

**UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE
DE DIOS**

FACULTAD DE INGENIERÍA

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



**“Anatomía y propiedades físicas de tres especies del género Tachigali
en un bosque de Terraza Alta en la región de Madre de Dios, a través
del método no destructivo”**

TESIS, PRESENTADA POR:

Bachiller: KOHAGURA
ARRUNATEGUI, José Andrés
Hideki.

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

ASESOR: M.Sc. PORTAL
CAHUANA, Leif Armando.

PUERTO MALDONADO, 2020.

**UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZONICA DE MADRE
DE DIOS**

FACULTAD DE INGENIERÍA

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



**“Anatomía y propiedades físicas de tres especies del género Tachigali
en un bosque de Terraza Alta en la región de Madre de Dios, a través
del método no destructivo”**

TESIS, PRESENTADA POR:

Bachiller: KOHAGURA
ARRUNATEGUI, José Andres
Hideki.

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

ASESOR: M.Sc. PORTAL
CAHUANA, Leif Armando.

PUERTO MALDONADO, 2020.

Dedicatoria

A mis Padres, **ROSA ELVIRA ARRUNATEGUI MORENO, ANDRES ALEJANDRO KOHAGURA GIER SCH**, Porque fueron los que confiaron en mí en todo momento brindándome su apoyo incondicional, Por su constancia, por su comprensión, por sus grandes sacrificios para alcanzar mis anhelos.

Agradecimientos

A Dios por darme la perseverancia, la fuerza, por guiarme a cada paso y la oportunidad de haber realizado mis ideales.

A la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios (UNAMAD), que me formó intelectual y profesionalmente.

A el M.Sc. Leif Armando Portal Cahuana, mi asesor de tesis, por siempre guiarme y disipar mis dudas.

A Mis Docentes de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios (UNAMAD), que me guiaron y me apoyan a lo largo de mi carrera académica; a mí Hermano Kenji Kohagura Arrunátegui, por haberme ayudado en la fase de campo; A mis apreciables amigos: Jorge Garate, Frank Valera, Alejandro Vásquez, Bella luz Flores, Martin Pillaca, Sufer Baez y Nitoshi Toyotome, que colaboraron, compartieron su conocimiento y tiempo para seguir adelante y hacer realidad esta meta.

¡Muchas gracias...!

Presentación

La presente tesis de pregrado para optar al título de Ingeniero Forestal y Medio Ambiente UNAMAD, consistió en describir la anatomía y propiedades físicas de tres especies del género Tachigali en un bosque de Terraza Alta en la región de Madre de Dios, a través del método no destructivo.

Dicha tesis es ejecutada con técnicas no destructivas (Barreno de Pressler) que es más barato, rápido para la colecta del material leñoso lo que puede ayudar a realizar investigaciones de más especies forestales de la región de Madre de Dios lo que incrementa el conocimiento tecnológico de las especies nativas de la zona y aporte a la ciencia y tecnología del país, dando valor a la biodiversidad de flora.

Resumen

El objetivo de la presente investigación, fue describir la anatomía y propiedades físicas de tres especies del género *Tachigali* en un bosque de Terraza Alta en la región de Madre de Dios, a través de métodos no destructivos. Se colectaron tres árboles de cada especie estudiada (*Tachigali alba* Ducke, *Tachigali chrysaloides* van del Werff y *Tachigali vasquezii* Pipoly.); Para la elección de los árboles se utilizaron los criterios de la NTP N°251.008 (2016), que incluían consideraciones generales, fitosanitarias, dasométricas y otras. Se utilizó la barrena Pressler para seleccionar tres muestras de cada árbol. Se realizaron mediciones de las propiedades físicas de las muestras (macroscópicas, microscópicas, contenido de humedad, densidad, peso calculado de 1m³ y 1pt al 12% de humedad). Los resultados que se encontraron en la anatomía muestran que la anatomía de las tres especies del género *Tachigali* tienen características comunes tanto macroscópicas como microscópicamente. El parénquima axial es de tipo paratraqueal vasicéntrico, anillos de crecimiento visibles delimitados por zonas fibrosas, radios exclusivamente uniseriados. Sobre las propiedades físicas la densidad básica de estas especies son medias y muy altas. El peso calculado de 1m³ y 1 pt de las tres especies forestales del género *Tachigali*, está directamente relacionado con su densidad básica. Finalmente sobre los usos de las maderas de las tres especies del género *Tachigali*, estas fueron influenciadas directamente y principalmente por la densidad básica de las maderas.

Palabras Claves: tecnología de la madera, especies tropicales nativas, densidad básica, Barreno de Pressler.

Abstract

The objective of this research was to describe the anatomy and physical properties of three species of the genus *Tachigali* in a High Terrace forest in the Madre de Dios region, through non-destructive methods. Three trees of each species studied were collected (*Tachigali alba* Ducke, *Tachigali chrysaloides* van del Werff and *Tachigali vasquezii* Pipoly NTP N°251.008 (2016) criteria were used to choose the trees, which included general, phytosanitary, dasometric, and other considerations. The Pressler auger was used to select three samples from each tree. Measurements were made of the physical properties of the samples (macroscopic, microscopic, moisture content, density, calculated weight of 1m³ and 1pt at 12 percent moisture content). The macroscopic, microscopic characteristics, moisture content, densities, the calculated weight of 1m³ and 1pt at 12% moisture content were determined. The results found in the anatomy show that the anatomy of the three species of the genus *Tachigali* have common characteristics both macroscopically and microscopically. The axial parenchyma is of the vasicentric paratracheal type, visible growth rings delimited by fibrous areas, exclusively uniseriate radii. On the physical properties the basic density of these species are medium and very high. The calculated weight of 1m³ and 1 pt of the three forest species of the genus *Tachigali*, is directly related to their basic density. Finally, on the uses of the wood of the three species of the genus *Tachigali*, these were directly and mainly influenced by the basic density of the wood.

Keywords: Wood technology, native tropical species, basic density, Pressler's bore.

Introducción

Nuestra alta biodiversidad requiere un conocimiento amplio, científico y técnico de lo que tenemos en nuestro territorio peruano. La biodiversidad de flora necesita ser estudiada, ya que se desconoce mucho nuestra riqueza de flora y su potencial para el aprovechamiento, esto es actualmente un problema marcado en la tala ilegal, la extracción intensiva de algunas cuantas especies, la extinción de estas especies o ponerlas en riesgo y consideradas en la lista del Convenio sobre el Comercio Internacional de Especies amenazadas de Fauna y Flora Silvestre – CITES.

Es en este sentido que se requiere investigar la biodiversidad de flora en el Perú, desde el punto de vista tecnológico, conociendo que para ello existen pocas fuentes y fondos de fomento y que las empresas forestales (concesiones forestales), no se interesan mucho en este aspecto preocupándose en el mercado actual y su demanda y no en el potencial de sus concesiones forestales y las futuras tendencias del mercado.

En este entender es necesario utilizar nuevas tecnologías en todo el proceso de investigaciones de la flora para el conocimiento tecnológico de la misma, es así por ejemplo que en la fase de colecta se tiene “los ensayos no destructivos, son aquellos ensayos que se realizan sobre madera para medir una característica, o para determinar la presencia de determinadas anomalías que pueden ser perjudiciales para su posterior uso” (IPEND 2020). “La particularidad que hace que los ensayos no destructivos sean tan beneficiosos e interesantes es que utilizan alguna propiedad de los componentes inspeccionados para su realización, sin alterar ni dañar en el objeto de estudio en este caso el árbol” (IPEND 2020). La barrena Pressler, taladro Pressler, barrena suiza o barrena de incremento es una de las herramientas utilizadas para la recolección no destructiva. Se trata de un equipo preciso diseñado para recolectar pequeñas piezas cilíndricas de madera de un árbol vivo sin dañarlo (Gutiérrez y Ricker 2014).

Es por ello que es necesario adoptar este tipo de procesos en la investigación para abarcar más especies forestales con menor costo y menor tiempo, por eso se plantea como objetivo principal de la presente investigación: Determinar la anatomía y propiedades físicas de tres especies del género Tachigali en un bosque de Terraza Alta en la región de Madre de Dios, a través de métodos no destructivos.

Índice

Contenido

CAPÍTULO 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
1.5 Operacionalización de variables	3
1.6 Hipótesis	5
1.7 Justificación.....	5
1.8 Consideraciones éticas	6
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	7
2.1 Antecedentes de estudio	7
2.2 Marco teórico.....	9
2.1.1. Descripciones taxonómicas de las especies a estudiar	9
2.1.2. Características anatómicas	10
2.3 Definición de términos	11
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	14
3.1 Tipo de estudio.....	14
3.2 Diseño del estudio	14
3.3 Población y muestra.....	14
3.1.1. Muestra	15
3.4 Métodos y técnicas.....	16
CAPÍTULO IV: RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	24
CONCLUSIONES.....	42
SUGERENCIAS.....	43
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44
ANEXOS	48
ANEXO 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA	49

Índice de Figuras

Figura 01: Imágenes macroscópicas y microscópicas de la especie <i>Tachigali chrysaloides</i> van der Werff. Fuente:	11
Figura 02: Obtención de muestras de Tachigali con el Barreno de Pressler. A) Introduciendo el Barreno a 1.30 m. B) Extrayendo la muestra de madera y colocándolo en el sorbete. C) Preservando la herida. D) Sellando con silicona el orificio.	17
Figura 03: Fase de Laboratorio. A) Dividiendo la muestra para la parte macroscópica y microscópica B) Sub muestras para la parte microscópicas. C) Identificando las secciones de la madera. D) Encolando y amarrando las muestras en el soporte de madera.	20
Figura 04: Propiedades Físicas. A) Determinando el peso. B) Obteniendo el volumen. C) Colocando las muestras en la estufa. D) Poniendo en el desecador las muestras.	23
Figura 05. Macrofotografía a 30x de la sección transversal A. <i>Tachigali alba</i> Ducke. B. <i>Tachigali chrysaloides</i> van del Werff C. <i>Tachigali vasquezii</i> Pipoly. Barra = 2mm.	26
Figura 06. Microfotografías de <i>Tachigali alba</i> Ducke. A. Corte transversal 4x. B. Corte tangencial 10x. C. Corte Radial 10x.	28
Figura 07. Microfotografías de <i>Tachigali chrysaloides</i> van del Werff A. Corte transversal 4x. B. Corte tangencial 10x. C. Corte Radial 10x.	30
Figura 08. Microfotografías de <i>Tachigali vasquezii</i> Pipoly. A. Corte transversal 4x. B. Corte tangencial 10x. C. Corte Radial 10x.	32
Figura 09. Comparación del peso calculado de 1m ³ al 12% de contenido de humedad.	39
Figura 10. Comparación del peso calculado de 1pt al 12% de contenido de humedad.	39
Figura 11. Comparación de la densidad básica de las maderas del género Tachigali, estudiadas en diversas partes del mundo.	41

Índice de tablas

Tabla 01: Operacionalización de las variables en la presente tesis.....	03
Tabla 02: Norma Técnica Peruana para las propiedades físicas.....	21
Tabla 03: Ficha Biométrica de <i>Tachigali alba</i> Ducke.....	27
Tabla 04: Ficha Biométrica de <i>Tachigali chrysaloides</i> van del werff.....	29
Tabla 05: Ficha Biométrica de <i>Tachigali vasquezii</i> pipoly.....	31
Tabla 06. Valores promedios de las propiedades físicas de <i>Tachigali alba</i> Ducke.....	33
Tabla 07. Valores promedios de las propiedades físicas de <i>Tachigali chrysaloides</i> van del Werff.....	34
Tabla 08. Valores promedios de las propiedades físicas de <i>Tachigali vasquezii</i> Pipoly.....	35
Tabla 09. Peso Calculado de 1m ³ y 1pt de las tres especies del género <i>Tachigali</i>	38
Tabla 10. Peso Calculado de 1m ³ y 1pt de las maderas peruanas calculadas por el CITEmadera.....	38

CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Descripción del problema

La deforestación tropical es uno de los problemas medioambientales más graves, con serias ramificaciones económicas y sociales. "Los bosques tropicales albergan el 70% de las especies vegetales y animales del mundo, influyen en la temperatura local y regional, gestionan los caudales de los ríos y suministran una amplia gama de productos madereros y no madereros" (Cayuela 2006). "En los países en desarrollo, la expansión de la población y la pobreza crónica son las principales causas de la pérdida de estos bosques" (Cayuela 2006).

De los estudios taxonómicos conocidos de los bosques tropicales del Perú se estiman que existen en sus bosques aproximadamente 6350 especies de árboles, y menos del 5% de las especies de la región amazónica son explorados por su valor maderero (Peña 2017), de esto aproximadamente 150 especies forestales tienen determinadas sus características tecnológicas (Chavesta y Meléndez 2009). Esta realidad del país se debe en parte, al desconocimiento de las propiedades físicas, mecánicas, trabajabilidad, etc y usos de un gran número de especies forestales nativas de valor potencial como las especies del género *Tachigali*; por lo que las investigaciones en el campo tecnológico de las maderas, así como su información, tienen importancia relevante en el aprovechamiento mucho más integral de nuestros bosque tropicales y nuestros recursos forestales nativos.

Es por ello que el desconocimiento tecnológico (anatomía y propiedades físicas) de las especies *Tachigali alba* Ducke, *Tachigali chrysaloides* van del Werff y *Tachigali vasquezii* Pipoly, en la región de Madre

de Dios, hace que exista un escaso o limitado aprovechamiento industrial de estas maderas y puede ser utilizada irracionalmente por la población local en función a su carente información tecnológica.

1.2 Formulación del problema

¿Cuáles son las características anatómicas y propiedades físicas de las tres especies del género *Tachigali* en un bosque de Terraza Alta en la región de Madre de Dios?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

- Describir la anatomía y propiedades físicas de tres especies del género *Tachigali* en un bosque de Terraza Alta en la región de Madre de Dios, a través de métodos no destructivos.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar la anatomía de la madera desde el punto de vista organoléptico, macroscópica y microscópica de las especies: *Tachigali alba* Ducke, *Tachigali chrysaloides* van del Werff y *Tachigali vasquezii* Pipoly.
- Determinar las propiedades físicas, el peso de 1m³ al 12% de humedad y el peso de 1 pie tablar al 12% de humedad, de las especies *Tachigali alba* Ducke, *Tachigali chrysaloides* van del Werff y *Tachigali vasquezii* Pipoly.
- Comparar las características anatómicas y propiedades físicas de las tres especies del género *Tachigali*.

- Determinar el uso de la madera de *Tachigali alba* Ducke, *Tachigali chrysaloides* van del Werff y *Tachigali vasquezii* Pipoly, en función a su anatomía y propiedades físicas.

1.4 Variables

Las variables en la presente investigación son:

- Variables Independientes: Son: (1) Las tres especies del género *Tachigali*, (2) Diámetro tangencial de poros, (3) Número de radios por mm, (4) Número de poros por mm² y (5) Radio número de células, altura y ancho.
- Variables Dependientes: (1) Contenido de humedad, (2) Contenido de humedad máxima, (3) Densidad básica, (4) Densidad normal, (5) Densidad anhidra y (6) Contracción volumétrica.

1.5 Operacionalización de variables

En la Tabla 01 donde se colocan las variables, indicadores, instrumentos, unidad/escala y fuente.

Tabla 01: Operacionalización de las variables en la presente tesis.

	Variables	Indicadores	Instrumento	Unidad/escala	Fuente
Independientes	Diámetro tangencial de poros/vasos	Se medirá el diámetro de poros.	• Láminas de tejido macerado	Micras (μ).	IAWA
	Diámetro de Fibras	Se medirá el diámetro de fibras	• Láminas histológicas en el corte transversal.		
	Longitud de elementos vasculares	Se medirá la longitudinal de los elementos	Láminas de tejido macerado.	Micras (μ).	IAWA

Dependientes	vaculares				
	Número de vasos por mm ² .	Se contará cuantos vasos hay en un mm ² /	Láminas histológicas en el corte transversal.	Micras (μ).	IAWA
	Número de radios por mm.	radios en un mm.			
	Radios número de células, altura y ancho.	Se contará cuantas células de radio hay en ancho y alto	Láminas histológicas en el corte tangencial	Micras (μ).	IAWA
	Humedad de la madera	Se determinara el Contenido de humedad por el método gravimétrico.	Estimación método indirecto a través de estufa y balanza de precisión.	Porcentaje (%)	NTP 251.010
	Densidad básica de la madera	Se aplicara la norma NTP(Peso seco al horno / Volumen húmedo)	Estimación método indirecto a través de estufa y balanza de precisión.	g/cm ³	NTP 251.011
	Contracción volumétrica de la madera	Se aplicara la norma NTP para determinar las contracciones longitudinales, radiales, tangenciales, volumétrica y el índice de estabilidad	Estimación método indirecto a través de estufa y balanza de precisión.	Porcentaje (%)	NTP 251.012

Fuente: Elaboración propia.

1.6 Hipótesis

H0: Existe diferencias significativas en la anatomía y propiedades físicas de las tres especies del género Tachigali.

H1: Al menos una especie presenta diferencia significativa en la anatomía y propiedades físicas de las tres especies del género Tachigali.

1.7 Justificación

La presente investigación que se propone tiene justificación en los puntos de vista:

Punto de vista de investigación: Es necesario conocer los bosques tropicales de la región de Madre de Dios y con ello su flora arbórea, como en el caso de las tres especies del género Tachigali, y así poder tener una serie de posibilidades de usos de las diversas especies con actitud industrial. Desde ese punto de vista, es necesario que las universidades públicas y privadas enfoquen sus investigaciones a conocer nuestra biodiversidad y no se esté destruyendo irracionalmente nuestras riquezas. Es necesario que las universidades realicen una serie de sinergias con las empresas forestales, a fin de investigar las especies forestales con el propósito que les sirva a dichas empresas y se avance más rápidamente.

Punto de vista social: nuestra población carente de trabajo formal, en la región de Madre de Dios y poblaciones de otras regiones del Perú, vienen destruyendo nuestra biodiversidad con la finalidad de dedicarse a la actividad minera ilegal, esta destrucción a depredado diversas especies forestales sin la posibilidad de poderlas aprovecharlas tomándolas únicamente como recurso desechable. En este sentido es necesario brindar información técnica y mostrar a la población la diversidad de maderas tropicales que contamos en la región como las tres especies del género Tachigali y sus innumerables usos, con la finalidad de que sea una posibilidad de trabajo para las poblaciones locales y foráneas.

Punto de vista económico: Si se investiga la diversidad de flora en la región, sobre todo las arbóreas, se incrementará el abanico de posibilidades de aprovechamiento de especies forestales no tradicionales como las tres especies del género Tachigali y eso implica extraer especies que sean más abundantes en los bosques y se aproveche racionalmente y pueda generar lucro para las poblaciones involucradas.

Punto de vista ambiental: Por último, al aprovechar estas especies maderables no tradicionales como las tres especies del género Tachigali, dejamos de intensificar el aprovechamiento de otras especies maderables comerciales más explotadas y ayudamos a la conservación de estas especies amenazadas con otras alternativas.

1.8 Consideraciones éticas

De acuerdo con la Ley Forestal N° 29763 y la Ley General del Ambiente N° 28611, todas las etapas de la investigación se realizaron "con responsabilidad, cumplimiento y siguiendo todos los principios básicos de la investigación".

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de estudio

Ziaco et al. (2015), analizaron la anatomía de la madera y las características de los anillos de los árboles de cuatro especies de coníferas en respuesta a diferentes niveles de disponibilidad de agua, comparando una población de baja y alta altitud. Las cronologías de las anchuras de la madera temprana y tardía, así como los parámetros celulares. Este estudio de anatomía de la madera lo realizaron mediante muestreos no destructivos mediante microcores.

En el estudio de revisión de De Micco et al. (2019), ofrecen una visión general de los procesos de formación de la madera hasta el desarrollo de los anillos de los árboles, teniendo en cuenta que la acción combinada de factores intrínsecos y ambientales determina los rasgos anatómicos de un anillo de árbol formado en un momento y posición específicos dentro de la arquitectura del árbol. Además, proporcionan directrices sobre nuevos métodos y enfoques desarrollados recientemente para estudiar la formación del xilema, todo esto utilizando métodos no destructivos.

Meldivello et al. (2016), sugieren que es necesario tener un buen conocimiento de la anatomía y la fenología de la madera para realizar estudios dendrocronológicos en los bosques tropicales. Por ejemplo, la mayoría de las especies arbóreas de angiospermas que se han estudiado en los bosques neotropicales secos desde un punto de vista dendrocronológico presentan límites de anillos caracterizados por una banda de parénquima marginal.

Latorraca et al. (2015), estudiaron entre otras cosas la anatomía de la madera de *Schizolobium parahba* Var. *Amazonicum*, en Acre – Brasil, a través del

método no destructivo con el auxilio del barreno de Pressler. Permitiéndoles con la caracterización anatómica y la delimitación del área de la madera juvenil-adulta del tronco de los árboles indicar el uso múltiple y sustentable de la madera.

Rosero et al. (2010), estudiaron a través del método no destructivo la variación de la densidad del leño y la relación con el ancho de los anillos de crecimiento de árboles de *Swietenia macrophylla*, del bosque tropical amazónico del Perú. Los resultados mostraron que existen diferencias de la densidad media del leño entre los árboles de cada población debida, probablemente a la edad de los árboles.

Peña (2017), estudio la dendrología y anatomía de 80 especies del bosque estacional deciduo del norte y centro del Perú, mediante el método no destructivo con el barreno de Pressler, en uno de sus capítulos de su tesis doctoral, mostrando así la funcionabilidad de esta herramienta en estudios anatómicos de la madera, pudiendo fácilmente estudiar gran número de especies forestales.

Diversos estudios de dendrocronología mostraron la versatilidad y utilidad del barreno de Pressler, para caracterizar los anillos de crecimiento de las especies forestales. (López et al. 2006; Lisi et al. 2008; Rosero 2009; Latorraca et al. 2015; Briceño, Rangel-Ch y Bogino 2016; Peña 2017).

Amasifuen (2012) Estudio la especie *Tachigali setifera* Ducke (Ucshaquiro colorado), determinando las principales propiedades físicas y mecánicas de esta madera por niveles de longitud del fuste. Esta investigación se realizó en Pucallpa, y “resalta la importancia del estudio sobre *T. setifera* para sugerir posibles usos en diversas líneas de producción forestal, y este conocimiento será muy beneficioso para los madereros, los fabricantes y los comerciantes” (Amasifuen 2012).

León (2010) estudió “los Indicadores Anatómicos En La Calidad De Pulpa

Para Papel De 20 Especies Maderables Con Potencial Uso, Basado En El Conocimiento Del Xilema De La Rama”. Entre las especies estudiadas se encuentra *Tachigali poeppigiana* Tul. De igual manera el factor Runkel califica a esta madera como buena para papel, se suman a esta afirmación la presencia de olor y sabor no definido, parénquima axial escaso, contenido de poros ausente, fibras de pared celular delgada y grano recto.

Ortiz y Hernández (2006), estudiaron el “Crecimiento radial de *Tachigali* y *Terminalia* en bosques de tierra baja al sureste de Venezuela”. Este estudio se realizó con las técnicas dendrocronológicas, donde una de las tres especies en estudio fue *Tachigali* sp. Donde el crecimiento fue 5.48 ± 2.74 mm/año.

Reis et al. (2015), estudiaron la Anatomía del xilema secundario de siete especies del género *Tachigali* Aubl. (Fabaceae), disponibles en la Xiloteca Walter A. Egler, del Museo Paraense Emílio Goeldi, Pará, Brasil. Las especies estudiadas fueron *T. froesii*, *T. melanocarpa*, *T. paniculata*, *T. paraensis*, *T. reticulosa*, *T. setifera* y *T. tinctoria*. Los resultados muestran que las especies presentan radios uniseriados y homogéneos. Con excepción de *T. froesii* y *T. melanocarpa*, las cuales son uniseriados y heterogéneos.

2.2 Marco teórico

2.1.1. Descripciones taxonómicas de las especies a estudiar

- División: Angiospermas.
- Clase: Dicotiledóneas.
- Orden: Fabales.
- Familia: Fabaceae.
- Género: *tachigali*.
- Nombre científico: *Tachigali alba* Ducke.

- Nombre científico: *Tachigali chrysalooides* van der Werff.
 - Nombres comunes: Perú: Pacae de monte.

- Nombre científico: *Tachigali vasquezii* Pipoly.
 - Nombres comunes: Perú: Palo santo, inca pacai.

2.1.2. Características anatómicas

Tachigali vasquezii, mostro anillos de crecimiento diferenciados por variaciones de la densidad, que se distingue por madera más oscura hacia el final de cada anillo de crecimiento. Esto es causado por la formación de células de fibra con diámetro radiales más pequeños y paredes celulares más gruesas durante periodos de crecimiento reducido (supuestamente temporadas secas) (Brienen et al. 2009).

Según Gonzales (2011), manifiesta que la anatomía de la madera de la especie *Tachigali chrysaloides* van der Werff, se caracteriza por:

Caracteres Organolépticos de la Madera:

Madera “no diferenciada color marrón muy pálido, sabor y olor ausente, textura gruesa, brillo medio, veteado ausente, grano entrecruzado” (Gonzales 2011).

Características Macroscópicas:

“Cuando se examina al microscopio, pueden verse rayos delgados y parénquima paratraqueal, con una altura de rayos inferior a 1 mm y sin estratificación. Pueden verse anillos de crecimiento diferenciados en los poros visibles al ojo humano, que suelen ser solitarios, de ovalados a redondeados, y múltiples radiales” (Gonzales 2011).

Características Microscópicas:

“Anillos de crecimiento limitados por una banda de fibras de mayor espesor de pared, porosidad difusa, disposición radial/diagonal, poros ovalados a redondeados y poros múltiples radiales de 2 – 3” (Gonzales 2011). Asimismo, presentan “El sílice inorgánico se encuentra en los rayos y poros del parénquima traqueal y en las fosas intervasculares, así como en el parénquima paratraqueal, que es vasicéntrico y tiene una forma romboidal aliforme” (Gonzales 2011).

Características cuantitativas:

La longitud de los vasos es de 377,67 milímetros, el diámetro de los vasos es de 244,41 micrómetros por término medio; la longitud de las fibras es de 1295,31 milímetros por término medio; el diámetro de los radios es de 18,53 milímetros por término medio; la altura de los radios es de 222,01 milímetros por término medio; el tamaño de las fosas es de 7,82 milímetros por término medio.

2.3 Definición de términos

Árbol. – “Es el vegetal leñoso de tallo simple, de cierto grosor, que se ramifica a cierta altura formando la copa” (INDECOPÍ 251,001 1989).

Contenido de humedad. – “Es la cantidad de agua contenida en la madera generalmente expresada como porcentaje de su peso anhidro” (INDECOPÍ 251,001 1970).

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 (%), y puede ser lineal (radial, tangencial o longitudinal y volumétrica)” (INDECOPÍ 251,001 1989).

Coeficiente de contracción. – “Es el factor que indica la contracción que experimenta una madera por cada variación de 1% en su contenido de humedad” (INDECOPÍ 251,001 1970).

Corte Tangencial (Tg.). – “Es el corte paralelo al eje longitudinal del tronco o tallo, en donde el mismo es perpendicular a los radios o tangente a los anillos de crecimiento” (Chavesta 2012).

Corte Transversal (Tr.). – “Es el corte que se realiza perpendicular al eje longitudinal del tronco o pieza de madera, observado en los extremos de

la muestra” (Chavesta 2012).



Figura 01: Imágenes macroscópicas y microscópicas de la especie *Tachigali chrysaloides* van der Werff. Fuente: (Gonzales 2011a).

Corte Radial (Rd.). – “Es el corte que se realiza paralelo a los radios o perpendicular a los anillos de crecimiento” (Chavesta 2012).

Dendrocronología. - Según su nombre, existe un vínculo muy íntimo entre los árboles y el paso del tiempo. “La palabra deriva del griego *dendron* –árbol-, *crono* –tiempo- y *logo* –conocimiento”, trata del estudio de anillos de crecimiento y analizar la información que transmiten sobre los distintos elementos que influyen en su crecimiento como profesión científica a partir de un conjunto de conceptos, procedimientos y métodos (Gutiérrez 2009). “El objetivo principal es establecer cronologías o series maestras (series promedio). Para ello, hace falta, primero, identificar y datar los anillos asignando a cada uno de ellos el año de calendario exacto en el cual se formó” (Gutiérrez 2009).

Densidad básica. – “Es aquel peso específico que expresa la relación entre la masa anhidra de una pieza de madera y su volumen verde (Vv), multiplicado por la densidad del agua, se expresa en g/cm³” (AIDER 2010).

Duramen.- (latín *durare*: endurecer) “Leño biológicamente inactivo y se diferencia de la albura por su color más oscuro, puede estar infiltrado por formas, resinas y otros materiales que lo hacen más oscuro y más resistente a los ataques de los microorganismos” (JUNAC 1981).

Madera. – “Es el conjunto de células que conforman el tejido leñoso. En ella se puede distinguir tres partes: la albura, el duramen y la medula” (INDECOPI 251,001 1989).

Madera con poros (Latifoliadas). – “Es aquella que tiene una estructura celular compleja constituida principalmente de vasos, parénquima y fibras” (INDECOPI 251,001 1989).

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

3.1 Tipo de estudio

El tipo de investigación para este estudio es básico aplicado y el método analítico descriptivo con datos cualitativo y cuantitativo.

3.2 Diseño del estudio

Los métodos utilizados en este tipo de trabajo son explicativos, las deducciones y la recogida de datos cuantitativos (deducidos de los datos cuantitativos).

Los ensayos “que se llevará a cabo para cumplir con los objetivos de investigación planteados en este estudio, se basará en los procedimientos señalados en las normas nacionales: Normas Técnicas del Perú”: (NTP N°251.010 2016; NTP N°251.011 2016; NTP N°251.012 2016) y normas internacionales: (COPANT 1974 ; IAWA 1989a)

3.3 Población y muestra

Para la determinación de la población de las tres especies del género Tachigali, se realizó el inventario de un bloque en el fundo “El Bosque” de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios (Figura 01.1), del tipo de bosque de terraza alta. Dicha información se consideró como la población de la presente investigación.

3.1.1. Muestra

Los árboles de las tres especies de Tachigali de este estudio se seleccionaron al azar en la comunidad, teniendo en cuenta las implicaciones higiénicas de las plantas.

Se utiliza como guía la Norma Técnica Peruana (NTP N°251.008 2016), ya que establece que se necesitan al menos tres árboles por especie para su estudio.

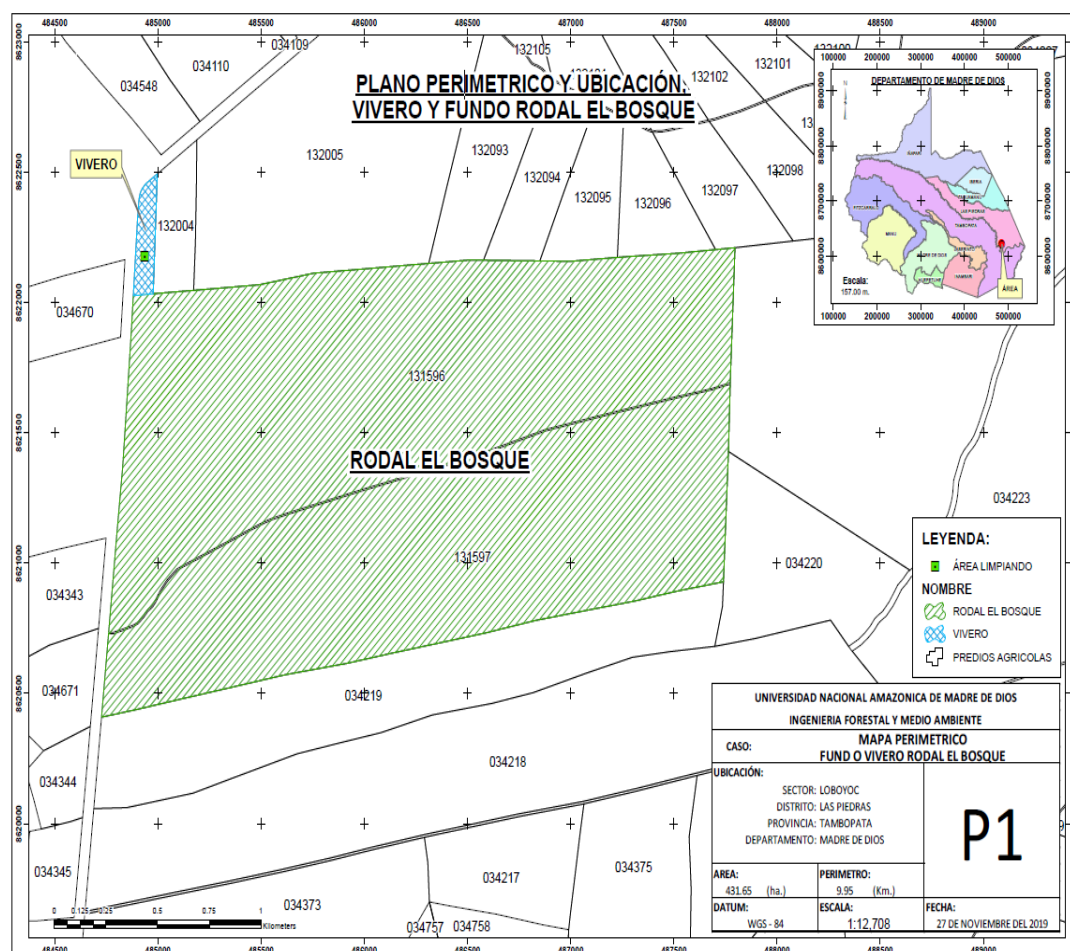


Figura 01.1. Mapa del área de estudio de la anatomía y las propiedades físicas de las tres especies del género Tachigali.

3.4 Métodos y técnicas

➤ Fase de Campo

Esta etapa de la investigación se colectaron las muestras de los árboles de las tres especies del género *Tachigali*, con auxilio del Barreno de Pressler (5.1x400 mm diámetro x largo), para lo cual por árbol se colectará dos radios (muestras) en dirección corteza-médula (Figura 02), dicha obtención fue a la altura del pecho (1.30 m), se totalizaron al final 18 radios para toda la muestra de las tres especies del género *Tachigali*.

En sorbetes de plástico, estos radios fueron codificados y conservados. Cada muestra en los sorbetes se codificó para asegurar la secuencia en que se tomaron y la especie a la que pertenecían, por ejemplo: TV02R1, que significa especie *Tachigali vasquezii*, árbol número 02 y muestra R1.

El orificio que se generó por el Barreno de Pressler en todos los árboles fue preservado contra hogos e insectos xilófagos con una pasta cicatrizante hormonal agrícola, esto con la finalidad de ayudar al árbol. Además, para no dejar abierto el orificio generado se utilizó silicona líquida para sellar el orificio y que el árbol no este expuesto (Figura 02).

➤ Fase de Laboratorio

El mismo día de colecta de las muestras de las tres especies de *Tachigali* en “El bosque”, se llevó todas las muestras al Laboratorio de Anatomía de la Madera de la Planta Piloto de Tecnología de la Madera de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios – UNAMAD. Para determinar el Peso inicial de las sub muestras y el volumen inicial, para paso seguido colocarlo a la estufa. Este proceso se realizó de manera rápida para evitar que las muestras pierdan humedad y después las estimaciones no sean reales, cabe mencionar que ayudo mucho que el laboratorio este en el mismo lugar que el fundo “El Bosque”.



Figura 02: Obtención de muestras de Tachigali con el Barreno de Pressler. **A)** Introduciendo el Barreno a 1.30 m. **B)** Extrayendo la muestra de madera y colocándolo en el sorbete. **C)** Preservando la herida. **D)** Sellando con silicona el orificio.

Anatomía de la Madera:

Las propiedades anatómicas de la madera se describieron utilizando uno de los radios de campo (A), que se dividió en dos grupos (B), uno para las características macroscópicas y otro para los atributos microscópicos (Figura 03).

a) Descripción organoléptica y macroscópica de las tres especies del género Tachigali.

La submuestra (A) se pegó al soporte de madera con cola sintética, con la sección transversal hacia arriba; una vez seca, las muestras se pulieron con papel de lija (10, 120, 150, 220, 50, 320, 400, 600, 1000 grano/cm²), para que la sección transversal de la madera sea más fácil de ver, se aplicó este proceso.

Con la muestra lijada y pulida se describió la madera de las tres especies del género Tachigali, con auxilio de una lupa de 10x y con un microscopio estereoscopio siguiendo la norma (COPANT 1974 ; IAWA 1989), las propiedades generales, organolépticas y macroscópicas de las tres especies del género Tachigali se describieron utilizando la norma COPANT, mientras que las características microscópicas se describieron utilizando la norma IAWA.

b) Descripción microscópica de las tres especies del género Tachigali.

Las submuestras B1, B2 y B3 de madera se cortaron en cuatro trozos y se colocaron en un recipiente de plástico esterilizado con agua destilada para ablandarlas (Figura 03). A continuación, se almacenaron en un refrigerador de laboratorio para mantener su frescura mientras se realizaban las pruebas.

Se utilizó cola sintética instantánea para adherir tres submuestras (B1, B2 y B3) a un bloque de madera tras identificar primero cada plano de corte

(transversal, radial y tangencial) para obtener muestras histológicas microscópicas de la madera de las tres especies de Tachigali con la ayuda del micrótopo.

La deshidratación, la coloración (safranina), la fijación (xilol), el montaje con glicerina (portaobjetos semipermanentes para el estudio microscópico) y el montaje (glicerina líquida) fueron los siguientes pasos del proceso.

Con los portaobjetos histológicos semipermanentes se midió el diámetro de los vasos, el número de vasos por milímetro, la altura y la anchura de los rayos y las células de los rayos. Para realizar estas mediciones se utilizó Imagen Pro Plus. Este método se basa en lo siguiente (IAWA 1989b).

Propiedades de la Madera:

Los parámetros físicos de la madera se dedujeron a partir de los radios adicionales medidos durante la fase de campo por árbol. Para segmentar esta muestra se utilizaron diámetros de 5,1 mm y longitudes de 2,5 a 3 cm. El contenido de humedad, el contenido máximo de humedad, la densidad básica, la densidad normal, la densidad anhidra y la contracción volumétrica fueron algunas de las propiedades físicas que se estudiaron en esta investigación. Con esta información tecnológica se pudo determinar el peso de 1 metro cúbico al 12% de humedad y el peso de 1 pie cuadrado al 12% de humedad. Este estudio siguió las Normas Técnicas Peruanas ("NTP"), con la excepción de cómo se obtuvieron las muestras y las dimensiones de los especímenes (las NTP especifican 3x3x10 cm para el ancho, el espesor y el largo). Los puntos de referencia que se emplearon fueron:

Tabla 02: *Norma Técnica Peruana para las propiedades físicas*

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



Figura 03: Fase de Laboratorio. **A)** Dividiendo la muestra para la parte macroscópica y microscópica **B)** Sub muestras para la parte microscópicas. **C)** Identificando las secciones de la madera. **D)** Encolando y amarrando las muestras en el soporte de madera.

Como se mencionó párrafos arriba las probetas (5.1 mm; diámetro x 2.5 a 3 cm largo), Mediante el método de desplazamiento o inmersión en agua se estableció el peso inicial y el volumen inicial. Se logró una precisión de 0,01 gramos en el proceso de medición del peso. La temperatura se aumentó gradualmente de 30° a 103°02°C, con incrementos de 10°c por día, de acuerdo con el procedimiento. Se utilizó un desecador de gel de sílice para controlar el peso de los especímenes mientras se secaban en el horno, de acuerdo con los requisitos de la NTP. El volumen final de los especímenes se determinó mediante el mismo procedimiento descrito anteriormente, y se utilizaron las siguientes fórmulas:

a). Determinación del Contenido de Humedad-CH%

NTP 251.010:2016:

$$CH (\%) = \frac{mh - mo}{mo} * 100 \quad \dots\dots\dots(1)$$

Donde:

mh = Peso de la probeta humedad (g).

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

b) Determinación de la Densidad Básica*

NTP 251.011:2016

$$DB = \frac{m}{V_s} \text{ g/cm}^3 \quad \dots\dots\dots(2)$$

Dónde:

DB = Densidad de la madera en g/cm³

m = masa a un determinado CH (g).

v = Volumen a un determinado CH (cm³).

c) Determinación de la contracción.

NTP 251.012:2016:

Contracción Volumétrica:

.....(3)

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

V_s = Volumen de la Probeta saturada (cm³)

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



Figura 04: Propiedades Físicas. **A)** Determinando el peso. **B)** Obteniendo el volumen. **C)** Colocando las muestras en la estufa. **D)** Poniendo en el desecador las muestras

CAPÍTULO IV: RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Anatomía de la madera. Descripción de las especies.

Comprende las características organolépticas, macroscópicas y microscópicas de las especie *Tachigali alba* Ducke, *Tachigali vasquezii* Pipoly y *Tachigali chrysaloides* van der Werff. Dicha descripción se complementa con macro y microfotografías de rasgos clave de las especies investigadas en las siguientes secciones: transversal, radial y */tangencial, y por último microfotografías de rasgos clave de las especies estudiadas.

Nombre científico : *Tachigali alba* Ducke.

Familia : Fabaceae.

Nombre popular :

Características Organolépticas.

En un árbol secado al aire no hay una transición repentina entre la albura y el duramen. Tanto la albura como el duramen son de color crema amarillento (5 YR 7/8). Los anillos de crecimiento son distintos, y su límite está definido por el cambio de densidad causado por la existencia de zonas fibrosas de forma regular. El aroma y el sabor son indistintos; la textura es arenosa; el brillo es alto.

Descripción Macroscópica.

Madera con un grado variable de porosidad. Visibles al ojo humano, estos vasos son grandes y limitados en número; son de forma esférica, ocasionalmente bloqueados por encías, y son a menudo simples o múltiples radiales de 2,3 a 4. Parénquima vasicéntrico paratraqueal (Figura 05). No hay rayos estratificados visibles a simple vista. Inclusiones con propiedades

gomosas.

Nombre científico : *Tachigali chrysaloides* van del Werff

Familia : Fabaceae.

Nombre popular :

Características Organolépticas.

No hay una transición repentina de albura a duramen en condiciones de secado al aire. (2.5 YR 6/8) Tanto la albura como el duramen son de color rosa pálido. Zonas fibrosas de forma regular separan los anillos de crecimiento en sus límites, que se distinguen por la fluctuación de la densidad. Textura gruesa, alto brillo y olor y sabor no distintivos.

Descripción Macroscópica.

Madera con un grado variable de porosidad. Válvulas visibles a simple vista que son grandes y están escasamente distribuidas, la mayoría de las cuales son vasos individuales o pequeños grupos de dos a cuatro vasos dispuestos en forma radial. Predomina el parénquima vasicéntrico paratraqueal (Figura 05). No hay rayos estratificados visibles a simple vista. Inclusiones con propiedades gomosas.

Nombre científico : *Tachigali vasquezii* Pipoly.

Familia : Fabaceae.

Nombre popular : Palo santo

Características Organolépticas.

No hay una transición repentina de albura a duramen en condiciones de secado al aire. El color de la albura y del duramen es 7,5 YR 6/6. Hacia el final de los anillos de crecimiento se observan zonas fibrosas, de tono muy oscuro y forma regular, que son únicas entre sí. El olor y el sabor son indistintos, la textura es gruesa y el brillo es elevado.

Descripción Macroscópica.

Madera con un grado variable de porosidad. Son visibles a simple vista los múltiples solitarios y algunos radiales de 2 a 5, de forma esférica, ocasionalmente bloqueados por las encías, y a menudo son grandes y escasos en número. Parénquima vasicéntrico paratraqueal (Figura 05).

medio-fino y pocos rayos pueden ser vistos con una lupa de 10x; no se puede ver ninguna estratificación. Inclusiones con propiedades gomosas.

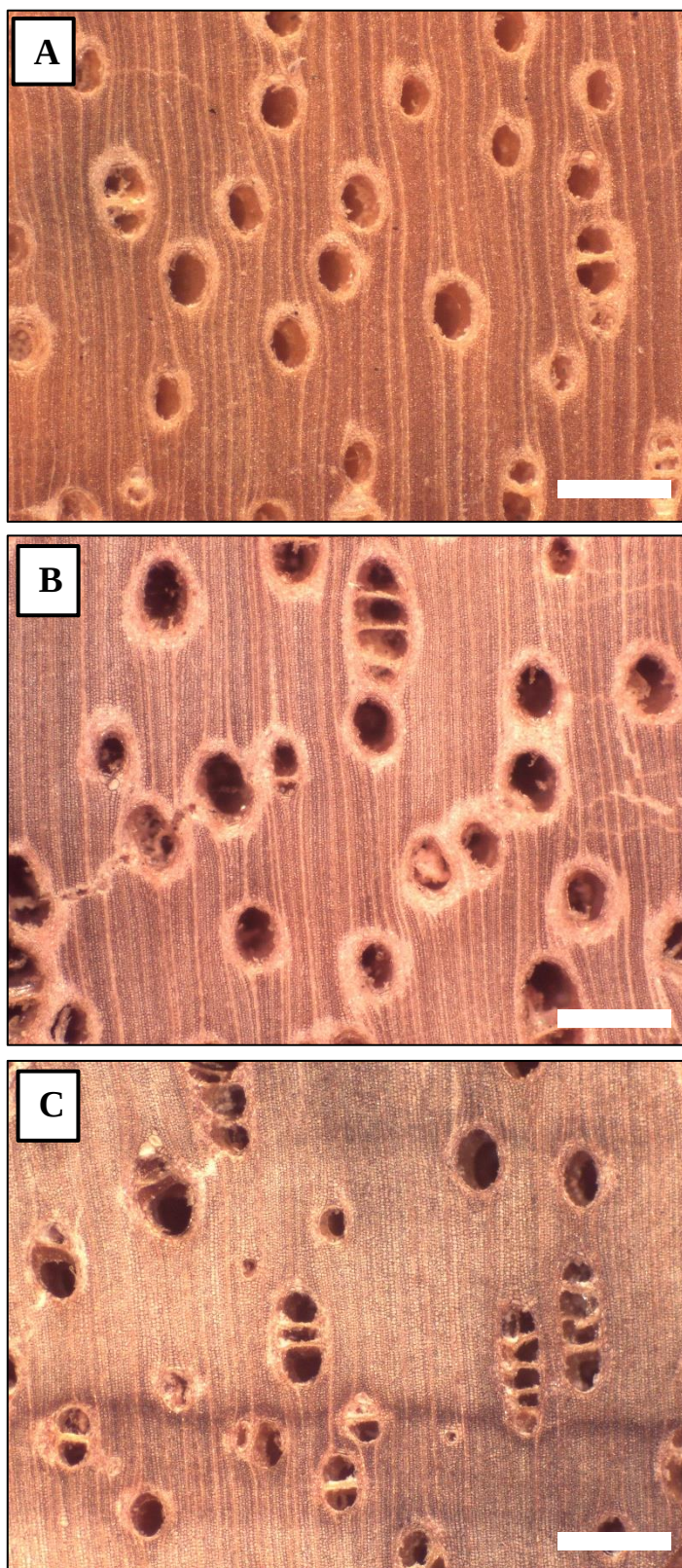


Figura 05. Macrofotografía a 30x de la sección transversal **A.** *Tachigali alba*

Ducke. **B.** *Tachigali chrysaloides* van del Werff **C.** *Tachigali vasquezii* Pipoly.
Barra = 2mm.

***Tachigali alba* Ducke.**

Descripción Microscópica.

Algunas partes de los vasos tienen un diámetro tangencial medio de 161,5 (23,87) μm , están dispuestas radialmente y tienen un contorno circular a ovalado; las puntuaciones radiovasculares se parecen a las puntuaciones intervasculares en forma y tamaño pero no tienen un contorno adornado. Parénquima axial vasicéntrico paratraqueal. Las células procumbentes son el único tipo de célula en este rayo, que tiene un diámetro de 10,2 (4,21) μm y una altura de 167,2 μm . No hay estratificaciones. Las células de parénquima axial de forma romboidal contienen inclusiones minerales prismáticas (Figura 06).

Variable	Nº de datos	Promedio	Desv. Estandar	Valor mínimo	Valor máximo	C.V (%)
Diámetro Tangencial de poros μm	50	161.5	23.87	104.39	197.86	15
Numero de poros/ mm^2	50	5.0	1.59	3	3	32
Altura de radios μm	50	167.2	60.84	82.91	291.61	36
Ancho de radios μm	50	10.2	4.21	6.70	24.77	41
Células de alto en radios	50	12.4	5.11	5	23	41
Células de ancho en radios	50	1.0	0.00	1	1	0
Número de radios/ mm	50	6.7	1.35	4	9	20

Tabla 03: Ficha Biométrica de *Tachigali alba* Ducke.

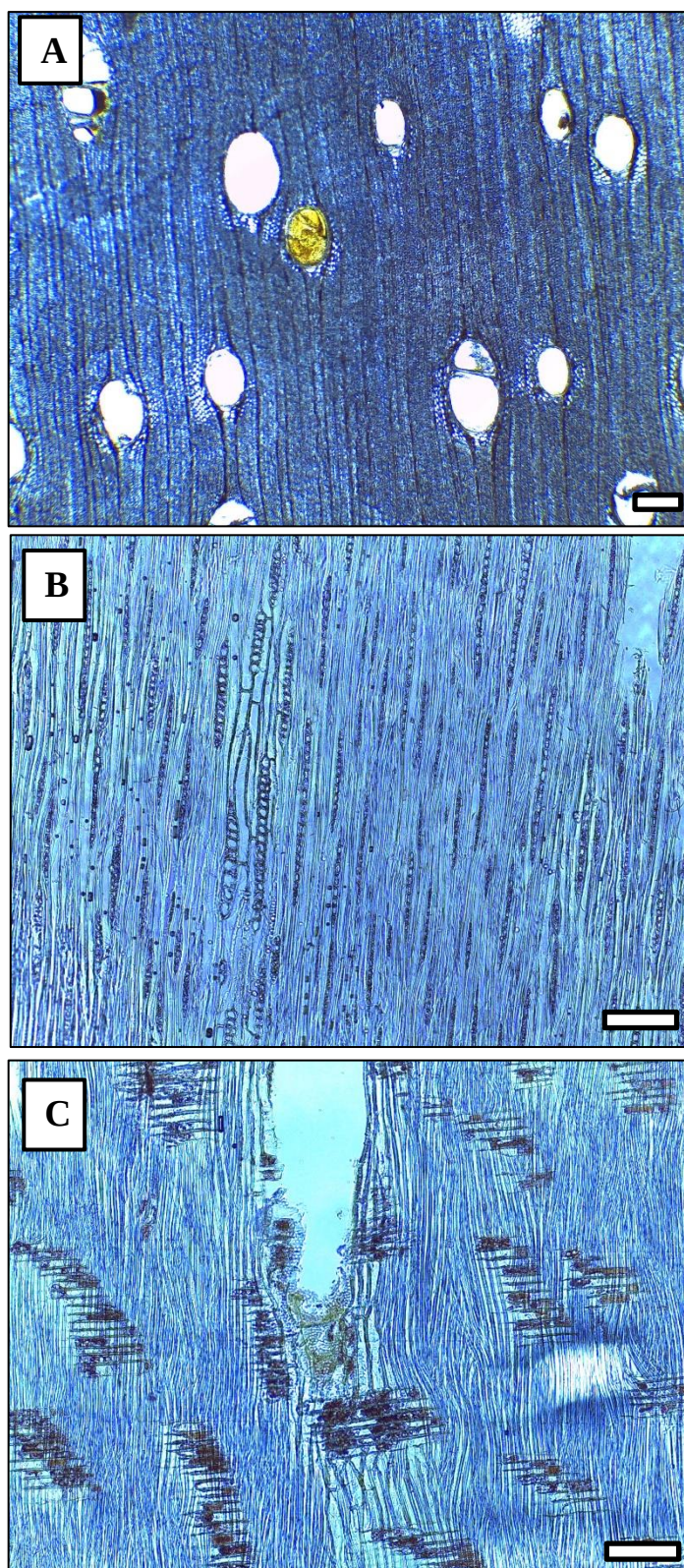


Figura 06. Microfotografías de *Tachigali alba* Ducke. **A.** Corte transversal 4x. **B.** Corte tangencial 10x. **C.** Corte Radial 10x.

***Tachigali chrysaloides* van del Werff**

Descripción Microscópica.

Los elementos vasculares con una densidad media de 4 vasos/mm² se consideran escasos, con una disposición radial y un contorno entre circular y ovalado; los que tienen un diámetro tangencial medio de 257,5 μ m se consideran grandes, con una placa de perforación simple, puntuaciones intervasculares alternas no guarnecidas y un contorno poligonal; las puntuaciones radiovasculares de tamaño y forma similares a las puntuaciones intervasculares también se consideran grandes. **Parénquima axial** del tipo paratraqueal vasicéntrico. **Radios** cerca de 3 (± 1.43)/mm, homocelulares, constituidos exclusivamente por células procumbentes, exclusivamente uniseriados, ancho en promedio de 35.7 (± 6.11) μ m; La altura media es de 316,8 μ m; la anchura media de las células es de uno; la altura media de las células es de siete; y no hay estratificación. Inclusiones de células minerales con parénquima axial de forma romboidal que contienen cristales romboides. (Figura 07).

Variable	Nº de datos	Promedio	Desv. Estandar	Valor mínimo	Valor máximo	C.V (%)
Diámetro Tangencial de poros μ m	50	257.5	33.87	193	323	13
Numero de poros/mm ²	50	4.2	1.84	1	1	44
Altura de radios μ m	50	316.8	73.17	154.34	486.69	23
Ancho de radios μ m	50	35.7	6.11	26.02	48.15	17
Células de alto en radios	50	6.7	2.17	3	11	32
Células de ancho en radios	50	1.0	0.00	1	1	0
Número de radios/ mm	50	3.2	1.43	1	6	45

Tabla 04: Ficha Biométrica de *Tachigali chrysaloides* van del werff.

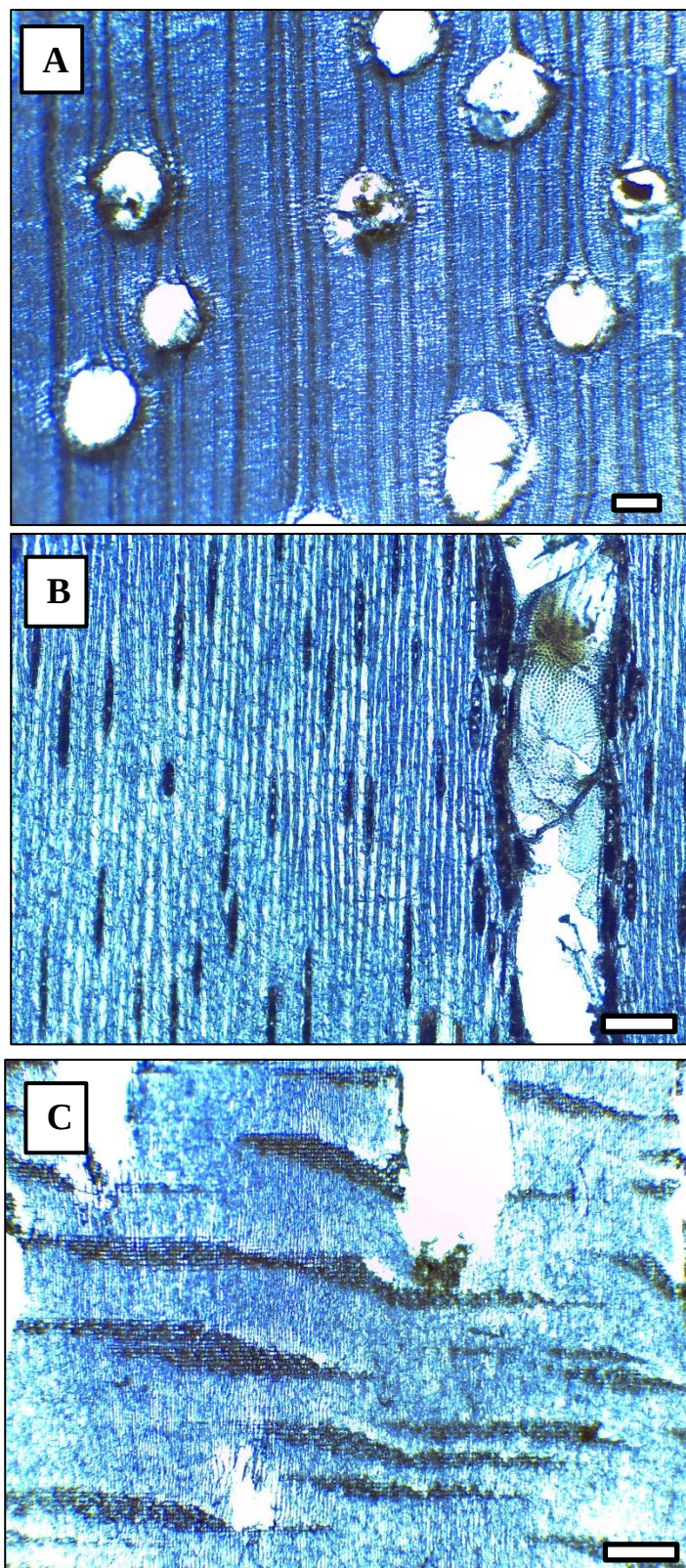


Figura 07. Microfotografías de *Tachigali chrysaloides* van del Werff **A.** Corte transversal 4x. **B.** Corte tangencial 10x. **C.** Corte Radial 10x.

***Tachigali vasquezii* Pipoly.**

Descripción Microscópica.

Elementos de Vasos con cerca de 7 (± 1.90) vasos/mm² clasificados como pocos, disposición radial, contorno circular a oval; diámetro tangencial promedio de 62.0 (± 12.52) μm clasificado como pequeños; placa de perforación simples, puntuaciones intervascuales alternas, no guarnecidas, contorno poligonal; puntuaciones radiovasculares similares a las intervascuales en forma y tamaño. **Parénquima axial** del tipo paratraqueal vasicéntrico. **Radios** cerca de 5 (± 1.59)/mm, homocelulares, constituidos exclusivamente por células procumbentes, exclusivamente uniseriados, ancho en promedio de 13.1 (± 2.07) μm ; altura en promedio de 137.9 (± 37.34) μm ; No hay estratificación, el número de células es en promedio de 1 (0,00) de ancho y 10 (3,98) de alto. Las células de parénquima axial de forma romboidal contienen inclusiones minerales prismáticas (Figura 08).

Tabla 05: Ficha Biométrica de *Tachigali vasquezii* pipoly.

Variable	Nº de datos	Promedio	Desv. Estandar	Valor mínimo	Valor máximo	C.V (%)
Diámetro Tangencial de poros μm	50	62.0	12.52	28.95	79.40	20
Numero de poros/mm ²	50	7.0	1.90	2	2	27
Altura de radios μm	50	137.9	37.34	80.49	207.59	27
Ancho de radios μm	50	13.1	2.07	9.81	18.63	16
Células de alto en radios	50	9.8	3.98	5	20	40
Células de ancho en radios	50	1.0	0.00	1	1	0
Número de radios/ mm	50	5.2	1.59	3	9	30

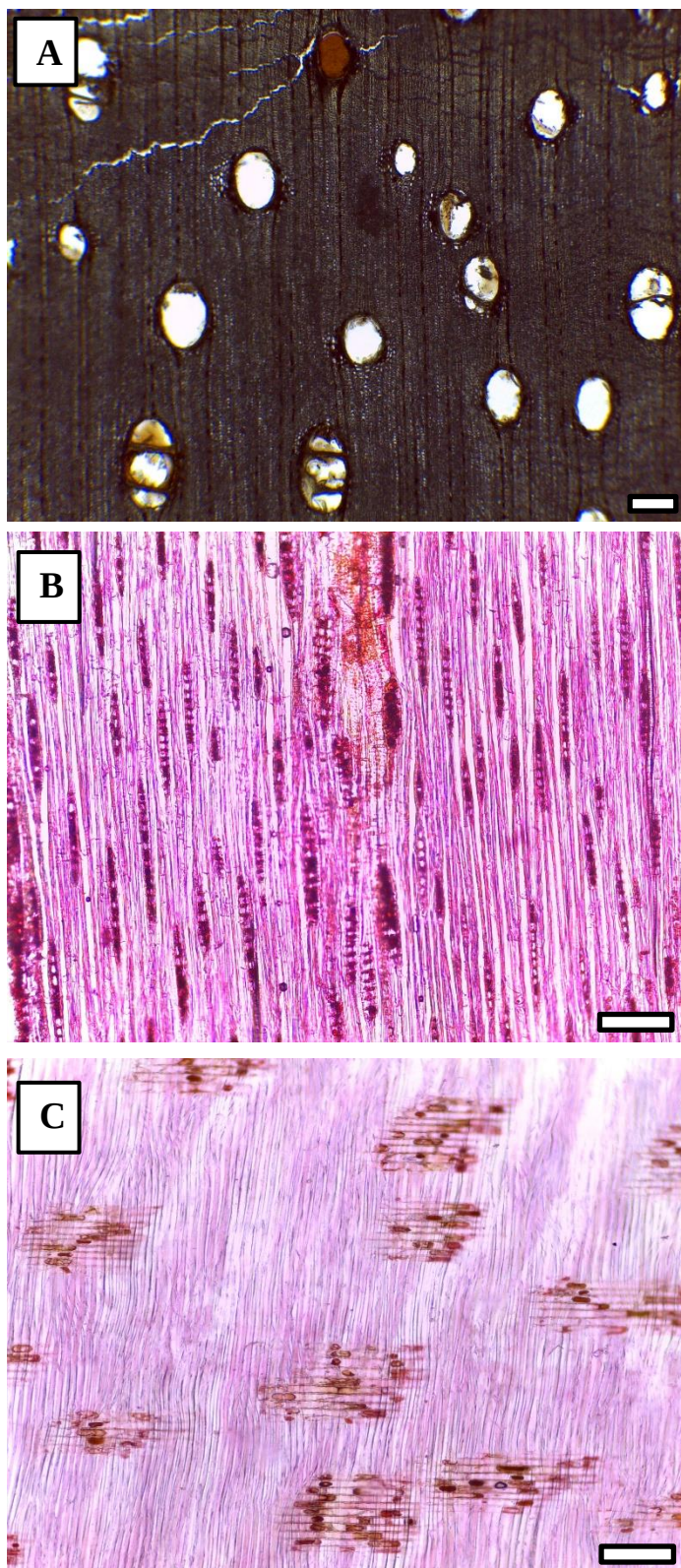


Figura 08. Microfotografías de *Tachigali vasquezii* Pipoly. **A.** Corte transversal 4x. **B.** Corte tangencial 10x. **C.** Corte Radial 10x.

Sobre la anatomía de la madera de las tres especies del género *Tachigali* perteneciente a la familia Fabaceae, anatómicamente presentan anillos de crecimiento delimitados por zonas fibrosas, parénquima paratraqueal del tipo vasicéntrico, radios homocelulares, constituidos exclusivamente por células procumbentes, exclusivamente uniseriados. Estos resultados concuerdan con los padrones referidos en la literatura para el género *Tachigali* (Gonzales 2011; Reis et al. 2011; Beltrán & Valencia 2013; Santini 2013).

Propiedades Físicas de la Madera:

Tachigali alba Ducke.

Hemos calculado las medias, las desviaciones estándar y los coeficientes de variación de los dos árboles diferentes de *Tachigali alba* ducke que hemos analizado (Tabla 06). Se utilizó el taladro de Pressler para recoger muestras no destructivas.

Tabla 06. Valores promedios de las propiedades físicas de *Tachigali alba* Ducke.

Contenido de Humedad (%)	Densidad Básica (g/cm ³)	Densidad Normal (g/cm ³)	Densidad Anhidra (g/cm ³)	Contracción Volumétrica (%)
25.54	0.77	0.97	0.86	9.99
s	0.08	0.10	0.08	2.23
C.V	10	10	10	22

En función a la densidad básica del *Tachigali alba* de 0.77 g/cm³, se clasifica en el grupo V (densidad básica mayor a 0.75 g/cm³) Se trata de bosques extremadamente densos en términos de densidad. Las maderas del grupo V se caracterizan por su gran resistencia mecánica y su resistencia natural a la descomposición (Acevedo y Chavesta 1991; Aróstegui 1982).

Sobre la contracción volumétrica de *T. alba*, de 9.99 %, se clasifica en el grupo II (9.1-11.0%), que corresponde a un cambio dimensional bajo.

***Tachigali chrysaloides* van del Werff.**

Se presenta los valores promedios, rangos y coeficiente de variación de los 02 árboles estudiados de *Tachigali chrysaloides* van del Werff (Tabla 07).

Tabla 07. Valores promedios de las propiedades físicas de *Tachigali chrysaloides* van del Werff.

Contenido de Humedad (%)	Densidad Básica (g/cm ³)	Densidad Normal (g/cm ³)	Densidad Anhidra (g/cm ³)	Contracción Volumétrica (%)
70.43	0.49	0.81	0.54	10.36
s	0.12	0.24	0.13	3.88
C.V	25	30	23	37

En función a la densidad básica del *Tachigali chrysaloides* de 0.49 g/cm³, La madera que se encuentra en el rango de densidad media se clasifica como grupo III (densidad básica entre 0,41 y 0,60 gramos por centímetro cúbico). Cuando se trata de trabajar con equipos de carpintería, estas especies son conocidas por sus cualidades de contracción constante, resistencia mecánica y durabilidad. Dado que estas maderas tienen una buena capacidad para retener y penetrar los compuestos químicos, su durabilidad puede ser mejorada. La madera que cae en el rango de densidad media se clasifica como grupo III (densidad básica entre 0,41 y 0,60 gramos por centímetro cúbico). Cuando se trata de trabajar con equipos de carpintería, estas especies son conocidas por sus cualidades de contracción constante, resistencia mecánica y durabilidad. Dado que estas maderas tienen una buena capacidad de retención y penetración de los compuestos químicos, su durabilidad puede mejorarse (Acevedo y Chavesta 1991; Aróstegui 1982).

Sobre la contracción volumétrica de *T. chrysaloides*, de 10.36 %, se clasifica en el grupo II (9.1-11.0%), que corresponde a un cambio dimensional bajo.

***Tachigali vasquezii* Pipoly.**

Se presenta los valores promedios, rangos y coeficiente de variación de los 02 árboles estudiados de *Tachigali vasquezii* Pipoly (Tabla 08).

Tabla 08. Valores promedios de las propiedades físicas de *Tachigali vasquezii* Pipoly.

Contenido de Humedad (%)	Densidad Básica (g/cm ³)	Densidad Normal (g/cm ³)	Densidad Anhidra (g/cm ³)	Contracción Volumétrica (%)
67.19	0.50	0.84	0.56	10.64
s	0.08	0.25	0.09	3.67
C.V	16	30	16	34

En función a la densidad básica del *Tachigali vasquezii* de 0.50 g/cm³, Las maderas que se sitúan en el rango de densidad media se clasifican en el grupo III (densidad básica entre 0,41 y 0,60 gramos por centímetro cúbico). Las maderas del grupo III son conocidas por su buen comportamiento en máquina, sus cualidades de contracción consistente, su resistencia mecánica y su larga durabilidad. Dado que estas maderas tienen una buena capacidad de retención y penetración de los compuestos químicos, su durabilidad puede mejorarse (Acevedo y Chavesta 1991; Aróstegui 1982).

Sobre la contracción volumétrica de *T. vasquezii*, de 10.64 %, se clasifica en el grupo II (9.1-11.0%), que corresponde a un cambio dimensional bajo.

Estudios realizados en Brasil por el Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), con la especie de *Tachigali myrmecophilla*, muestran una densidad básica promedio de 0.57 g/cm³ (IPT 2019) y en el estudio de la caracterización física de la madera de *Tachigali chrysophylla*, proveniente del segundo ciclo de manejo en el bosque amazónico de Tapajós, estudiaron 3 árboles de esta especie y encontraron una variación de la densidad básica de 0.59 a 0.80 g/cm³ (Dill, Coelho & Moutinho 2017), estos autores además mencionan que las variaciones de las densidades de los individuos se pueden dar por la edad, la genética, variaciones climáticas, entre otros factores.

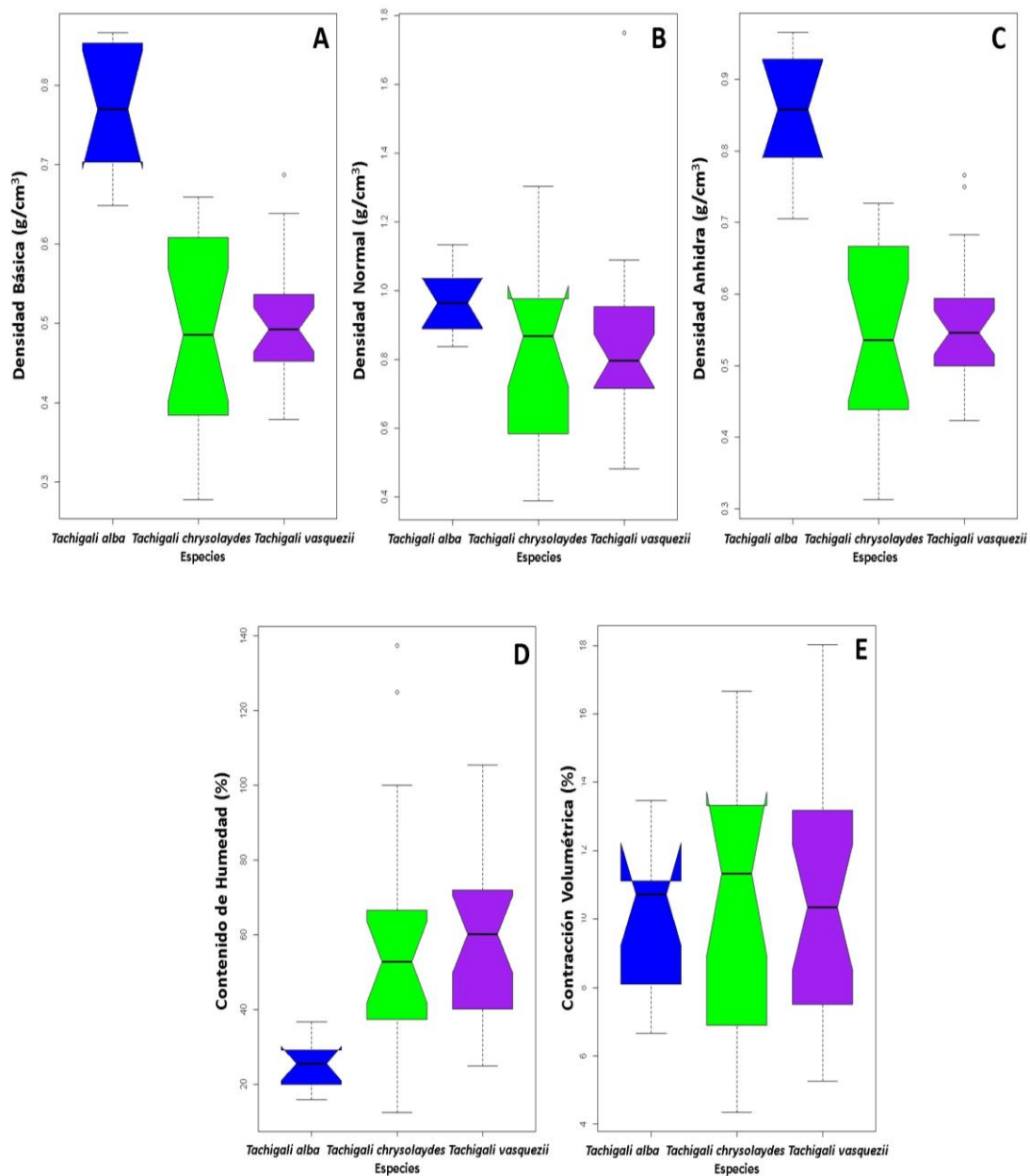


Figura 08.1. Comparación gráfica de las propiedades físicas de las tres especies del género *Tachigali*. **A)** Densidad básica. **B)** Densidad normal. **C)** Densidad anhidra. **D)** Contenido de humedad. **E)** Contracción volumétrica.

En la figura 08.1, se muestra graficamete las propiedades físicas de las tres especies del género *Tachigali*, donde se destaca la especie *T. alba*, por presentar mayor densidad básica en comparación las otras dos especies del género *Tachigali*.

Comparando los resultados de las tres especies del género *Tachigali* con otros estudios, se tiene que la especie *Tachigali vulgaris*, vulgarmente denominada tachi-branco, de una plantación realizada en el estado de Pará en el Brasil, estudiaron esta especie para bioenergía en plantaciones de diferentes espaciamientos. Encontraron que la densidad básica fue de 0.49 g/cm³, densidad similar a los encontrado en la presente investigación para las especies de *T. chrysalooides* y *T. vasquezii*. Además, nos muestra otros usos que se podrían dar a estas dos especies forestales nativas.

Andrade (2015), en su libro titulado “Pisos de Maderas Características de Especies brasileras”, describe la especie de *Tachigali myrmecophila*, donde manifiesta que el parénquima es del tipo vascicéntrico y los radios finos, características encontradas en las tres especies estudiadas en la presente investigación.

Peso de 1m³ al 12% de humedad y el peso de 1 pie tablar al 12% de humedad, de las tres especies del género *Tachigali*.

La propiedad física de la densidad fundamental de la madera de las tres especies de *Tachigali* es útil no sólo para determinar la compacidad de la madera, sino también para determinar el peso de una carga de madera, que es una información crítica para el transporte de madera, los cálculos de flete y el comercio, entre otras cosas. Estos cálculos se realizaron utilizando los datos fundamentales de densidad y contracción volumétrica para cada especie de *Tachigali*. Los resultados obtenidos se resumen en el cuadro 09.

Tabla 09. *Peso Calculado de 1m³ y 1pt de las tres especies del género Tachigali.*

Especies	CV	DB	D30%	M12%	CV (30% a 12%)	V12%	D12%	PESO DE 1m ³ al 12% DE HUMEDAD (kg)	PESO DE 1pt al 12% DE HUMEDAD (kg)
<i>Tachigali alba</i>	9.99	0.77	1.001	0.8624	5.994	0.94006	0.92	917.39	2.16
<i>Tachigali chrysalooides</i>	10.36	0.49	0.637	0.5488	6.216	0.93784	0.59	585.17	1.38
<i>Tachigali vasquezii</i>	10.64	0.5	0.65	0.56	6.384	0.93616	0.60	598.19	1.41

CITEMadera (2014) estimó el peso de 1m³ y 1pt de maderas peruanas con un contenido de humedad del 12% utilizando el mismo enfoque de cálculo.

Tabla 10. *Peso Calculado de 1m³ y 1pt de las maderas peruanas calculadas por el CITEMadera.*

Especies	PESO DE 1m ³	PESO DE 1pt
	al 12% DE HUMEDAD (kg)	al 12% DE HUMEDAD (kg)
<i>Apuleia Leiocarpa</i>	1014.85	2.39
<i>Carianiana domestica</i>	712.35	1.68
<i>Cedrela odorata</i>	502.03	1.18
<i>Cedrelinga cateniformis</i>	538.40	1.27
<i>Ormosia coccinea</i>	724.04	1.71

Los pesos calculados de 1m³ y 1pt con un contenido de humedad del 12% se comparan gráficamente utilizando esta información.

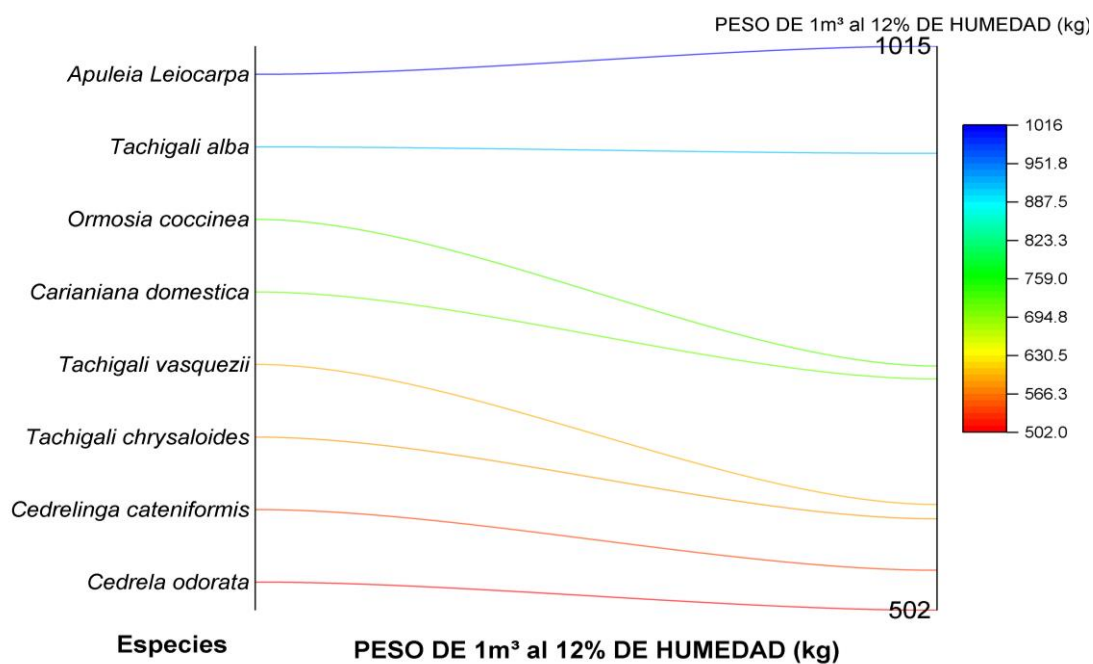


Figura 09. Comparación del peso calculado de 1m³ al 12% de contenido de humedad.

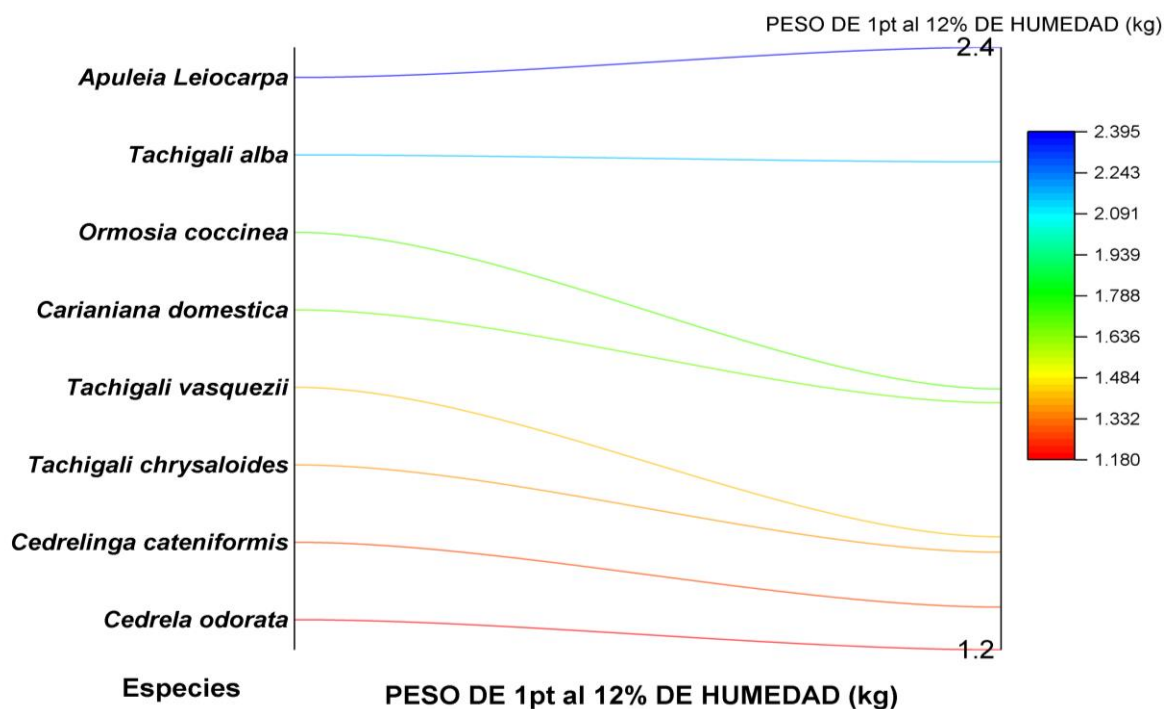


Figura 10. Comparación del peso calculado de 1pt al 12% de contenido de humedad.

Tanto para 1m³ como para 1pt al 12 por ciento de humedad, es evidente que están estrechamente relacionados con la densidad básica, siendo cuanto menor es la densidad básica, menor es el peso calculado de 1m³ y 1pt, y cuanto mayor es la densidad básica, mayor es el peso calculado de 1m³ y 1pt de madera.

Comparación de la densidad básica de las maderas del género Tachigali, con otras especies del mismo género.

Se utilizó la base de datos sobre la densidad global de la madera recopilada por (Zanne et al. 2009), en la cual se pudo comparar las especies del género Tachigali disponibles en dicha base de datos, donde se puede mostrar la variación de la densidad básica de este género estudiadas en todo el mundo. Trece especies estudiadas en diversas partes del mundo más las tres especies estudiadas en la presente investigación, analizando en total 16 especies.

De esta comparación (Figura 11), se puede observar que el rango de variación de la densidad básica del género *Tachigali* es de 0.41 – 0.77 g/cm³, y clasificando las maderas de este género en las categorías propuestas por (Acevedo y Chavesta 1991; Aróstegui 1982), las especies de este género se clasifican cualitativamente como que tienen una densidad básica media, alta o muy alta.. Y donde las tres especies estudiadas de *Tachigali* se encuentran en dicha clasificación cualitativa.

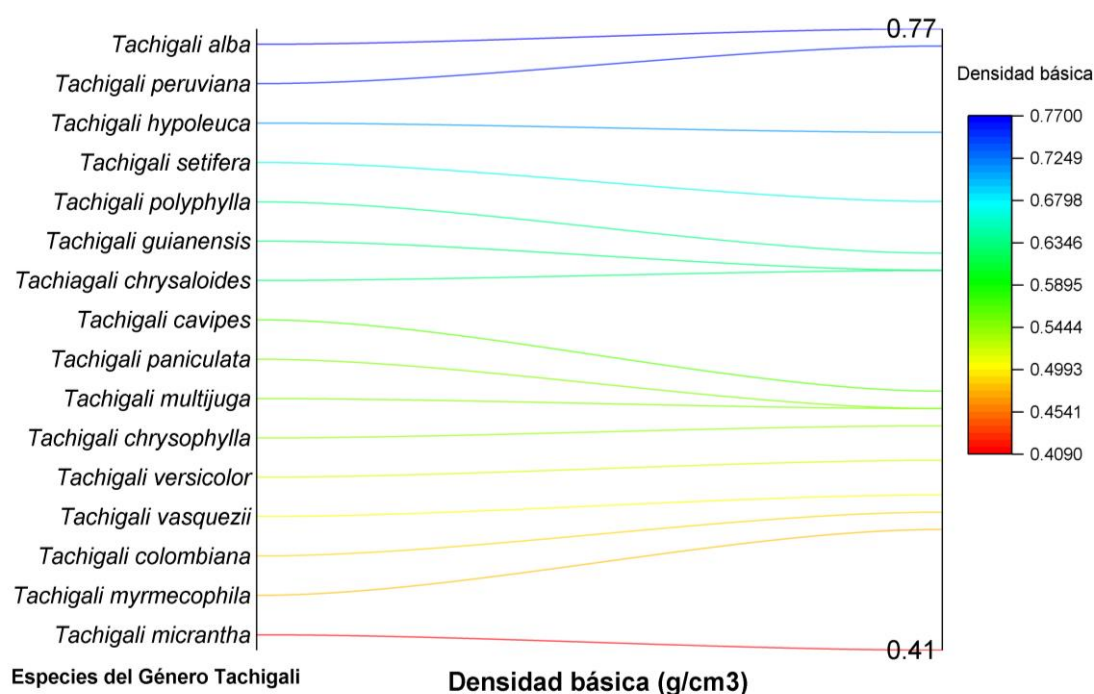


Figura 11. Comparación de la densidad básica de las maderas del género *Tachigali*, estudiadas en diversas partes del mundo.

Uso de la madera de tres especies del género *Tachigali*

En función a los resultados de las características anatómicas y las propiedades físicas de las maderas de las especies: *Tachigali alba*, *Tachigali chrysaloides* y *Tachigali vasquezii*, los posibles usos para estas especies estudiadas son:

***T. alba*.** Puertas, ventanas, muebles en general, forros para cielo raso, tapamarcos, rodones, zócalos, láminas de enchapes, paquet y pisos,

construcciones estructurales.

***T. chrysaloides* y *T. vasquezii*.** Maderas para embalajes, molduras, marquesinas, carpintería en general, láminas de enchape, construcción, tableros aglomerados, tabiquería, vigas, viguetas, equipos deportivos.

CONCLUSIONES

Se describieron la anatomía y propiedades físicas de tres especies del género Tachigali en un bosque de Terraza Alta en la región de Madre de Dios, a través de métodos no destructivos.

Se acepta la hipótesis de que al menos una especie presenta diferencia significativa en la anatomía y propiedades físicas de las tres especies del género Tachigali.

A nivel anatómico las tres especies del género Tachigali, tienen características comunes tanto macroscópicas como microscópicamente. El parénquima axial es de tipo paratraqueal vasicéntrico, anillos de crecimiento visibles delimitados por zonas fibrosas, radios exclusivamente uniseriados.

A nivel de las propiedades físicas de las tres especies del género Tachigali, lo más resaltante es que la densidad básica de las especies *T. chrysaloides* y *T. vasquezii* son muy similares de 0.49 y 0.50 g/cm³ respectivamente mientras que la especie *T. alba*, presento una densidad de 0.77 g/cm³.

El peso calculado de 1m³ y 1 pt de las tres especies forestales del género Tachigali, está directamente relacionado con su densidad básica.

Finalmente, sobre los usos de las maderas de las tres especies del género Tachigali, estas fueron influenciadas directamente y principalmente por la densidad básica de las maderas.

SUGERENCIAS

De los resultados y conclusiones del presente estudio de la anatomía y propiedades físicas de la madera de las tres especies del género *Tachigali*, se sugiere lo siguiente:

- Que el ensayo no destructivo utilizado en la presente investigación es una herramienta útil en la investigación tecnológica de la madera y se pueden utilizar de manera más frecuente en las tesis de Ingeniería Forestal y Medio Ambiente de la UNAMAD.
- Que para ayudar a mejorar la descripción macroscópica de la madera, se sugiere coleccionar en la medida de lo posible una rama de la especie en estudio para poder visualizar mejor sus características.
- Utilizar el barrenador de presión para la extracción de muestras de especies que presente una densidad básica máxima de 0.77 g/cm^3 , para facilitar la extracción de las muestras.

Realizar el proceso de las mediciones de las propiedades físicas al ni bien finalizado la fase de campo para evitar pérdida de humedad, al ser la muestra de madera muy pequeñas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACEVEDO, M. y CHAVESTA, M., 1991. Informe sobre fichas tecnológicas de la madera y asignación a grupos tecnológicos. . Lima - Perú: Proyecto Dantas.
- AMASIFUEN, G., 2012. Determinación de las principales propiedades físicas y mecánicas de la madera por niveles longitudinales del fuste de Tachigali setifera Ducke (ucshaquiro colorado) proveniente del Centro de Investigación y Capacitación Forestal (CICFOR) - Macuya [en línea]. Pucallpa: Universidad Nacional de Ucayali. [Consulta: 23 junio 2018]. Disponible en: <http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/1790/000000444T.pdf?sequence=3&isAllowed=y>.
- ANDRADE, A., 2015. woodflooring: brazilian species characteristics. Piracicaba - Brasil: ANPM. ISBN 978-85-65161-05-3.
- ARÓSTEGUI, A., 1982. Recopilación y análisis de estudios tecnológicos de maderas peruanas. S.l.: PNUD-FAO. (Documento de trabajo N°2).
- BELTRÁN, L.A. y VALENCIA, G.M., 2013. Anatomía de anillos de crecimiento de 80 especies arbóreas potenciales para estudios dendrocronológicos en la Selva Central, Perú. Revista de Biología Tropical [en línea], vol. 61, no. 3. [Consulta: 24 septiembre 2018]. ISSN 2215-2075, 0034-7744. DOI 10.15517/rbt.v61i3.11778. Disponible en: <http://revistas.ucr.ac.cr/index.php/rbt/article/view/11778>.
- BRICEÑO, A., RANGEL-CH, J. y BOGINO, S., 2016. estudio de los anillos de crecimiento de Cordia alliodora (Ruiz & Pav.) EN COLOMBIA. Colombia Forestal [en línea], vol. 19, no. 2. [Consulta: 12 marzo 2018]. ISSN 0120-0739, 2256-201X. DOI 10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2016.2.a07. Disponible en: <http://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/colfor/article/view/9150>.
- BRIENEN, R., LEBRIJA, E., VAN BREUGEL, M., PÉREZ, E., BONGERS, F., MEAVE, J. y MARTÍNEZ, M., 2009. The Potential of Tree Rings for the Study of Forest Succession in Southern Mexico. Biotropica, vol. 41, no. 2, pp. 186-195. ISSN 00063606, 17447429. DOI 10.1111/j.1744-7429.2008.00462.x.
- CAYUELA, L., 2006. Deforestación y fragmentación de bosques tropicales montanos en los Altos de Chiapas, México. Efectos sobre la diversidad de árboles. , vol. XV, no. 3, pp. 191-196. ISSN 1132.6344.
- CHAVESTA, M. y MELÉNDEZ, M., 2009. Características anatómicas y propiedades fisicomecánicas del utucuro (Septotheca tessmannii Ulbrich). , vol. 22. ISSN 19976321.

- CITEMADERA, 2014. Secado de Madera en Hornos Convencionales. S.l.: s.n.
- COPANT, 1974a. Maderas: Método para la descripción de las características generales, macroscópicas y microscópicas de las maderas angiospermas y dicotiledóneas: anteproyecto de Norma. . Caracas-Venezuela: COPANT 30: 1 – 019.
- COPANT, 1974b. Maderas: Método para la descripción de las características generales, macroscópicas y microscópicas de las maderas angiospermas y dicotiledóneas: anteproyecto de Norma. . Caracas-Venezuela: COPANT 30: 1 – 019.
- DE MICCO, V., CARRER, M., RATHGEBER, C.B.K., JULIO CAMARERO, J., VOLTAS, J., CHERUBINI, P. y BATTIPAGLIA, G., 2019. From xylogenesis to tree rings: Wood traits to investigate tree response to environmental changes. IAWA Journal, no. May. DOI 10.1163/22941932-40190246.
- DILL, S., COELHO, S. y MOUTINHO, V., 2017. caracterização física da madeira de tachi, proveniente do segundo ciclo de manejo em floresta amazônica. , pp. 8.
- GONZALES, I., 2011a. Atlas de la Selva Central.pdf. Huancayo - Perú: s.n.
- GONZALES, I., 2011b. Atlas de la Selva Central.pdf. Huancayo - Perú: s.n.
- GUTIÉRREZ, G. y RICKER, M., 2014. Manual para tomar virutas de madera con el barreno de Pressler en el Inventario Nacional Forestal y de Suelos. México.
- GUTIÉRREZ, M., 2009. La dendrocronología: métodos y aplicaciones. España: s.n. ISBN 978-84-393-8082-5.
- IAWA, 1989a. with an Appendix on non-anatomical information. , pp. 116.
- IAWA, 1989b. with an Appendix on non-anatomical information. , pp. 116.
- IPT, 2019. IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas. [en línea]. [Consulta: 28 agosto 2019]. Disponible en: http://www.ipt.br/informacoes_madeiras/77.htm.
- LATORRACA, J.V. de F., SOUZA, M.T. de, SILVA, L.D.S.A.B. da y RAMOS, L.M.A., 2015. dendrocronologia de árvores de schizolobium parahyba(vell.) s. f. blake de ocorrência na rebio de tinguá-rj. revista árvore, vol. 39, no. 2, pp. 385-394. ISSN 0100-6762. DOI 10.1590/0100-67622015000200018.
- LEÓN, K., 2010. Indicadores anatómicos en la calidad de pulpa para papel de 20 especies maderables con potencial uso, basado en el conocimiento del xilema de la rama [en línea]. Iquitos - Perú: Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. [Consulta: 23 junio 2018]. Disponible en:

<http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/3103/T%20633.5%20L46.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

- LISI, C.S., FO, M.T., BOTOSSO, P.C., ROIG, F.A., MARIA, V.R., FERREIRA-FEDELE, L. y VOIGT, A.R., 2008. Tree-ring formation, radial increment periodicity, and phenology of tree species from a seasonal semi-deciduous forest in southeast Brazil. *Iawa Journal*, vol. 29, no. 2, pp. 189-207.
- LÓPEZ, J., VALDEZ, J., TERRAZAS, T. y VALDEZ, J., 2006. Anillos de crecimiento y su periodicidad en tres especies tropicales del estado de Colima, México. *Agrociencia*, vol. 40, no. 4.
- MENDIVELSO, A., CAMARERO, J. y GUTIÉRREZ, E., 2016. Dendrochronology in Neotropical dry forests: methods, advances and applications. *Ecosistemas*, vol. 25, no. 2, pp. 66-75. DOI 10.7818/ECOS.2016.25-2.08.
- NTP N°251.008, 2016. Maderas. Selección y Colección de Muestras. 2016. S.l.: s.n.
- NTP N°251.010, 2016. Maderas. Método de Determinación de Contenido de Humedad. 2016. S.l.: s.n.
- NTP N°251.011, 2016. Maderas. Método de Determinación de Densidad. 2016. S.l.: s.n.
- NTP N°251.012, 2016. Maderas. Método de Determinación de Contracción. 2016. S.l.: s.n.
- ORTIZ, J. y HERNÁNDEZ, L., 2006. Crecimiento radial de tachigali y terminalia en bosques de tierra baja Venezuela. , pp. 25. ISSN 0084-5906.
- PEÑA, J., 2017. Diversidade florística, dendrologica e dendroecologia em florestas estacionais decíduas do Centro e Norte do Peru. Piracicaba - Brasil: Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".
- REIS, A., MARQUES, P., OLIVEIRA, A. y BRAGA, P., 2011. Anatomia do xilema secundário de sete espécies do gênero Tachigali Aubl. (Fabaceae), disponíveis na Xiloteca Walter A. Egler, do Museu Paraense Emílio Goeldi, Pará, Brasil The anatomy of the secondary xylem of seven species of the Tachigali Aubl. type. from the Walter A. Egler wood collection of the Museu Paraense Emílio Goeldi, Pará, Brazil. , vol. 6, no. 3, pp. 16.
- REIS, A.S., SOUSA, J.S., BASTOS, M.N.C. y SOBRAL, S.F., 2015. Taxonomia de Tachigali Aubl. (Leguminosae, Caesalpinioideae) da Região Metropolitana de Belém, Pará, Brasil. *Biota Amazônia*, vol. 5, no. 4, pp. 48-55. ISSN 21795746. DOI 10.18561/2179-

5746/biotaamazonia.v5n4p48-55.

- ROSETO, J., 2009. Dendrocronologia de árvores de mogno, *Swietenia macrophylla* King., Meliaceae, ocorrentes na floresta tropical Amazônica do Departamento de Madre de Dios, Peru [en línea]. São Paulo - Piracicaba: Universidade de São Paulo. Disponible en: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11150/tde-18052009-165913/pt-br.php>.
- ROSETO, J., TOMAZELLO, M., POLLITO, P. y LOBÃO, M., 2010. Variation of wood density and relationship with the tree-ring width of mahogany trees, *Swietenia macrophylla*, from Amazonian tropical forest of Peru. , vol. 38, no. 86, pp. 171-179. ISSN 1413-9324.
- SANTINI, L., 2013. Descrição macroscópica e microscópica da madeira aplicada na identificação das principais espécies comercializadas no estado de São Paulo - Programas "São Paulo Amigo da Amazônia" e "Cadmadeira". S.l.: Universidade de São Paulo.
- ZANNE, A.E., LOPEZ-GONZALEZ, G., COOMES, D.A., ILIC, J., JANSEN, S., LEWIS, S.L., MILLER, R.B., SWENSON, N.G., WIEMANN, M.C. y CHAVE, J., 2009. Global Wood Density Database. En: {itemType: dataset}, DOI Dryad. Identifier: <https://datadryad.org/handle/10255/dryad.235>. Dryad Digital Repository
- ZIACO, E., BIONDI, F., ROSSI, S. y DESLAURIERS, A., 2014. Climatic Influences on Wood Anatomy and Tree-Ring Features of Great Basin Conifers at a New Mountain Observatory. Applications in Plant Sciences, vol. 2, no. 10, pp. 1400054. DOI 10.3732/apps.1400054.

ANEXOS

ANEXO 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA

Proyecto de Tesis: “Anatomía y propiedades físicas de tres especies del género Tachigali en un bosque de Terraza Alta en la región de Madre de Dios, a través del método no destructivo”

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Metodología
Problema Principal ¿Cuáles son las características anatómicas y propiedades físicas de las tres especies del género tachigali en un bosque de Terraza Alta en la región de Madre de Dios?	Objetivo General Describir la anatomía y propiedades físicas de tres especies del género Tachigali en un bosque de Terraza Alta en la región de Madre de Dios, a través de métodos no destructivos. Objetivos Específicos Caracterizar la anatomía de la madera organoléptica, macroscópica y microscópica de las especies: <i>Tachigali alba</i> Ducke, <i>Tachigali chrysaloides</i> van del Werff y <i>Tachigali vasquezii</i> Pipoly. Determinar las propiedades físicas (contenido de humedad, contenido de humedad máxima, densidad básica, densidad normal, densidad anhidra, contracción volumétrica), el peso de 1m³ al 12% de humedad y el peso de 1 pie tablar al 12% de humedad, de las especies <i>Tachigali vasquezii</i> Ducke, <i>Tachigali chrysaloides</i> van del Werff y <i>Tachigali vasquezii</i> Pipoly. Determinar el uso de la madera	Hipótesis Nula (H0): H0: Existe diferencias significativas en la anatomía y propiedades físicas de las tres especies del género Tachigali. Hipótesis Alterna (H1): H1: No existen diferencias significativas en la anatomía y propiedades físicas de las tres especies del género Tachigali.	Tipo de Investigación: Para la presente investigación, será de tipo básico aplicado y el método analítico descriptivo con datos cualitativo y cuantitativo. Metodología de la Investigación: En el presente proyecto de investigación se empleará el método descriptivo, el mismo que se complementará con el estadístico, análisis, síntesis, deductivo, inductivo entre otros. Diseño de la Investigación: El presente proyecto de investigación, dada la naturaleza de las variables materia de investigación, responde al de una investigación por objetivos. Población: Para la determinación de la población de las tres especies del género Tachigali, se realizará el inventario de un bloque en el

	de las tres especies del género tachigali.		fundo El Bosque de la Universidad nacional Amazónica de Madre de Dios, del tipo de bosque de terraza alta. Dicha información se considerará como la población de la presente investigación. Muestra: El muestreo para la presente investigación será de tipo aleatorio simple, es decir que los árboles de las tres especies del género Tachigali serán elegido al azar de la población, teniendo en cuenta los aspectos fitosanitarios. Se toma como referencia lo establecido en la Norma técnica Peruana (NTP N°251.008 2016), donde menciona que mínimamente se requiere 3 árboles por especie a estudiar. Siendo un total de 09 árboles para la investigación. Técnica: La técnica que se empleará en el presente proyecto de investigación será no destructiva, pues que se utilizará el barrenado de Pressler, para la obtención de las muestras.
--	--	--	---

Anexo 2: Comparación de las Características anatómicas y propiedades físicas de las tres especies del genero Tachigali.

Información tecnológica cualitativa	<i>Tachigali alba</i>	<i>Tachigali chrysaloides</i>	<i>Tachigali vasquezii</i>
	Características anatómicas		
Textura	Gruesa	Gruesa	Gruesa
Sabor	No distintivo	No distintivo	No distintivo
Olor	No distintivo	No distintivo	No distintivo
Vasos	Mayormente solitarios escasos múltiples de 2,3-4	Mayormente solitarios escasos múltiples de 2,3-4	Mayormente solitarios escasos múltiples de 2,3,4 y 5
Parénquima	Vasicéntrico	Vasicéntrico abundante	Vasicéntrico
Anillos de crecimiento	Zonas fibrosas	Zonas fibrosas	Zonas fibrosas
Inclusión	Gomas	Gomas	Gomas
Vasos por mm ²	Pocos	Pocos	Pocos
Diámetro tangencial de de vasos	Medianos	Grandes	Pequeños
Tipo de radios	Uniseriados	Uniseriados	Uniseriados
Información tecnológica cualitativa	Propiedades Físicas		
Densidad Básica	Muy alta	Media	Media
contracción volumétrica	Bajo	Bajo	Bajo