (estufa) a una temperatura inicial de 50 °C durante 20 minutos, luego, la temperatura se incrementó gradualmente a 100 °C y luego a 150 °C, manteniendo un tiempo de 20 minutos en cada etapa, el proceso de secado totalizó 60 minutos (1 hora). Posteriormente, las probetas se retiraron del horno y se enfriaron en una campana desecadora de vidrio durante 10 minutos. Finalmente, se pesó cada una de las 8 probetas con una balanza analítica.

Volumen seco al horno: Se retiró las 8 probetas de madera del horno (estufa), posteriormente se realizó una nueva medición de las dimensiones tangencial, radial y longitudinal de las muestras secas utilizando el vernier, para la obtención de su volumen anhidro (que no contiene agua).

Contenido de humedad: A partir de las mediciones de peso en estado húmedo (PH) y peso seco al horno (PSH) de 8 probetas de madera, se calculó el contenido de humedad (CH) individual de cada muestra, considerando el tipo de madera. Finalmente, empleando la fórmula INACAL NTP 251.010, se determinó el contenido de humedad para la especie forestal en estudio.

Densidad básica: Se obtuvo dividiendo el peso de la madera después de secarla en horno (peso seco al horno) por el volumen que ocupa la madera después del secado (volumen seco al horno). Este procedimiento se basa en la norma INACAL NTP 251,011.

Densidad seca al horno: Para la determinación de la densidad anhidra o densidad seca al horno, se divide el peso seco al horno (PSH) sobre el volumen seco al horno (VSH). Esta operación se realizó siguiendo la fórmula establecida en la norma INACAL NTP 251,011.

Contracciones totales: Se aplicó las fórmulas de la norma INACAL 251.012, para la determinación de la contracción en tres direcciones principales de la madera: tangencial (CT), radial (CR) y longitudinal (CL). A partir de estos valores, también se calculó la contracción volumétrica (CV).

Se realizó un análisis estadístico para la determinación de las características físicas de la madera verde, seca y contemplar si son diferentes. El primero, ANOVA, reveló si existía una diferencia general entre las características físicas promedio de ambos tipos de madera. El segundo, una prueba de Tukey, permitió identificar qué características físicas específicas eran diferentes entre la madera verde y la seca.

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultado específico 1 – Descripción dendrológica de la Yanchama (*Poulsenia sp.*), identificación y clasificación taxonómica.

Se utilizó el método del dendrólogo para la identificación de la especie del árbol Yanchama (*Poulsenia sp.*) en base a la descripción de los diferentes órganos vegetativos, las siguientes características son:

a) Raíces.

Presencia de aletas tablares pequeños, de 60 cm en árbol maduro.

b) Tronco o fuste.

Tronco recto cilíndrico de 30 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP), con una altura comercial de 10 m (ver anexo D), su corteza es color gris claro, presencia de agujones dispersos solitarios a lo largo del ancho y largo de las ramas.

c) Corteza.

Corteza externa es agrietada, color crema, presencia de estrías verticales, formando un diseño de figuras irregulares, presencia de agujones a lo largo y ancho del tronco diminutas distribuidas en forma dispersa, lenticelas grandes y pequeñas; su corteza interna tiene bandas blancas, color crema claro, textura fibrosa, produce secreción látex blanco pegajoso, sin sabor, y se oxida a un color lúcumo instantáneamente.

d) Ramas terminales y hojas.

Hojas son simples cartácea, acuminado, lobulado y alternas de 19 cm de longitud, color verde, y brillante en la cara superior, en la cara inferior con nervios ramificados y visibles, pequeñas espinas que sobresalen de los nervios, en total 8 nervios. Ramas terminales en forma circular, marrón claro, presencia de agujones distribuidos irregularmente, sus estípulas de 1 cm longitud. El borde del limbo presenta ondulaciones grandes.

e) Flores.

Cabezuela redonda y agrupada de 2 cm longitud, pequeñas y su color es verde.

f) Frutos.

Cabezuela redonda, su fruto es pequeño de 4.5 cm longitud y 4 cm de ancho, contiene varias semillas en su interior.

g) Semillas.

En forma ovoide de 0.5 cm longitud, y de color marrón oscuro.

h) Troza.

Muestra de 80 cm, presencia de agujones dispersos, figuras irregulares y color crema.

i) Árbol.

Altura total del primer árbol 15 metros y 27 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP). Altura total del segundo árbol 18 m y 30 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP), las ramificaciones se presentan a la altura del término del fuste. La copa es irregular, frondosa, ramas bien extendidas y horizontales.

Las descripciones detalladas de los dos árboles de Yanchama objeto de este estudio concuerdan notablemente con la información recopilada por diversos autores, entre ellos (Sibille, 2006) y (García et al., 2003), quienes han desarrollado investigaciones dendrológicas sobre dicha especie, en diferentes áreas naturales de Sudamérica y la clasificaron taxonómicamente, corresponde: Reino (vegetal), división (magnoliophyta), clase (magnoliopsidae), orden (rosales), familia (moraceae), género (poulsenia), especie (Poulsenia armata) (Miq.) Standl.

4.2. Resultado específico 2 – Determinar el estudio anatómico (descripciones organolépticas, macroscópicas y microscópicas) de la madera Yanchama (*Poulsenia armata*) (Miq.) Standl.

4.2.1. Explicación de la caracterización organoléptica

Tabla 10

Caracterizaciones organolépticas, utilizando xilotecas

Espece	Características	Descripción
Yanchama (<i>Poulsenia armata</i>) (Miq.) Standl.	Brillo	Medio
	Color	Amarillo claro
	Olor	Suave
	Sabor	Picante
	Textura	Media heterogénea
	Veteado/figura	Bandas paralelas y reflejos dorados
	Grano	Entrecruzado

En la tabla 10 la caracterización organoléptica de la Yanchama (*Poulsenia armata*) (Miq.) Standl., da como resultado: brillo: medio; color: amarillo claro; olor: suave; sabor: picante; textura: media heterogénea; veteado: en bandas paralelas y reflejos dorados; grano: entrecruzado. Esta descripción es similar al estudio realizado por (Sibille, 2006) y (Alves y Inga, 2022).

4.2.2. Explicación de la caracterización macroscópica

Tabla 11

Caracterizaciones macroscópicas, utilizando torta de madera

Especie	Características	Descripción
Yanchama (<i>Poulsenia armata</i>) (Miq.) Standl.	Corteza de la madera	Externa. Presenta grietas, y su color crema.
		Interna. Es cremosa y presenta bandas blancas.
	Anillos	No visibles
	Poros	Visibles.
	Radios	Visibles.
	Albura	Color amarillo.
	Duramen	Similar color a la albura.

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 11, se describe la caracterización macroscópica de Yanchama (*Poulsenia armata*) (Miq.) Standl., con ayuda de una lupa de 10X y a simple vista, dando como resultado: La corteza de la madera en la parte externa de 0,7 cm es agrietada y también presencia de estrías verticales, color crema y en parte interna color crema y presencia de bandas blancas; sus anillos de crecimiento a simple vista no son visibles; los poros son visibles igualmente los radios visibles; la albura de color amarillo; el duramen color amarillo. En gran parte coincide lo descrito por (Sibille, 2006) y (Araya-Montero, 2012) en sus investigaciones realizadas de la especie en mención.

4.2.3. Explicación caracterización microscópica

Tabla 12
Caracterizaciones microscópicas, utilizando cubitos

Especie	Sección	Características	Descripción
Yanchama (<i>Poulsenia armata</i>) (Miq.) Standl.	Tangencial	1. Vasos	Son medianos de 100-200 μm , su frecuencia de vasos es 2 por mm^2 .
		2. Radios	Delgados y multiseriados de 1-4 células de amplio.
		3. Fibra	Alargadas y entrecruzado
	Radial	1. Radios	Heterogéneo tipo II, radios contrastados, muy finos, canales pequeños. Ancho de 470 μm y long., 705 μm .
		2. Grano	Entrecruzado
		3. Fibra	Libriformes alargadas, diámetro de 20 μm , ancho de la pared celular 2.4 micras.
	Transversal	1. Poros/vasos	Redondeados difusos, diámetro tang., es de 180 a 210 μm
		2. Parénquima	Vasicéntrico paratraqueal, con 6 surcos lineales, en forma de diminutos poros.
		3. Anillos	Poco diferenciados

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 12, se describe la caracterización microscópica de la Yanchama (*Poulsenia armata*) (Miq.) Standl., con ayuda de un microscopio, los resultados son los siguientes:

En la sección tangencial. Vasos: son medianos y con una frecuencia de vasos 2 por mm^2 ; radios: delgados y multiseriados; fibras: alargadas y entrecruzado. En sección radial presenta: Radios: Heterogéneos tipo II, muy fino y con canales pequeños; grano: entrecruzado; fibras: libriformes alargadas. Sección Transversal. Poros/vasos: Ovalados casi redondos, difusos su diámetro tangencial de 180 a 210 μm ; parénquima: Vasicéntrico paratraqueal; anillos: Poco diferenciados. Coincide en gran parte por (Alves y Inga, 2022) y (Sibille, 2006) quienes realizaron la investigación de la especie en mención.

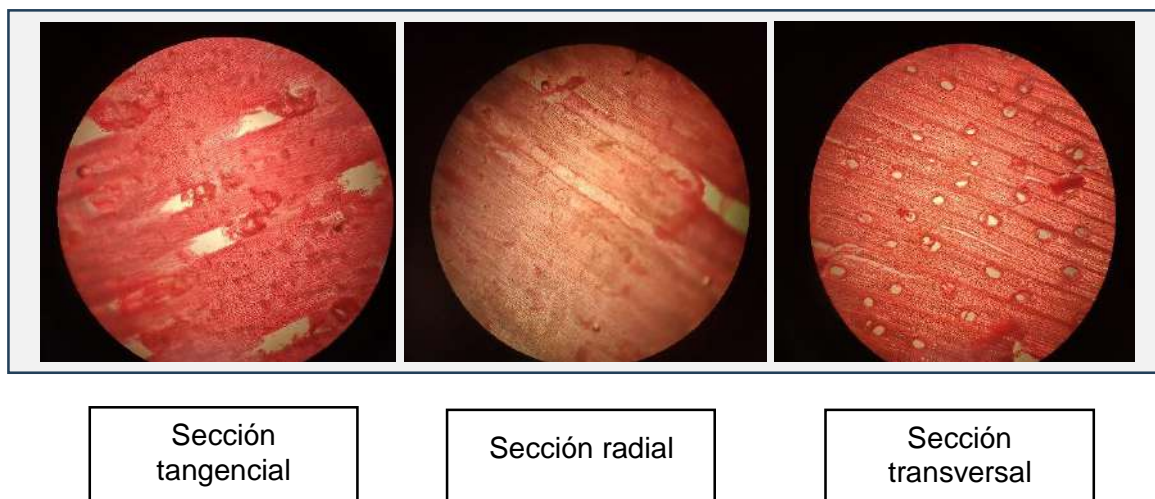


Figura 2

Secciones de los cubitos vistos en el microscopio.

Lo más resaltante de las secciones fueron las fibras, poros y radios dando como resultado: Sección tangencial. Fibra: alargadas y entrecruzado de 1428 a 1750 μm . Sección radial. Radios: Presencia de 12 radios se clasifica en el grupo de radios, numerosos (>12 radios/mm lineal). Sección transversal. Poros: Presencia de 3 poros se clasifican en el grupo de muy pocos (menor a 5 poros/mm²). Según el Manual de identificación de especies forestales de la Subregión Andina de (Rodríguez & Sibille, 1996).

4.3. Resultado específico 3 – Describir las características físicas de la madera Yanchama (*Poulsenia armata*) (Miq.) Standl., para su uso potencial e industrial.

4.3.1. Diseño experimental de las características físicas

4.3.1.1. Contenido de humedad

a) Contenido de humedad madera en verde – DBCA

Tabla 13

DBCA en humedad

Tipo de tratamiento	Contenido humedad (%)				Total de tratamientos	Promedio
	Bloques					
	M1	M2	M3	M4		
Madera en verde	72.78	72.68	72.97	72.79	291.21	72.80
Madera seca al aire	17.39	17.41	17.58	17.61	69.99	17.50
Madera seca al horno	10.86	10.83	10.78	10.85	43.32	10.83
Total de bloques	101.02	100.91	101.34	101.24	404.52	

Ho: T1=T2=T3 Ho: B1=B2=B3=B4

H1: T1≠T2≠T3 H1: B1≠B2≠B3≠B4 Nivel de significancia $\alpha = 0,05$

○ **Análisis de varianza**

▪ **Factor de corrección**

$$FC = \frac{(TOTAL)^2}{N^{\circ} \text{ Respuestas (repeticiones * tratamientos)}}$$

$$FC = \frac{(404.50)^2}{4*3} = 13636.56$$

▪ **Suma de cuadrados del total**

$SC_{total} = \text{Suma de cuadrados totales} - FC$

$$SC_{Total} = (72.78)^2 + (17.39)^2 + (10.86)^2 + (72.68)^2 + \dots (17.41)^2 + (10.83)^2 - 13636.56$$

$$SC_{Total} = 9258.55$$

▪ **Suma de cuadrados repeticiones**

$$SC_{Repeticiones} = \frac{\text{Suma de cuadrados del total de cada repetición}}{N^{\circ} \text{ de tratamientos}} - FC$$

$$SC_{Repeticiones} = \frac{101.02^2 + 100.91^2 + 101.34^2 + 101.24^2}{3} - 13636.56 = 0.04$$

▪ **Suma de cuadrados de los tratamientos**

$$SC_{Tratamientos} = \frac{\text{Suma de cuadrados totales de cada tratamiento}}{N^{\circ} \text{ de repeticiones}} - FC$$

$$SC_{Tratamientos} = \frac{291.21^2 + 69.99^2 + 43.32^2}{4} = 9258.46$$

▪ **Suma de cuadrados del error**

$$SC_{Error} = SC_{Total} - (SC_{Tratamientos} + SC_{Repeticiones})$$

$$SC_{Error} = 9258.55 - (9258.46 + 0.04)$$

$$SC_{Error} = 0.05$$

Tabla 14
ANVA en humedad

Fuente de variación	Grados libertad	Suma cuadrados	Cuadrado medio	F Calculado	F Tabulado	P=Valor	Sig
Tratamiento	2	9258.46	4629.23	553054.83	5.143	0.000000 0000000 0016	Si
Bloques	3	0.04	0.013	1.54	4.757	0.259	No
Error	6	0.05	0.008				
Total	11	9258.55					

Nota: Sig= Significancia

- Trat: $F_{ca} > F_{ta}$ existe diferencia significativa.
- Bloq: $F_{ca} < F_{ta}$ No existe diferencia significativa.
- Tratamientos: Se rechaza la hipótesis nula (H_0).
- Bloques: Se acepta la hipótesis nula (H_0).

Como hay diferencia significativa en los tratamientos se realizó la prueba Tukey al 0,05

Prueba Tukey para tratamientos al 95%

- Tratamiento húmedo= A
- Tratamiento seco al aire=B
- Tratamiento seco al horno=C

G. libertad: $3-1=2$ Error: 6

$$\text{Tukey (0,05; 2; 6)} = T_{\text{tabla}} = 3.46 \quad DMS = Q * \sqrt{\frac{CM_{\text{error}}}{n}} \quad DMS = 3.46 * \sqrt{\frac{0.008}{3}}$$

$$DMS_{0,05} = 0.183$$

D. Tratamientos > Tukey es significativa D. Tratamientos < Tukey es no significativa

Tabla 15
Tukey en humedad

Diferencia tratamientos	Promedio tratamientos	Decisión
A-B	221.22	Diferencia significativa
A-C	247.89	Diferencia significativa
B-C	26.67	Diferencia significativa

En el tratamiento A contiene más humedad.

Hay diferencia estadística significativa en los tres tratamientos A, B, C.

El tratamiento C su contenido de humedad es menor que los otros dos tratamientos A y B.

4.3.1.2. Contracciones (tangencial, radial, longitudinal y volumétrica)

a) Contracción tangencial – DBCA

Tabla 16

DBCA en la contracción tangencial

Tipo tratamiento	C. Tangencial (%)				Total tratamientos	Promedio
	Bloques					
	M1	M2	M3	M4		
Madera en verde	5.63	5.62	5.62	5.62	22.49	5.62
Madera seca al aire	6.31	6.29	6.34	6.32	25.26	6.32
Madera seca al horno	6.85	6.85	6.84	6.84	27.37	6.84
Total de bloques	18.79	18.76	18.80	18.78	75.13	

Ho: T1=T2=T3

Ho: B1=B2=B3=B4

H1: T1≠T2≠T3

H1: B1≠B2≠B3≠B4

Tabla 17

ANVA en contracción tangencial

Fuente variación	Grados libertad	Suma cuadrados	Cuadrado medio	F Calculado	F Tabulado	P=Valor	Sig
Tratamiento s	2	2.9996	1.4998	9941.52	5.143	0.000000 00003	Si
Bloques	3	0.0003	0.0001	0.62	4.757	0.615	No
Error	6	0.0009	0.0002				
Total	11	3.0008					

Nota: Sig= Significancia

- Trat: $F_{ca} > F_{ta}$ existe diferencia significativa.
- Bloq: $F_{ca} < F_{ta}$ No existe diferencia significativa.
- Tratamientos: Se rechaza la Ho.
- Bloques: Se acepta la Ho.

Como hay diferencia significativa en los tratamientos se realizó la prueba de Tukey al 0,05

Prueba Tukey para tratamientos al 95%

- Tratamiento húmedo= A
- Tratamiento seco al aire=B
- Tratamiento seco al horno=C

$$\text{Tukey (0,05; 2; 6) } = T_{\text{tabla}} = 3.46 \quad DMS = Q * \sqrt{\frac{CM_{\text{error}}}{n}} \quad DMS = 3.46 * \sqrt{\frac{0.0002}{3}}$$

$$DMS_{0,05} = 0.025$$

D. tratamientos > Tukey es significativa

D. Tratamientos < Tukey es no significativa

Tabla 18

Tukey en contracción tangencial

Diferencia tratamientos	Promedio Tratamientos	Decisión
A-B	2.77	Diferencia significativa
A-C	4.88	Diferencia significativa
B-C	2.11	Diferencia significativa

En el tratamiento C La contracción tangencial es mayor, seguidamente del B.

Hay diferencia entre los tres tratamientos A, B y C.

El tratamiento A su contracción es menor que los otros tratamientos B y C.

b) Contracción radial – DBCA

Tabla 19

DBCA en contracción radial

Tipo tratamiento	Contracción radial (%)				Total tratamientos	Promedio
	Bloques					
	M1	M2	M3	M4		
Madera en verde	3.79	3.64	3.61	3.63	14.68	3.67
Madera seca al aire	3.91	3.94	3.90	3.94	15.69	3.92
Madera seca al horno	4.15	4.18	4.16	4.16	16.65	4.16
Total de bloques	11.86	11.77	11.67	11.73	47.03	

Ho: T1=T2=T3 Ho: B1=B2=B3=B4

H1: T1≠T2≠T3 H1: B1≠B2≠B3≠B4

Tabla 20
ANVA en contracción radial

Fuente de variación	Grados libertad	Suma cuadrados	Cuadrado medio	F Calculado	F Tabulado	P=Valor	Sig
Tratamientos	2	0.486	0.243	87.91	5.143	0.00004	Si
Bloques	3	0.006	0.002	0.69	4.757	0.57	No
Error	6	0.017	0.003				
Total	11	0.508					

Nota: Sig= Significancia

- Trat: $F_{ca} > F_{ta}$ existe diferencia significativa.
- Bloq: $F_{ca} < F_{ta}$ No existe diferencia significativa.
- Tratamientos: Se rechaza la Ho.
- Bloques: Se acepta la Ho.

Como hay diferencia estadística significativa en los tratamientos se realizó la prueba de Tukey al 0,05

Prueba Tukey para tratamientos al 95%

- Tratamiento húmedo= A
- Tratamiento seco al aire=B
- Tratamiento seco al horno=C

$$\text{Tukey (0,05;2;6)} = T_{\text{tabla}} = 3.46 \quad DMS = Q * \sqrt{\frac{CM_{\text{error}}}{n}} \quad DMS = 3.46 * \sqrt{\frac{0.003}{3}} \quad DMS_{0,05} = 0.105$$

D. Tratamientos > Tukey es significativa

D. Tratamientos < Tukey es no significativa

Tabla 21
Tukey en contracción radial

Diferencia tratamientos	Promedio Tratamientos	Decisión
A-B	1.01	Diferencia significativa
A-C	1.97	Diferencia significativa
B-C	0.96	Diferencia significativa

La contracción radial es mayor en el tratamiento C seguidamente de B.

Hay diferencia significativa en los tres tratamientos A, B, C.

El tratamiento A su contracción es menor que los otros tratamientos B y C.

c) Contracción longitudinal – DBCA

Tabla 22

DBCA en contracción longitudinal

Tipo tratamiento	Contracción longitudinal (%)				Total Tratamientos	Promedio
	Bloques					
	M1	M2	M3	M4		
Madera en verde	0.00247	0.00099	0.00148	0.00099	0.0059	0.001
Madera seca al aire	0.00346	0.00346	0.00395	0.00445	0.0153	0.004
Madera seca al horno	0.00988	0.00988	0.00988	0.00988	0.0395	0.010
Total de bloques	0.01581	0.01433	0.01532	0.01532	0.0608	

Ho: T1=T2=T3

Ho: B1=B2=B3=B4

H1: T1≠T2≠T3

H1: B1≠B2≠B3≠B4

Tabla 23

ANVA en contracción longitudinal

Fuente de variación	Grados libertad	Suma cuadrados	Cuadrado medio	F Calculado	F Tabulado	P=Valor	Sig
Tratamiento	2	0.0001502	0.00008	257.66	5.143	0.000002	Si
Bloques	3	0.0000004	0.0000001	0.44	4.757	0.73	No
Error	6	0.0000017	0.0000003				
Total	11	0.0001524					

Nota: Sig= Significancia

- Trat: $F_{ca} > F_{ta}$ existe diferencia significativa.
- Bloq: $F_{ca} < F_{ta}$ No existe diferencia significativa.
- En tratamientos: Se rechaza la Ho.
- En bloques: Se acepta la Ho.

Como hay diferencia significativa en los tratamientos se realizó la prueba de Tukey al 0,05

Prueba Tukey para tratamientos al 95%

- Tratamiento húmedo= A

- Tratamiento seco al aire=B
- Tratamiento seco al horno=C

$$\text{Tukey (0,05;2;6)}=T_{\text{tabla}}= 3.46 \quad DMS = Q * \sqrt{\frac{CM_{\text{error}}}{n}}$$

$$DMS = 3.46 \frac{0.0000003}{3} \quad DMS_{0,05} = 0.0011$$

D. Tratamientos > Tukey es significativa

D. Tratamientos < Tukey es no significativa

Tabla 24

Tukey en contracción longitudinal

Diferencia tratamientos	Promedio tratamientos	Decisión
A-B	0.009	Diferencia significativa
A-C	0.034	Diferencia significativa
B-C	0.024	Diferencia significativa

En el tratamiento C, la contracción longitudinal es mayor seguidamente de B.

Hay diferencia en los tratamientos A, B, C.

El tratamiento A su C. Longitudinal es menor que los otros tratamientos B y C.

d) Contracción volumétrica – DBCA

Tabla 25

DBCA en contracción volumétrica

Tipo tratamiento	Contracción volumétrica (%)				Total tratamientos	Promedio
	Bloques					
	M1	M2	M3	M4		
Madera en verde	10.15	9.96	9.93	9.95	39.99	10.00
Madera seca al aire	11.09	11.10	11.10	11.13	44.42	11.10
Madera seca al horno	12.01	12.06	12.02	12.02	48.10	12.02
Total de bloques	33.24	33.12	33.05	33.09	132.50	

Ho: T1=T2=T3

Ho: B1=B2=B3=B4

H1: T1≠T2≠T3

H1: B1≠B2≠B3≠B4

Tabla 26
ANVA en contracción volumétrica

Fuente de variación	Grados libertad	Suma cuadrados	Cuadrado medio	F Calculado	F Tabulado	P=Valor	Sig
Tratamiento	2	8.248	4.124	938.36	5.143	0.00000 0032	Si
Bloques	3	0.007	0.002	0.53	4.757	0.674	No
Error	6	0.026	0.004				
Total	11	8.281					

Nota: Sig= Significancia

- Trat: $F_{ca} > F_{ta}$ existe diferencia significativa.
- Bloq: $F_{ca} < F_{ta}$ No existe diferencia significativa.
- En tratamientos: Se rechaza la H_0 .
- En bloques: Se acepta la H_0 .

Hay diferencia significativa en los tratamientos, se realizó la prueba de Tukey al 0,05

Prueba Tukey para tratamientos al 95%

- Tratamiento húmedo= A
- Tratamiento seco al aire=B
- Tratamiento seco al horno=C

$$\text{Tukey (0,05; 2; 6)} = T_{\text{tabla}} = 3.46 \quad DMS = Q * \sqrt{\frac{CM_{\text{error}}}{n}} \quad DMS = 3.46 * \sqrt{\frac{0.004}{3}} \quad DMS_{0,05} = 0.13$$

D. Tratamientos > Tukey es significativa D. Tratamientos < Tukey es no significativa

Tabla 27
Tukey en contracción volumétrica

Diferencia Tratamientos	Promedio tratamientos	Decisión
A-B	4.43	Diferencia significativa
A-C	8.11	Diferencia significativa
B-C	3.68	Diferencia significativa

Hay diferencia significativa entre los tres tratamientos A, B, C.

La contracción volumétrica es mayor en el tratamiento A seguidamente de B.

El tratamiento C su contracción volumétrica es menor que los otros tratamientos B y C.

4.3.1.3. Densidades básicas (madera en verde, madera seca aire y madera seca al horno)

a) Densidades básicas – DBCA

Tabla 28

DBCA en densidades básicas

Tipo tratamiento	Densidades Básicas				Total tratamientos	Promedio
	Bloques					
	M1	M2	M3	M4		
Madera en verde	0.72	0.72	0.72	0.72	2.87	0.72
Madera seca al aire	0.48	0.48	0.48	0.48	1.93	0.48
Madera seca al horno	0.46	0.46	0.46	0.46	1.83	0.46
Total de bloques	1.66	1.66	1.66	1.66	6.63	

Ho: T1=T2=T3

Ho: B1=B2=B3=B4

H1: T1≠T2≠T3

H1: B1≠B2≠B3≠B4

Tabla 29

ANVA en densidades básicas

Fuente de variación	Grados libertad	Suma cuadrados	Cuadrado medio	F Calculado	F Tabulado	P=Valor	Sig
Tratamiento	2	0.1651	0.0826	327367.22	5.143	0.00000000 00000008	Si
Bloques	3	0.000003	0.0000009	3.55	4.757	0.051	No
Error	6	0.000002	0.0000003				
Total	11	0.17					

Nota: Sig= Significancia

- Trat: $F_{ca} > F_{ta}$ existe diferencia significativa.
- Bloq: $F_{ca} < F_{ta}$ No existe diferencia significativa.
- En tratamientos: Se rechaza la Ho.
- En bloques: Se acepta la Ho.

Como hay diferencia significativa en los tratamientos se realizó prueba de Tukey al 0,05

Prueba Tukey para tratamientos al 95%

- Tratamiento húmedo= A
- Tratamiento seco al aire=B
- Tratamiento seco al horno=C

$$\text{Tukey (0,05; 2; 6)} = T_{\text{tabla}} = 3.46 \text{ DMS} = Q * \sqrt{\frac{CM_{\text{error}}}{n}}$$

$$DMS = 3.46 * \sqrt{\frac{0.0000003}{3}} \quad DMS_{0,05} = 0.001$$

D. Tratamientos > Tukey es significativa D. Tratamientos < Tukey es no significativa

Tabla 30

Tukey en densidades básicas

Diferencia tratamientos	Promedio Tratamientos	Decisión
A-B	0.94	Diferencia significativa
A-C	1.04	Diferencia significativa
B-C	0.11	Diferencia significativa

El tratamiento C ofrece la densidad básica más favorable.

Los tratamientos A, B, C son diferentes.

La densidad es mayor en el tratamiento A seguidamente de B.

El tratamiento C su densidad es menor que los otros tratamientos B y C.

4.3.2. Explicación de las características físicas

Tabla 31

Características físicas de Yanchama en los tres tratamientos, utilizando probetas

ESPECIE FORESTAL	MADERA HÚMEDA							
	CONTRACCIONES				DENSIDAD		CONT. HUMEDAD (%)	T/R %
	Cont. Tang	Cont. Radial	Cont. Long	Cont. Vol	Den. Húmedo Sat. (g/cm ³)			
	5.62%	3.67%	0.001%	10.00%	0.72	72.80%	1.53%	
Yanchama (<i>Poulsenia armata</i>) (Miq.) Standl.	MADERA SECA AL AIRE							
	CONTRACCIONES				DENSIDAD		CONT. HUMEDAD (%)	T/R %
	Cont. Tang	Cont. Radial	Cont. Long	Cont. Volu.	Den. Seco al aire (g/cm ³)			
	6.32%	3.92%	0.004%	11.10%	0.48	17.50%	1.61%	
	MADERA SECA AL HORNO							
	CONTRACCIONES				DENSIDAD		CONT. HUMEDAD (%)	T/R %
	Cont. Tang	Cont. Radial	Cont. Long	Cont. Vol	Den. Seco al horno (g/cm ³)			
	6.84%	4.16%	0.010%	12.02%	0.46	10.83%	1.64%	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 31, se observa los datos de la investigación realizada que destacan los tres tratamientos de la madera: Húmeda, seca al aire y seca al horno, se puede visualizar que hay diferencia en los tres tratamientos a la descripción de las características físicas las cuales fueron: las contracciones, la densidad, su contenido de humedad y la Cont. Tangencial/ Cont. Radial lo cual define la estabilidad de la madera. Hay que resaltar que el contenido de humedad de la madera en estudio, depende de la contracción o expansión de la madera, conforme va ganando o perdiendo agua. Algo muy considerable es el punto de saturación de las fibras PSF que es el indicador del contenido de humedad donde la estructura exterior de las células está empapada en agua, mientras que en el espacio interno de las paredes celulares aún no ha sido ocupado, según (Fuentes-Salinas, 2000). Varía de 22% a 34% por especie. Por encima del PSF, el material no experimentará más cambios dimensionales debido a la absorción de humedad. Por debajo del PSF la madera experimentará modificaciones dimensionales por la pérdida de peso. El PSF se calculó de la siguiente manera, aplicando la siguiente fórmula $PSF = 1,113 * CV/DB$.

En este estudio el PSF es de 32.21% la Yanchama (*Poulsenia armata*) (Miq.) Standl., está dentro del rango reportado en la literatura para esta especie. Lo que significa que las paredes están completamente saturadas de agua y que no se espera cambios dimensionales en la estructura de la madera.

La densidad básica fue de 0.415 g/cm³, empleando la clasificación por (Aróstegui, 1982), esta especie de madera estudiada, se clasificó en el grado III como madera de densidad media (M), en el cual están clasificadas las maderas que tiene una densidad básica de 0,41 g/cm³ a 0,60 g/cm³, maderas con buena resistencia y durabilidad. Estos resultados coinciden en gran parte lo descrito por (Sibille, 2006) en sus investigaciones realizadas de la especie en mención. Aclarar que la variación con respecto a sus contracciones, densidades y contenido de humedad se debe a las condiciones ambientales (tipo de suelo, zona geográfica y la edad del árbol).

De tal manera se puede utilizar la madera en la industria de carpintería para muebles entre ellas mesas, sillas, armarios y camas; en construcción para estructuras ligeras entre ellas ventanas y puertas. Cabe resaltar que existen limitaciones de esta madera ya que no es tan resistente a la humedad como otras maderas por lo que no se recomienda para uso en exteriores sin un tratamiento adecuado. También es susceptible al ataque de hongos y insectos, por lo que es necesario proteger con fungicidas e insecticidas.

Y por último mencionar que las muestras fueron extraídas de bosques maduros económicamente y de árboles adultos completamente desarrollado sus órganos vegetativos.

En la presente figura 3 se visualiza el contenido de humedad de la madera Yanchama (*Poulsenia armata*) (Miq.) Standl., la mayor humedad se encuentra en el tratamiento madera verde con 72.80 % seguidamente de madera seca al aire 17.50 % y madera seca al horno 10.83 %.

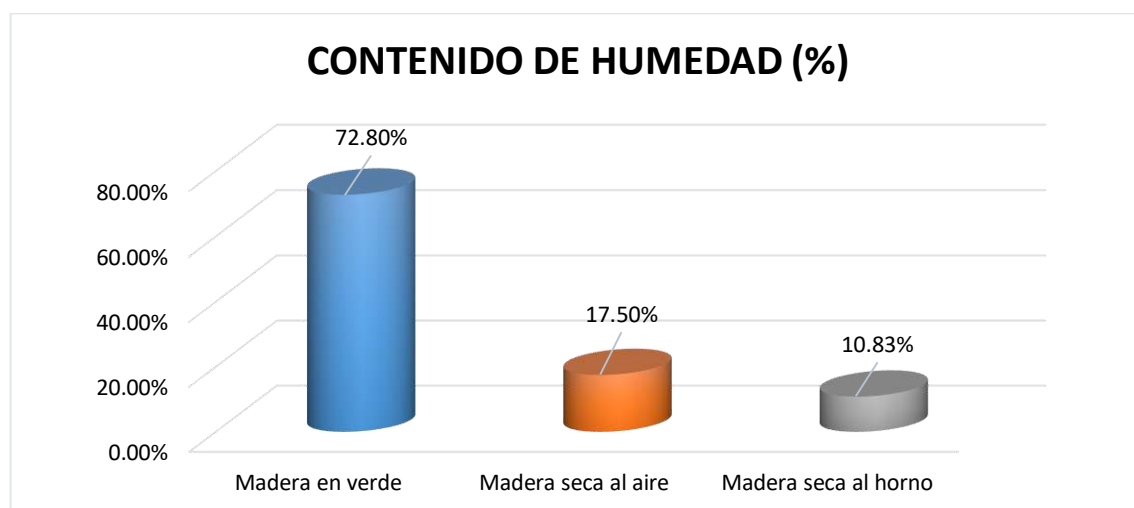


Figura 3
Contenido Humedad de la (*Poulsenia armata*), en los tres tratamientos.

En la figura 4 se visualiza la densidad de la madera siendo menor en el tratamiento seca al horno a 0,46 g/cm³, seguidamente en el tratamiento madera seca al aire 0,48 g/cm³, y con mayor densidad en madera en verde 0,72 g/cm³.

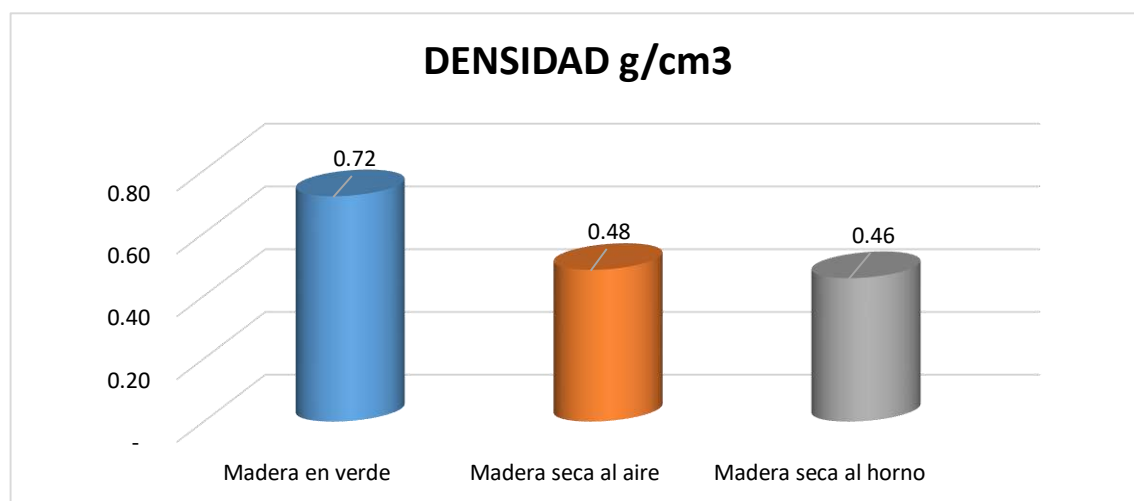


Figura 4
Densidad de la (*Poulsenia armata*), en los tres tratamientos.

En la figura 5 se observa la contracción volumétrica, es menor en tratamiento madera verde 10.00 % seguidamente por el tratamiento madera seca al aire 11,10 % y con mayor contracción de madera seca al horno 12.02 %.

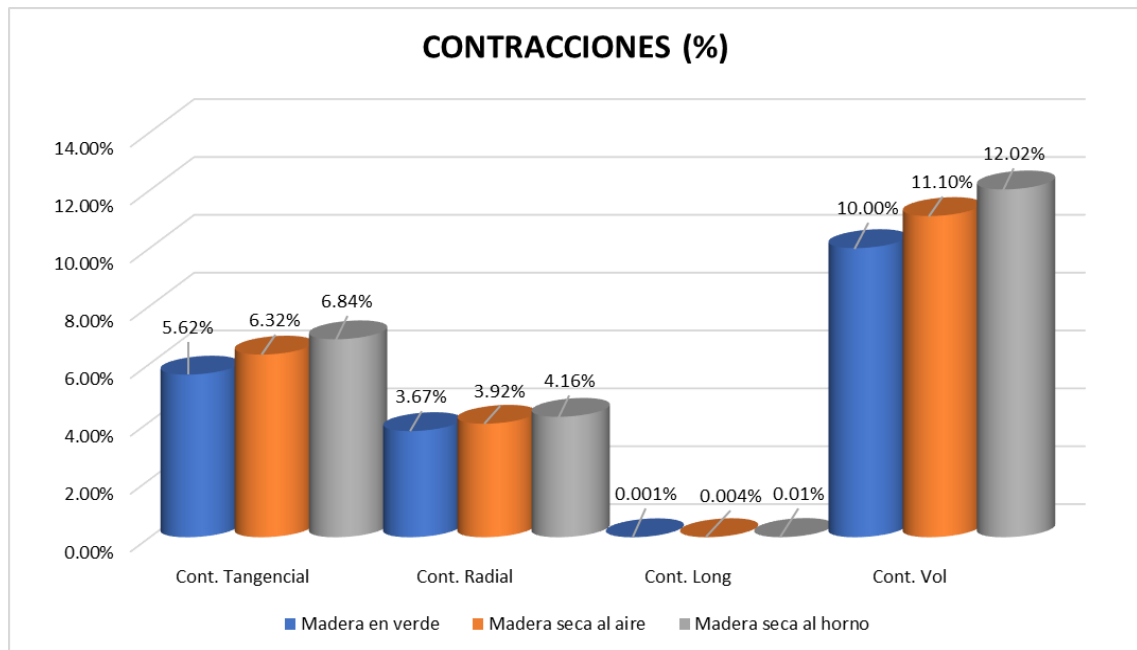


Figura 5
Contracciones de la (*Poulsenia armata*), en los tres tratamientos.

CONCLUSIONES

Las descripciones de los diferentes órganos vegetativos de la Yanchama investigado, contrastando con trabajos científicos realizados a nivel mundial, concuerdan y se ajustan a la especie **Poulsenia armata (Miq.) Standl.** Y la clasificación taxonómica: Reino (vegetal), división (magnoliophyta), clase (magnoliopsidae), orden (rosales), familia (moraceae), género (poulsenia), especie (Poulsenia armata) (Miq.) Standl.

La caracterización organoléptica de Yanchama (*Poulsenia armata*) (Miq.) Standl., presenta: Olor suave, sabor picante, brillo medio, textura media heterogénea, color amarillo claro, grano entrecruzado, vetado/figuras bandas paralelas y reflejos dorados.

La caracterización macroscópica de Yanchama (*Poulsenia armata*) (Miq.) Standl., demuestra que la corteza de madera en la parte externa es agrietada color cremoso en la parte interna es color claro con bandas blancas, anillos de crecimiento no visibles a simple vista, poros visibles, radios visibles, albura color amarillo, duramen aparentemente y similar de color amarillo lo mismo que la albura, corazón o médula corchosa de color blanco con figuras pequeñas, textura media a gruesa.

La caracterización microscópica de Yanchama (*Poulsenia armata*) (Miq.) Standl., en la sección tangencial, posee vasos medianos de 100-200 μm con una frecuencia de vasos 2 por mm^2 , radios delgados multiseriados, fibra son alargadas entrecruzadas de 1428 a 1750 μm . Sección radial, presencia de 12 radios clasificados en el grupo de radios numerosos heterogéneo tipo II y en contraste muy finos observando canaletas pequeñas ancho de 470 μm y long 705 μm , grano entrecruzado, fibras alargadas diámetro de 20 μm el ancho de la pared celular 2.4 micras. Sección transversal, poros/vasos presenta 3 poros clasificados en el grupo de muy pocos son redondeados difusos su diámetro tangencial de 180 a 210 μm , parénquima vasicéntrico paratraqueal, anillos poco diferenciados.

La descripción de las características físicas evaluadas de Yanchama (*Poulsenia armata*) (Miq.) Standl., es como sigue: Contenido de humedad es de 10.83% en estado seco al horno. Acerca de las contracciones, tangencial 6.84%, radial 4.16%, longitudinal 0.010%, y con una contracción volumétrica total de 12.02%. La relación contracción tangencial / contracción radial 1.64%. En la densidad básica su valor es de 0.415 g/cm^3 . Los resultados posicionan a la madera de Yanchama perteneciente al grupo III, y se caracteriza por su densidad media y una estabilidad dimensional estable.

RECOMENDACIONES

Impulsar programas de reforestación de la Yanchama (*Poulsenia armata*) (Miq.) Standl., para potenciar su uso en muchas industrias, tales como carpintería, construcción de estructuras ligeras. Así mismo, en cajonería liviana elaboración de juguetes, cajas de almacenamiento. Esta madera es de densidad media, resistencia moderada, la cual es una buena opción de aprovechamiento en la construcción de interiores.

Para complementar nuestro estudio, se debe realizar estudios técnicos de las características físicas y mecánicas de la madera Yanchama (*P. armata*) (Miq.) Standl., existente en la Región San Martín. A fin de optimizar su uso, garantizar un proceso de manufactura y asegurar la integridad estructural del producto final. Además, buscar fortalecer e impulsar la innovación en el uso de este material, siempre bajo la premisa de prácticas forestales sostenibles.

Promover una investigación integral relacionada con los usos potenciales y tradicionales de la madera Yanchama (*P. armata*) (Miq.) Standl. También priorizando su uso en artesanía, medicina y otras aplicaciones no relacionadas con la madera. Se debe prestar especial atención al uso de corteza y fibras para identificar posibles usos sostenibles y oportunidades de desarrollo.

Se recomienda utilizar la madera en la industria de carpintería para muebles entre ellas mesas, sillas, armarios y camas; en cajonería liviana, elaboración de cajas de almacenamiento, juguetes; en construcción para estructuras ligeras ventanas y puertas. Además, para encofrados.

Además, se recomienda proteger la madera con fungicidas e insecticidas antes de ser aprovechadas ya que es susceptible al ataque insectos y hongos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alves Ferreira, C., y Inga Guillen, J. G. (2022). *Guía de anatomía e identificación de 50 especies maderables comerciales en Selva Central, Perú: Vol. Primera edición* (Biblioteca Nacional del Perú n.º 2022-04353). Universidad Continental. <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/11270>
- Aróstegui, A. (1990). “Descripción de las Propiedades físico mecánicas y usos de las maderas del Perú”. Lima: Centro de investigación Forestal Universidad Agraria. Dirección Forestal de Caza y Tierras. Lima.
- Aróstegui, A. (1982). “Recopilación y análisis de estudios tecnológicos de maderas peruanas”. Lima – Perú: Documento de trabajo N° 2.
- Amazónicos por la Amazonía [AMPA] (Director). (2015, octubre 12). *Concesiones para la vida 5: Valle del Biavo*. <https://www.youtube.com/watch?v=3GIWPI3TkEM>
- Araya-Montero, M. Á. (2012). *Manual para la identificación de maderas a nivel macroscópico de 110 especies maderables del caribe norte de Costa Rica*. [Trabajo final de graduación, Instituto Tecnológico de Costa Rica]. <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/3074>
- Butler, R. A. (2021, abril 5). *La deforestación aumentó en todo el planeta en 2020* [Mongabay]. Noticias ambientales. <https://es.mongabay.com/2021/04/deforestacion-aumento-planeta-2020/>
- Castillo Q., A. (2010). Manual dendrológico de las principales especies de interés comercial actual y potencial de la zona de Alto Huallaga. *Cámara Nacional Forestal*. <https://cnf.org.pe/enero011/MD.pdf>
- Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres [CENEPRED]. (2022). *Escenario de riesgo por incendios forestales de la Región San Martín*. Incendios forestales.

https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca/14419_escenario-de-riesgo-por-incendios-forestales-de-la-region-san-martin.pdf

Díaz Méndez, P. P. (2005). *Evaluación de Propiedades Físicas y Mecánicas de madera de Nothofagus glauca (Hualo) proveniente de la zona de Cauquenes*. [Universidad de Talca]. http://dspace.ugal.cl/retrieve/6282/diaz_mendez.pdf

Díaz Zirpolo, J. A., & Moglia, J. G. (2019). *Guía de trabajos prácticos de Dendrología* (1a ed). Facultad de Ciencias Forestales-UNSE. <https://fcf.unse.edu.ar/index.php/portfolio/sd-44-dendrologia-guia-trabajos-practicos/>

Encarnación Cajañaupa, F. (2007). Estudios temáticos para zonificación ecológica y económica del departamento de San Martín. *Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana-IIAP*, 11–11. http://terra.iiap.gob.pe/assets/files/macro/zee-san-martin/08_Vegetacion_2007.pdf

Fuentes-Salinas, M. (2000). Estimación del punto de saturación de la fibra (PSF) de las maderas. *Revista Chapingo*, 6(1), 79–81. https://www.researchgate.net/publication/284675531_Estimacion_del_punto_de_saturacion_de_la_fibra_PSF_de_las_maderas

García Cossio, F., Eleazar Mena, V., & Palacios Duque, L. (2003). Estudio de dos especies utilizadas en la artesanía (damagua *Poulsenia Armata* (Miq.) Standl. Y cabecinegro *Manicaria Saccifera* Gaertner) como alternativa de desarrollo sostenible en el departamento del Chocó. *Artesanías de Colombia*. <https://repositorio.artesantiasdecolombia.com.co/handle/001/1230>

Gartland, H. M. (2008). *Dendrología general: Nomenclatura especial de los árboles forestales* (1a edición). Editorial Universitaria de Misiones. https://editorial.unam.edu.ar/images/documentos_digitales/f1_978-950-579-094-4.pdf

Gonzales Maguiña, E. V. (2008). *Identificación organoléptica y macroscópica de maderas comerciales* (1° Edición). Centro de innovación de la Madera

(CITEmadera).

https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/571598/02._Identificacion.pdf?v=1585186633

Hernández, C. (2003). *Análisis del secado y trabajabilidad de tres especies de Eucalyptus crecidos en Chile*. Chile: Instituto Forestal.

Instituto Nacional de Calidad [INACAL]. (2014). *MADERA. Método para determinar la densidad. 3ª Edición*. Instituto Nacional de Calidad.
<https://servicios.inacal.gob.pe/cidalerta/biblioteca-detalle.aspx?id=29870>

Instituto Nacional de Calidad [INACAL]. (2015, diciembre 25). *MADERA. Método de determinación de la contracción. 3ª Edición*.
<https://servicios.inacal.gob.pe/cidalerta/biblioteca-detalle.aspx?id=22312>

Instituto Nacional de Calidad [INACAL]. (2020, julio 10). *MADERA. Métodos para determinar el contenido de humedad. 4ª Edición*. Instituto Nacional de Calidad.
<https://servicios.inacal.gob.pe/cidalerta/biblioteca-detalle.aspx?id=31992>

Marzocca, A. (1985). *Taxonomía Vegetal* (1a. ed.). Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).
<https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/15977/BVE21041894e.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Najar Rivadeneyra, V. F. (2016). *Estudio de la estructura anatómica y características organolépticas de Schizolobium parahyba (Vell) S.F. Blake "Pino chuncho", proveniente de una plantación agroforestal de 7 años en la zona de Tulumayo* [Tesis de titulación, Universidad Nacional Agraria de la Selva].
https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14292/1198/NRVF_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y

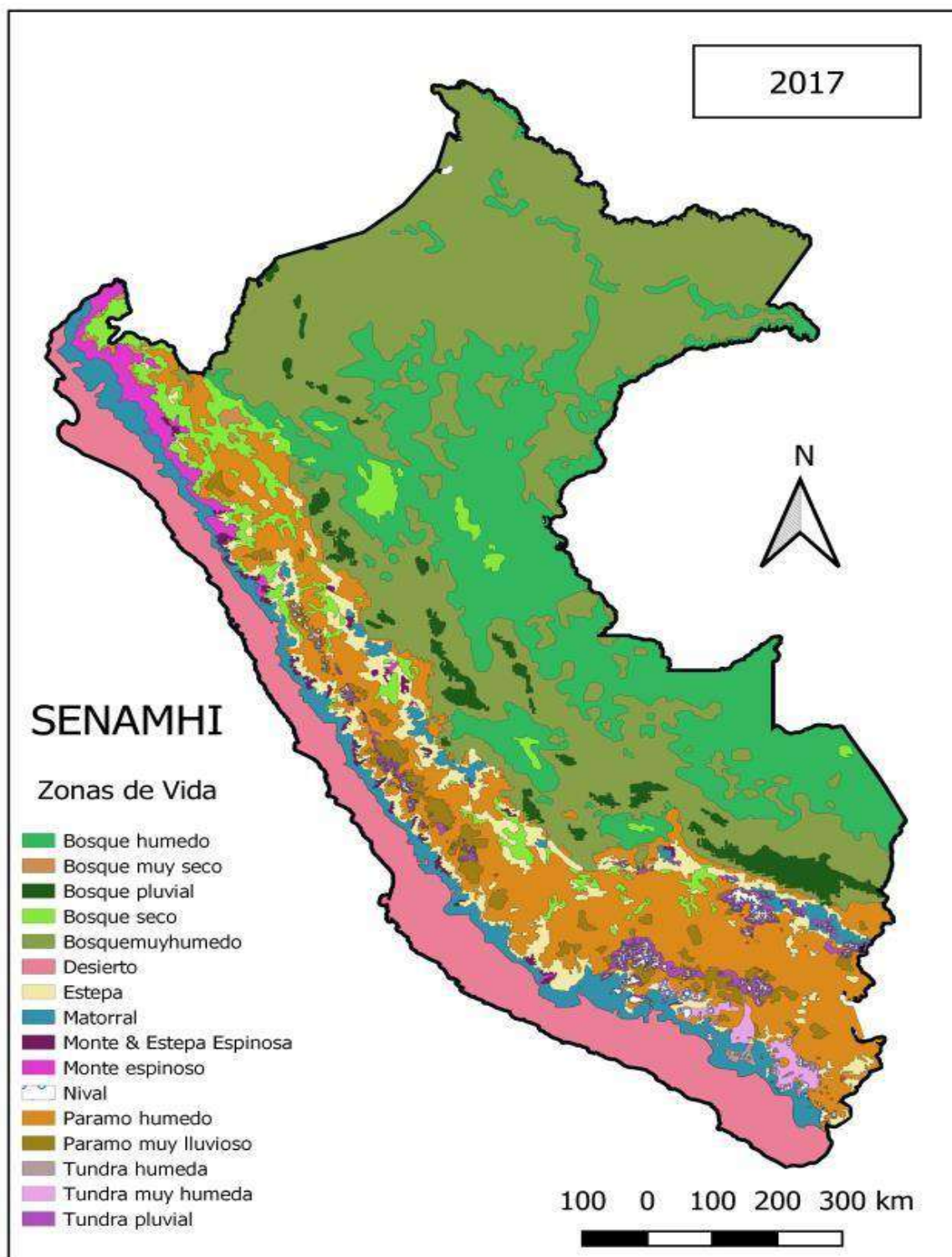
Núñez, C. (2008). *Anatomía de la Madera - Macroestructura*. Posadas - Argentina: Unam.

- Núñez Juárez, S., Luque Poma, G., & Pari Pinto, W. (2010). Riesgo geológico en la región San Martín. *Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico - INGEMMET*, 42, 200. <https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/247>
- Peralta Cartuche, K. M. (2022). *Caracterización de la madera de 95 especies forestales del sur de Ecuador con base a sus propiedades físicas, organolépticas y anatómicas* [Trabajo de titulación, Universidad Nacional de Loja]. <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/24554>
- Quispe Escobar, A. G. Y. (2016). *Evaluación de las propiedades físicas de Zanthoxylum riedelianum Engl (Hualaja) a tres niveles, tres secciones transversales y dos orientaciones del fuste, provenientes de la zona de Tournavista – Huánuco* [Tesis de titulación, Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía]. <https://api-repositorio.unia.edu.pe/server/api/core/bitstreams/63ea04cd-63b6-41a0-bca5-a8ce27c534a3/content>
- Reaño, G. (2018, marzo 24). *San Martín ordena su territorio para salvar sus bosques | Perú*. Noticias ambientales. <https://es.mongabay.com/2018/03/peru-san-martin-zonificacion-forestal-bosques/>
- Reyes-Basilio, I. B., Acosta-Hernández, A. C., González-Cásares, M., & Pompa-García, M. (2020). Perspectivas de los anillos de crecimiento para estimación potencial de carbono en México. *Maderas y Bosques*, 26(3), 2632112. <https://doi.org/10.21829/myb.2020.2632112>
- Rodríguez Rojas, M., & Sibille Martina, A. M. (1996). *Manual de identificación de especies forestales de la Subregión Andina* (Primera Edición, 1–1). Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA), Organización Internacional de las Maderas Tropicales (OIMT). https://www.itto.int/files/itto_project_db_input/2448/Technical/S-PD-150-91-R1-I-Manual%20de%20Identificaci%C3%B3n-1.pdf
- Ruíz Sepúlveda, J. (2019). *Estudio de las características dendrológicas—Anatómicas y propiedades físicas de dos especies forestales Bolaina negra (Guazuma*

- ulmifolia Lam) y Auca atadijo (Croton matourensis Aubl) en la Región San Martín*
[Trabajo de titulación, Universidad Nacional de San Martín].
<https://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/3492>
- Taquire, A. (2002). *Anatomía de la madera. Huancayo.: Anatomía de la madera FCFA-UNCP.*
- Sabino Rojas, E. (2019). Estimación de las zonas de vida de Holdridge en el Perú.
Senamhi.
<https://repositorio.senamhi.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12542/443/Estimacion-de-Zonas-de-Vida-Holdridge-Peru-formato-articulo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Sibille Martina, A. M. (2006). *Guía de Procesamiento Industrial: Fabricación de muebles con maderas poco conocidas—LKS* (Primera edición, Vol. 1). Editora Argentina S.R.L. <https://documentoskoha.s3.amazonaws.com/10727.pdf>
- Sierra, Y. (2019, marzo 4). *Destrucción en la Amazonía: Estas son las cinco regiones del Perú con mayor deforestación en el 2018.* Noticias ambientales.
<https://es.mongabay.com/2019/03/deforestacion-peru-cinco-regiones-2018/>
- Tuchin, F. (2020, marzo 20). El riesgo de la deforestación de los bosques de América Latina. *Revista Haz.* <https://hazrevista.org/rsc/2020/03/riesgo-deforestacion-bosques-america-latina/>
- Vásquez Correa, Á. M., & Ramírez Arango, A. M. (2011). *Curso de anatomía e identificación de maderas.* Universidad Nacional de Colombia.
<https://documentoskoha.s3-us-west-2.amazonaws.com/15149.pdf>
- Vega Játiva, M. M. (2005). *Planificación Agroforestal participativa para el enriquecimiento de fincas cacaoteras orgánicas con especies leñosas perennes útiles, Alto Beni, Bolivia* [Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE)].
<http://www.cacao.org.bo/images/Documentos/Enriquecimientoagroforestalaltobeni.pdf>

ANEXOS

Anexo A Principales zonas de vida del Perú



Anexo B Formulario dendrológico

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
FACULTAD DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL
CURSO: TECNOLOGIA DE LA MADERA

**GUIA DE PRACTICA N° 01****FORMULARIO DENDROLOGICO**

COLECTOR	:	N° DE MUESTRA	:
LUGAR	:	FECHA	:
ALTITUD	:		
ZONA DE VIDA	:		
NOMBRE COMUN	:		
NOMBRE CIENTIFICO	:		
FAMILIA	:		
ÁRBOLES ACOMPAÑANTES	:		

I. Modificación de las Raíces:

1. Tablares (), 2. Fulcreas (), 3. Zancas (), 4. Volantes (),
5. Redondas (), 6. Neumatoforas (), 7. Aéreas ().

II. Fuste o Tronco:

- a) **Por la Forma:** 8. Cilíndrico (), 9. Hinchado (), 10. Cónico (),
11. Acanalado (), 12. Irregular ().
- b) **Otras Observaciones:** 13. Con nudos (), 14. Con anillos (), 15. Con aristas
semicirculares (), 16. Ramificación verticilada (), 17. Ramificación
simpodial ().

III. Corteza Extrema:

- a) **Apariencia:** 21. Lisa (), 22. Lenticelar (), 23. Fisurada (), 24. Agrietada ().
- b) **Tipos de Lenticelas:** 25. Forma equidimensional (), 26. Forma alargada (),
27. Uniformemente distribuidas (), 28. Formando grupo (), 29. En filas
verticales (), 30. En filas horizontales ().
- c) **Aguijones o espinas:** 31. Solitarias (), 32. Agrupadas (), 33. Triangulares (),
34. Cónicas ().
- d) **Ritidoma:** 35. Consistencia papiracea (), 36. Consistencia coriácea (),
37. Consistencia suberosa (), 38. Consistencia leñosa (), 39. Desprende en
escamas (), 40. Desprende en placas rectangulares (), 41. Desprende
irregularmente ().

IV. Corteza Interna:

- a) **Textura:** 42. Laminar (), 43. Fibrosa (), 44. Arenosa (), 45. Esponjosa ().

b) **Características Organolépticas:** 46. Color Claro* (), 47. Color medio* (), 48. Color oscuro* (), 49. Olor perceptible ().

c) **Secreciones:** 51. Látex (), 52. Resina (), 53. Saviasa (), 54. Mucílago (), 55. Secreción pegajosa (), 56. Secreción no pegajosa (), 57. Exudado abundante (), 58. Exudado escaso (), 59. Secreción blanca o cristalina (), 60. Secreción de color (), 61 Olor característico (), 62. Sabor característico ().

V. **Ramitas Terminales:**

a) **Nº de Limbos:** 72. Simples (), 73. Bifoliados (), 74. Trifoliados (), 75. Digitadas (), 76. Imparipinnadas (), 77. Paripinnadas (), 78. Bipinnadas o Tripinnadas ().

b) **Posición de las Ramitas:** 79. Alternas (), 80. Opuestas (), 81. Helicoidales (), 82. Disticas (), 83. Decusadas (), 84. Agrupadas al extremo (), 85. Simpodiales ().

c) **Forma de Limbo:** 86. Redondas (), 87. Elipticas (), 88. Oblongas (), 89. Ovasdas (), 90. Obovadas (), 91. Lanceoladas (), 92. Oblanceoladas (), 93. Espatulazas (), 94. Deltoides (), 95. Cordadas (), 96. Reniformes (), 97. Sagitadas (), 98. Falcadas (), 99. Irregulares ().

d) **Borde del Limbo:** 100. Entero (), 101. Sinuado (), 102. Ondeado (), 103. Crenado (), 104. Hendido (), 105. Partido (), 106. Sectado (), 107. Dentado (), 108. Aserrado (), 109. Convoluto (), 110. Revoluto (), 111. Plano ().

e) **Por el Ápice:** 112. Emarginado (), 113. Truncado (), 114. Redondo (), 115. Obtuso (), 116. Agudo (), 117. Atenuado (), 118. Acuminado (), 119. Mucronado (), 120. Caudado acuminado ().

f) **Por la Base:** 121. Cordada (), 122. Truncada (), 123. Redonda (), 124. Obtusa (), 125. Aguda (), 126. Atenuada (), 127. Decurrente (), 128. Auriculada (), 129. Irregular ().

g) **Por la Nervadura:** 130. Trinerva (), 131. Palminerva (), 132. Curvinerva (), 133. Pinnatinerva curva (), 134. Pinnatinerva oblicua (), 135. Pinnatinerva recta (), 136. Reticulada (), 137. Anastomosada ().

h) **Por el Pecíolo:** 138. Sesil (), 139. Peltado (), 140. Decurrente (), 141. Con pulvinulo (), 142. Caquis alado (), 143. Sección plana o acanalada (), 144. Sección circular ().

i) **Hojitas Terminales o Yema Foliar:** 145. Conduplicadas (), 146. Convolutas (), 147. Forma de Lanza (), 148. Forma de puño (), 149. Color verde (), 150. Color diferente al verde ().

j) **Consistencia del Limbo:** 151. Papiracea o membranosa (), 152. Cartacea (), 153. Coriácea ().

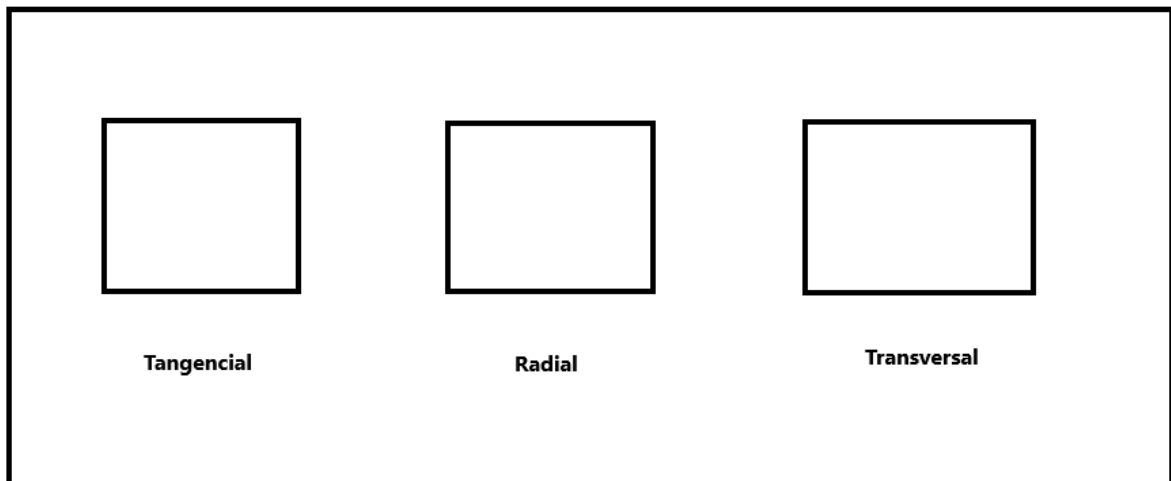
- k) **Otros Caracteres en las Hojas:** 154. Estípulas (), 155. Puntos o rayas translucidos (), 156. Con glándulas (), 157. Indumentales (), 158. Glabras (), 159. Perennifoliadas (), 160. Deciduas (), 161. Secreciones ().

VII. Otras Observaciones:

- a) **Inflorescencias:** 162. Tipos: 163. Bisexuales (), 164. Monoicas (), 165. Dioicas (), 166. Indumento:
- b) **Flores:** 167. Color:, 168. Olor:, 169. Dimensiones:
- c) **Frutos:** 170. Tipo:, 171. Color:, 172. Olor:, 173. Sabor:, 174. Dimensiones:
- d) **Semillas:** 175. Forma:, 176. Dimensiones:
- e) **Presencia de:** 177. Regeneración natural (), 178. Rebrotos ().
- f) **Usos Regionales de la Especie:**

.....

Anexo C Posición de las láminas en función de la sección



Anexo D Zona media del fuste para toma de las muestras



Anexo E Datos meteorológicos del Distrito de Alto Biavo

AÑO	HR a 2 mts (%)	Precipitación (mm/día)	T° a 2 mts Máximo	T° a 2 mts mínimo	Húmedad del suelo	Húmedad superficial del suelo	Húmedad del suelo en la zona radicular
2012	75.94	2.20	32.84	17.76	0.66	0.64	0.65
2013	77.23	4.39	32.69	18.01	0.67	0.66	0.66
2014	74.12	1.32	32.83	18.67	0.65	0.63	0.64
2015	73.58	2.20	33.42	18.54	0.65	0.62	0.64
2016	74.26	2.20	33.35	18.12	0.66	0.64	0.66
2017	79.09	3.07	31.74	18.33	0.69	0.68	0.68
2018	79.50	3.51	31.83	17.92	0.69	0.69	0.68
2019	80.23	3.95	31.90	18.04	0.68	0.68	0.67
2020	75.84	1.76	33.19	18.55	0.66	0.63	0.65
2021	76.00	3.07	32.80	18.18	0.67	0.66	0.66
2022	73.00	3.01	33.46	17.67	0.65	0.64	0.65

Nota: En la tabla se muestran los datos meteorológicos (recopilados de la herramienta "The POWER Data Access Viewer") de los 10 últimos años, en la zona de estudio.

Anexo F Fotografías de la descripción dendrológica de la Yanchama (*Poulsenia armata*)



Foto 1: Árbol en pie.



Foto 2: Tronco.



Foto 3: Hojas.



Foto 4: Corteza externa e interna.



Foto 5: Frutos.



Foto 6: Corteza externa.



Foto 7: Corteza interna.



Foto 8: Tortas de madera.



Foto 9: Troza.

Anexo G *Fotografías fase de aserradero*

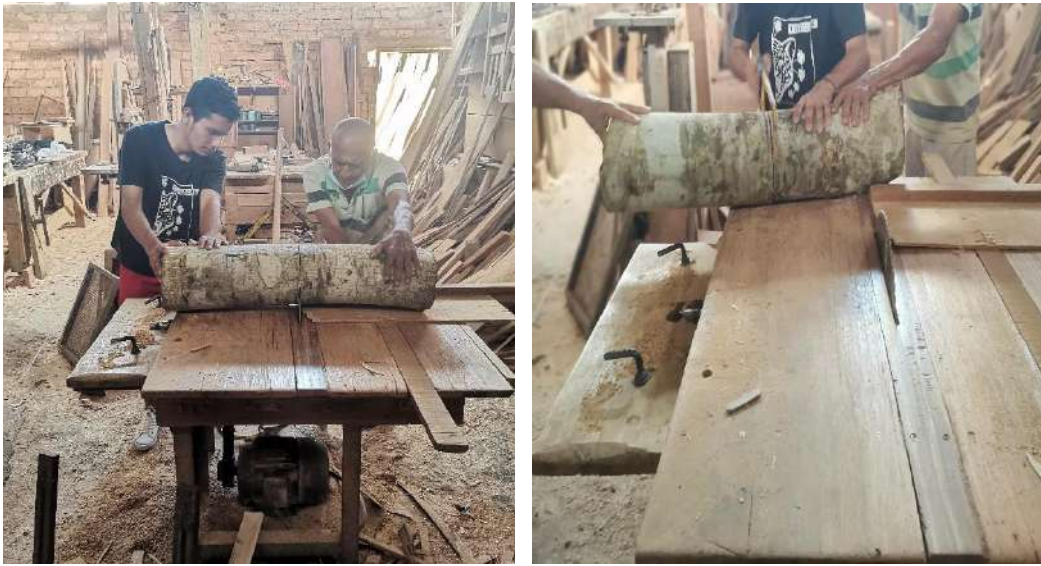


Foto 10: Aserrado de la madera



Foto 11: Sección radial

Foto 12: Sección tangencial

Foto 13: Obtención de xilotecas



Foto 14: Probetas



Foto 15: Cubitos

Anexo H Fotografías del estudio anatómico (características organolépticas, macroscópicas y microscópicas) de la madera Yanchama (*Poulsenia armata*)

Estudio organoléptico de la madera – *utilizando xilotecas*



Foto 16: 4 xilotecas en sección tangencial



Foto 17: Xilotecas sección tangencial



Foto 18: Xilotecas sección radial

Estudio macroscópico de la madera – *utilizando torta de madera*



Foto 19: Tortas de madera árbol 1 y árbol 2

Estudio microscópico de la madera – *utilizando cubitos*

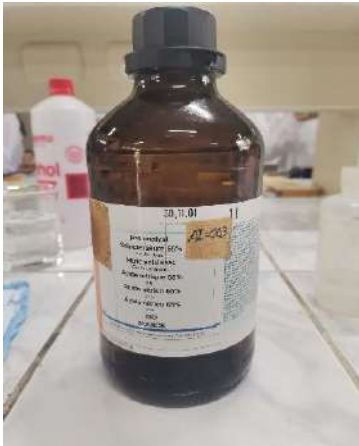


Foto 20: Ácido nítrico al 10%



Foto 21: Agua destilada



Foto 22: Vaso precipitado de 250 ml



Foto 23: Cubitos de 1 cm³



Foto 24: Densidad de los cubitos



Foto 25: Delineando la muestra



Foto 26: Microtomo



Foto 27: Laminas en función a la sección, tangencial, radial y transversal

Anexo I Fotografías de las propiedades físicas de la madera Yanchama (*Poulsenia armata*)



Foto 28: Peso húmedo (balanza analítica)



Foto 29: Probeta 1



Foto 30: Vernier



Foto 31: Determinación volumen con vernier



Foto 32: Medida tangencial



Foto 33: Medida radial



Foto 34: Medida longitudinal



Foto 35: Determinación volumen inmersión en agua



Foto 36: Estufa

Anexo J Cálculo de pesos de las muestras árbol 1 y árbol 2

TRATAMIENTOS	PESOS DE LOS 3 TRATAMIENTOS			
	Muestras	Probetas árbol 1	Probetas árbol 2	Promedio (g)
Madera en verde T1	M1	60.6345	60.7365	60.6855
	M2	60.7181	60.6104	60.6643
	M3	60.7035	60.8419	60.7727
	M4	60.7257	60.7265	60.2261
Madera seca al aire T2	M1	41.2321		41.2321
	M2	41.2464		41.2464
	M3	41.3123		41.3123
	M4	41.3337		41.3337
				38.9373
				38.9369
(MSH)=52 horas árbol 2				38.9232
				38.9576
Madera seca al horno T3=90.30 horas	M1	35.1232	35.1245	35.1239
	M2	35.1331	35.1302	35.1317
	M3	35.1232	35.1450	35.1341
	M4	35.1401	35.1502	35.1452

Nota: M= Muestras MSH= Madera seca al horno

Anexo K Cálculo de contracciones (tangencial, radial, longitudinal)

TRATAMIENTOS	CONTRACCIONES					V. Húmedo por muestra	Volumen húmedo utilizando vernier TOTAL
	Muestras	Secciones	Árbol 1 (cm)	Árbol 2 (cm)	Promedio (cm)		
Madera en verde	M1	Radial	2.8701	2.8509	2.8605	84.68	84.56
		Tangencial	2.9252	2.9254	2.9253		
		Long	10.1202	10.1204	10.1203		
	M2	Radial	2.8602	2.8501	2.8552	84.52	
		Tangencial	2.9201	2.9252	2.9252		
		Long	10.1201	10.1201	10.1201		
	M3	Radial	2.8602	2.8501	2.8552	84.52	
		Tangencial	2.9253	2.9250	2.9252		
		Long	10.1202	10.1201	10.1202		
	M4	Radial	2.8602	2.8501	2.8552	84.52	
		Tangencial	2.9251	2.9253	2.9252		
		Long	10.1201	10.1201	10.1201		
Madera seca al aire	M1	Radial	2.8991	2.8291	2.8641	85.41	
		Tangencial	2.9630	2.9301	2.9466		
		Long	10.1203	10.1204	10.1204		
	M2	Radial	2.8990	2.8291	2.8641	85.39	
		Tangencial	2.9632	2.9290	2.9461		
		Long	10.1204	10.1203	10.1204		
	M3	Radial	2.9010	2.8264	2.8637	85.42	
		Tangencial	2.9630	2.9320	2.9475		
		Long	10.1203	10.1205	10.1204		
	M4	Radial	2.8993	2.8292	2.8643	85.43	
		Tangencial	2.9640	2.9303	2.9472		
		Long	10.1205	10.1204	10.1205		
(MSH) 52 horas Árbol 2	M1	Radial	2.8720	2.8702	2.8711	86.11	
		Tangencial	2.9640	2.9630	2.9635		
		Long	10.1210	10.1210	10.1210		
	M2	Radial	2.8720	2.8702	2.8711	86.13	
		Tangencial	2.9641	2.9640	2.9641		
		Long	10.1210	10.1210	10.1210		
	M3	Radial	2.8700	2.8730	2.8715	86.13	
		Tangencial	2.9650	2.9620	2.9635		
		Long	10.1210	10.1210	10.1210		
	M4	Radial	2.8720	2.8700	2.8710	86.11	
		Tangencial	2.9650	2.9620	2.9635		
		Long	10.1210	10.1210	10.1210		

					V.S. al horno por muestra	
Madera seca al horno	M1	Radial	2.7520	2.7520	2.7520	76.88
		Tangencial	2.7606	2.7606	2.7606	
		Long	10.1200	10.1200	10.1200	
	M2	Radial	2.7502	2.7520	2.7511	76.86
		Tangencial	2.7608	2.7607	2.7608	
		Long	10.1200	10.1200	10.1200	
	M3	Radial	2.7520	2.7520	2.7520	76.89
		Tangencial	2.7607	2.7608	2.7608	
		Long	10.1200	10.1200	10.1200	
	M4	Radial	2.7510	2.7520	2.7515	76.87
		Tangencial	2.7608	2.7608	2.7608	
		Long	10.1200	10.1200	10.1200	

Nota: V=Volumen VS= Volumen seco

Estudio dendrológico, anatómico y propiedades físicas de Yanchama (*Poulsenia* sp.) en Alto Biavo, Provincia de Bellavista de la Región San Martín

por Johnny Aaron Jimenez Delgado

Fecha de entrega: 16-abr-2024 11:34a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2346713844

Nombre del archivo: Tesis_-_Johnny_Aaron_Jimenez_Delgado_16-04.docx (7.5M)

Total de palabras: 15558

Total de caracteres: 88165

Estudio dendrológico, anatómico y propiedades físicas de Yanchama (*Poulsenia* sp.) en Alto Biavo, Provincia de Bellavista de la Región San Martín

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional de San Martín	4%
	Trabajo del estudiante	
2	hdl.handle.net	4%
	Fuente de Internet	
3	repositorio.unsm.edu.pe	3%
	Fuente de Internet	
4	tesis.unsm.edu.pe	1%
	Fuente de Internet	
5	repositorio.unu.edu.pe	1%
	Fuente de Internet	
6	dspace.esPOCH.edu.ec	1%
	Fuente de Internet	
7	repositorio.utn.edu.ec	1%
	Fuente de Internet	
8	Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru	<1%