

**UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE DE
DIOS**

FACULTAD DE INGENIERIA

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL Y
MEDIO AMBIENTE**



TESIS

"Propiedades anatómicas y físicas de dos especies del género *Vochysia* del distrito de Camanti, Quispicanchi, Cusco"

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERIA FORESTAL Y MEDIO AMBIENTE

AUTORES:

Bach. QUISPE QUISPE, Yuset Enrique

Bach. MAMANI CAHUANA, Patty Leyla

ASESOR:

Dr. ROSALES SOLÓRZANO, Emer
Ronald

CO-ASESORES:

Dr. CHAMBI LEGOAS, Roger

Dr. HUAMANTUPA CHUQUIMACO, Isau

Puerto Maldonado, Marzo de 2026

**UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE DE
DIOS**

FACULTAD DE INGENIERIA

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
FORESTAL Y MEDIO AMBIENTE**



TESIS

"Propiedades anatómicas y físicas de dos especies del género *Vochysia* del distrito de Camanti, Quispicanchi, Cusco"

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERIA FORESTAL Y MEDIO
AMBIENTE**

AUTOR(ES):

Bach. QUISPE QUISPE, Yuset Enrique

Bach. MAMANI CAHUANA, Patty Leyla

ASESOR:

Dr. ROSALES SOLÓRZANO, Emer
Ronald

CO- ASESOR(ES):

Dr. CHAMBI LEGOAS, Roger

Dr. HUAMANTUPA CHUQUIMACO, Isau

Puerto Maldonado, Marzo de 2026

RST-RI_Propiedades anatómicas y físicas de dos especies del género *Vochysia* del distrito de Camanti, Quispicanchi, Cusco

INFORME DE ORIGINALIDAD

14%

INDICE DE SIMILITUD

15%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

2%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unamad.edu.pe Fuente de Internet	8%
2	repositorio.unas.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
4	ebuah.uah.es Fuente de Internet	1%
5	1library.co Fuente de Internet	1%
6	repositorio.unicauca.edu.co Fuente de Internet	1%
7	repositorio.unu.edu.pe Fuente de Internet	1%

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía

Activo

DEDICATORIA

A Dios, por ser guía en cada paso de mi vida y darme la fortaleza para continuar a pesar de los momentos más difíciles.

A mis padres Rosa y German pilares fundamentales por el apoyo quienes, con su amor, paciencia y sacrificios. Esto es gracias a ustedes.

Atte: Patty L. Mamani Cahuana.

A mi eterno padre Jorge Quispe, que desde el cielo siempre me guía y alienta con su recuerdo a seguir adelante en mis metas.

A mi madrina Evangelina Quispe, por el apoyo incondicional en todo.

A mi madre Alicia Quispe, por los consejos, paciencia y la perseverancia.

Atte: Yuset E. Quispe Quispe.

AGRADECIMIENTO

Expresamos nuestro profundo agradecimiento a la Planta Piloto de Tecnología de la Madera, por brindarnos el espacio y los recursos necesarios para el desarrollo de este trabajo de investigación.

Agradecemos de manera especial al Dr. Emer Ronald Rosales Solórzano, asesor principal de esta tesis, por su orientación y constante motivación durante todo el proceso. Así mismo, a mis co-asesores Dr. Roger Chambi Legoas y Dr. Isau Huamantupa Chuquimaco por sus aportes científicos.

Nuestro sincero agradecimiento también a los señores Alejandro y Gabino del distrito de Camanti, quienes nos facilitaron el acceso en las zonas de estudio. Así mismo, extendemos nuestro agradecimiento a Isaías Ccolqqe por el apoyo en el trabajo de campo.

Finalmente, agradecemos a nuestro amigo Jonathan Dueñas y Sufer Baez, por compartir esta etapa académica con solidaridad y compañerismo, elementos que fortalecieron nuestro compromiso con la investigación forestal.

PRESENTACIÓN

Esta investigación se realizó por la necesidad de contribuir información científica de dos especies nativas maderables de *Vochysia kosnipatae* Huamantupa y *Vochysia boliviana* (Rusby), que tienen un crecimiento natural en los bosques húmedos de distrito de Camanti, siendo poco frecuentemente estudiadas lo que limita tener acceso a referencias de otros estudios.

La restricción de la posibilidad de comparaciones entre especies forestales maderables ya consolidadas y conocidas por su alta demanda. Influye significativamente en el valor económico de estas dos especies del género *Vochysia*.

En consecuencia, de ello, se presenta la tesis “Propiedades anatómicas y físicas de dos especies del género *Vochysia* del distrito de Camanti, Quispicanchi, Cusco” El enfoque de estudio, es la determinación de las propiedades físicas y anatómicas de las dos especies, implicando las características organolépticas y macroscópicas. Cumpliendo con las Normas Técnicas Peruanas (NTP).

Los resultados obtenidos, permitirá conocer sobre el contenido de humedad, densidad, contracción y el índice de estabilidad. Así mismo, se espera contribuir al desarrollo del conocimiento forestal y aportar herramientas técnicas a investigadores en futuros ensayos.

RESUMEN

El objetivo de la investigación es determinar las propiedades físicas y anatómicas de dos especies del género *Vochysia* del distrito de Camanti, Quispicanchi, Cusco. Las especies *Vochysia kosnipatae* Huamantupa y *Vochysia boliviana* (Rusby), están presentes en los bosques húmedos, y no cuentan con mucha información científica a pesar de su abundante crecimiento y recurso forestal alternativo en la zona.

En esta investigación se aplicó las Normas Técnicas Peruanas (NTP) para determinar las propiedades físicas, en la cual, se seleccionaron 3 árboles al azar de un (DAP) de \geq a 20 cm, con altura promedio total de 15 a 25 m para *V. Kosnipatae* Huamantupa y de 15 a 25 m para *V. boliviana* (Rusby). Posteriormente, se cortó un tablón central de 8 cm para el traslado a una carpintería y obtener las probetas de 3x3x10 cm para la determinación de propiedades físicas y xilotecas de 3x10x15 cm y cubos de 5x5x5 cm para la descripción anatómica y de grano, y 03 rodajas de 10 cm de espesor por especie.

Así mismo, se analizaron las características organolépticas y macroscópicas de la madera, como el color, poros, veteado, grano, anillos de crecimiento, radios, parénquima.

Con los resultados de esta investigación, se espera promover la diversificación de recursos maderables y reducir la extensión de sobreexplotación de especies conocidas. Para generar el aporte al desarrollo económico local y la industria forestal.

Palabras Claves: propiedades anatómicas, propiedades físicas, *Vochysia Kosnipatae*, *Vochysia boliviana*, San Lorenzo, Cadena, Camanti.

ABSTRACT

This research aims to determine the anatomical and physical properties of two species of the genus *Vochysia*: *Vochysia kosnipatae* Huamantupa and *Vochysia boliviana* (Rusby), found in the district of Camanti, Quispicanchi Province, Cusco Region. These native species, located in the humid tropical forests of southern Peru, have been scarcely studied despite their potential as alternative timber resources.

The study follows the methodology established by Peruvian Technical Standards (NTP) for the evaluation of wood properties. Three trees of each species were sampled, based on the criteria of NTP 251.008 (2016), to analyze moisture content, density (normal, basic, and oven-dry), shrinkage (radial, tangential, longitudinal, and volumetric), and stability index (T/R ratio). Additionally, organoleptic and macroscopic characteristics of the wood—such as color, grain, figure, pores, rays, and parenchyma—were assessed.

The results will provide relevant technical data to support the rational and sustainable use of these species, promote their integration into the timber market, and reduce pressure on overexploited species. Furthermore, this study seeks to contribute to local economic development and sustainable forest management in the southern Peruvian Amazon.

Keywords: *Vochysia kosnipatae*, *Vochysia boliviana*, physical properties, anatomical properties, wood, Camanti, Cusco.

INTRODUCCIÓN

La diversidad de especies forestales en los bosques húmedos tropicales del Perú tiene un alto potencial ecológico, social y económico. Por lo que, las especies de *Vochysia kosnipatae* Huamantupa y *Vochysia boliviana* (Rusby) son poco estudiadas y recientemente reportadas en la Amazonia sur del país; significativamente en crecimiento por el distrito de Camanti, Quispicanchi de la región de Cusco.

En consecuencia, de la escasez de información científica de sus propiedades físicas y características anatómicas, esto contribuye en la sobreexplotación de otras especies forestales más conocidas aumentando la extinción y deterioro.

Ante esta problemática, la presente investigación tiene como objetivo determinar las propiedades anatómicas y físicas de dos especies del género *Vochysia*, con el fin de generar información técnica en los aspectos de propiedades físicas como el contenido de humedad, densidad (normal, básica, anhidra) y la contracción (tangencial, radial, longitudinal y volumétrica), índice de estabilidad. Así también, en las características organolépticas y macroscópicas.

Finalmente, contribuir como una ventaja en la industria forestal, fomentando en la conservación y valorización de especies nativas pocos estudiados, contribuyendo al desarrollo forestal.

INDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

PRESENTACIÓN

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

INDICE DE TABLAS

INDICE DE FIGURAS

CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. Descripción del problema.....	1
1.2. Formulación del problema.....	2
1.3. Objetivos.....	2
1.3.1. Objetivo general.....	2
1.3.2. Objetivos específicos.....	2
1.4. Variables.....	3
1.4.1. Variables independientes.....	3
1.4.2. Variables dependientes.....	3
1.5. Operacionalización de variables.....	4
1.6. Hipótesis.....	5
1.6.1. Hipótesis general.....	5
1.6.2. Hipótesis específicas.....	5
1.7. Justificación.....	6
1.7.1. Social.....	6

1.7.2. Económico.....	6
1.7.3. Ambiental.....	6
1.8. Consideraciones éticas.....	6
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO.....	7
2.1. Antecedentes de estudios.....	7
2.1.1. Antecedentes internacionales	7
2.1.2. Antecedentes nacionales	7
2.1.3. Antecedentes locales	9
2.2. Marco teórico.....	10
2.2.1. Clasificaciones taxonómicas de las especies a estudiar	10
2.2.2. Descripciones botánicas.....	10
2.3. Conceptos fundamentales.....	12
2.3.1 Características anatómicas:	12
2.3.2. Propiedades físicas de la madera	12
2.4. Definición de términos.....	18
2.4.1. Definiciones de características organolépticas.....	18
2.4.2. Definiciones de características macroscópicas	19
2.4.3. Definiciones tecnológicas	19
CAPITULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	20
3.1. Tipo de estudio.....	20
3.2. Diseño de estudio.....	20
3.3. Población y muestra.....	20
3.3.1. Población.....	20
3.3.2. Muestra	21

3.4. Metodología.....	22
3.4.1. Lugar de estudio.....	22
3.4.2. Preparación de probetas.....	23
3.4.3. Estudio de propiedades físicas de la madera.....	24
3.4.4. Estudio de propiedades anatómicas de la madera.....	25
3.5. Tratamiento de datos.....	25
CAPITULO IV: RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.....	27
4.1. Descripción de las características anatómicas.....	27
4.1.1. Características organolépticas.....	27
4.1.2. Características macroscópicas.....	28
4.2. Propiedades Físicas.....	30
4.2.1. Contenido de Humedad Máximo (CH% máximo).....	30
4.2.2. Densidad de la madera.....	32
4.3.3. Contracción.....	35
4.4.4. Índice de estabilidad.....	39
CONCLUSIONES.....	43
RECOMENDACIONES.....	45
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	46
ANEXO.....	50

INDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Mapa de operacionalización de las variables</i>	4
<i>Tabla 2. Clasificación taxonómica de Vochysia kosnipatae y Vochysia boliviana.</i>	10
<i>Tabla 3. Inventario de Vochysia kosnipatae.</i>	21
<i>Tabla 4. Inventario Vochysia boliviana</i>	21
<i>Tabla 5. Árboles seleccionados de Vochysia kosnipatae.</i>	22
<i>Tabla 6. Árboles seleccionados de Vochysia boliviana.</i>	22
<i>Tabla 7. Norma técnica peruana para el estudio de las propiedades físicas de la madera de la Vochysia kosnipatae y boliviana.</i>	25
<i>Tabla 8. Características organolépticas de Vochysia kosnipatae y Vochysia boliviana.</i>	28
<i>Tabla 9. Características macroscópicas de Vochysia kosnipatae y Vochysia boliviana.</i>	29
<i>Tabla 10. Contenido de humedad máximo (CH% máximo), desviación estándar (SD) y coeficiente de variación (CV) de Vochysia kosnipatae y Vochysia boliviana.</i>	30
<i>Tabla 11. Prueba de Mann–Whitney U para comparación de las medias de contenido de humedad máximo entre las dos especies. Valor-p $\leq 0,05$ indica diferencia significativa ($\alpha = 0,05$).</i>	32
<i>Tabla 12. Promedio, desviación estándar (SD) y coeficiente de variación (CV) de los valores de densidad aparente (DA), densidad normal (DN) y densidad básica (DB) de la madera de Vochysia kosnipatae y Vochysia boliviana.</i>	33
<i>Tabla 13. Prueba t de Student de comparación de las medias de densidad básica entre las especies Vochysia boliviana y Vochysia kosnipatae. Valor-p $\leq 0,05$ indica diferencia significativa ($\alpha = 0,05$).</i>	35
<i>Tabla 14. Valores promedio, desviación estándar (SD) y coeficiente de variación (CV) en porcentaje (%) de la contracción radial (Crad), contracción tangencial (Ctan), contracción longitudinal (Clong) y contracción volumétrica (Cvol) de la madera de Vochysia kosnipatae y Vochysia boliviana.</i>	36
<i>Tabla 15. Prueba de Mann–Whitney U para comparación de las medias de las contracciones (volumétrica, radial, tangencial y longitudinal) entre las dos especies. Valor-p $\leq 0,05$ indica diferencia significativa ($\alpha = 0,05$).</i>	39

Tabla 16. Valores de índice de estabilidad promedio (%), desviación estándar (SD) y coeficiente de variación (CV) de las especies de Vochysia kosnipatae y Vochysia boliviana. 39

Tabla 17. Prueba t de Student de comparación de las medias del índice de estabilidad entre las dos especies, P-valor $\geq 0,05$ no indica diferencia significativa ($\alpha = 0,05$). . 41

INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Distribución geográfica de Vochysia kosnipatae Huamantupa</i>	11
<i>Figura 2. Distribución geográfica de Vochysia boliviana (Rusby)</i>	12
<i>Figura 3. Mapa de ubicación del lugar de estudio</i>	23
<i>Figura 4. Proceso de selección de vigueta dentro de la troza. Fuente: NTP-251.008.2016</i>	24
<i>Figura 5. Dimensiones de probetas para propiedades físicas. Fuente: NTP-251.012.2015</i>	24
<i>Figura 6. Diagrama de cajas del contenido de humedad (CH%) máximo por especie</i>	31
<i>Figura 7. Histogramas y valor-p de la prueba de Shapiro-Wilk de los valores observados del Contenido de Humedad Máximo de la madera de Vochysia boliviana y Vochysia kosnipatae</i>	32
<i>Figura 8. Densidad anhidra, densidad básica, y densidad normal de Vochysia boliviana y Vochysia kosnipatae</i>	33
<i>Figura 9. Histogramas y valor-p de la prueba de Shapiro-Wilk de los valores observados de la densidad básica de la madera de Vochysia boliviana y Vochysia kosnipatae</i>	35
<i>Figura 10. Contracción longitudinal (Clong%), contracción radial (Crad%), contracción tangencial (Ctan%) y contracción volumétrica (Cvol%), de Vochysia boliviana y Vochysia kosnipatae</i>	37
<i>Figura 11. Histogramas y valor-p de la prueba de Shapiro-Wilk de los valores observados de la contracción radial, tangencial, longitudinal y volumétrica de la madera de Vochysia boliviana y Vochysia kosnipatae</i>	38
<i>Figura 12. Índice de estabilidad de Vochysia boliviana y Vochysia kosnipatae</i>	40
<i>Figura 13. Histogramas y valor-p de la prueba de Shapiro-Wilk de los valores observados de índice de estabilidad de la madera de Vochysia boliviana y Vochysia kosnipatae</i>	41

CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Descripción del problema

Las especies *Vochysia kosnipatae* Huamantupa y *Vochysia boliviana* (Rusby) son nuevas en nuestra amazonia originarios en la base de los andes, en el departamento del Cusco, donde en aproximadamente 405 254.90 hectáreas de bosque, se aprecia las existencias de dichas especies (MINAM 2018).

La falta de información acerca de cómo las especies forestales tropicales se comportan físicamente y resisten fuerzas externas contrasta con su capacidad notable de adaptarse, crecer y proliferar. Esta falta de información contribuirá a un desconocimiento generalizado sobre la relevancia y el manejo adecuado de la madera proveniente de especies nativas poco estudiadas en el ámbito forestal. Esto resulta en la sobreexplotación de las especies conocidas y estudiadas, lo que, a su vez, aumenta las tasas de extinción (Lanly 2003).

Se considerará como estrategia aprovechar la amplia diversidad de crecimiento natural de las dos especies a lo largo del eje carretero de la provincia de Quince mil, departamento de Cusco.

Así mismo, esta investigación sobre las propiedades físicas de la madera de árboles de *V. kosnipatae* y *V. boliviana* nos proporcionará la información relevante y necesaria para el uso adecuado de este recurso forestal.

Esto maximizará de esta manera el aprovechamiento de estas dos especies, donde se generará así una nueva alternativa económica para el desarrollo social y querer promocionar al mercado comercial.

1.2. Formulación del problema

Problema General

¿Cuáles serán las propiedades anatómicas y físicas de la madera de *V. kosnipatae* y *V. boliviana* en el distrito de Camanti, Quispicanchi, Cusco?

Problemas específicos

- ¿Qué características organolépticas y macroscópicas de la madera presentan *V. kosnipatae* y *V. boliviana*?
- ¿Cuánto es el contenido de humedad máximo (CH% máx.) de *V. kosnipatae* y *V. boliviana*?
- ¿Cuánto es la densidad normal (DN), densidad básica (DB) y densidad anhidra (DAH) de *V. kosnipatae* y *V. boliviana*?
- ¿Cuánto es la contracción volumétrica (CV), contracción radial (CR), contracción tangencial (CT) y la contracción longitudinal (CL) e índice de estabilidad (IE) de *V. kosnipatae* y *V. boliviana*?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar las propiedades anatómicas y físicas de *V. kosnipatae* y *V. boliviana* del distrito de Camanti, Quispicanchi, Cusco.

1.3.2. Objetivos específicos

- Describir las características organolépticas y macroscópicas de *V. kosnipatae* y *V. boliviana* en el distrito de Camanti, Quispicanchi, Cusco.

- Determinar el contenido de humedad máximo (CH% máx.) de *V. kosnipatae* y *V. boliviana* en el distrito de Camanti, Quispicanchi, Cusco.
- Determinar la densidad normal (DN), densidad básica (DB) y densidad anhidra (DAH), de *V. kosnipatae* y *V. boliviana* en el distrito de Camanti, Quispicanchi, Cusco.
- Determinar la contracción volumétrica (CV), contracción radial (CR), contracción tangencial (CT) y la contracción longitudinal (CL) e índice de estabilidad (IE) de *V. kosnipatae* y *V. boliviana* en el distrito de Camanti, Quispicanchi, Cusco.

1.4. Variables

Las variables que se utilizará en este trabajo de investigación se originarán de las especies que será estudiada (Variables Independientes) y la determinación de las características anatómicas y propiedades físicas (Variables Dependientes); según se detalla a continuación:

1.4.1. Variables independientes

Poblaciones e individuos de las especies *V. Kosnipatae* y *V. boliviana*.

1.4.2. Variables dependientes

Propiedades físicas de *V. Kosnipatae* y *V. boliviana*.

- Contenido de humedad (%)
- Densidades g/cm³
- Contracción (%)
- Índice de estabilidad (T/R)

Propiedades anatómicas de *V. Kosnipatae* y *V. boliviana*.

- Características macroscópicas
- Características organolépticas

1.5. Operacionalización de variables

En la siguiente tabla 1. Se visualizará la matriz de operacionalización de las variables independiente y dependiente del trabajo de investigación, según se detalla a continuación:

Tabla 1. Mapa de operacionalización de las variables

Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidad de medida
Variables independientes				
Poblaciones e individuos de las especies <i>V. kosnipatae</i> y <i>V. boliviana</i>	Árboles de <i>V. Kosnipatae</i> y <i>V. boliviana</i> del distrito de Camanti	<i>V. kosnipatae</i>	Número de árboles	Árboles
		<i>V. boliviana</i>	Número de árboles	Árboles
Variables dependientes				
Propiedades anatómicas				
Son estudios de la estructura y morfología de la madera se basa en el estudio general de esta, microscópica, general u organoléptica de sus características celulares de cada grupo de especies.	* <i>Vochysia kosnipatae</i> Huamantupa: Especie endémica del Perú reportada en el año 2005, se determinaron anatómicamente diferencias entre albura y duramen, poros visibles y características microscópicas de vasos, fibras y radios que habita en bosques montañoso y secos, Ccahuana (2019).	Características organolépticas	Color, Olor, Sabor, Grano, Brillo, Veteado y Textura.	Observacional
	* <i>Vochysia boliviana</i> (Rusby): Árbol de tamaño mediano con una altura comercial de 15 a 25 m y altura de diámetro (DAP) de 1.30 cm. Sus características específicas en sus ramillas, hojas, inflorescencia y flores. Las ramillas son cuadrangulares y tomentosas en las partes jóvenes. Las hojas son opuestas con pecíolos de hasta 2.5 cm y limbos de hasta 20 x 8 cm, con una superficie superior glabra y una inferior con pelos. La inflorescencia es terminal y axilar, Stafleu (1953).			
Propiedades de la madera				
Son características propias de la madera que ayudan a	* Densidad básica: Es el cociente entre el peso de la probeta anhidra y el volumen en estado saturado correspondiente y expresado	- Contenido de Humedad.	Densidad básica de la madera	g cm ⁻³

<p>describir su comportamiento y estructura algunas de ellas (densidad, humedad, contracción, dureza, entre otros, y así conocer la calidad de la madera.</p>	<p>en gramos por centímetro cúbico (g/cm³).</p> <p>* Contracción radial y tangencial: Es la reducción de la longitud de una pieza de madera en su dirección radial, o en su dirección tangencial, usualmente es expresado en %.</p> <p>* Contenido de humedad: Es la cantidad de agua contenida en la madera, generalmente expresada como un porcentaje de la masa de la madera seca a la estufa. Se mide en porcentaje (%).</p>	<p>- Densidad normal, densidad básica, densidad anhidra.</p> <p>- Contracción Radial, tangencial, longitudinal y volumétrica. Contracción radial y tangencial %</p> <p>- usos de las maderas.</p> <p>Contenido de humedad máximo (CH% máx.) %</p>
---	---	---

1.6. Hipótesis

1.6.1. Hipótesis general

No existe diferencia entre *V. kosnipatae* y *V. boliviana* respecto a las propiedades anatómicas y físicas de la madera entre las especies en el distrito de Camanti, Quispicanchi, Cusco.

1.6.2. Hipótesis específicas

- No existe diferencia entre *V. kosnipatae* y *V. boliviana* respecto a las características organolépticas y macroscópicas de la madera.
- No existe diferencia entre *V. kosnipatae* y *V. boliviana* respecto al contenido de humedad máximo (CH% máx.).
- No existe diferencia entre *V. kosnipatae* y *V. boliviana* a la densidad normal (DN), densidad básica (DB) y densidad anhidra (DAH).
- No existe diferencia entre *V. kosnipatae* y *V. boliviana* respecto a la contracción volumétrica (CV), contracción radial (CR), contracción tangencial (CT) y la contracción longitudinal (CL) e índice de estabilidad (IE).

1.7. Justificación

1.7.1. Social

La investigación de las propiedades anatómicas y físicas de *V. kosnipatae* y *V. boliviana* aporta conocimiento profundo de la madera de estas especies nativas, para promover su uso sostenible y adecuada transformación.

1.7.2. Económico

Este estudio aporta al uso comercial adecuado de *V. kosnipatae* y *V. boliviana* permitiendo identificar aplicaciones específicas donde estas maderas sean más competitivas y valiosas, como en la construcción, fabricación de muebles, o productos especializados, atrayendo inversiones en el aprovechamiento sostenible de estas especies, e incrementando las oportunidades de empleo y desarrollo económico en las regiones amazónicas.

1.7.3. Ambiental

La investigación también se justifica porque contribuye a la conservación y manejo sostenible de *V. kosnipatae* y *V. boliviana* y a su vez, ayuda a reducir la presión sobre otras especies maderables en peligro, promoviendo prácticas forestales que mantienen la biodiversidad y la salud de los ecosistemas. Además, el estudio promueve la reforestación y restauración de hábitats degradados, crucial para preservar los servicios ecológicos que los bosques proporcionan, como la captura de carbono y la protección del suelo y recursos hídricos.

1.8. Consideraciones éticas

La presente investigación cumple todo el proceso de desarrollo con los aspectos de las NTP, IAWA, consideraciones éticas, responsabilidad ambiental y cumpliendo con la ley Forestal N° 31973 y la Ley General del Ambiente N°28611.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudios

Las especies estudiadas *V. kosnipatae* y *V. boliviana*, son especies descubiertas y poco estudiadas, por tanto, los antecedentes son escasos. Sin embargo, existen antecedentes de otras especies del género *Vochysia* que se muestran a continuación:

2.1.1. Antecedentes internacionales

En un estudio en Costa Rica, evaluaron cómo el proceso termo-hidro-mecánico de densificación y la micromorfología inicial afectan el perfil de densidad en maderas livianas de *Alnus acuminata*, *Vochysia ferruginea* y *V. guatemalensis*. Se identificaron cuatro tipos de perfiles de densidad, determinados principalmente por el diámetro inicial de los vasos: vasos grandes generaron perfiles irregulares, mientras que *A. acuminata* (vasos pequeños) densificada a 180 °C produjo perfiles más uniformes. Ni el tiempo de compresión, ni el uso de vapor, ni el tipo de tejido influyeron en los perfiles obtenidos. En conjunto, los resultados indican que los perfiles de densidad más regulares se logran con temperaturas altas y maderas con vasos de pequeño diámetro (Tenorio, Moya y Filho 2020).

2.1.2. Antecedentes nacionales

Un estudio analizó las propiedades anatómicas, físicas y colorimétricas de *Gordonia fruticosa* y *Vochysia ferruginea* de la selva montana de Amazonas. Se halló porosidad difusa en *G. fruticosa* y poros visibles con parénquima aliforme en *V. ferruginea*. La densidad básica fue de 0,55 y 0,41 g/cm³, respectivamente, mientras que ambas

especies presentaron una contracción volumétrica similar (~10,8 %). El secado aumentó la luminosidad y modificó los parámetros cromáticos: *G. fruticosa* incrementó sus tonos rojo-amarillo y *V. ferruginea* los redujo. No hubo diferencias significativas entre planos radial y tangencial. Estos resultados ayudan a comprender el efecto de la anatomía y la humedad en el comportamiento de la madera (Arellanos-Occ et al. 2025).

Huamantupa (2012), recopiló información actualizada sobre *Vochysia kosnipatae*, una especie endémica de la familia Vochysiaceae, que habita en diversas zonas del bosque amazónico, incluyendo bosques montanos y secos. Se analizó la fenología de *V. kosnipatae*, señalando que florece de abril a octubre y fructifica de mayo a noviembre, con una efectiva dispersión de semillas a través del viento. Localmente conocida como Alkokaspi, copal o Killosisa, esta especie es valorada por su madera, ampliamente utilizada en acabados y mueblería. El estado de conservación de *V. kosnipatae* se clasifica como "Casi Amenazado" debido a la extracción ilegal de madera y la expansión agrícola. Sin embargo, su presencia en áreas protegidas contribuye a su preservación. Se destacan también los esfuerzos exitosos en plantaciones y reforestación, subrayando su adaptabilidad y éxito en hábitats degradados.

Huamantupa, Vásquez, Foster, Cuba y Calatayud (2014), presentaron 25 nuevos registros de angiospermas para la flora peruana, obtenidos a partir de exploraciones botánicas llevadas a cabo entre 2002 y 2008 en los departamentos de Cusco, Madre de Dios y Apurímac. Estas nuevas adiciones son fundamentales para enriquecer el conocimiento de la biodiversidad en el sur del Perú, una región que ha sido estudiada desde la llegada de los primeros naturalistas. Los autores llevaron a cabo identificaciones taxonómicas en colaboración con especialistas y compararon sus hallazgos con registros previos, lo que contribuye a la actualización del catálogo de la flora peruana.

Vallejos (2023) analizó las características organolépticas y macroscópicas de *Vochysia grandis* y *Laetia procera* de "La Morada" en Huánuco, según la norma

COPANT 30:1-19 1974 para la madera. *V. grandis* mostró un color húmedo de 5Y 8/2 en la albura y 7,5 YR 7/6 en el duramen, mientras que en seco fue de 5Y 8/4 y 7,5 YR 8/8, respectivamente. La madera carece de olor y sabor, con textura fina, brillo medio, grano ondulado y vetado en bandas paralelas. *L. procera* presentó un color húmedo de 10 YR 7/6 en la albura y 5 Y 7/4 en el duramen, y en seco de 5 Y 8/4 y 2,5Y 7/8, respectivamente. Tenía un olor aromático en húmedo, sin olor al secarse, grano entrecruzado, vetado jaspeado, textura media, sin sabor y brillo medio. En lo macroscópico, *V. grandis* tiene poros medianos, ovals, visibles con lupa de 10x, distribuidos de manera difusa, con un promedio de 171,11 poros/100 mm², y parénquima paratraqueal aliforme confluyente. *L. procera* también tiene poros medianos, ovals, con distribución difusa y un promedio de 419,47 poros/100 mm², con parénquima apotraqueal difuso y vasicéntrico.

2.1.3. Antecedentes locales

Anquise, Ccahuana, Zevallos y Portal (2020), analizaron las características anatómicas y las propiedades físicas y mecánicas de *Vochysia kosnipatae* (Alco kapi), una especie endémica del Perú reportada en 2005. La madera provino de una plantación experimental de ocho años en San Gabán, Puno. Se recolectaron cinco trozas de 1,30 metros de longitud por árbol, seleccionadas al azar de una población de 18 árboles. A partir de estas trozas, se elaboraron probetas que fueron evaluadas en los laboratorios de la UNAMAD y UNALM, siguiendo las Normas Técnicas Peruanas COPANT e IAWA. Este estudio ofrece el primer reporte sobre la anatomía y las propiedades físicas de *V. kosnipatae* y proporciona criterios técnicos para su uso racional.

2.2. Marco teórico

2.2.1. Clasificaciones taxonómicas de las especies a estudiar

Tabla 2. Clasificación taxonómica de *Vochysia kosnipatae* y *Vochysia boliviana*.

	<i>Vochysia kosnipatae</i>	<i>Vochysia boliviana</i>
▪ Reino:	Plantae	Plantae
▪ División:	Magnoliophyta	Magnoliophyta
▪ Clase:	Magnoliopsida	Magnoliopsida
▪ Orden:	Magnoliopsida	Magnoliopsida
▪ Familia:	Vochysiaceae	Vochysiaceae
▪ Género:	Vochysia Aubl.	Vochysia Aubl.
▪ Nombre Científico:	<i>Vochysia kosnipatae</i> Huamantupa	<i>Vochysia boliviana</i> (Rusby)
▪ Nombre Común Perú:	Alco kaspi (quechua). Copal amarillo	Copal rosado

Fuente. Trópicos

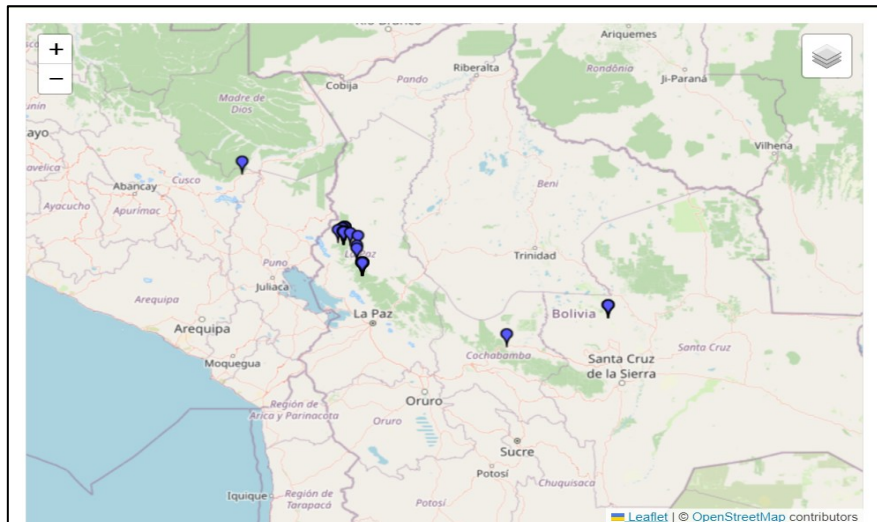
2.2.2. Descripciones botánicas

***Vochysia kosnipatae* Huamantupa**

V. kosnipatae es un árbol que alcanza alturas de hasta 45 metros y una altura de diámetro (DAP) de 1,30 cm, con una altura comercial de 20 a 25 m. Se caracteriza por la presencia de mucílago. Sus ramitas son subtetraedrales y pubescentes, con pelos de hasta 1,5 mm de largo, presentando 6 líneas blancas notorias a lo largo de estas, de color marrón oscuro. Las estípulas son estrechamente deltoideas, de color marrón cremoso y miden entre 0,8 y 1,2 cm de longitud, siendo persistentes. Las hojas están dispuestas en verticilos de 3 a 4 por verticilo, ligeramente hacia el extremo de las ramitas. La inflorescencia se presenta en panículas axilares y/o terminales, y las semillas son aladas, verdes cuando son inmaduras y de color marrón oscuro cuando están maduras, con una longitud cercana a los 6 cm (Huamantupa 2005).

La especie se distribuye geográficamente en Bolivia (La Paz, Santa Cruz de la Sierra y Cochabamba), Perú (Cusco) (Figura 1).

Figura 1. Distribución geográfica de *Vochysia kosnipatae* Huamantupa.



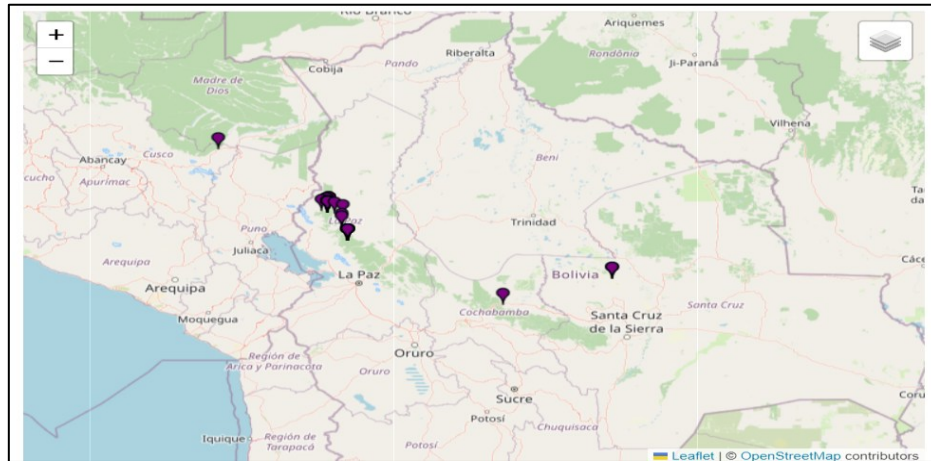
Fuente. Trópicos

***Vochysia boliviana* (Rusby).**

Árbol de tamaño mediano con una altura comercial de 15 a 25 m y altura de diámetro (DAP) de 1,30 cm. Sus características específicas en sus ramillas, hojas, inflorescencia y flores. Las ramillas son cuadrangulares y tomentosas en las partes jóvenes. Las hojas son opuestas con pecíolos de hasta 2,5 cm y limbos de hasta 20 x 8 cm, con una superficie superior glabra y una inferior con pelos. La inflorescencia es terminal y axilar, con flores generalmente en grupos de dos. Los pétalos son subiguales y los estambres son densamente tomentosos. El estigma es trilobulado y la cápsula no es conocida (Stafleu 1953).

Su distribución geográfica se localiza en Bolivia (La Paz, Santa Cruz de la Sierra y Cochabamba), Perú (Cusco), en bosques entre 500 y 2000 m (Figura 2).

Figura 2. Distribución geográfica de *Vochysia boliviana* (Rusby).



Fuente. Trópicos

2.3. Conceptos fundamentales

2.3.1 Características anatómicas:

Según Arostegui en 1975 citado por Centeno (2017), indica que la morfología de la madera se basa en el estudio general de esta, microscópica, general u organoléptica, esta a su vez se divide en anatomía sistemática y anatomía aplicada.

Klock y Tsoumis en el 2005, citado por Alcantara (2010), indican que la madera es un material que está constituido por varios elementos que se diferencian por su desempeño, estos elementos definen la característica y estructura anatómica de un árbol, estos varían de acuerdo a las condiciones de crecimiento y especie.

Las características anatómicas de la madera influyen en el conocimiento respecto al uso de la madera, conocer estas características nos ayudan a saber cómo está constituida la madera (Hinostraza 2016).

2.3.2. Propiedades físicas de la madera

Las propiedades físicas de la madera son variables de acuerdo a numerosos factores, por lo que las propiedades de la madera son diferentes, ya sea entre árboles de un

mismo lugar o muestras del mismo árbol, estas diferencias en la estructura y composición se deben a presencias de constituyentes extraños” (Centeno 2017).

Las propiedades físicas de la madera y su comportamiento se deben a características cuantitativas que se relacionan con las fuerzas externas aplicativas, que influyen en el desempeño y dureza de en sus aplicaciones en el trabajo (Campos 2015).

Este comportamiento de la madera está constituido por una serie de propiedades, que se determinan como propiedades físicas, estas mismas definen el comportamiento de la madera (Hinostroza 2016).

A. Contenido de humedad

Es cuando la madera expuesta al aire libre esta gana o pierde humedad, hasta lograr un equilibrio entre su contenido de humedad y la humedad relativa con respecto al ambiente en el que se encuentra (Shmulsky y Jones 2011).

El contenido de humedad de la madera es de suma importancia porque influye en su comportamiento y otras propiedades que esta tiene (Hinostroza 2016).

Según Bravo (2017) las maderas pesadas a diferencia de las livianas, contienen menor cantidad de agua, ya que estas tienen menor porosidad.

La madera tiene la capacidad de ganar y perder agua, ligado al ambiente en el que se encuentra, el cual influye en la variabilidad de su humedad (Quispe, Rosales y Portal 2011).

La madera de los árboles en pie, tiene una proporción de humedad con respecto a su peso, esto varía entre los 30 y 300% determinados en su peso seco (Quispe, Rosales y Portal 2011).

Agua libre

Se encuentra en el xilema dándole a la madera la condición húmeda. Esta cantidad de agua se encuentra limitada por el número de poros. Durante el secado, el agua

libre es fácilmente evaporada, debido a que las fuerzas capilares son muy débiles, hasta su eliminación completa. Este punto al que llega la madera se le conoce como punto de saturación de las fibras (PSF), (JUNAC 1979 citado por Morvely (2014)).

Agua de saturación

Es el agua que se encuentra en las paredes de las células. Cuando la madera se encuentra en el proceso de secado, se pierde el agua libre, esta se evapora, el secado continúa, hasta que la madera llega a un punto de equilibrio con la atmósfera (JUNAC 1979 citado por Morvely (2014)).

Agua de constitución

Según JUNAC (1989) citado por Morvely (2014), es el agua que conforma las células de la madera, la cual no puede eliminarse.

B. Densidad de la madera

La densidad es importante, porque esta influye en parte el comportamiento de la madera. La densidad es la relación entre el peso y el volumen de una madera y se expresa en g/cm^3 , esto varía, ya que, si aumenta la humedad, la densidad también lo hace (Paola 2005).

La densidad es la más importante dentro de todas las propiedades físicas, porque influye en las propiedades mecánicas. Conocer la densidad nos conlleva saber el comportamiento que tiene la madera y el uso que se le puede asignar (Quispe, Rosales y Portal 2011).

Aróstegui, A. 1982, citado por Bravo (2017), manifiesta que la densidad que presenta una madera, influye directamente en sus propiedades mecánicas, si la densidad de una madera es alta, su capacidad de resistencia es mayor, por lo que la madera puede ser útil en construcciones de resistencia; pero si la densidad es baja, la madera será destinada para otros usos en la cual no se aplique mucha resistencia.

Densidad normal

Es la relación del peso y volumen de la madera en estado verde (Ecuación 1).

$$DN = Pv/Vv \quad (\text{Ec. 1})$$

Donde:

- DN: densidad normal (g/cm³)
- Pv: peso verde (g)
- Vv: volumen verde (cm³)

Densidad básica

Es la propiedad física de más importancia; esta relaciona el peso seco de la madera con el volumen húmedo de esta.

Arostegui en 1975 citado por Quispe, Rosales y Portal (2011) empleó un sistema de clasificación simple y práctico, creó grupos en los cuales se clasifica a la madera según su densidad básica y resistencia mecánica.

Este sistema clasifica a las maderas en grupos:

- Grupo I - Muy Baja (MB) - Densidad Menor de 0.30 g/cm³
- Grupo II - Baja (BA) - Densidad de 0.30 g/cm³ a 0.40 g/cm³
- Grupo II - Media (ME) - Densidad de 0.41 g/cm³ a 0.60 g/cm³
- Grupo IV- Alta (AL) - Densidad de 0.61 g/cm³ a 0.75 g/cm³
- Grupo V - Muy Alta (MA) - Densidad Mayor de 0.75 g/cm³

Fuente: Quispe, Rosales y Portal (2011).

Densidad anhidra

La densidad anhidra es la relación que existe entre el peso seco y el volumen seco (Ecuación 2).

$$DAH = PS/VS \quad (\text{Ec.2})$$

Donde:

- DAH: densidad anhidra (g/cm³)
- Ps: Peso seco (g)
- Vs: volumen seco (cm³)

C. Contracción de la madera

Es la variación dimensional que sufre la madera (Quispe, Rosales y Portal 2011). La contracción es de suma importancia, ya que deseamos saber el uso de la madera. Toda madera que se seca, está expuesta a sufrir cambios o algunas deformaciones (Quispe, Rosales y Portal 2011).

Las maderas con mayor densidad son las que sufren mayores cambios o alteraciones en su estructura, mientras que en las de baja densidad las alteraciones de hinchamiento son menores. Estos cambios que sufre la madera están ligados al contenido de humedad y cantidad de materiales presentes en esta, mientras más es la concentración del material, la alteración de su forma será mayor (Arroyo 1983).

Contracción tangencial

La contracción tangencial supera en valor a la contracción radial, debido a la disposición de las células de los rayos medulares (Paola 2005). (Ecuación 3).

$$C. Tang. (\%) = \frac{D. i. Tang. - D. f. Tang.}{D. i. Tang.} * 100$$

(Ec.3)

Contracción radial

León en el 2001, citado por Callo (2014), indica que la contracción radial es baja, debido a que dos factores influyen en esta: presencia de células parenquimatosas radiales, y la presencia de madera (Ecuación 4).

$$C. Rad. (\%) = \frac{D. i. Rad. - D. f. Rad.}{D. i. Rad.} * 100$$

(Ec. 4)

Contracción volumétrica

El coeficiente de contracción volumétrica es el cambio que sufre la madera respecto al volumen que esta tenía, puede ser mayor o menor, depende de las condiciones a las que ha sido sometida. El aumento o disminución del volumen de la madera es el cambio dimensional que sufre en sus tres ejes, debido a que su contenido de humedad se encuentra por debajo del PSF, Callo (2014) (Ecuación 5).

$$C. Vol. (\%) = \frac{D. i. Vol. - D. f. Vol.}{D. i. Vol.} * 100$$

(Ec. 5)

Índice de estabilidad

Es la relación de la contracción tangencial con la contracción radial, que mide la estabilidad de la madera ante los cambios dimensionales a causa de la pérdida de agua. Este valor indica cómo se comporta la madera frente al secado. Un valor cercano a uno, indica que la madera es estable y de buen comportamiento al secado (Quispe, Rosales y Portal 2011).

Las maderas según su relación de estabilidad tangencial/radial (T/R) se clasifican de la siguiente manera (Quispe, Rosales y Portal 2011):

- Muy baja o muy estable: < a 1.50
- Baja o estable: 1.50 a 2.00
- Mediana o moderadamente estable: 2.01 a 2.50
- Alta o inestable: 2.51 a 3.00
- Muy alta o muy inestable: > a 3.00

2.4. Definición de términos

2.4.1. Definiciones de características organolépticas

Características organolépticas: Son aquellas que se perciben por los sentidos del tacto, vista, gusto y olfato (Eduardo 2008).

Color: Es el color del del tronco recién cortado correspondiente a la región del duramen, en estado seco (María 2006).

Olor: Son aquellas características originadas por sustancias que se depositan en los lúmenes, paredes celulares y espacios intercelulares de la madera, tales como resinas, aceites y gomas, que emanan olores agradables o desagradable (María 2006).

Sabor: Se debe al efecto de algunas sustancias contenidas en la madera fresca (Eduardo 2008).

Grano: Es la disposición que tienen las células longitudinales (vasos, fibras, traqueidas, parénquima, etc.) respecto al eje longitudinal del tronco, en su sección radial (Eduardo 2008).

Brillo: Son las características de algunas especies que son producidas por el reflejo de elementos minerales. Puede clasificarse como brillo bajo, moderado o alto (María 2006).

Veteado: Está una característica originada por las figuras que se originan en la superficie longitudinal pulida a causa de la disposición, abundancia y tamaño de los vasos, radios leñosos, parénquima y anillos de crecimiento (Eduardo 2008).

Textura: Se origina por la distribución, proporción y tamaño relativo de los vasos, parénquima y fibras. Se observa a simple vista en la sección transversal, radial y tangencial, o con la ayuda de una lupa 10x. La madera puede clasificarse como textura fina, textura media, o textura gruesa (Eduardo 2008).

2.4.2. Definiciones de características macroscópicas

Características macroscópicas: Son observaciones de ciertas características de la madera a simple vista o con ayuda de una lupa de 10x (Eduardo 2008).

Poros: Termino de conveniencia para la sección transversal de un vaso o de una traqueida vascular, tomando el aspecto de pequeños agujeros solitarios y múltiples (Eduardo 2008).

Radios: Es el tejido parenquimatoso que sirve para la conducción y almacenamiento de sustancias de reserva desde la corteza hasta el centro del árbol, que se puede observar con una lupa de 10x como cintas horizontales en el corte radial y como líneas en corte transversal (María 2006).

Parénquima: Se caracteriza por el tejido de color más claro que el tejido fibroso, cuyas células son cortas de paredes delgadas y cuya función es de almacenamiento, distribución y segregación de ciertas sustancias orgánicas (Portal 2008).

2.4.3. Definiciones tecnológicas

Densidad: Es la razón entre el peso y el volumen de la madera a un determinado contenido de humedad, según NTP 251.010 (2020)

Humedad: Es la cantidad de agua contenida en la madera, generalmente expresada como un porcentaje de la masa de la madera seca a la estufa, según NTP-251.010 (2020).

Contracción: Es la reducción de las dimensiones de una pieza de madera causada por la disminución del contenido de humedad, a partir de la saturación de las fibras.

CAPITULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de estudio

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

3.2. Diseño de estudio

El tipo de investigación fue no experimental. Los ensayos realizados se basaron en la metodología propuesta por las Normas Técnicas Peruanas NTP-251.010, 251.011 y 251.012.

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población

La población estuvo conformada por cinco árboles de *V. Kosnipatae* y cinco árboles de *V. boliviana*, del sector del eje carretero desde C.P. San Lorenzo hasta C.P. Quincemil para *V. Kosnipatae* y desde C.P. Quincemil hasta C.P. Cadena para *V. boliviana*.

La población se determinó mediante un inventario forestal (Tabla 3 y Tabla 4).

Tabla 3. Inventario de *Vochysia kosnipatae*.

N°	Nombre Científico	Codigo	Coordenadas UTM WGS84 zona 19		Dap (m)	Altura comercial (m)
			Este	Norte		
1	<i>Vochysia Kosnipatae</i>	VK_1	309171,82	8537845,17	0,20	16
2	<i>Vochysia Kosnipatae</i>	VK_2	309168,25	8537880,88	0,21	15
3	<i>Vochysia Kosnipatae</i>	VK_3	309196,03	8537906,68	0,24	17
4	<i>Vochysia Kosnipatae</i>	VK_4	309225,01	8537870,17	0,26	15
5	<i>Vochysia Kosnipatae</i>	VK_5	309230,56	8537917,79	0,29	18

Tabla 4. Inventario *Vochysia boliviana*

N°	Nombre Científico	Codigo	Coordenadas UTM WGS84 zona 19		Dap (m)	Altura comercial (m)
			Este	Norte		
1	<i>Vochysia boliviana</i>	VB_1	299360,014	8524854,08	0,22	15
2	<i>Vochysia boliviana</i>	VB_2	299355,96	8524811,72	0,24	14
3	<i>Vochysia boliviana</i>	VB_3	299415,58	8524826,83	0,28	16
4	<i>Vochysia boliviana</i>	VB_4	299395,89	8524853,54	0,21	15
5	<i>Vochysia boliviana</i>	VB_5	299380,24	8524788,25	0,26	16

3.3.2. Muestra

La muestra fue de tres árboles de cada especie, de acuerdo a la NTP 251.008 (2016) la cual sugiere que, para realizar estudios preliminares de las propiedades físicas y mecánicas, se deben tomar como mínimo tres árboles por población. También recomienda trabajar con una seguridad estadística de 95% con un intervalo de confianza de 15%, motivo por el cual deben tomarse como mínimo tres árboles.

A partir del inventario forestal, se seleccionaron 03 árboles al azar de cada especie, con buenas características fitosanitarias, fuste recto, copa completa.

Tabla 5. Árboles seleccionados de *Vochysia kosnipatae*.

N°	Nombre Científico	Codigo	Coordenadas UTM WGS84 zona 19		Dap (m)	Altura comercial (m)
			Este	Norte		
1	<i>Vochysia Kosnipatae</i>	VK_1	309171,82	8537845,17	0,20	16
2	<i>Vochysia Kosnipatae</i>	VK_3	309196,03	8537906,68	0,24	17
3	<i>Vochysia Kosnipatae</i>	VK_5	309230,56	8537917,79	0,29	18

Tabla 6. Árboles seleccionados de *Vochysia boliviana*.

N°	Nombre Científico	Codigo	Coordenadas UTM WGS84 zona 19		Dap (m)	Altura comercial (m)
			Este	Norte		
1	<i>Vochysia boliviana</i>	VB_1	299360,01	8524854,08	0,22	15
2	<i>Vochysia boliviana</i>	VB_3	299415,58	8524826,83	0,28	16
3	<i>Vochysia boliviana</i>	VB_5	299380,24	8524788,25	0,26	16

3.4. Metodología

3.4.1. Lugar de estudio

Siguiendo lo recomendado en la NTP 251.008 (2023), los árboles fueron seleccionados e identificados por un personal calificado mediante colección de muestras dendrológicas (hojas, frutos y ramas).

El lugar de estudio abarcó el eje carretero desde el C.P. San Lorenzo hasta el C.P. Cadena, ubicado en el distrito de Camanti, provincia de Quispicanchi, departamento de Cusco, conformado por bosque húmedo tropical (Figura 3).

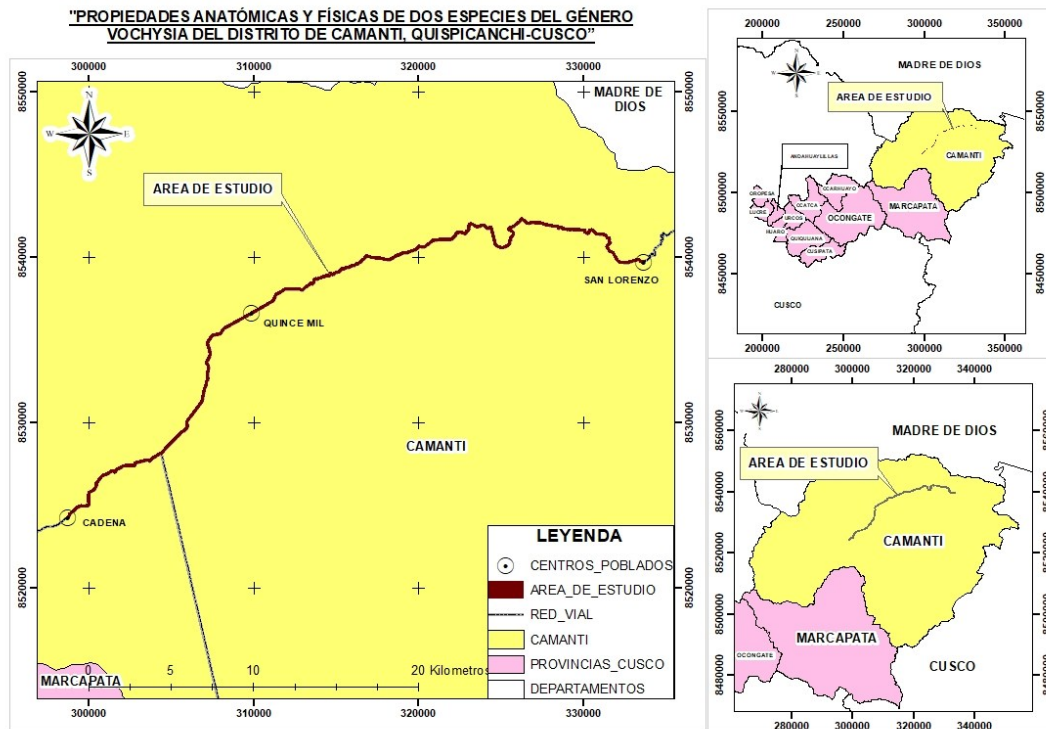


Figura 3. Mapa de ubicación del lugar de estudio.

3.4.2. Preparación de probetas.

De cada árbol se cortó una troza para obtención de tabloncillos centrales de 8 cm de espesor y un disco transversal (torta) de 10 cm de alto para la descripción anatómica (Figura 4).

De los tabloncillos aún húmedos se obtuvieron probetas de dimensiones de 3x3x10 cm y 5x5x5 cm, libres de defectos, ojos, huecos, nudos (Figura 5).

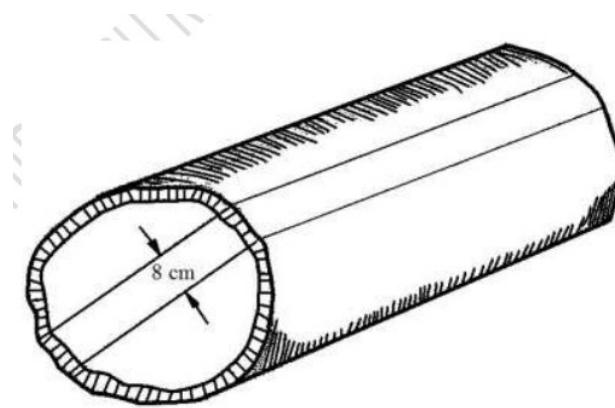


Figura 4. Proceso de selección de viga dentro de la troza. Fuente: NTP-251.008.2016.

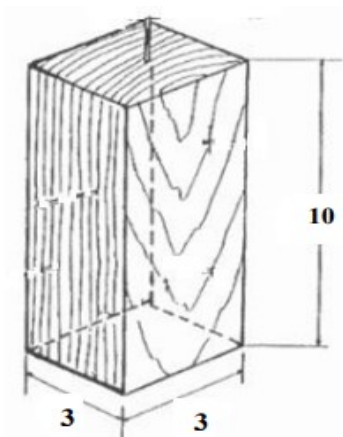


Figura 5. Dimensiones de probetas para propiedades físicas. Fuente: NTP-251.012.2015

3.4.3. Estudio de propiedades físicas de la madera

Para las propiedades físicas de la especie *V. Kosnipatae* y *V. boliviana* se analizaron bajo las Normas Técnicas Peruanas: Contenido de humedad; densidades: (básica, normal y anhidra); contracción: (radial, tangencial, longitudinal y volumétrica); y el índice de estabilidad (T/R) (Tabla 7).

Tabla 7. Norma técnica peruana para el estudio de las propiedades físicas de la madera de la *Vochysia kosnipatae* y *boliviana*.

MÉTODO DE DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD	NORMA NTP-251.010.2020
MÉTODO DE DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD	Norma NTP-251.011.2014
MÉTODO DE DETERMINACIÓN DE LA CONTRACCIÓN	Norma NTP-251.012.2015

Se midió el peso inicial y final, las dimensiones iniciales y finales en la dirección radial, tangencial y longitudinal; volumen saturado, determinándose el CH% máximo, densidad básica y contracción radial, tangencial, longitudinal y volumétrica en base a los procedimientos descritos en las Normas Técnicas Peruanas: NTP-251.010.2020, NTP-251.011.2014, NTP-251.012.2015.

El peso se midió con una balanza de precisión 0,01 g. Las muestras fueron secadas en una estufa a 103 ± 2 °C, hasta llegar a un peso constante, para luego tomar sus pesos y medidas finales.

3.4.4. Estudio de propiedades anatómicas de la madera

Las características anatómicas de la especie *V. kosnipatae* y *V. boliviana* analizadas fueron: color, olor, brillo, sabor, textura, veteado, grano, radios, poros, parénquima; el color fue determinado con la tabla de Munsell (1977).

3.5. Tratamiento de datos

Los datos se procesaron en el programa Microsoft Excel, para obtener los valores promedios, desviación estándar y coeficiente de variación de las propiedades físicas de las maderas de los 03 árboles de las especies *V. kosnipatae* y *V. boliviana*.

Las características anatómicas de la madera fueron descritas en base a las normas IAWA (1989), mientras que las propiedades físicas se analizaron conforme a las Normas Técnicas Peruanas.

Las dos especies fueron comparadas entre sí, en cada propiedad física mediante una prueba de t de Student para muestras independientes. La normalidad de las variables se evaluó mediante histogramas y la prueba de Shapiro–Wilk. Dado el tamaño muestral ($n = 120$ por grupo) y la ausencia de desviaciones severas, se consideró adecuado el uso del test t de Student para muestras independientes. En el caso de desviaciones severas de la normalidad, se asume que la normalidad no se cumple, por tanto, se utilizó la prueba no paramétrica de Mann–Whitney U para comparar las especies. Los análisis estadísticos fueron realizados en el software R versión 4.4.3.

CAPITULO IV: RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

4.1. Descripción de las características anatómicas

4.1.1. Características organolépticas

V. kosnipatae presentó una clara diferenciación entre albura y duramen. El duramen es de un color crema rosado, correspondiente al código Munsell 5YR 8/4, mientras que la albura muestra un tono crema blanquecino, también identificado como 5YR 8/4. Los anillos de crecimiento son levemente visibles, evidenciados por bandas claras (Figura 17). Esta especie no presenta olor ni sabor distintivos. En cuanto a la resistencia al corte, se clasifica como una madera blanda. Su grano es recto, la textura es media y el brillo se considera elevado. Los veteados observados en el corte tangencial presentan arcos superpuestos, resultado de la leve diferenciación de los anillos de crecimiento, mientras que en el corte radial se aprecia un vetado tipo jaspeado (Tabla 17).

Similarmente, *V. boliviana* también presenta diferenciación entre albura y duramen. El duramen se caracteriza por un tono rojo oscuro (Munsell 2.5YR 5/8), en contraste con la albura, de color rojo claro (2.5YR 6/8). Al igual que en *V. kosnipatae*, los anillos de crecimiento se distinguen ligeramente por la presencia de bandas claras. Esta especie emite un olor distintivo, pero no presenta sabor notable. Su resistencia al corte es baja, clasificándose como madera blanda. El grano es recto (Figura 17), la textura media y el brillo elevado. Los patrones de vetado son similares a los de la especie anterior: arcos superpuestos en el corte tangencial y jaspeados en el radial, consecuencia de la escasa diferenciación de los anillos de crecimiento (Tabla 16).

Tabla 8. Características organolépticas de *Vochysia kosnipatae* y *Vochysia boliviana*.

CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS		
<i>Vochysia kosnipatae</i>	<i>Vochysia boliviana</i>	ESPECIES
X	X	Diferenciado entre albura y duramen
X	X	Anillos de crecimiento diferenciados
		Amarillo
		Blanco
X		Crema
		Pardo
		Marrón
	X	Rojizo
	X	Distintivo
X		No distintivo
		Distintivo
X		No distintivo
		Dura
X	X	Blanda
X	X	Recto
		Entrecruzado
		Oblicuo
		Ondulado
X	X	Alto
		Medio
		Bajo
		Gruesa
X	X	Media
		Fina
		Arcos Superpuestos
X	X	Jaspeado
		Satinado
		Bandas paralelas

4.1.2. Características macroscópicas

La madera de *V. kosnipatae* presenta porosidad difusa con disposición diagonal y radial, siendo los poros medianos, de forma redondeada, visibles de manera ligera a simple vista, mayormente solitarios y ocasionalmente en agrupaciones de dos a

cuatro; en estado verde, puede observarse la presencia poco frecuente de gomas. El parénquima es difícil de distinguir a simple vista, con distribución apotraqueal difusa y paratraqueal aliforme confluyente en bandas delgadas. Los radios, visibles solo con lupa de 10x, no son estratificados. Se identifican líneas vasculares irregulares con gomas de color crema blanquecino, las cuales generan contraste en la sección radial.

La madera de *V. boliviana* presenta porosidad difusa con disposición diagonal y radial, siendo los poros grandes, de forma redondeada, visibles a simple vista, mayormente solitarios y ocasionalmente en agrupaciones de dos a cuatro; en estado verde, puede observarse la presencia poco frecuente de gomas. El parénquima es difícil de distinguir a simple vista, con distribución apotraqueal difusa y paratraqueal aliforme confluyente en bandas delgadas. Los radios, visibles solo con lupa de 10x, no son estratificados. Se identifican líneas vasculares irregulares con gomas de color crema blanquecino, las cuales generan contraste en la sección radial.

Tabla 9. Características macroscópicas de *Vochysia kosnipatae* y *Vochysia boliviana*.

CARACTERÍSTICAS MACROSCÓPICAS				
<i>Vochysia kosnipatae</i>	<i>Vochysia boliviana</i>	ESPECIES		
		Visibles a Simple vista	Visibles	Poros /Vasos
X	x	ligeramente Visibles		
		Visibles con lupa de 10x	Tipo	
X	x	Solitarios		
		Multiradiales		
		Agrupados o Aglomerados	Forma	
		Porosidad Circular		
X	x	Porosidad Difusa	Inclusiones	
X	x	Goma		
		Tilosis		
		Sílice	Visible	Parénquimas
X	x	Visibles a simple vista		
		Visibles con lupa de 10x	Apotraqueal	
X	x	Difusa		
		Difusa Agregado	Paratraqueal	
		Vasicentrico		
		Aliforme		

X	x	Aliforme Confluente	En bandas	
X	x	Delgadas		
		Anchas		
		Marginal		
		Reticulado		
		Escaleriforme		
		Visibles a Simple vista	Visible	Radios
X	x	Visibles con lupa de 10x		
		Estratificados		

Los resultados encontrados en el presente estudio, corroboran los hallazgos de estudios en *V. kosnipatae* de plantaciones, que presentaron similares características organolépticas y macroscópicas (Anquise, Ccahuana, Zevallos y Portal 2020).

4.2. Propiedades Físicas

4.2.1. Contenido de Humedad Máximo (CH% máximo)

La especie *V. boliviana* presentó un CH% máximo promedio de 103,35%, con una desviación estándar de 22,52% y un coeficiente de variación de 21,79%. Por otro lado, la especie *V. kosnipatae* mostró un CH% máximo promedio de 81,51%, con una desviación estándar de 8,44% y un coeficiente de variación de 10,36% (Tabla 10).

Tabla 10. Contenido de humedad máximo (CH% máximo), desviación estándar (SD) y coeficiente de variación (CV) de *Vochysia kosnipatae* y *Vochysia boliviana*.

Especie	CH% máximo	SD	CV
<i>Vochysia boliviana</i>	103,35	22,52	21,79
<i>Vochysia kosnipatae</i>	81,51	8,44	10,36

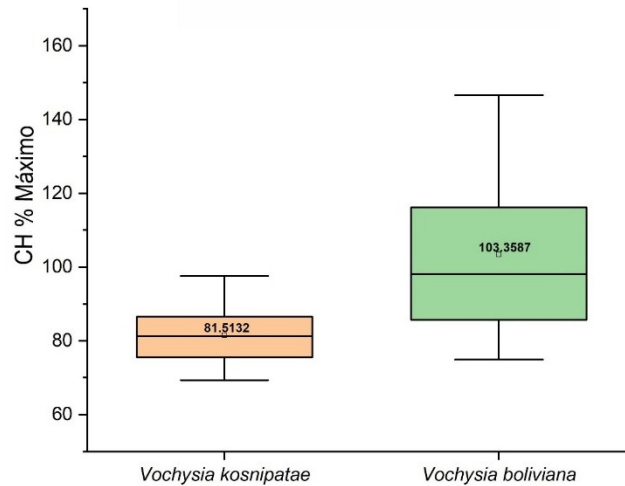


Figura 6. Diagrama de cajas del contenido de humedad (CH%) máximo por especie.

Estos resultados indican que la madera de *V. boliviana* tiene una capacidad de contener mayor volumen de agua en estado saturado, en comparación con *V. kosnipatae*. No obstante, *V. boliviana* presenta mayor variabilidad de CH% entre los individuos, indicando una mayor heterogeneidad de la madera (Tabla 10 y Figura 6). Más adelante analizaremos la relación del CH% con la densidad básica que depende de la estructura anatómica de la madera.

Las pruebas de Shapiro–Wilk (valores $p < 0,05$ para *V. boliviana* y *V. kosnipatae*) resultaron significativas, y los histogramas mostraron moderadas desviaciones de normalidad (Figura 7). Entonces, se utilizó la prueba no paramétrica de Mann–Whitney U para comparar las especies, la cual indicó una diferencia estadísticamente significativa del CH% máximo entre ambas especies ($p < 2,2e-16$) (Tabla 11).

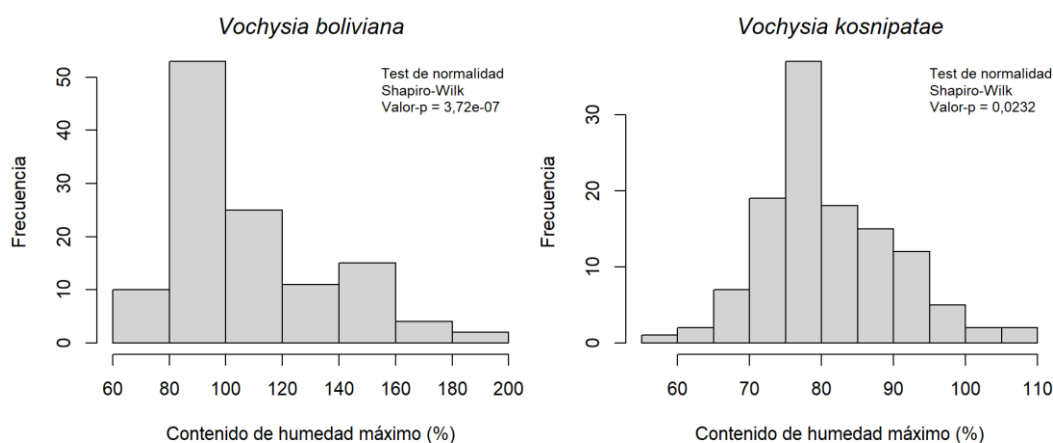


Figura 7. Histogramas y valor-p de la prueba de Shapiro-Wilk de los valores observados del Contenido de Humedad Máximo de la madera de *Vochysia boliviana* y *Vochysia kosnipatae*.

Tabla 11. Prueba de Mann–Whitney U para comparación de las medias de contenido de humedad máximo entre las dos especies. Valor-p $\leq 0,05$ indica diferencia significativa ($\alpha = 0,05$).

	W	Valor-p
Especies	12057	< 2,2e-16

4.2.2. Densidad de la madera

La especie *V. boliviana* presentó una densidad aparente (DA) promedio de 0,46 g/cm³ y un coeficiente de variación de 12,73%. Su densidad normal (DN) alcanzó un valor promedio de 0,77 g/cm³ y un coeficiente de variación de 11,45%. La densidad básica (DB) fue en promedio 0,37 g/cm³ y un coeficiente de variación de 9,07% (Tabla 12).

Por otro lado, en la especie *V. kosnipatae*, la DA promedio fue 0,38 g/cm³ y un coeficiente de variación de 6,22%. Su DN promedio fue de 0,62 g/cm³ y el coeficiente

de variación fue de 6,76%. Finalmente, la DB tuvo un promedio de 0,34 g/cm³ y un coeficiente de variación de 6,23%.

En general, *V. boliviana* presentó valores más altos de densidad de la madera, pero también una mayor variabilidad en comparación con *V. kosnipatae*, la cual mostró valores inferiores, pero más homogéneos (Figura 8)

Tabla 12. Promedio, desviación estándar (SD) y coeficiente de variación (CV) de los valores de densidad aparente (DA), densidad normal (DN) y densidad básica (DB) de la madera de *Vochysia kosnipatae* y *Vochysia boliviana*.

Especie	Densidad	Promedio (g/cm ³)	SD (g/cm ³)	CV (%)
<i>Vochysia boliviana</i>	DA	0,46	0,06	12,73
	DN	0,77	0,09	11,45
	DB	0,37	0,03	9,07
<i>Vochysia kosnipatae</i>	DA	0,38	0,02	6,22
	DN	0,62	0,04	6,76
	DB	0,34	0,02	6,23

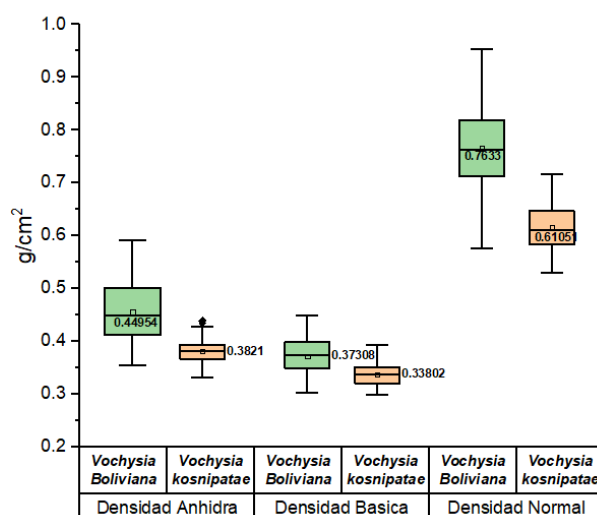


Figura 8. Densidad anhidra, densidad básica, y densidad normal de *Vochysia boliviana* y *Vochysia kosnipatae*.

Los valores más altos de densidad de la madera y mayor variabilidad en *V. boliviana* se corresponden con valores más altos en el CH% máximo; similarmente, en *V. kosnipatae* los individuos tuvieron valores más bajos de densidad de la madera y menor CH% máximo (Figura 8). Esta relación sugiere que *V. boliviana* tiene mayor cantidad de material celular (pared celular más gruesa) en comparación con *V. kosnipatae*, ya que más pared celular significa más sitios para agua ligada (agua adsorbida en la pared), por lo que la capacidad higroscópica (y por ende el CH%) puede ser mayor (Glass et al. 2010). Además, también puede indicar que *V. boliviana* posee una anatomía que favorece mayor retención de humedad (vasos más pequeños y frecuentes), en comparación con *V. kosnipatae*, ya que especies con lumen más pequeño y mayor fracción de pared retienen más agua ligada y menos agua libre, elevando el CH% máximo a igualdad de condiciones (Nzokou y Kamdem 2004). Asimismo, la alta variabilidad de los valores en *V. boliviana* indica mayor heterogeneidad de la madera entre individuos, que puede deberse a diferencias marcadas en proporción de madera juvenil y tasa de crecimiento entre individuos de *V. boliviana* (Glass et al. 2010).

Las pruebas de Shapiro–Wilk (valor $p = 0,231$ para *V. boliviana* y valor- $p = 0,122$ para *V. kosnipatae*) resultaron no significativas, y los histogramas mostraron la forma típica de la campana de Gauss. Por tanto, ambos conjuntos de observaciones siguieron la distribución normal, pudiéndose utilizar el test t para comparar la densidad básica de ambas especies (Figura 9). Los resultados de la prueba t de Student para muestras independientes revelaron que existe una diferencia estadísticamente significativa entre ambas especies ($p < 2,2e-16$) (Tabla 13).

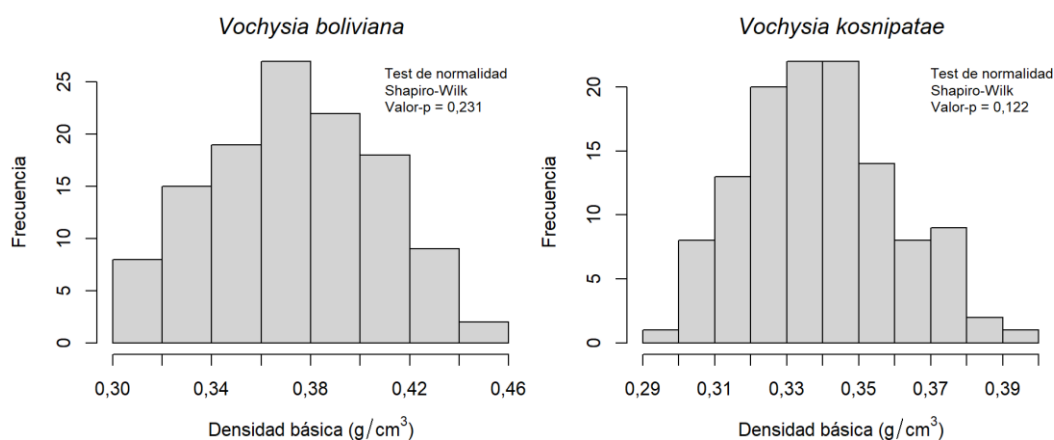


Figura 9. Histogramas y valor-p de la prueba de Shapiro-Wilk de los valores observados de la densidad básica de la madera de *Vochysia boliviana* y *Vochysia kosnipatae*.

Tabla 13. Prueba t de Student de comparación de las medias de densidad básica entre las especies *Vochysia boliviana* y *Vochysia kosnipatae*. Valor-p $\leq 0,05$ indica diferencia significativa ($\alpha = 0,05$).

	Estadístico t	Grados de libertad	Valor-p
Especies	16,76	174,92	< 2,2e-16

4.3.3. Contracción

La especie *V. boliviana* presentó una contracción radial (Crad), tangencial (Ctan), longitudinal (Clon) y volumétrica (Cvol) promedio de 14,06%, 5,30%, 0,46% y 17,27%, respectivamente, con coeficientes de variación de 19,52%, 41,14%, 67,20% y 27,81%, respectivamente (Tabla 14).

Por otro lado, la madera de *V. kosnipatae* presentó menos contracción, con valores promedio de contracción radial (Crad), tangencial (Ctan), longitudinal (Clon) y

volumétrica (Cvol) de 9,03%, 3,51%, 0,13% y 11,12%, respectivamente, y coeficientes de variación de 8,45%, 28,65%, 73,63% y 7,31%, respectivamente (Tabla 12).

En general, la madera de *V. boliviana* presentó mayor contracción en todas las direcciones evaluadas, así como una mayor variabilidad, comparada con *V. kosnipatae* (Figura 10).

Tabla 14. Valores promedio, desviación estándar (SD) y coeficiente de variación (CV) en porcentaje (%) de la contracción radial (Crad), contracción tangencial (Ctan), contracción longitudinal (Clong) y contracción volumétrica (Cvol) de la madera de *Vochysia kosnipatae* y *Vochysia boliviana*.

Especie	Contracción	Promedio (%)	SD (%)	CV (%)
<i>Vochysia boliviana</i>	Crad	14,06	2,74	19,52
	Ctan	5,30	2,18	41,14
	Clong	0,46	0,31	67,20
	Cvol	17,27	4,80	27,81
<i>Vochysia kosnipatae</i>	Crad	9,03	0,76	8,45
	Ctan	3,51	1,01	28,65
	Clong	0,13	0,09	73,63
	Cvol	11,12	0,81	7,31

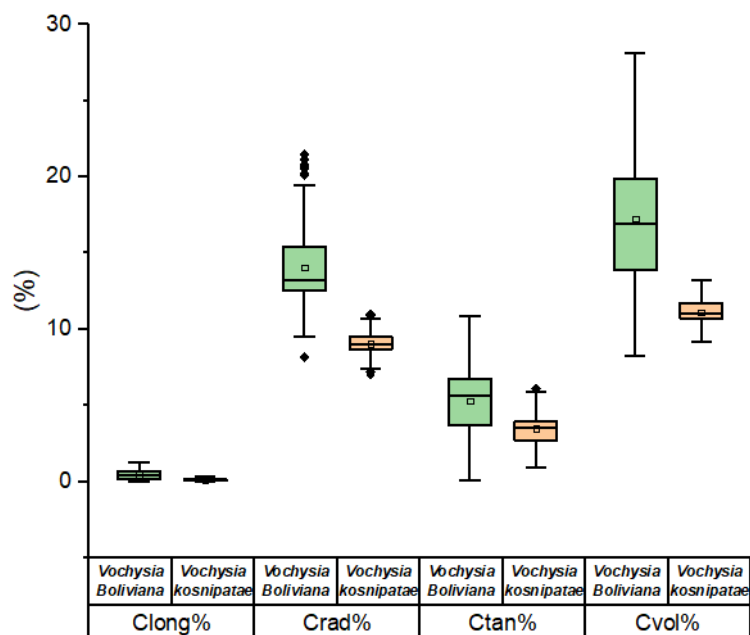


Figura 10. Contracción longitudinal (Clong%), contracción radial (Crad%), contracción tangencial (Ctan%) y contracción volumétrica (Cvol%), de *Vochysia boliviana* y *Vochysia kosnipatae*.

Estos resultados de contracción guardan relación con los resultados de CH% máximo (Figura 6), indicando que la estabilidad dimensional de la madera de estas dos especies está influenciada por el contenido de humedad (Nzokou y Kamdem 2004).

Las pruebas de Shapiro–Wilk (valores $p < 0,05$ para *V. boliviana* y *V. kosnipatae*) resultaron significativas, y los histogramas mostraron moderadas a fuertes desviaciones de normalidad (Figura 11). Por tanto, las observaciones no siguieron la distribución normal, principalmente las variables de contracción tangencial y contracción longitudinal; esta última presentó una distribución asimétrica (forma de J invertida). Entonces, se utilizó la prueba no paramétrica de Mann–Whitney U para comparar las especies, la cual indicó, en todos los casos, que existió diferencia significativa en la contracción de la madera entre las especies *V. boliviana* y *V. kosnipatae* (Tabla 15).

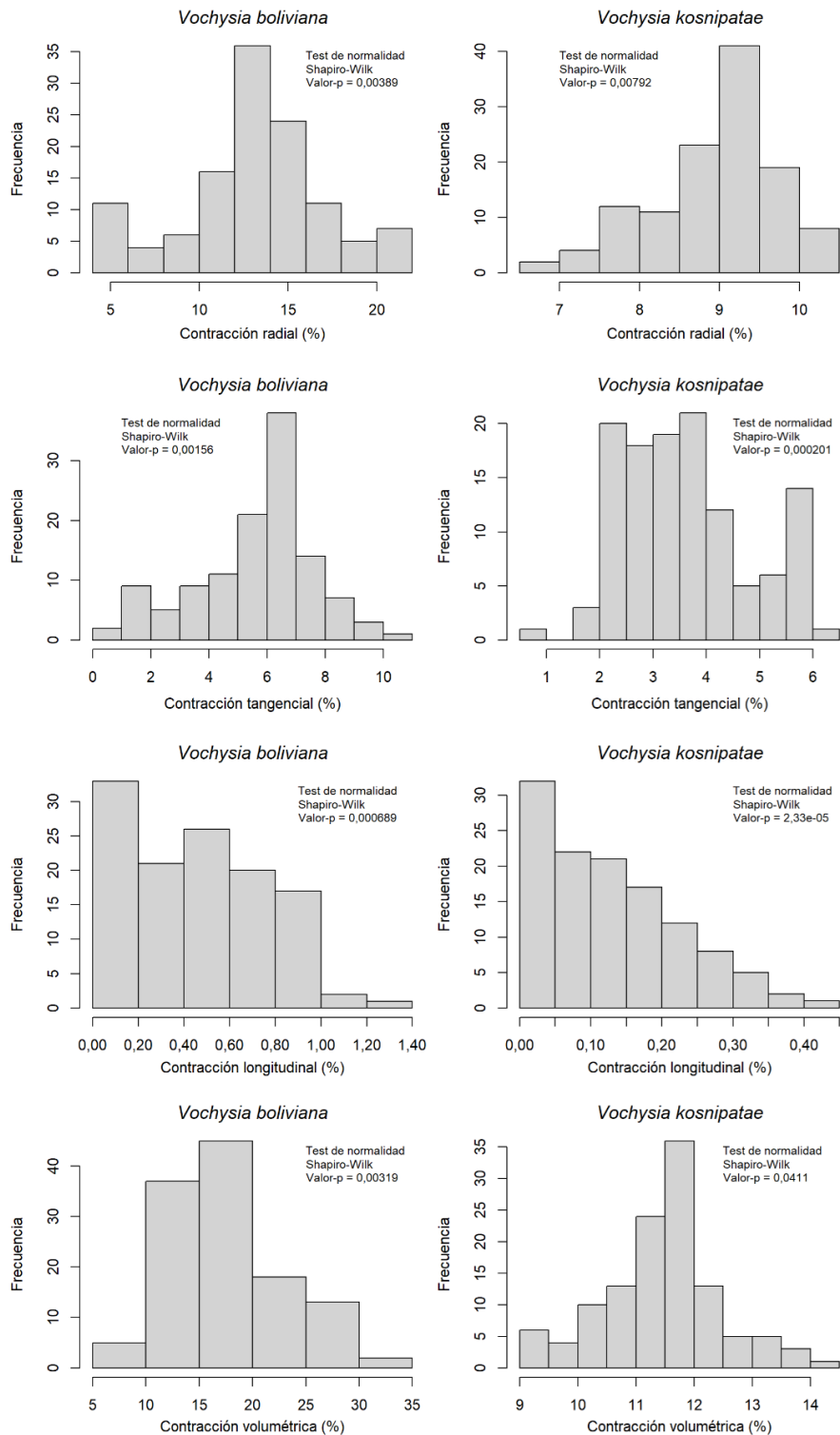


Figura 11. Histogramas y valor-p de la prueba de Shapiro-Wilk de los valores observados de la contracción radial, tangencial, longitudinal y volumétrica de la madera de *Vochysia boliviana* y *Vochysia kosnipatae*.

Tabla 15. Prueba de Mann–Whitney U para comparación de las medias de las contracciones (volumétrica, radial, tangencial y longitudinal) entre las dos especies. Valor-p $\leq 0,05$ indica diferencia significativa ($\alpha = 0,05$).

Contracción	W	Valor-p
Crad	12309	< 2,2e-16
Ctan	11575	4,088e-16
Clong	11762	< 2,2e-16
Cvol	12550	< 2,2e-16

4.4.4. Índice de estabilidad

V. boliviana presentó un valor promedio de 2,65% y un coeficiente de variación de 47%. Similarmente, *V. kosnipatae* alcanzó un valor promedio de 2,57% y un coeficiente de variación de 30% (Tabla 16 y Figura 12).

Tabla 16. Valores de índice de estabilidad promedio (%), desviación estándar (SD) y coeficiente de variación (CV) de las especies de *Vochysia kosnipatae* y *Vochysia boliviana*.

Especie	Promedio	SD	CV
<i>Vochysia boliviana</i>	2,65	1,26	47
<i>Vochysia kosnipatae</i>	2,57	0,76	30

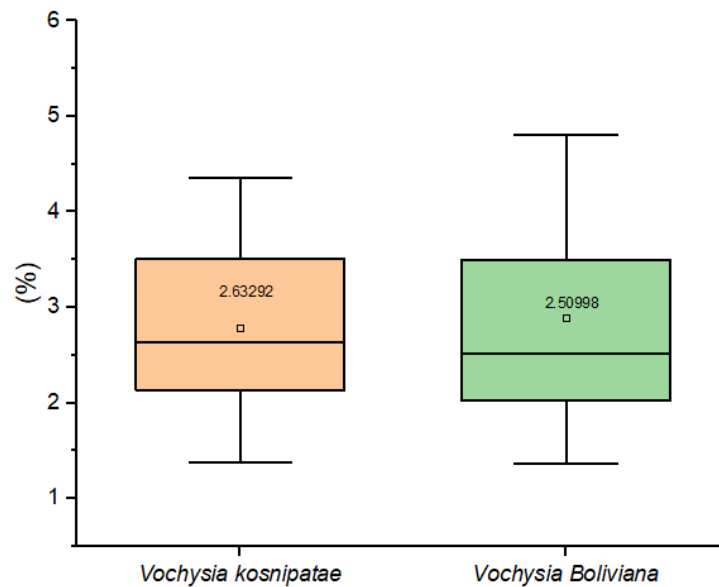


Figura 12. Índice de estabilidad de *Vochysia boliviana* y *Vochysia kosnipatae*.

La prueba de Shapiro–Wilk resultó no significativa para *V. boliviana* (valor- $p = 0,147$) pero significativa para *V. kosnipatae* (valor- $p = 4,24e-06$). En concordancia con estos resultados, el histograma para *V. boliviana* mostró la forma típica de la campana de Gauss, sin embargo, para *V. kosnipatae*, el histograma mostró una leve desviación de la distribución normal (Figura 13). Por tanto, ante el incumplimiento del supuesto de normalidad en uno de los conjuntos de datos, se utilizó la prueba de Mann–Whitney U para comparar el índice de estabilidad entre ambas especies. Los resultados de la prueba t de Student para muestras independientes sugieren que no existe una diferencia significativa entre ambas especies ($p = 0,15$) (Tabla 17).

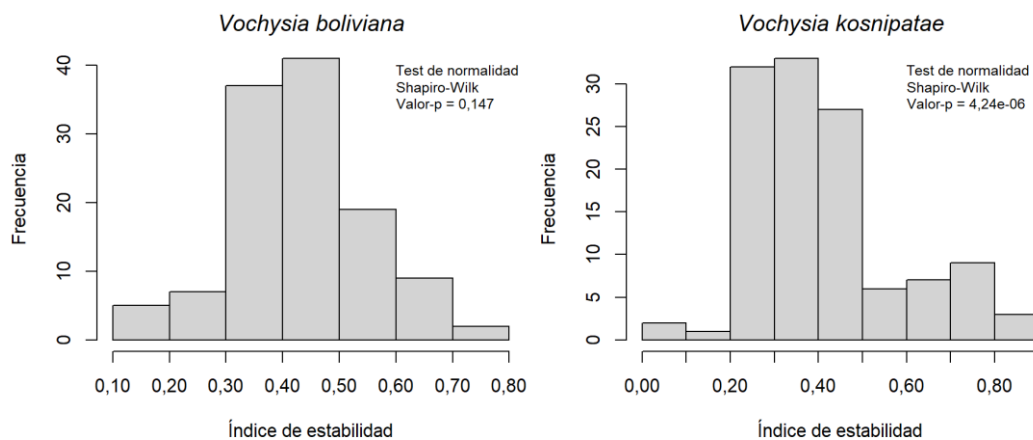


Figura 13. Histogramas y valor-p de la prueba de Shapiro-Wilk de los valores observados de índice de estabilidad de la madera de *Vochysia boliviana* y *Vochysia kosnipatae*.

Tabla 17. Prueba t de Student de comparación de las medias del índice de estabilidad entre las dos especies, P-valor $\geq 0,05$ no indica diferencia significativa ($\alpha = 0,05$).

	Estadístico t	Grados de libertad	P-Valor
Especie	1,45	238	0,15

En un estudio realizado en una plantación de *V. kosnipatae* en San Gabán, Puno, se reportó una densidad básica de $0,38 \text{ g/cm}^3$, CH% máximo de 122%, contracción volumétrica de 10,74%, e índice de estabilidad de 2,68 (Anquise, Ccahuana, Zevallos y Portal 2020). En otro estudio, se encontró que la madera de *Vochysia ferruginea* de la selva montana de Amazonas, posee parénquima aliforme en *V. ferruginea* con una densidad básica de $0,41 \text{ g/cm}^3$, contracción volumétrica similar de alrededor de 10,8 % (Arellanos-Occ et al. 2025).

Estos valores son muy similares a los hallazgos del presente estudio con árboles de *V. kosnipatae* creciendo en bosques naturales, y confirman las deficientes propiedades físicas de la especie caracterizándola como de baja densidad y dimensionalmente inestable. En cuanto a *V. boliviana* no existen estudios realizados

anteriormente, no obstante, los resultados encontrados en este estudio muestran una densidad básica, CH% máximo, contracción e índice de estabilidad deficientes, similares a *V. kosnipatae*, clasificándose como madera muy leve, de comportamiento inestable. La madera de ambas especies corresponde a una madera ligera, buena cuando el peso reducido es una ventaja (embalajes, aislantes, piezas ligeras), contracción total alta al secarse, que significa cambios volumétricos importantes entre verde y seco, y entre distintos ambientes, indicando mala estabilidad dimensional; mientras que la anisotropía alta (la contracción tangencial mucho mayor que la radial), favorece alabeos, cuarteo y tensiones internas en tablas y piezas macizas. El alto CH% máximo indica una pieza con mucha agua libre: requiere secado cuidadoso y su comportamiento frente a la humedad ambiental es muy marcado (higroscopicidad). Es normal que CH% >100% en maderas muy porosas; pero aumenta el riesgo de deformaciones, ataques biológicos si no se seca/trata.

Por tanto, la madera de estas especies puede usarse para tableros reconstituidos (aglomerado, MDF), contrachapado bien procesado, embalajes, piezas ligeras, biomasa. Si se seca y estabiliza, la madera puede servir para molduras, chapas y algunos elementos decorativos, pero siempre con precaución de diseño. No se aconseja su uso en suelos, muebles macizos, puertas/ventanas, instrumentos o aplicaciones dimensionalmente críticas.

CONCLUSIONES

Las características macroscópicas y organolépticas de la madera de *V. kosnipatae* y *V. boliviana* fueron muy similares, presentando porosidad difusa, poros medianos, visibles a simple vista, mayormente solitarios. Parénquima apotraqueal difusa y paratraqueal aliforme confluyente y bandas delgadas. Los radios, visibles solo con lupa de 10x, no son estratificados. Se identifican líneas vasculares irregulares con gomitas de color crema blanquecino, las cuales generan contraste en la sección radial

La especie *Vochysia boliviana* presentó un contenido de humedad máximo (CH%) significativamente mayor (103,35%) que *V. kosnipatae* (81,51%), lo que indica una mayor capacidad de retención de agua y, por tanto, una mayor higroscopicidad. Sin embargo, la mayor desviación estándar en *V. boliviana* sugiere mayor heterogeneidad anatómica entre individuos.

En cuanto a la densidad básica, *V. boliviana* mostró valores superiores (0,37 g/cm³) frente a *V. kosnipatae* (0,34 g/cm³). Asimismo, la densidad normal y densidad anhidra fue mayor en *V. boliviana* (0,77 g/cm³ y 0,46 g/cm³) comparada con *V. kosnipatae* (0,62 g/cm³ y 0,38 g/cm³), evidenciando una madera ligeramente más pesada y compacta, aunque con mayor variabilidad. Esto podría asociarse a paredes celulares más gruesas o una estructura con menor proporción de lumen.

Respecto a la contracción, *V. boliviana* presentó mayores valores radiales (14,06%), tangenciales (5,30%), longitudinales (0,46%) y volumétricos (17,27%) que *V. kosnipatae* (9,03%, 3,51%, 0,13% y 11,12%, respectivamente), lo que indica una menor estabilidad dimensional de *V. boliviana* durante el secado y frente a cambios de humedad ambiental. Las diferencias fueron estadísticamente significativas en todos los casos.

Finalmente, el índice de estabilidad fue muy similar entre ambas especies (*V. boliviana* = 2,65; *V. kosnipatae* = 2,57) y sin diferencia significativa, lo que sugiere que, a pesar de las mayores contracciones, la relación entre las mismas es comparable. Sin embargo, *V. kosnipatae* mostró menor variabilidad y mayor homogeneidad estructural, lo que la hace más estable en conjunto.

En síntesis, *Vochysia boliviana* posee mayor densidad, higroscopicidad y contracción, características de una madera más heterogénea y menos estable dimensionalmente, mientras que *V. kosnipatae* presenta menor densidad y contracción, por lo que se considera más estable y predecible frente a variaciones de humedad. La madera de estas especies puede usarse para tableros reconstituidos (aglomerado, MDF), contrachapado bien procesado, embalajes, piezas ligeras, biomasa.

RECOMENDACIONES

V. boliviana, resultó ser más densa y con mayor capacidad de retención de agua, puede destinarse a usos estructurales livianos, tableros reconstituidos, o aplicaciones donde la variación dimensional no sea determinante.

Dada la elevada higroscopicidad de *V. boliviana*, se recomienda aplicar tratamientos de impregnación o sellado superficial (barnices, aceites, resinas o termotratamiento) para reducir la absorción de humedad y mejorar su durabilidad. Considerando la heterogeneidad observada en *V. boliviana*, se sugiere una clasificación previa por densidad o crecimiento para asegurar uniformidad en los lotes destinados a uso industrial.

Ambas especies, por su baja a media densidad, pueden aprovecharse en paneles reconstituidos, chapas, o producción de pulpa y papel, donde las diferencias anatómicas tienen menor impacto en la estabilidad dimensional.

Deben realizarse estudios para conocer el crecimiento de estas especies así como ensayos de mejoramiento genético, propagación, implantación, y manejo silvicultural para promover plantaciones forestales de rápido crecimiento.

Se recomienda ampliar el estudio con análisis de propiedades mecánicas de estas especies, para corroborar la resistencia de estas especies con fines estructurales y no estructurales.

Futuras investigaciones también deben abarcar el estudio de las fibras de la madera de estas especies para conocer el potencial de la madera para pulpa de celulosa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALCANTARA, D.S., 2010. USO DE TÉCNICAS ÓTICAS NA AVALIAÇÃO DO ALINHAMENTO DAS FIBRAS DA MADEIRA SOB ESFORÇO DE FLEXÃO ESTÁTICA. ,
- ANQUISE, R.C.; CCAHUANA, E.A.; ZEVALLOS, P.A.; y PORTAL, L.A., 2020. Propiedades físicas, mecánicas y características anatómicas de *Vochysia kosnipatae* Huamantupa (Alco kaspi) de una plantación del distrito San Gabán. ,
- ARELLANOS-OCC, R.D.C., BACALLA-TENORIO, J., CASSANA-HUAMÁN, I.A. y PORTAL-CAHUANA, L.A., 2025. Wood properties of *Gordonia fruticosa* and *Vochysia ferruginea*: Anatomical, physical, and colorimetric analysis. , vol. 31, pp. 2025. DOI 10.1590/01047760202531013501.
- BRAVO, P., 2017. Análisis comparativo de las propiedades físicas de la madera de *Dialium guianense* (Aubl.) Sandwith (tamarindo), en el sentido longitudinal y transversal de cuatro porciones del árbol y sus probables usos, Las Piedras - Tambopata. . S.I.:
- CALLO, J.C., 2014. «Determinación de las Propiedades Físicas y Características Anatómicas de la Especie *Aspidosperma subincanum* MART. & Zucc. (Quillobordon) y *Beilschmiedia towarensis* (Meisn.) Sa. Nishida (Palta Moena) Provenientes del Distrito las Piedras - Provincia de Tambopata Departamento Madre de Dios- Perú». . S.I.:
- CAMPOS, W.C.A., 2015. DETERMINACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MADERA DE *Pinus maximinoi* H.e. Moore; COBÁN, ALTA VERAPAZ. . S.I.:
- CENTENO, C.J., 2017. Propiedades físicas de la especie *Cariniana decandra* Ducke en dos tipos de bosque provenientes de los distritos de Tambopata y las Piedras de la provincia de Tambopata-región Madre de Dios. . S.I.:

- EDUARDO, G.M., 2008. IDENTIFICACIÓN ORGANOLÉPTICA Y MACROSCÓPICA DE MADERAS COMERCIALES. . S.I.:
- GLASS, SAMUEL V, ZELINKA y SAMUEL L, 2010. Wood Handbook, Chapter 04: Moisture Relations and Physical Properties of Wood. . S.I.:
- HINOSTROZA, S.Y., 2016. «ANATOMÍA Y PROPIEDADES FÍSICAS DE LA MADERA DE PRIMERA Y TERCERA CORTA DE *Eucalyptus globulus* Labill-HUANCHAR-CONCEPCION». . S.I.:
- HUAMANTUPA, I., 2005. *Vochysia kosnipatae* (Vochysiaceae), una nueva especie endémica en el. . S.I.:
- HUAMANTUPA, I., 2012. Notas Sobre, Ecología, Manejo y Estado de Conservación de *Vochysia kosnipatae*. [en línea]. S.I.: Disponible en: <http://ibot.sav.sk/icbn/main.htm>.
- HUAMANTUPA, I.; VÁSQUEZ, R.; FOSTER, R.; CUBA, M.; y CALATAYUD, G., 2014. Adiciones de angiospermas a la Flora del Perú procedentes de los bosques Andino Amazónicos del sur peruano. *Revista Peruana de Biología*, vol. 21, no. 2, pp. 163-170. ISSN 17279933. DOI 10.15381/rpb.v21i2.9819.
- IAWA, (International Association of Wood Anatomists), 1989. IAWA list of microscopic features for hardwood identification: with an appendix on non-anatomical information. *IAWA Journal*, vol. 10, no. 3, pp. 219-232. ISSN 0928-1541. DOI 10.1163/22941932-90000496.
- LANLY, J.P., 2003. Los factores de la deforestación y de la degradación de los bosques. [en línea]. [consulta: 3 septiembre 2024]. Disponible en: <https://www.fao.org/4/xii/ms12a-s.htm>.
- MARÍA, S.M., 2006. Guía de Procesamiento Industrial 2 Guía de Procesamiento Industrial Fabricación de Muebles con Maderas Poco Conocidas-LKS. . S.I.:
- MINAM, 2018. CUSCO. [en línea]. S.I.: Disponible en: www.minam.gob.pe.
- MORVELY, D.W., 2014. Determinación de las características anatómicas y propiedades físicas de la madera de las especies *erisma uncinatum* Warm y

- dacryodes peruviana (loes.) H.J. Lam proveniente de la provincia de Tambopata- Madre de Dios. . S.I.:
- NTP 251.008, 2023. Madera y Carpintería para construcción. selección y colección de muestras. ,
- NTP 251.010, 2020. Madera. Métodos para determinar el contenido de humedad. ,
- NTP_251.008, 2016. NTP_251.008.2016. ,
- NTP-251.010, 2014. 21474_251.010. ,
- NZOKOU, P. y KAMDEM, D.P., 2004. Influence of wood extractives on moisture sorption and wettability of red oak (*Quercus rubra*), black cherry (*Prunus serotina*), and red pine (*Pinus resinosa*). *Wood and Fiber Science*, vol. 4, no. 36, pp. 483-492.
- PAOLA, D.M., 2005. Evaluación de propiedades físicas y mecánicas de la madera de *Norhofagus glauca* (Hualo) proveniente de la zona de Cauquenes. ,
- PERAZA, C., 1966. la madera y sus propiedades. ,
- PORTAL, C.L., 2008. UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE DE DIOS CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA FORESTAL Y MEDIO AMBIENTE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICO Y CARACTERISTICAS ANATÓMICAS DE LA ESPECIE *Crepidospermum goudotianum*. . S.I.:
- QUISPE, I.G., ROSALES, E.R., y PORTAL, L.A., 2011. «Análisis comparativo de las propiedades físicas de la madera de *Tetragastis altísima* (Abul.) Swartz, de dos tipos de bosque del distrito Las Piedras- Madre dedios». . S.I.:
- STAFLEU, F.A., 1953. AMONOGRAPHOF THE VOCHYSIACEAE. . S.I.:
- TENORIO, C., MOYA, R. y FILHO, M.T., 2020. Density profile and micromorphology variation of densified wood from three fast growth hardwood species in Costa Rica. *Wood and Fiber Science*, vol. 52, no. 3, pp. 266-279. ISSN 07356161. DOI 10.22382/wfs-2020-025.

VALLEJOS, Y.M., 2023. Caracterización macroscópica del fuste de *Vochysia grandis* Mart «Quillosa amarilla» y *Laetiaprocera* (Poepp. & Endl.) Eichl. "Timareo" La morada - Huanuco. . S.l.:

ANEXO

Anexo 1. Matriz de consistencia

" PROPIEDADES ANATÓMICAS Y FÍSICAS DE DOS ESPECIES DEL GENERO VOCHYSIA DEL DISTRITO DE CAMANTI, QUISPICANCHI, CUSCO"

NOMBRE DE LOS TESISISTAS: MAMANI CAHUANA, PATTY LEYLA Y QUISPE QUISPE, YUSET ENRIQUE				
PROBLEMAS	Objetivos	Hipótesis	VARIABLES e indicadores	Metodología
<p>¿CUÁL SERÁ LAS PROPIEDADES ANATÓMICAS Y FÍSICAS DE DOS ESPECIES DEL GÉNERO VOCHYSIA DEL DISTRITO DE CAMANTI, QUISPICANCHI, CUSCO?</p> <p>¿CUÁL SERÁ LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS Y MACROSCÓPICAS DE V. KOSNIPATAE HUAMANTUPA Y V. BOLIVIANA (RUSBY)?</p> <p>¿CUÁL SERÁ LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE V. KOSNIPATAE HUAMANTUPA Y V. BOLIVIANA (RUSBY)?</p>	<p>Objetivo General</p> <p>Determinar las propiedades anatómicas y físicas de dos especies del género Vochysia del distrito de Camanti, Quispicahi, Cusco.</p>	<p>Esta investigación será de tipo básico, lo que implica que se enfoca en describir y caracterizar las propiedades anatómicas y físicas de dos especies del género Vochysia. Según expertos, las investigaciones básicas no requieren hipótesis, UNAMAD (2022).</p>	<p>Variables independientes</p> <p>Características organolépticas:</p> <p>Color, Olor, Sabor, Grano, Brillo, Veteado y Textura.</p> <p>- Son visibles a simple vista.</p>	<p>Tipo de estudio</p> <p>La presente investigación será de diseño de estudio analítico no experimental, de nivel y tipo será descriptivo y básico. El método será explicativo, deductivo y cuantitativo (deducido de datos cuantitativos).</p>
	<p>Objetivos específicos</p> <p>Describir las características organolépticas y macroscópicas de <i>V. kosnipatae</i> Huamantupa y <i>V. boliviana</i> (Rusby) en el distrito de Camanti, Quispicanchi, Cusco</p> <p>Determinar el contenido de humedad máximo (CH% máx) de <i>V. kosnipatae</i> Huamantupa y <i>V. boliviana</i> (Rusby) en el distrito de Camanti, Quispicanchi, Cusco</p>		<p>Características macroscópicas:</p> <p>Poros, Radios y Parénquima.</p>	
	<p>Determinar la densidad normal (DN), densidad básica (DB) y densidad anhidra (DAH); de <i>V. kosnipatae</i> Huamantupa y <i>V. boliviana</i> (Rusby) en el distrito de Camanti, Quispicanchi, Cusco</p>		<p>Variables dependientes</p> <p>Densidad básica de la madera: Peso anhidro (g). Volumen saturado (cm³).</p> <p>Contracción radial: Reducción de la longitud radial de la pieza (%).</p> <p>Contenido de humedad: Peso húmedo (m¹) Peso seco (m²) Expresado en porcentaje (%)</p>	<p>Técnicas Instrumentales de muestreo</p> <p>La presente investigación será de análisis no experimental; para la población será todos los árboles de (<i>V. kosnipatae</i> Huamantupa y <i>V. boliviana</i> (Rusby). que se hallen en la zona de estudio. Para la muestra será representada por 3 árboles y se realizará el procedimiento de datos, para obtener los valores promedios.</p>
	<p>Determinar la contracción volumétrica (CV), contracción radial (CR), contracción tangencial (CT) y la contracción longitudinal (CL) e índice de estabilidad (IE) de <i>V. kosnipatae</i> Huamantupa y <i>V. boliviana</i> (Rusby) en el distrito de Camanti, Quispicanchi, Cusco.</p>		<p>Determinar el uso de la madera de <i>V. kosnipatae</i> Huamantupa y <i>V. boliviana</i> (Rusby) en el distrito de Camanti, Quispicanchi, Cusco.</p>	

Anexo 2. Panel fotográfico



Rodaja de la especie *Vochysia boliviana* (Rusby)



Rodaja de la especie *Vochysia kosnipatae* Huamantupa



Xiloteca de corte radial de la especie *Vochysia boliviana* (Rusby)



Xiloteca de corte radial de la especie *Vochysia kosnipatae* Huamantupa



Xiloteca de corte tangencial de la especie *Vochysia boliviana* (Rusby)



Xiloteca de corte tangencial de la especie *Vochysia kosnipatae* Huamantupa