

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL



INFLUENCIA DE LOS NIVELES LONGITUDINALES DEL FUSTE EN LOS COEFICIENTES DE CONTRACCIÓN Y EN EL PUNTO DE SATURACIÓN DE LAS FIBRAS DE LA MADERA DE DOS ESPECIES FORESTALES DEL BOSQUE DE MACUYA – UNU - REGIÓN UCAYALI.

TESIS

PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO FORESTAL

VICTOR ARTURO BURGA WESEMBER

PUCALLPA – PERÚ

2017

ACTA DE APROBACIÓN

La presente Tesis fue aprobada por el jurado calificador de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad Nacional de Ucayali, para obtener el Título Profesional de Ingeniero Forestal.

Ing. MSc. David Gerardo Llúncor Mendoza



.....
Presidente

Dr. Oscar Antonio Barreto Vásquez



.....
Miembro

Ing. MSc. Pedro Aparicio Campos Cabrera



.....
Miembro

Ing. MSc. Manuel Iván Salvador Cárdenas



.....
Asesor

Bach. Victor Arturo Burga Wesember



.....
Tesis

DEDICATORIA

A Dios nuestro señor por darme salud, vida y guiar mi existencia.

A mi padre Roger Burga y a la memoria de mi madre Mercedes Wesember, quienes hicieron de mí una persona de bien, con principios morales muy sólidos.

Con el amor y el cariño más grande del mundo a Analiz, Helmuth y Hans mis hijos y a Elizabeth López mi esposa.

A la memoria de mi abuela Bertha Vásquez y de mi tía Elena Burga, quienes me brindaron su apoyo cuando más lo necesitaba.

A mi Alma Mater, por acogerme en su seno y formarme profesionalmente.

AGRADECIMIENTO

Al finalizar la presente tesis, quiero expresar mi profundo agradecimiento:

A mi asesor el Ing. MSc. Manuel Iván Salvador Cárdenas, por compartir sus conocimientos, por su apoyo incondicional, por sus observaciones, su amistad, la paciencia y la confianza depositada en mi persona para realizar el presente trabajo de investigación.

Al Ing. Cristian Fachín Vargas, por su apoyo incondicional en la ejecución de esta tesis.

A mi familia en general, por los consejos, la ayuda y la confianza depositada en mi persona.

A todos mis profesores, por guiarme y transmitirme sus conocimientos en mi formación académica.

A todas las personas que de una u otra manera han contribuido con el desarrollo de la presente tesis.

ÍNDICE

	Pág.
INTRODUCCIÓN	01
CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO	03
1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	03
1.2. JUSTIFICACIÓN	04
1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	04
1.3.1. Objetivo general	04
1.3.2. Objetivos específicos	05
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	06
2.1. ANTECEDENTES DE LAS ESPECIES	06
2.1.1. <i>Hymenolobium aff pulcherrimum</i> (pashaco negro)	06
2.1.2. <i>Tachigali setifera</i> Ducke (ucshaqui colorado)	12
2.2. PLANTEAMIENTO TEORICO DEL PROBLEMA	17
2.2.1. Propiedades físicas de la madera	17
2.2.2. Estudios del coeficiente de contracción y el punto de saturación de las fibras de madera en algunas especies forestales	30
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS	33
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	35
3.1. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	35
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA	35
3.2.1. Universo o población	35
3.2.2. Muestra	35
3.3. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	35
3.3.1. Equipos y materiales de campo	35
3.3.2. Fase de carpintería	36
3.3.3. Fase de laboratorio	36
3.4. PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS	37
3.4.1. Selección de árboles	37
3.4.2. Toma de datos preliminares de los árboles seleccionados	37
3.4.3. Colección e identificación de muestras botánicas	37
3.4.4. Tumbado y trozado	39
3.4.5. Extracción y transporte de trozas	40
3.4.6. Preparación de las probetas para el ensayo de las propiedades	

físicas	40
3.5. PROCEDIMIENTOS DE ENSAYOS DE PROPIEDADES FÍSICAS	42
3.5.1. Contracción de la madera	42
3.5.2. Coeficiente de contracción	43
3.5.3. Punto de saturación de la fibra	44
3.6. TRATAMIENTOS DE DATOS	44
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	45
4.1. CONTRACCIÓN LINEAL DE LA MADERA DE DOS ESPECIES FORESTALES	45
4.1.1. Contracción radial	45
4.1.2. Contracción tangencial	48
4.1.3. Contracción longitudinal o axial	50
4.2. CONTRACCIÓN VOLUMÉTRICA DE LA MADERA DE DOS ESPECIES FORESTALES	52
4.3. COEFICIENTE DE CONTRACCIÓN LINEAL DE LA MADERA DE DOS ESPECIES FORESTALES	55
4.3.1. Coeficiente de contracción radial	55
4.3.2. Coeficiente de contracción tangencial	58
4.3.3. Coeficiente de contracción longitudinal	61
4.4. COEFICIENTE DE CONTRACCIÓN VOLUMÉTRICA	64
4.4.1. Relación entre los niveles longitudinales del fuste y el coeficiente de contracción volumétrica	67
4.5. PUNTO DE SATURACIÓN DE LAS FIBRAS DE LA MADERA DE DOS ESPECIES	68
4.5.1. Relación entre los niveles longitudinales del fuste y el punto de saturación de las fibras	72
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	74
5.1. CONCLUSIONES	74
5.2. RECOMENDACIONES	77
BIBLIOGRAFÍA	78
ANEXO	83

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 01: Propiedades físicas del <i>Hymenolobium sp.</i>	10
Cuadro 02: Propiedades físicas del <i>Hymenolobium aff pulcherrimum</i> (pashaco negro)	10
Cuadro 03: Propiedades Mecánicas del <i>Hymenolobium sp.</i>	11
Cuadro 04: Resumen de los valores promedios y su clasificación de las propiedades mecánicas	12
Cuadro 05: Variabilidad de las propiedades físicas de la madera entre árboles de <i>Tachigali setifera</i> Ducke.	16
Cuadro 06: Valores promedios de las propiedades mecánicas de la madera de <i>Tachigali setifera</i> Ducke a nivel de especie	17
Cuadro 07: Denominación del estado de la madera según su contenido de humedad.	20
Cuadro 08: Clasificación de la madera en función a su densidad básica	24
Cuadro 09: Coeficiente de contracción volumétrica	29
Cuadro 10: Clasificación y uso de la madera en función al coeficiente de contracción volumétrica	29
Cuadro 11: Coeficiente de contracción lineal por sitio	30
Cuadro 12: Contracción e hinchamiento lineal máximo, punto de saturación de las fibras y anisotropía dimensional	32
Cuadro 13: Valores comparativos del PSF de diez maderas mexicanas, con el estimado por la expresión $PSF = \beta Vt / (0.9 * Db)$	33
Cuadro 14: Número de probetas por ensayo.	42
Cuadro 15: Promedio de la contracción radial de la madera de dos especies forestales por niveles del fuste	45
Cuadro 16: Análisis de la varianza de los promedios de la contracción radial por niveles longitudinales del fuste y por especie	46
Cuadro 17: Resumen de la prueba de Tukey de los promedios de la contracción radial por niveles del fuste	47
Cuadro 18: Promedio de la contracción tangencial de la madera de dos especies forestales por niveles longitudinales del fuste	48
Cuadro 19: Análisis de varianza de la contracción tangencial de la madera por niveles longitudinales del fuste y por especies.	49

Cuadro 20:	Promedio de la contracción longitudinal o axial de la madera de dos especies forestales por niveles longitudinales del fuste.	50
Cuadro 21:	Análisis de varianza de la contracción longitudinal por niveles longitudinales del fuste	51
Cuadro 22:	Promedio de la contracción volumétrica de la madera de dos especies forestales por niveles longitudinales del fuste	53
Cuadro 23:	Análisis de varianza de la contracción volumétrica de la madera de dos especies por niveles longitudinales del fuste	54
Cuadro 24:	Promedio del coeficiente de contracción radial de la madera de dos especies forestales por niveles del fuste	56
Cuadro 25:	Análisis de varianza de los promedios de los coeficientes de contracción radial por niveles longitudinales del fuste y por especie	57
Cuadro 26:	Resumen de la prueba de Tukey aplicado a los coeficientes de contracción radial.	58
Cuadro 27:	Promedio del coeficiente de contracción tangencial de la madera de dos especies forestales por niveles del fuste	59
Cuadro 28:	Análisis de varianza de los promedios de los coeficientes de contracción tangencial por niveles longitudinales del fuste y por especie	60
Cuadro 29:	Promedio del coeficiente de contracción longitudinal de la madera de dos especies forestales por niveles del fuste	62
Cuadro 30:	Análisis de varianza de los coeficientes de contracción longitudinal por niveles longitudinales del fuste y por especie.	63
Cuadro 31:	Promedio del coeficiente de contracción volumétrica de la madera de dos especies forestales por niveles del fuste	64
Cuadro 32:	Análisis de varianza de los coeficientes de contracción volumétrica por niveles longitudinales del fuste y por especie.	65
Cuadro 33:	Relación entre los niveles longitudinales del fuste y los coeficientes de contracción volumétrica de la madera de dos especies forestales	67
Cuadro 34:	Promedio del punto de saturación de las fibras de la madera de dos especies forestales por niveles del fuste	69
Cuadro 35:	Análisis de varianza de los puntos de saturación de las fibras por niveles longitudinales del fuste y por especie	70
Cuadro 36:	Resumen de la prueba de Tukey aplicado a los puntos de	

	saturación de las fibras por niveles del fuste	71
Cuadro 37:	Relación entre los niveles longitudinales del fuste y los puntos de saturación de las fibras de la madera de dos especies forestales	72

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 01: Haz y envés de la hoja del <i>Hymenolobium aff pulcherrimum</i>	38
Figura 02: Fuste del tronco del <i>Hymenolobium aff pulcherrimum</i>	38
Figura 03: Haz y envés de la hoja de <i>Tachigali setifera</i> Ducke (ucshaqui colorado)	39
Figura 04: Fuste del árbol de <i>Tachigali setifera</i> Ducke (ucshaqui colorado)	39
Figura 05: Esquema de trozado del fuste	40
Figura 06: Corte transversal de las trozas	41
Figura 07: Distribución de las probetas a nivel transversal	41
Figura 08: Contracción radial de la madera de dos especies forestales por niveles del fuste	45
Figura 09: Contracción radial de la madera de dos especies forestales	47
Figura 10: Contracción tangencial de la madera de dos especies forestales por niveles del fuste	48
Figura 11: Contracción longitudinal de la madera de dos especies forestales por niveles del fuste	50
Figura 12: Contracción longitudinal de la madera de dos especies forestales	52
Figura 13: Contracción volumétrica de la madera de dos especies por niveles del fuste	53
Figura 14: Contracción volumétrica de la madera de dos especies forestales	54
Figura 15: Coeficiente de contracción radial de la madera de dos especies	

forestales por niveles del fuste	56
Figura 16: Coeficiente de contracción radial de la madera de dos especies forestales	57
Figura 17: Coeficiente de contracción tangencial por niveles del fuste de dos especies forestales	59
Figura 18: Coeficiente de contracción tangencial de la madera de dos especies forestales	60
Figura 19: Coeficiente de contracción longitudinal de la madera de dos especies forestales por niveles del fuste	62
Figura 20: Coeficiente de contracción longitudinal de la madera de dos especies forestales	63
Figura 21: Coeficiente de contracción volumétrica de la madera de dos especies forestales	65
Figura 22: Coeficiente de contracción volumétrica de la madera de dos especies forestales	66
Figura 23: Relación entre los niveles longitudinales del fuste y el coeficiente de contracción volumétrica	68
Figura 24: Punto de saturación de las fibras de la madera de dos especies forestales por niveles del fuste	69
Figura 25: Punto de saturación de las fibras de la madera de dos especies forestales	70
Figura 26: Relación entre los niveles longitudinales del fuste y el punto de saturación de las fibras	72

RESUMEN

Los objetivos del presente trabajo fueron: Determinar los coeficientes de contracción lineal (axial, radial, tangencial), el coeficiente de contracción volumétrica y el punto de saturación de las fibras de la madera de *Hymenolobium aff pulcherrimum* (pashaco negro) y *Tachigali setifera* Ducke (ucshaquiuro colorado) y su variabilidad por niveles longitudinales del fuste del árbol.

El método utilizado para la estimación de los coeficientes de contracción y del punto de saturación de las fibras de la madera fue el método experimental. La población estuvo constituida por todos los árboles de las especies *Hymenolobium aff pulcherrimum* (pashaco negro) y *Tachigali setifera* Ducke (ucshaquiuro colorado) del Centro de Investigación y Capacitación Forestal - Macuya (CICFOR) ubicado en los distritos de Irazola de la provincia de Padre Abad Departamento de Ucayali y el Distrito de Tournavista, Provincia de Puerto Inca, departamento de Huánuco. La muestra estuvo constituida por cinco (5) árboles por especie, elegidos por su buena conformación física, buen estado fitosanitario y de fácil accesibilidad al lugar donde se encontraban los árboles.

Los resultados ponen en evidencia que existe diferencias significativas entre los valores del coeficiente de contracción radial, tangencial y longitudinal, la madera de *Tachigali setifera* Ducke (ucshaquiuro colorado), presenta menores coeficientes de contracción lineal, que la madera de *Hymenolobium aff pulcherrimum* (Pashaco negro), con respecto a los coeficientes de las contracciones lineales por niveles longitudinales del fuste, se encontró que existe diferencias significativas en la contracción radial, con respecto a los coeficientes de contracción tangencial y longitudinal, no existen diferencias significativas entre los valores por niveles del fuste. En cuanto a los coeficientes de contracción volumétrica indican que existe diferencias significativas entre los valores por especie; la madera de *Tachigali setifera* Ducke (ucshaquiuro colorado), presenta menor coeficiente de contracción volumétrica que de la madera de *Hymenolobium aff pulcherrimum* (Pashaco negro). Con relación a los coeficientes de contracción volumétrica por niveles longitudinales del fuste, indica que existen diferencias significativas entre los valores por niveles del fuste.

En cuanto a los valores del punto de saturación de las fibras por especies, se encontró que existe diferencias significativas entre el valor de la madera de *Tachigali setifera* Ducke (ucshaquiuro colorado), es mayor y difiere significativamente del PSF de la madera de *Hymenolobium aff pulcherrimum* (Pashaco negro). Se observa que también existen diferencias significativas entre los promedios de los puntos de saturación de las fibras por niveles longitudinales del fuste, los resultados indican que la maderas que provienen de los niveles: medio y basal no presentan diferencias significativas, mientras que la madera que proviene del nivel apical presenta valor inferior que los dos niveles anteriores.

INTRODUCCIÓN

La actividad maderera de Ucayali, utiliza alrededor de 58 especies de diferentes características tecnológicas y diversos valores comerciales, con las cuales se abastece a la actividad de transformación forestal y la producción está destinada principalmente al mercado nacional. Las especies de mayor producción volumétrica son alrededor de 10 especies: lupuna, caoba, tornillo, catahua, cédro, copaiba, quinilla, mohena, capirona, shihuahuaco.

La madera es material higroscópico cuya variación en su contenido de humedad dentro de ciertos rangos, trae consigo cambios tanto en su peso como en sus dimensiones; a su vez, estos cambios pueden producir deformaciones, formación de grietas y rajaduras, así como el posterior desprendimiento de acabados y uniones. En el proceso de secado, cuando se pierde el agua que se encuentra en los lúmenes (agua libre) de las células de la madera, sólo se manifestará una reducción de su peso, sin embargo, cuando se inicia la evaporación del agua que se encuentra saturando las paredes celulares de las mismas células (agua higroscópica), se iniciará la contracción de la propia pared celular y la contracción de la madera en su conjunto de manera más significativa, con el consecuente riesgo de la tendencia a la deformación y agrietamiento (Brown, Panshin y Forsaith, 1952; Fuentes- Salinas M. *s/f*).

Se considera importante conocer cuál es el valor del contenido de humedad (CH) que corresponde justo al nivel en el cual una madera ha perdido teóricamente toda su agua libre y sus paredes celulares están saturadas de agua higroscópica, ya que, como se indicó, ese punto representa el inicio de las contracciones (en un proceso de secado) o el máximo de su hinchamiento (en un proceso de adsorción). A este nivel se le conoce técnicamente como punto de saturación de la fibra, (PSF), (Kollmann y Côté, 1968).

La madera es un material complejo, con unas propiedades y características que dependen no sólo de su composición sino de su constitución (o de la manera en que están colocados u orientados los diversos elementos que la forman). El cómo

están colocados u ordenados estos elementos nos servirá para comprender mejor el comportamiento, algunas veces poco lógico (aparentemente) de este material.

En primer lugar se ha de recordar que la madera no es un material de construcción, fabricado a propósito por el hombre, sino que es un material obtenido del tronco y las ramas de los árboles cuya finalidad es la de facilitar el crecimiento y supervivencia de este elemento vegetal. La madera no es un material homogéneo, está formado por diversos tipos de células especializadas que forman tejidos. Estos tejidos sirven para realizar las funciones fundamentales del árbol; conducir la savia, transformar y almacenar los alimentos y por último formar la estructura resistente o portante del árbol.

Los cambios dimensionales de la madera involucran principalmente la contracción (e hinchamiento) que se produce entre diferentes estados de su saturación en las direcciones tangencial y radial. La magnitud de estos cambios caracteriza el comportamiento de una madera frente a los cambios de humedad y en especial frente al secado. La anisotropía de los cambios dimensionales, esto es, los diferentes comportamientos de la madera según las dos direcciones mencionadas, se asocia a defectos como deformaciones y grietas..

En ese sentido con la realización del siguiente estudio, se ha tratado de complementar informaciones existentes sobre las propiedades físicas de la madera de las especies *Hymenolobium aff pulcherrimum* (pashaco negro) y *Tachigali setifera* Ducke (ucshaquiro colorado), básicamente sobre los valores de los coeficientes de contracción lineal y volumétrica, del punto de saturación de las fibras y su variación en el fuste del árbol.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La humedad de la madera depende, ahora, de las condiciones higrotérmicas del ambiente. A cada par de valores de temperatura y humedad relativa del aire corresponde, en la madera, una humedad comprendida entre el 0% y el 30% (punto de saturación de las fibras, aproximadamente), que recibe el nombre de "Punto de saturación de las fibras" (P.S.F.) o más exactamente Punto de saturación de la pared celular, nos indica la máxima humedad que puede contener una madera sin que exista agua libre.

Una vez que haya descendido de este punto, la madera no volverá a tomar agua libre si no es por inmersión. Este P.S.F. es de gran importancia, ya que supone una frontera a las variaciones dimensionales, variación de resistencias, etc. Su valor es del orden del 30%, pudiendo sufrir pequeñas variaciones de unas especies a otras. Las maderas con P.S.F. bajo, tienen estabilizadas sus características mecánicas cuando son empleadas en atmósferas húmedas. Por el contrario si dichas maderas se emplean en atmósferas de humedad baja, se deformarán cuando varíe dicha humedad. (maderas nerviosas).

Los cambios dimensionales de la madera involucran principalmente la contracción (e hinchamiento) que se produce entre diferentes estados de su saturación en las direcciones tangencial y radial, dando origen al denominado coeficiente de contracción volumétrica, que mide la variación del volumen de la madera cuando su humedad varía un 1%. Este coeficiente V% es de vital importancia (casi constante entre los estados anhidro y de saturación de las fibras) porque caracteriza las maderas.

Por tal motivo en el presente estudio se resolvió las siguientes interrogantes: Bajo condiciones normalizadas de laboratorio ¿Cuáles son los valores de los coeficientes de contracción ?, ¿Cuáles son los valores del punto de saturación de las fibras?, ¿Cómo varían en el fuste del árbol? y ¿Qué aptitudes tecnológicas

tienen para la industria de transformación primaria y secundaria de la madera de la especie *Hymenolobium aff pulcherrimum* (pashaco negro) y *Tachigali setifera* Ducke (ucshaquiro colorado)?.

1.2. JUSTIFICACIÓN

Las propiedades físicas de la madera son totalmente diferentes y van a variar dependiendo principalmente del crecimiento, de la edad y de la parte del árbol de donde procede; también, aunque no en forma tan directa, de la clase del terreno y del contenido de humedad. Los caracteres exteriores de la madera, difieren de una especie a otra, los que facilitan el reconocimiento a través del color, la disposición de las fibras, la dureza y la densidad.

Dentro de las propiedades físicas de la madera, el contenido de humedad, y la contracción son indicadores frecuentes de la madera de cualquier especie forestal maderable para tomar decisiones en su utilización dentro de la industria de la madera; sin embargo el conocimiento del coeficiente de contracción volumétrica y del punto de saturación de las fibras (PSF) permitirá con un nivel de certeza orientar la utilización de las diversas maderas peruanas.

Con el presente trabajo de investigación se pretende definir las aptitudes tecnológicas de la madera de las especies *Hymenolobium aff pulcherrimum* (Pashaco negro) y *Tachigali setifera* Ducke (ucshaquiro colorado). Dicha información también permitirá valorar los bosques con abundantes árboles de estas dos especies y darles un aprovechamiento racional por parte de la industria maderera, generadora de fuente de trabajo y además este trabajo incrementará la información existente sobre esas dos especies.

1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. Objetivo general

Determinar los coeficientes de contracción y el punto de saturación de las fibras de la madera de las especies *Hymenolobium aff pulcherrimum* (pashaco negro) y *Tachigali setifera* Ducke (ucshaquiro colorado) y su variabilidad por niveles del fuste del árbol.

1.3.2. Objetivos específicos.

- Determinar los coeficientes de contracción axial, radial, tangencial y volumétrica de la madera de *Hymenolobium aff pulcherrimum* (pashaco negro) y *Tachigali setifera* Ducke (ucshaquiro colorado) y su variabilidad por niveles del fuste del árbol.
- Determinar el punto de saturación de las fibras de la madera de *Hymenolobium aff pulcherrimum* (pashaco negro) y *Tachigali setifera* Ducke (ucshaquiro colorado) y su variabilidad por niveles del fuste del árbol.

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LAS ESPECIES

2.1.1. *Hymenolobium aff pulcherrimum* (pashaco negro)

a) Clasificación taxonómica

Lao (1984), clasifica a esta especie como sigue:

Reino	:	Plantae.
División	:	Magnoliophyta.
Clase	:	Magnoliopsida
Sub clase	:	Rosidae
Orden	:	Fabales
Familia	:	fabaceae
Subfamilia	:	Faboideae
Género	:	Hymenolobium
Especie	:	<i>Hymenolobium aff pulcherrimum</i>
Nombre común	.	Pashaco negro

b) Descripción dendrológica

Castillo (2010), árboles grandes que alcanzan más de 100 cm de diámetro y alturas totales de 30 m, copa redonda, ocupa el estrato superior. Fuste recto y cilíndrico, con presencia de aletas en la base del fuste, otros árboles sin aletas o muy reducidas y de poco desarrollo. Ramificación simpódica, caducifolio en el mes de noviembre antes de la floración.

Ramitas terminales.- Sección circular, gruesas, en estado fresco verde ferruginoso, cubiertas de pelos simples castaños, secreta una sustancia pegajosa. Yemas terminales abultadas, de forma cónica y cubierta de pubescencia pardo ferruginosa.

Hojas.- Compuestas, pinnadas, alternas, agrupadas al extremo de la ramita terminal. Pecíolo de 3,5 a 5,5 cm de longitud, con dos estípulas en la base, de forma foliácea, de 1,5 a 2 cm de longitud,

cubierta de abundante pubescencia color castaño-dorado. Raquis de 8,5 a 13,5 cm de longitud. Peciolulo de 1,5 a 3,5 mm de longitud, número de foliolos de 19 a 23, limbo de 1,1 a 5,7 cm de longitud y de 0,6 a 2,0 cm de ancho, de forma oblonga, borde entero, ápice redondo con presencia de mucrón, base y ápice redondo y de consistencia papirácea, presenta estípulas.

Flores.- De color morado-lila, de 1,8 cm de longitud. Cáliz gamosépalo de 9 mm de longitud, 5 mm de ancho, 5 lobulados, 5 pétalos de color lila-rosado-blanquecino, corola formada por un estandarte de 1,5 cm de longitud y 1,3 cm de ancho, de base cordada, ápice bilobado; dos alas de 1,7 cm de longitud, 0,5 cm de ancho, liguladas; dos quillas de 1,6 cm de longitud y 0,5 cm de ancho.

c) Fenología y Propagación

Castillo (2010), Propagación.- Hasta el momento no se han realizado pruebas de germinación en vivero para esta especie.

d) Usos

Valderrama (1993), Estructuras, vigas y columnas, pisos y parquet, mango de herramientas y carrocerías.

e) Características anatómicas

Valderrama (1993) **Aspectos generales.** Límites de anillos de crecimiento indistinto o ausente. Duramen de color café y amarillo, con vetas pronunciadas. Color de la albura distinto del color del duramen. Olor indistinto o ausente.

Vasos. Vasos presentes. Madera de porosidad difusa. Vasos dispuestos en patrón no específico, agrupados, generalmente en grupos radiales cortos (de 2–3 vasos) y en nidos (racimos). Borde de los vasos redondo. Dos clases distintas de diámetro de vasos ausentes. Vasos frecuentemente con colas radiales de pequeños

vasos agrupados. Promedio del diámetro tangencial de los vasos: 135–230–325 μm ; Promedio del diámetro tangencial de los vasos: muy grande. Promedio del número de vasos/ mm^2 muy pocos. Placas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, promedio del diámetro (vertical) de las punteaduras intervasculares: 6–10 μm , Promedio del diámetro (vertical) de las punteaduras intervasculares medianas, ornamentadas. Punteaduras radio vasculares con aréolas distintas, similares a las punteaduras intervasculares, de tamaño y tipo uniforme, del mismo tipo en elementos adyacentes, localizadas a través de todo el radio. Engrosamientos en espiral ausentes. Tíldes en los vasos ausentes. Otros depósitos en vasos de duramen presentes, depósitos en vasos de duramen con depósitos de color marrón hasta negro.

Fibras y traqueidas. Traqueidas vasculares o vasicéntricas de esporádicas a ausentes. Fibras paredes gruesas. Punteaduras de las fibras en su mayoría restringidas a las paredes radiales, simples o con aréolas minúsculas. Engrosamientos en espiral ausentes. Fibras no septadas.

Parénquima axial. Parénquima axial presente, en bandas. Bandas de parénquima axial no marginales (o aparentemente marginales), dispuestas en forma de bandas más anchos que los radios, gruesas, con más de 3 células de ancho. Parénquima en bandas de menor frecuencia en *H. excelsum*. Parénquima axial paratraqueal. Paratraqueal aliforme y confluyente. Parénquima aliforme: en forma de rombo. Parénquima axial en serie. Promedio del número de células por serie de parénquima axial: 4–5. Parénquima no lignificado ausente.

Radios. Radios presentes, multiseriados (también cuando muy pocos), con 2–3–5 células de ancho, comúnmente finos (2–3

seriados) y de ancho medio (comúnmente 3–5 seriados). Radios con la parte multiseriados de igual ancho como la parte uniseriada ausentes. Radios agregados ausentes. Radios de un solo tamaño. Altura de los radios grandes hasta 500 μm . Radios compuestos por dos o más tipos de células (heterocelulares). Radios heterocelulares con células cuadradas y erectas restringidas a hileras marginales, generalmente con 1 hilera de células cuadradas y erectas. Células envolventes ausentes. Células tipo baldosa ausentes. Células perforadas de radio ausentes. Paredes del extremo de las células de radio disyuntivas indistintas o ausentes. Radios de 2–3 células de ancho en *H.elatum*, *H. flavum* y *H. Petraeum*; 3–5 células de ancho en *H.excelsum*.

Estratificación. Estructura estratificada presente, todos los radios estratificados, parénquima axial estratificado, elementos de vasos estratificados y no estratificados, fibras no estratificadas. Disposición de los estratos regular (horizontal o recto) e irregular. Número de estratos por mm axial 2. Estratificación (de los radios) menos conspicuo en *H. flavum*.

Estructuras secretoras. Células oleíferas y mucilaginosas ausentes. Canales intercelulares ausentes. Laticíferos o tubos taniníferos ausentes.

Sustancias minerales. Cristales presentes, prismáticos, localizados en células del parénquima axial. Células cristalíferas del parénquima axial septadas. Número de cristales por célula o cámara: uno. Células cristalíferas de tamaño normal. Cistólites ausentes. Sílica no observada.

f) Propiedades físicas

Valderrama (1993) determinó las propiedades físicas de la madera de *Hymenolobium sp*, mientras que Del castillo (2015) determinó algunas propiedades físicas de la madera de

Hymenolobium aff pulcherrimum (Pashaco negro), proveniente del bosque del CICFOR – Macuya de la UNU.

Cuadro 01: Propiedades físicas del *Hymenolobium sp.*

Propiedades Físicas	Componente	Unidades	Promedios	
			Arostegui	Valderrama
Densidad	Saturada	g/cm ³	0.67	0.81
	Anhidra	g/cm ³	0.26	--
	Básica	g/cm ³	0.24	0.57
Contracción	Radial	%	1.83	3.57
	Tangencial	%	5.12	7.14
	Volumétrica	%	6.18	10.8
Relación T/R			2.8	2.00

Fuente: Valderrama (1993). Características tecnológicas de especies amazónicas.

Cuadro 02: Propiedades físicas del *Hymenolobium aff pulcherrimum* (Pashaco negro)

Propiedades Físicas	Unidad	Valor promedio	Clasificación
C.H saturada	%	87.18	--
C.H. seca al aire	%	14.20	--
Densidad saturada	g/cm ³	1.11	--
Densidad seca al aire	g/cm ³	0.75	--
Densidad seca al horno	g/cm ³	0.67	--
Densidad básica	g/cm ³	0.60	Media
Contracción radial	%	3.49	--
Contracción tangencial	%	7.53	--
Contracción longitudinal	%	0.38	--
Contracción volumétrica	%	11.09	Media
Índice de estabilidad (T/R)		2.16	Madera estable

Fuente: Del Castillo M. (2015) Tesis.

g) Propiedades mecánicas

Aróstegui (1970).en su trabajo “Estudio de las propiedades Físicos - Mecánicas de 16 especies maderables del país determinó las propiedades mecánicas de la madera de la especie *Hymenolobium sp.* Sotelo (1992), en su trabajo denominado “Posibilidades del pino chuncho (*Schizolobium amazonicum*) Huber ex. Ducke) en la industria de la cajonería” determinó algunas propiedades mecánicas de la madera de esta especie,

Valderrama (1993) determinó las características tecnológicas de especies amazónicas, en la que se incluía a una especie del género *Hymenolobium sp*, cuyos valores se detalla en el cuadro 3. Del castillo (2015) determinó algunas propiedades mecánicas de la madera de *Hymenolobium aff pulcherrimum* (pashaco negro), proveniente del bosque del CICFOR – Macuya de la UNU, Ucayali.

Cuadro 03: Propiedades Mecánicas del *Hymenolobium sp*.

Propiedades mecánicas	Unidades	Promedios			
		Sotelo		Aróstegui	Valderrama
		Valores	C.H. (%)		
FLEXIÓN ESTÁTICA	Kg/cm ²		17.75		--
ELP		181.27		181.2	120
MOR		314.51		294.4	--
MOE x 1000		53.99		61.56	76
COMPRESIÓN PARALELA	Kg/cm ²		15.67		
ELP		134.34		122.6	--
RM		183.34		180.4	71
MOE x 1000		62.36		68.47	--
COMPRESIÓN PERPENDICULAR	Kg/cm ²		15.28		
ELP		20.97		19.49	--
CIZALLAMIENTO	Kg/cm ²		14.46		
ELP		49.95		41.9	--
DUREZA	Kg/cm ²		15.53		
LADOS		106.94		97.3	89
EXTREMOS		191.05		209.5	538
TENACIDAD	Kg/cm ²		14		--
ELP		0.54		0.51	--
CLIVAJE	Kg/cm ²				
ELP				22.84	--
EXTRACCIÓN DE CLAVOS	Kg		15.46		
LADOS		45.54			--
EXTREMOS		38.73			--

[Fuente: Sotelo (1992), Aróstegui (1970) y Valderrama (1993).

Cuadro 04: Resumen de los valores promedios y clasificación de las propiedades mecánicas

Propiedades Mecánicas	Unidad	Valor promedio	Clasificación
FLEXIÓN ESTÁTICA			
ELP	Kg/cm ²	401.63	--
MOR	Kg/cm ²	845.07	Alta
MOE	Kg/cm ²	99617.07	Flexible
COMPRESIÓN PARALELA			
ELP	Kg/cm ²	375.32	--
RM	Kg/cm ²	411.4	Alta
MOE	Kg/cm ²	29162.42	--
COMPRESIÓN PERPENDICULAR			
ELP	Kg/cm ²	24.87	Baja
TRACCIÓN PERPENDICULAR			
ELP	Kg/cm ²	625.62	--
CIZALLAMIENTO			
RADIAL (ELP)	Kg/cm ²	111.97	
TANGENCIAL (ELP)	Kg/cm ²	83.06	Baja
DUREZA			
LADOS (ELP)	Kg/cm ²	537.41	Media
EXTREMOS (ELP)	Kg/cm ²	691.57	Alto
CLIVAJE			
RADIAL (ELP)	Kg	34.96	--
TANGENCIAL (ELP)	Kg	34.98	--
EXTRACCIÓN DE CLAVOS			
LADOS (ELP)	Kg/cm ²	4.51	Baja
EXTREMOS (ELP)	Kg/cm ²	2.46	Baja

Fuente: Del castillo M. (2015) Tesis

c) Trabajabilidad

Valderrama (1993), Es una especie que tiene una densidad media, de grano entrecruzado, con una dureza media y textura media teniendo una Trabajabilidad media. Flexión (MOR) media, compresión paralela (RM), alta, compresión perpendicular (ELP) alta, cizallamiento media, tenacidad, alta, comportamiento alta.

2.1.2. *Tachigali setifera* Ducke (ucshaquiuro colorado)

a) Clasificación taxonómica

Van Der Werff, H. (2008) clasifica a esta especie como sigue:

Reino : Vegetal.
 División : Fanerógamas.

Clase	:	Dicotiledóneas
Orden	:	Fabales
Familia	:	Fabaceae
Subfamilia	:	Caesalpinoidea
Género	:	<i>Tachigali</i>
Especie	:	<i>setifera</i> Ducke
Nombre común	:	Ucshaquiro colorado

Árbol de 30 metros, raíces tablares pequeñas e irregulares hasta 30 cm de altura. Corteza externa finamente amantillada, ritidoma se desprende en escamas de forma cuadrangular de consistencia suave y quebradiza. Corteza interna laminar, ligeramente arenosa, de color anaranjado, olor muy tenue a frejol. Fuste recto cilíndrico, copa ligeramente irregular. Ramitas terminales con tomento ferrugíneo, canaliculado. Presencia de estípulas abundantes y dispersas a lo largo de la ramita terminal y los ráquises de apariencia foliácea de color verde claro muy conspicuas de 2 a 3 cm de largo.

Hojas alternas, pecioladas, compuestas pinnadas paripinnadas con 3 a 7 pares de foliolos opuestos, peciolulo corto e hinchado, proximal y distal(doblemente pulvinadas), de 1 a 3 cm de largo, base aguda, forma lanceolada a elíptica, borde entero, ápice acuminado de 1 a 4 cm. Textura coriácea, glabra y brillante, verde oscuro en el haz, y con indumento ferrugíneo abundante en el envés dándole una tonalidad parda, vena principal pinnada, el marco de las venas secundarias es eucamptódroma convirtiéndose en broquidódroma distal con 9 a 14 pares de venas, venas terciarias reticuladas y perpendiculares a la vena principal. El espaciamiento de las venas secundarias es regular, la variación del ángulo de las venas secundarias forman un ángulo secundario uniforme. Venas remarcadas en el envés de la hoja. Raquis abultado característico de este género, sin presencia de hormigas viviendo en estos abultamientos, comportamiento que

es muy notorio en sus congéneres. Foliolos de color claro en el haz y Los foliolos jóvenes son de color rosado envés.

b) Fenología

Jiménez, Q. (1999) menciona que el género *Tachigali* produce flores ocasionalmente en enero y desde febrero hasta julio. Los frutos maduros están presentes en agosto.

c) Habitat y distribución geográfica

Jiménez, Q. (1999) afirma que el género *Tachigali* crece en bosque húmedo y muy húmedo siempreverde, entre los 50-600 m de elevación, con una precipitación mayor a los 2500 mm anuales, por lo general en zonas planas, así como en lomas o áreas bien drenadas y con pendientes entre 10-40 %.

Ulibarri Emilio A. (2008) menciona que el género *Tachigali* con aproximadamente 65 especies se distribuye en América central y Sudamérica: Colombia, Venezuela, Guyana, Surinam, Guayana Francesa, Brasil, Ecuador, Perú hasta Bolivia y Paraguay. Ha sido citado para la Argentina por Zarucchi (1998).

d) Descripción de la madera

Características anatómicas

Como referencia Richter H. G. y Dallwitz M. J. (2000) mencionan que en *Tachigali spp.* los límites de los anillos de crecimiento son distintos. Duramen de color golden café (dorado) amarillo. Color de la albura distinto del color del duramen. Olor indistinto o ausente. Densidad básica 0,5–0,6 g/cm³.

- **Vasos.-** Madera de porosidad difusa. Vasos dispuestos en patrón no específico, agrupados, generalmente en grupos radiales cortos (de 2–3 vasos) o en grupos radiales de 4 vasos o más. Promedio del diámetro tangencial de los vasos: 90–170–260µm. Promedio del número de vasos/mm²: 2–5. Promedio del largo de

los elementos vasculares: 220–530–820 μm . Placas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, promedio del diámetro (vertical) de las punteaduras intervasculares: 5–8 μm , ornamentadas. Punteaduras radiovasculares con aréolas distintas, similares a las punteaduras intervasculares. Engrosamientos en espiral ausentes. Tíldes en los vasos ausentes. Otros depósitos en vasos de duramen no observados.

- **Fibras y traqueidas.-** Traqueidas vasculares o vasicéntricas de esporádicas a ausentes. Fibras de paredes finas, o paredes de espesor medio. Promedio del largo de las fibras: 640–1000–1460 μm . Punteaduras de las fibras en su mayoría restringidas a las paredes radiales, simples o con aréolas minúsculas. Engrosamientos en espiral ausentes. Fibras no septadas.
- **Parénquima axial.-** Parénquima axial no en bandas. Parénquima axial paratraqueal. Paratraqueal vasicéntrico. Parénquima axial en serie. Promedio del número de células por serie de parénquima axial: 2–5.
- **Radios.-** Número de radios por mm: 6–15, radios exclusivamente uniseriados. Radios compuestos por un solo tipo de células (homocelulares); células de los radios homocelulares procumbentes. Algunos pocos radios biseriados, en segmentos cortos de la parte central.
- **Estructuras secretoras.-** Células oleíferas y mucilaginosas ausentes. Canales intercelulares ausentes. Laticíferos o tubos taniníferos ausentes.
- **Variantes del cambium.-** Floema incluso ausente. Otras variantes del cambium ausentes.

- **Sustancias minerales.-** Cristales presentes, prismáticos, localizados en células del parénquima axial. Células cristalíferas del parénquima axial septadas. Número de cristales por célula o cámara: uno. Células cristalíferas de tamaño normal. Sílica no observada.

e) Propiedades físicas y mecánicas de la madera

Amasifuen (2013) determinó la variabilidad de las propiedades físicas y mecánicas de la madera de *Tachigali setifera* Ducke (ucshaquiro colorado) (cuadro 05 y 06 respectivamente).

Cuadro 05: Variabilidad de las propiedades físicas de la madera entre árboles de *Tachigali setifera* Ducke.

Propiedades físicas		Unidad	Valor promedio	Coefficiente de variación	Categoría
Contenido de humedad	Saturada	%	80.57	16.46	Muy húmeda
	PSF	%	31.09	12.97	Normal
	Seca al aire	%	13.41	1.64	Muy seca (interior)
Densidad	Saturada	g/cm ³	0.89	13.99	Media
	Seca al aire	g/cm ³	0.59	17.94	Media
	Seca al horno	g/cm ³	0.56	18.28	Media
	Básica	g/cm ³	0.50	18.07	Media
Contracción	Tangencial	%	6.97	11.04	----
	Radial	%	3.22	24.92	----
	Longitudinal	%	0.34	43.76	----
	Volumétrica	%	10.27	11.92	Baja
	T/R	---	2.26	20.33	Moderadamente estable

Fuente: Amasifuen (2013) Tesis

Cuadro 06: Valores promedios de las propiedades mecánicas de la madera de *Tachigali setifera* Ducke a nivel de especie.

Propiedades Mecánicas	Unidad	Valor promedio	Coefficiente de variación	Categoría	
Flexión estática	ELP	kg/cm ²	437.71	29.46	----
	MOR	kg/cm ²	653.09	28.60	Baja
	MOE	tn/cm ²	80.59	15.51	Baja
Compresión paralela	ELP	kg/cm ²	325.89	26.26	----
	RM	kg/cm ²	367.77	12.79	Baja
	MOE	tn/cm ²	38.68	35.17	----
Compresión perpendicular	ELP	kg/cm ²	80.61	26.80	Media
Dureza	Radial	kg/cm ²	487.37	35.06	Alta
	Tangencial	kg/cm ²	501.87	45.80	Alta
	Extremo	kg/cm ²	600.03	29.89	Alta
Extracción de clavos	Radial	Kg	91.38	43.58	Muy alta
	Tangencial	Kg	96.52	35.74	Muy alta
	Extremo	Kg	59.80	52.47	Alta
Clivaje	Radial	kg/cm	43.68	20.71	----
	Tangencial	kg/cm	54.96	28.55	----
Cizallamiento	Radial	kg/cm ²	92.45	22.73	Media
	Tangencial	kg/cm ²	107.39	25.85	Media
Tensión perpendicular		kg/cm ²	32.42	46.06	----
Tensión paralela		kg/cm ²	987.15	24.54	----

Fuente: Amasifuen (2013) Tesis

2.2. PLANTEAMIENTO TEÓRICO DEL PROBLEMA

2.2.1. Propiedades físicas de la madera

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

- Cantidad de sustancia de la pared celular presente en una muestra cualquiera.
- Cantidad de agua presente en la pared celular.
- Proporción de los componentes primarios en la pared celular y la cantidad y naturaleza de las sustancias extrañas.

- Arreglo y orientación de los materiales en los diferentes tejidos.
- Tipo, tamaño, proporción y arreglo de las células que forman el tejido maderable.

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

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

Estos mismos autores señalan que la madera frecuentemente contiene extractivos que se localizan en la pared celular, depositados durante la maduración de la pared secundaria y durante la formación del duramen; es esta presencia de extractivos que van a poder tener un efecto sobre la densidad, es así que en algunas especies se ha encontrado que la presencia de extractivos contribuye significativamente en la variedad del peso específico de la madera, por lo que se recomienda determinar la densidad de la madera sin extractivos.

Arroyo (1983) menciona que el comportamiento físico de la madera está constituido por una serie de propiedades, las cuales en conjunto pueden definirse como propiedades físicas de la madera. Partiendo de esta concepción, las propiedades físicas de la madera son el conjunto de propiedades que caracterizan el comportamiento físico de la misma. Las propiedades físicas más importantes de la madera, relacionadas con su uso y beneficios son: contenido de humedad, densidad o peso específico y finalmente propiedades de contracción e hinchamiento de la madera.

a) Contenido de humedad

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

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

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

Grigoriev, A. (1979) afirma que en los árboles frondosos jóvenes la humedad es más alta y sus variaciones durante el año son mayores que en los árboles viejos. El contenido de humedad en el tronco del árbol creciente varía según la altura y el radio del tronco, como depende de la temporada del año.

Vizcarra, S. (1998) menciona que en función a su contenido de humedad, la madera recibe varias denominaciones, como son:

Cuadro 07: Denominación del estado de la madera según su contenido de humedad.

Denominación	Humedad	Lugar de ubicación
Madera saturada	80% >	Bajo cubierta en el bosque
Madera húmeda	25% - 80%	Recién cortada en patio de trozas o a la intemperie
Madera poco seca	20% - 25%	Aire libre
Madera seca al aire	15% - 20%	Bajo techo
Madera muy seca	8% - 15%	Interiores
Madera anhidra	0% <	Laboratorio

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

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

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

$$CH\% = \frac{\text{Peso húmedo} - \text{Peso anhidro}}{\text{Peso anhidro}} \times 100$$

Para la obtención del peso anhidro o peso seco al horno de la madera, es necesario llevar la muestra de madera a un horno graduado a temperatura de 103 ± 2 °C para secarla durante 24 horas, pasado el tiempo pesarla en una balanza digital. Antes de

llevar la muestra de madera al horno graduado, la madera debe de haber estado con peso constante.

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

- **Punto de saturación de las fibras**

JUNAC (1984) señala que el punto de saturación de las fibras es el CH que tiene la madera cuando ha perdido la totalidad del agua libre y comienza a perder el agua higroscópica. El PSF varía de 25 a 35 por ciento. Cuando el CH es menor que el PSF la madera sufre cambios dimensionales; también varían sus propiedades mecánicas.

EL INSTITUTO FORESTAL (1988) sostiene que por debajo del punto de saturación de las fibras y al continuar el proceso de evaporación, la madera cede el agua contenida en sus paredes celulares, hasta alcanzar un punto en el cual el proceso se detiene, a este punto se le conoce como "humedad de equilibrio de la madera" y depende fundamentalmente de la especie, la temperatura y la humedad relativa del ambiente.

Arroyo (1983) señala que cuando se elimina toda el agua libre dejando únicamente el agua de impregnación se llega al punto conocido con el nombre de "punto de saturación de las fibras" (P.S.F.) que tiene valores variables entre 22 y 35%; en la práctica se adopta un valor de 30%.

Rivero J. (2004) afirma que el punto de saturación de las fibras de la madera (PSF) es el contenido de humedad alcanzado cuando todas las fibras, los vasos y el parénquima están completamente hinchadas (saturadas con el agua de impregnación).

Se calcula mediante la fórmula (Serrano, R. et al. 2002):

$$PSF = \frac{(CVt)(CHsa)}{CVt - Csa} \%$$

CVt = Coeficiente de contracción volumétrica total (de saturada a seco al horno), %.

Csa = Coeficiente de contracción hasta seco al aire (de saturada a seco al aire), %.

CHsa = Contenido de humedad seco al aire, %.

- **Contenido de humedad de equilibrio.**

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

b) **Densidad**

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

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

Kollmann, F. (1959) sostiene que la densidad de una madera es uno de los datos más importantes para su clasificación técnica, ya que existe una relación bastante constante entre densidad y resistencia mecánica.

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

Nogueira E., Bruce N. y Fearnside. P. (2005), al evaluar 310 árboles en el Amazonas de Brasil, señalan que en el 87% de los casos, la propiedad física (densidad) disminuye con la altura de muestreo en el árbol; en sentido transversal la densidad disminuye a medida que la madera se acerca a la corteza, siendo la más densa en la madera de duramen, en cuanto a los anillos de crecimiento la densidad de la madera aumenta al incrementarse el ancho de los anillos de crecimiento, siendo más densa en la madera tardía.

Arostegui (1975) al referirse a la densidad básica la califica como una de las características más importantes de la madera ya que tiene gran influencia en las propiedades mecánicas como la resistencia a la flexión, dureza y otros.

En cuanto a la relación de la densidad con la contracción volumétrica de la madera, Espinoza de Pernía y León (2001) indican que como regla general se podría decir que la contracción volumétrica es proporcional a la densidad de la madera. Aróstegui (1982), clasifica a las maderas peruanas según su densidad básica y contracción volumétrica, como se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 08: Clasificación de la madera en función a su densidad básica

Densidad Básica (g/cm ³)	Contracción volumétrica (%)	Clasificación
0,30	< 7,0	Muy baja
0,30 - 0,40	7,0 - 10,0	Baja
0,41 - 0,60	10,1 - 13,0	Media
0,61 - 0,75	13,1 - 15,0	Alta
> 0,75	> 15,0	Muy alta

Campos, R. (2007), afirma que las maderas se clasifican por su densidad aparente secadas al aire en:

Pesadas : si es mayor de 0.8.

Ligeras : si está comprendida entre 0.5 y 0.7.

Muy ligeras : las menores de 0.5.

c) Contracción

Arstegui (1975) afirma que la contracción es una propiedad que posee la madera, de variar en sus dimensiones tanto en el sentido radial, tangencial, longitudinal y en su volumen, cuando su estado de humedad varía, como consecuencia del cambio de su contenido de humedad por debajo del punto de saturación de las fibras. La causa de estos cambios dimensionales se debe principalmente a la pérdida o entrada de agua higroscópica entre las estructuras celulósicas de la pared celular.

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

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

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

En cuanto a la relación de la densidad con la contracción volumétrica de la madera, Espinoza de Pernía y León (2001) indican que como regla general se puede decir que la contracción volumétrica es proporcional a la densidad de la madera.

Arroyo (1983) señala que los cambios dimensionales que ocurren en la madera son función no sólo de la cantidad de humedad presente, sino también de la cantidad de sustancia de la pared celular; mientras mayor es la cantidad de material presente, mayores serán los cambios dimensionales posibles por variaciones en el contenido de humedad.

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

árboles, longitud de las traqueidas, contenido de lignina, cantidad y grado de cristalinidad de la celulosa y porcentaje de radios presentes.

d) Índice de estabilidad dimensional

Aróstegui (1982) menciona que la estabilidad dimensional de la madera se puede observar mediante la relación entre la contracción tangencial y radial, este índice de estabilidad cuando se acerca a 1 significa que la madera es más estable y tiene buen comportamiento al secado.

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

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

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

$T/R < 1$ madera estable.

$1 < T/R < 2$ madera medianamente estable

$T/R > 2$ madera poco estable

e) Coeficiente de contracción de la madera

Fuentes (2000), define el término de contracción o hinchamiento lineal y volumétrico como consecuencia de la variación de humedad de la madera

• **Hinchamiento lineal**

La relación lineal que existe entre el hinchamiento ($\Delta\alpha$) de la madera con el aumento del contenido de humedad (Δh) desde el estado anhidro hasta el PSF, permite estimar la “relación de hinchamiento” (q), que es el hinchamiento que sufre la madera por cada 1% de contenido de humedad que ésta aumente dentro del rango higroscópico, (Kollmann y Côté, 1968). Se determina por la siguiente relación:

$$q = (\Delta\alpha_h) / \Delta h$$

donde: q = Relación de hinchamiento.

$\Delta\alpha_h$ = Hinchamiento parcial hasta un determinado $h\%$ de CH.

Δh = Contenido de humedad al cual se estimó el hinchamiento parcial referido.

• **Hinchamiento volumétrico**

Esta relación de hinchamiento puede determinarse tanto para hinchamientos lineales como para el hinchamiento volumétrico, donde se tendría:

$$qV = (\Delta\alpha V_h) / \Delta h$$

donde: qV = Relación de hinchamiento volumétrico

$\Delta\alpha V_h$ = Hinchamiento parcial volumétrico hasta un $h\%$ de CH

Δh = Contenido de humedad al cual se estimó el hinchamiento parcial referido.

La qV es de utilidad en la estimación del “juego de la madera”, es decir, en la predeterminación de los cambios dimensionales que puede experimentar la madera en servicio por efecto de los cambios o variaciones en su CH durante el año. Así, junto con la

relación de anisotropía, la relación de hinchamiento es una propiedad de la madera que la identificará como apropiada o no para una variedad de aplicaciones donde se requiere una buena estabilidad dimensional. Mientras más baja sea la relación de hinchamiento (q), y más cercana a la unidad sea la relación de anisotropía (A), más estable dimensionalmente será una madera.

La contracción obtenida con esta expresión, la cual presentan tanto Brown, Panshin y Forsath (1952) como Kollmann y Côté (1968) citados por Fuentes (2000), es ligeramente mayor a la real. Sucede que al encontrarse el agua higroscópica en el interior de la pared celular, se encuentra sometida a elevadas fuerzas de compresión, provocando que su densidad sea un poco mayor a la que tendría en condiciones normales, ésta es de $1.113 \text{ g}\cdot\text{cm}^3$.

Por lo anterior, para cálculos más exactos se debe tomar en cuenta esta densidad en la determinación de la contracción volumétrica total por este método, utilizando un factor de 0.9 al realizar las determinaciones para así considerar el volumen específico del agua, esto es:

$$bVt = (1 * Db * PSF) / 1.113 \quad \text{es decir}$$

$$Vt = 0.9 * Db * PSF$$

Vignote Peña S. (1985) menciona que el coeficiente de contracción es una medida de la variación del volumen como consecuencia de la variación de humedad de la madera. Es quizá la característica física que más determina el tipo de aplicación de la madera maciza, dado que en muchas ocasiones se necesita una estabilidad en las dimensiones. Bien por razones de funcionalidad, bien por motivos estéticos. Así, una ventana tiene como fin cerrar un hueco. Para cumplir esto es necesario que la parte fija de la ventana (cerco) y la parte móvil (hoja) estén complementadas. Si por efecto de la humedad una parte hincha más que otra, esa complementación se pierde.

Cuanto menor sea la variación de volumen de la madera mayor calidad tendrá el producto al que se aplica. La Norma UNE 56.840 reconoce la importancia de esta característica estableciendo la interpretación de resultados:

Cuadro 09: Coeficiente de contracción volumétrica

Coeficiente de contracción volumétrica (Ccv) (%)	Interpretación	Aplicaciones
< 0.35	Estable	Muebles
0,35 -0,50	Poco nerviosa	Carpintería
0.50 – 0,55	Medianamente nerviosa	Para construcción
0,55 – 0,75	Nerviosa	Para construcción en despiece radial
0,75 – 1	Muy nerviosa	Para medios con humedad constante

Por su parte Vignote y Martínez (2006), estableció una escala de clasificación de la madera en función al coeficiente de contracción volumétrica.

Cuadro 10: Clasificación y uso de la madera en función al coeficiente de contracción volumétrica

Clase de madera	Coeficiente de Contracción volumétrica (%)	Interpretación
Muy estables	≤ 0.35	Ebanistería
Estables	$>0.35 - 0.45$	Carpintería y muebles
Medianamente nerviosa	$>0.45 - 0.50$	Construcciones
Nerviosas	$>0.50 - 0.60$	Construcción en despiece radial
Muy nerviosas	>0.60	Para medios húmedos constantes

e) Punto de saturación de las fibras de madera

Fuentes (2000) precisa que conociendo además qV se está en posibilidades también de calcular el punto de saturación de la fibra (PSF), pues el hinchamiento de la madera alcanza su máximo al llegar a este nivel. La deducción está representada por las siguientes relaciones:

$$qV = DaVh / Dh \gg (aV12) / 12\%CH \gg (aV18) / 18\%CH \gg (aV \text{ TOTAL}) / PSF \text{ es decir:}$$

$qV = (qV \text{ TOTAL}) / PSF$
--

Así, si en un proceso de sorción de una muestra de madera se estima su qV y su hinchamiento volumétrico total (aV_{TOTAL}), con estos valores se deduce su correspondiente punto de saturación de la fibra (PSF) si:

$$qV = (aV_{TOTAL}) / PSF \quad \text{entonces:}$$

$$PSF = (aV_{TOTAL}) / qV$$

2.2.2. Estudios del coeficiente de contracción y el punto de saturación de las fibras de madera en algunas especies forestales.

a) Coeficiente de contracción

El coeficiente de contracción lineal resulta de aplicación técnica en la industria y establece el porcentaje de contracción o hinchamiento lineal por cada unidad porcentual de cambio en el contenido de humedad (Coronel 1994). En el presente trabajo tomaron valores medios para el conjunto de todos los árboles de 0,16 y 0,30 en sus orientaciones radial y tangencial respectivamente (cuadro 11).

Cuadro 11: Coeficiente de contracción lineal por sitio.

Árbol	Orientación	Sitio CC			Sitio LC		
		VM (%/%)	CV (%)	n	VM (%/%)	CV (%)	n
1	Tangencial	0,32	2	6	0,31	11	6
	Radial	0,19	11	6	0,14	7	6
2	Tangencial	0,27	18	6	0,27	16	6
	Radial	0,15	13	6	0,19	6	6
3	Tangencial	0,30	21	5	0,32	12	6
	Radial	0,17	5	5	0,19	7	6
4	Tangencial	0,35	-	1	0,36	12	6
	Radial	0,13	16	4	0,17	4	6
5	Tangencial	0,23	11	2	0,35	19	6
	Radial	0,13	7	2	0,18	3	5
Todos en el sitio	Tangencial	0,29	17	20	0,32	17	30
	Radial	0,16	18	23	0,17	13	29

VM: valor medio; CV: coeficiente de variación; n: número de probetas.

El mismo autor indica que en Chile, sobre la especie y en árboles de 60 años, mediante un muestreo más exhaustivo, informó un

coeficiente de contracción en sentido tangencial de 0,29. Espinoza (1997) determinó en árboles de 16-18 años coeficientes del orden de 0,12 para el sentido radial y 0,26 para el tangencial. Según el autor, estas magnitudes resultaron más bajas que las de otras especies creciendo en Chile (eucalipto, coigüe, pino radiata), y lo son también respecto al material aquí estudiado.

Los cambios dimensionales para el conjunto de los árboles, su anisotropía y la estimación del contenido de humedad en el punto de saturación de las fibras se indican en la cuadro 12, en la cual se presentan separados por una barra los valores correspondientes al sitio CC y al LC (CC/LC). Tal lo esperado, los mayores cambios dimensionales correspondieron a los ocurridos en el sentido tangencial (Coronel, 1994). La contracción lineal máxima como promedio de todos los árboles, resultó de 3,82 % en el sentido radial y de 7,38 % en el tangencial. Ananias (1989) observó en la especie que las contracciones máximas aumentaron desde la médula hacia la corteza, con rangos de 3,1 % - 3,9 % (sentido radial) y 6,6 % - 8,6 % (sentido tangencial).

- **Punto de saturación de las fibras**

El valor estimado del punto de saturación de las fibras, como promedio de todos los árboles, correspondió a un contenido de humedad del 24,7 %. Evaluaciones realizadas sobre plantaciones de la misma especie en Nueva Zelanda mencionaron que el PSF correspondió a un contenido de humedad del 25,4 % (Haslett 1986; Nicholas y Brown 2002), en cambio para Ananias (1989) quedó determinado en el 26,1 % de contenido de humedad. Maderas. Ciencia y tecnología 11(1): 3-18, 2009 Universidad del Bío – Bío

Cuadro 12: Contracción e hinchamiento lineal máximo, punto de saturación de las fibras y anisotropía dimensional.

Árbol	Orientación	Cmáx (%) ^a			Hmáx (%) ^a			PSFvol (%) ^a			A ^a	
		VM	CV	n	VM	CV	n	VM	CV	n	AC	AH
1	Tg	7,21/6,74	7/13	6/6	7,77/7,23	8/14	6/6	25,2/24,2	11/10	6/6	1,58/2,04	1,63/2,11
	Rd	4,55/3,31	9/11	6/6	4,77/3,42	10/11	6/6					
2	Tg	5,76/6,22	9/20	6/6	6,11/6,65	10/22	6/6	24,0/23,6	13/6	6/6	1,59/1,49	1,63/1,52
	Rd	3,62/4,20	15/8	6/6	3,76/3,76	16/8	6/6					
3	Tg	7,42/7,75	8/24	6/6	8,02/8,44	9/25	6/6	25,8/23,3	8/10	5/6	1,91/2,05	1,98/2,14
	Rd	3,89/3,79	3/12	6/6	4,05/3,94	3/12	6/6					
4	Tg	6,99/9,37	5/12	6/6	7,51/10,36	5/13	6/6	25,2/25,5	18/3	4/6	2,22/2,54	2,31/2,70
	Rd	3,15/3,69	8/6	6/6	3,26/3,84	8/6	6/6					
5	Tg	7,78/8,55	3/26	6/6	8,44/9,40	4/27	6/6	34,0/22,7	7/9	2/6	1,95/2,15	2,03/2,26
	Rd	3,98/3,98	10/26	6/6	4,15/4,16	11/27	6/6					
Todos en el sitio	Tg	7,03/7,73	12/24	30/30	7,57/8,42	13/26	30/30	25,8/23,8	15/8	23/30	1,85/2,06	1,91/2,16
	Rd	3,84/3,79	15/16	30/30	4,00/3,95	16/17	30/30					
Todos	Tg	7,38	20	60	7,99	21	60	24,7	15	53	1,95	2,03
	Rd	3,82	15	60	3,97	16	60					

^aSitio CC /Sitio LC; Tg: tangencial; Rd: radial; VM: valor medio; CV: coeficiente de variación; n: número de probetas

Fuentes (2000) en el Cuadro 13 reproduce los valores de densidad básica (Db), contracción volumétrica total (bVt) y punto de saturación de la fibra (PSF) de 10 especies de maderas mexicanas reportadas por Bárcenas (1985), y se agrega el valor del PSF calculado con la expresión (2) de esta nota técnica.

Cuadro 13: Valores comparativos del PSF de diez maderas mexicanas, con el estimado por la expresión $PSF = \beta V_t / (0.9 * D_b)$

Especie	D_b (g·cm³)	bV_t (%)	PSF (%) reportado por Bárcenas (1985)	PSF (%) calculado con (2)
<i>Alnus jorullensis</i> Furlow.	0.42	14.30	30.02	37.83
<i>Lonchocarpus castilloi</i> Standl.	0.67	12.73	21.86	21.11
<i>Lysiloma bahamensis</i> Benth	0.60	9.47	22.00	17.53
<i>Manilkara zapota</i> (L.) V. Royen	0.86	15.40	28.50	19.89
<i>Pinus montezumae</i> Lamb.	0.42	10.70	36.00	29.72
<i>Pinus ponderosa</i> Dougl.	0.39	10.67	30.55	30.40
<i>Quercus elliptica</i> Nee	0.71	20.13	38.70	31.50
<i>Quercus rugosa</i> Nee	0.60	15.64	28.50	28.96
<i>Schizolobium parahibum</i> (Vell.) Balke	0.30	9.39	33.10	34.77
<i>Terminalia amazonia</i> (Gmel)Excell.	0.62	13.30	27.40	23.83
Media			29.66	27.55

3.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS (Grigoriev, 1985 y JUNAC, 1986).

Anisotropía: Son los cambios dimensionales observados en la madera y varía en cada una de las tres direcciones (longitudinal, tangencial y radial).

Humedad de equilibrio: Es el contenido de humedad de una madera que está en equilibrio con el aire que lo rodea. Este valor incrementa con la humedad relativa y decrece con la temperatura.

Punto de saturación de la fibra: A este momento se le llama P.S.F. Este punto fluctúa entre 25 y 45%, pero se admite, para la generalidad de las maderas en un 30%.

Contenido de humedad (ch): se define como el peso del agua contenido en la madera y referido al peso seco de la misma.

Contracción y expansión de la madera: son los cambios de dimensiones que experimenta la madera en los sentidos radial, tangencial y axial, como consecuencia del cambio de humedad.

Coefficiente de contracción: Se define como el término de contracción o hinchamiento lineal y volumétrico como consecuencia de la variación de humedad de la madera (Fuentes, 2000).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

El método utilizado para la estimación del coeficiente de contracción y el punto de saturación de la madera de *Hymenolobium aff pulcherrimum* (pashaco negro) y *Tachigali setifera* Ducke (ucshaquiro colorado), fue el método experimental, la que permitió cuantificar las propiedades físicas, para estimar los valores del coeficiente de contracción y el punto de saturación de las fibras de las dos especies mencionadas.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. Universo o población.

La población estuvo constituida por todos los árboles de las especies *Hymenolobium aff pulcherrimum* (pashaco negro) y *Tachigali setifera* Ducke (ucshaquiro colorado), del Centro de Investigación y Capacitación Forestal - Macuya (CICFOR) ubicados en los distritos de Irazola de la provincia de Padre Abad Departamento de Ucayali y el Distrito de Tournavista, Provincia de Puerto Inca, departamento de Huánuco.

3.2.2. Muestra.

La muestra estuvo constituida por cinco (5) árboles por especie forestal, elegidos por su buena conformación física, buen estado fitosanitario y de fácil accesibilidad al lugar donde se encontraban los árboles.

3.3. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1. Equipos y materiales de campo

A. Materiales e insumos

- Cinta métrica de 5 m
- Pintura
- Marcadores de tinta indeleble
- Disolvente

- Prensa botánica
- Papel periódico
- Alcohol
- Formol
- Libreta de campo
- Lapicero azul y negro

B. Equipos y maquinarias

- Brújula
- Cámara fotográfica
- Motosierra
- Navegador (GPS) 12
- Camión

3.3.2. Fase de carpintería

A. Materiales

- Marcadores
- Regla graduada
- Escuadra
- Tizas de diferentes colores
- Lápiz
- Navaja

B. Equipos

- Motosierra
- Sierra de cinta
- Despuntadora

3.3.3. Fase de laboratorio

A. Material experimental

- Probetas de 2.5 x 2.5 x 10 cm (Propiedades físicas)

B. Equipos y maquinarias

- Balanza analítica digital con precisión

- Calibrador milimétrico
- Detector de humedad en la madera
- Cámara fotográfica
- Estufa eléctrica con termómetro
- Computadora
- Impresora
- Scanner

3.4. PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.4.1. Selección de árboles

Se seleccionaron cinco de árboles de la especie *Tachigali setifera* Ducke (ucshaquiro colorado) y cinco árboles de la especie *Hymenolobium aff pulcherrimum* (pashaco negro) tomando en cuenta la buena conformación fitosanitaria del individuo, accesibilidad del lugar, según norma NTP 251.008.

3.4.2. Toma de datos preliminares de los árboles seleccionados

Los árboles seleccionados de ambas especies fueron marcados con pintura y se midieron los diámetros a la altura del pecho (DAP) con una forcípula y las alturas totales con un hipsómetro. Esta información fue registrada en formatos previamente elaborados; además se registraron información adicional del estado fitosanitario, forma del fuste, ahusamiento, asociación ecológica, descripción del sitio, etc.

3.4.3. Colección e identificación de muestras botánicas

Para la identificación de la especie, se tomaron las muestras botánicas como las hojas (figuras 01 y 03), las cuales fueron herborizadas de acuerdo a las técnicas recomendadas por la NTP 251.008. La identificación se realizó en el laboratorio de Anatomía de la madera de la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía - Yarinacocha.



Figura 01: Haz y envés de la hoja del *Hymenolobium aff pulcherrimum*



Figura 02: Fuste del tronco del *Hymenolobium aff pulcherrimum*

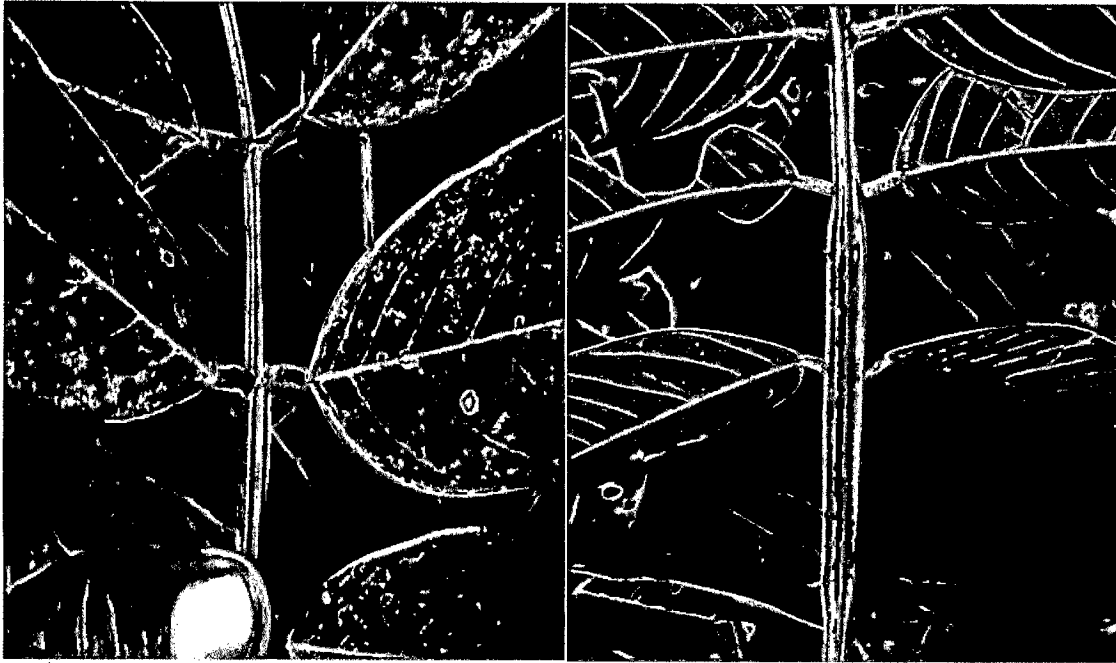


Figura 03: Haz y envés de la hoja de *Tachigali setifera* Ducke (ucshaquiro colorado).



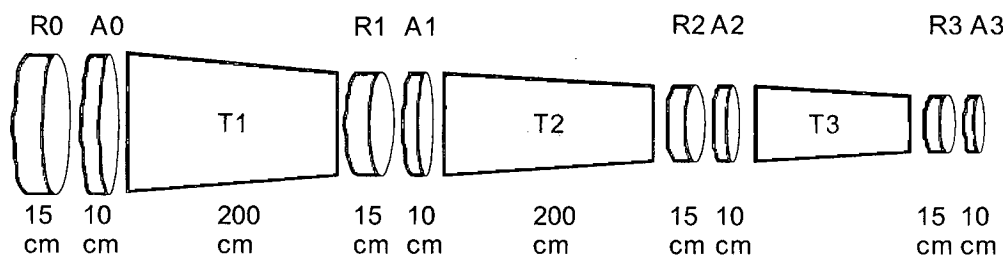
Figura 04: Fuste del árbol de *Tachigali setifera* Ducke (ucshaquiro colorado)

3.4.4. Tumbado y trozado

Los arboles fueron tumbados, desramados y cortados en tres trozas del correspondiente nivel longitudinal del fuste del árbol (basal = A, medio = B y apical = C), luego se marcaron con pintura y codificaron

según árbol de procedencia y nivel. El código consistió en un número que identificaba al árbol y una letra que identificaba al nivel longitudinal, según las especificaciones de la NTP 251.008.

Codificación: **5 – A** → Árbol 5, Nivel A (1)



R0, A0: Rodajas o discos para muestras de la sección transversal del fuste.
R1, R2 y R3: Rodajas transversales para probetas de propiedades físicas.
A1, A2 y A3: Rodajas transversales para material de estudios anatómicos.
T1, T2 y T3: Trozas para probetas de propiedades mecánicas.

Figura 05: Esquema de trozado del fuste

3.4.5. Extracción y transporte de trozas

El extracción de las trozas fueron realizadas manualmente remolcando hasta el patio del campamento de la Estación Experimental CICFOR – Macuya – UNU. El transporte se realizó en camión por vía terrestre hacia el taller de carpintería de la UNU en Pucallpa para su respectivo procesamiento.

3.4.6. Preparación de las probetas para el ensayo de las propiedades físicas

Para la obtención de las probetas para los ensayos de propiedades físicas, primeramente con el uso de una motosierra se obtuvieron 15 rodajas por especie, con un espesor de 15 cm. Se marcaron y codificaron añadiendo la orientación de las rodajas (N, S, E y O).

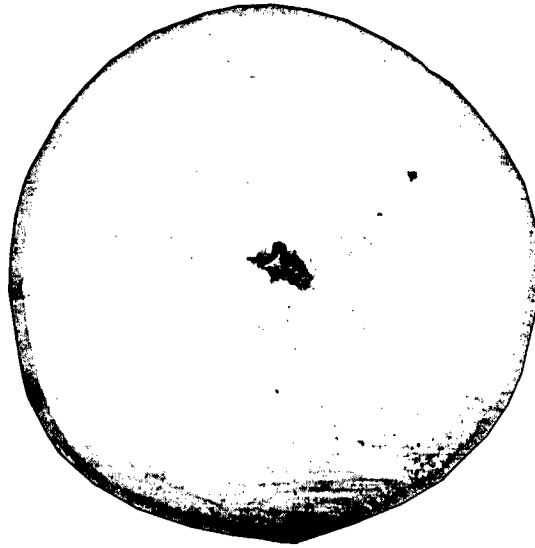


Figura 06: Corte transversal de las trozas.

En la carpintería de la UNU con la sierra cinta y sierra circular se cortaron las rodajas y se obtuvieron probetas de 2.5 x 2.5 x 10 cm, de los cinco árboles, siendo en promedio de 2 probetas por cada orientación; para el caso del ucshaquiro colorado, para la ejecución de los ensayos se seleccionaron una probeta por cada orientación siendo un total de 60 probetas, las cuales fueron las más representativas por su buena característica externa; para el caso del pashaco negro se tomaron 5 probetas por niveles y por árbol, haciendo un total de 75 probetas.

Codificación: **5-B-N1** → Árbol 5, Nivel B (2), Orientación N1

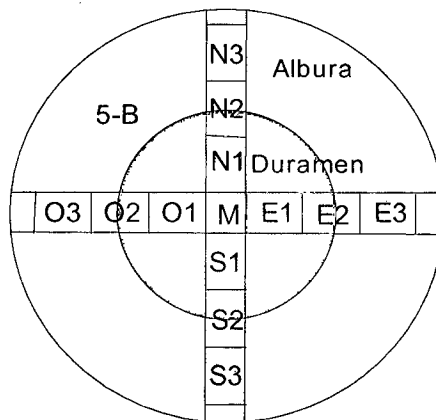


Figura 07: Distribución de las probetas a nivel transversal.

Cuadro 14: Número de probetas por ensayo.

Ensayos	Niveles	Árboles					Total de probetas
		1	2	3	4	5	
<i>Hymenolobium aff pulcherrimum</i> (pashaco negro)	B	5	5	5	5	5	25
	M	5	5	5	5	5	25
	A	5	5	5	5	5	25
	Total	15	15	15	15	15	75
<i>Tachigali setifera</i> Ducke (ucshaqui colorado)	B	4	4	4	4	4	20
	M	4	4	4	4	4	20
	A	4	4	4	4	4	20
	Total	12	12	12	12	12	60

3.5. PROCEDIMIENTO DE ENSAYOS DE PROPIEDADES FÍSICAS

3.5.1. Contracción de la madera

La evaluación de la contracción consistió en la evaluación constante de la variación del peso y las dimensiones de las probetas. En la primera semana la evaluación fue diaria, luego interdiaria hasta que las probetas alcanzaron las dimensiones y el peso en el estado seco al aire; luego se determinó el peso y las dimensiones en estado anhidro. La evaluación se hizo con 4 repeticiones por cada nivel (3) de cada árbol (5).

Las fórmulas utilizadas para determinar la contracción (radial, tangencial, longitudinal y volumétrica) fueron:

A. Contracción radial.

$$\beta_r(\%) = \frac{dhr(CH > 30\%) - dsr(CH \approx 0\%)}{dhr(CH > 30\%)} \cdot 100(\%)$$

- $dhr(CH > 30\%)$ = Dimensión radial húmedo o saturado con un contenido de humedad mayor al 30%
- $dsr(CH \approx 0\%)$ = Dimensión radial seca al horno con un contenido de humedad de aproximadamente 0%.

B Contracción tangencial.

$$\beta_t(\%) = \frac{dht(CH > 30\%) - dst(CH \approx 0\%)}{dht(CH > 30\%)} \times 100(\%)$$

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

$dsl (CH \approx 0\%)$ = Dimensión tangencial seca al horno con un contenido de humedad de aproximadamente 0%.

C. Contracción Longitudinal.

$$\beta_l(\%) = \frac{dhl(CH > 30\%) - dsl(CH \approx 0\%)}{dhl(CH > 30\%)} \cdot 100(\%)$$

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

$dsl (CH \approx 0\%)$ = Dimensión longitudinal seca al horno con un contenido de humedad de aproximadamente 0%.

D. Contracción Volumétrica.

$$\beta_v(\%) = \frac{dvh(CH > 30\%) - dsv(CH \approx 0\%)}{dvh(CH > 30\%)} \cdot 100(\%)$$

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

$dsv (CH \approx 0\%)$ = Dimensión volumétrica seca al horno con un contenido de humedad de aproximadamente 0%.

3.5.2. Coeficiente de contracción

Para la evaluación de los diferentes coeficientes de contracción de la madera, se emplearon las siguientes expresiones:

A. Coeficiente de contracción longitudinal

$$K_{long}(\%) = \frac{(l_1 - l_0) * 100}{l_0 (H_1 - H_2)}$$

B. Coeficiente de contracción tangencial

$$K_{tg}(\%) = \frac{(l_1 - l_0) * 100}{l_0 (H_1 - H_2)}$$

C. Coeficiente de contracción radial

$$K_{rd}(\%) = \frac{(l_1 - l_0) * 100}{l_0 (H_1 - H_2)}$$

D. Coeficiente de contracción volumétrica

$$K_{vol} (\%) = \frac{(L_1 - L_0) * 100}{L_0 (H_1 - H_2)}$$

L_0 = Dimensión final de la probeta en cm

L_1 = Dimensión inicial de la probeta en cm

H_1 = Contenido de humedad de la probeta con L_1 (%)

H_2 = Contenido de humedad de la probeta con L_0 (%)

3.5.3. Punto de saturación de la fibra

Para estimar el punto de saturación de las fibras de la madera de dos especies forestales fue:

$$PSF = \frac{C_v}{C_{cv}}$$

Dónde:

PSF = Punto de saturación de las fibras

C_v = Contracción volumétrica

C_{cv} = Coeficiente de contracción volumétrica

3.6. TRATAMIENTOS DE DATOS

Para verificar la existencia de diferencias significativas entre los coeficientes de contracción y el punto de saturación de las fibras de la madera de *Hymenolobium aff pulcherrimum* (pashaco negro) y *Tachigali setifera* Ducke (ucshaquiro colorado) provenientes de tres niveles longitudinales del fuste se realizó el análisis de variancia de dos factores para cada propiedad. En el caso donde hubo diferencias significativas entre promedios, se aplicó la prueba de tukey.

Factor 1: Especies con 2 variantes

Factor 2: Niveles del fuste con 3 variantes

Nº de Tratamientos: 6

Nº de repeticiones: 5

Unidad experimental: Probeta

Para determinar si los niveles longitudinales del fuste influyen en los valores del coeficiente de contracción volumétrica y el punto de saturación de las fibras de la madera de las dos especies forestales, se realizó el análisis de regresión y correlación,

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. CONTRACCIÓN LINEAL DE LA MADERA DE DOS ESPECIES FORESTALES

4.1.1. Contracción radial

El cuadro 15 y la figura 8 muestran los valores promedios de la contracción radial de la madera de *Hymenolobium aff pulcherrimum* (pashaco negro) y de *Tachigali setifera* Ducke (ucshaquiuro colorado) por niveles longitudinales del fuste.

Cuadro 15: Promedio de la contracción radial de la madera de dos especies forestales por niveles del fuste

Árbol	Pashaco negro (%)				Ucshaquiuro colorado (%)			
	Basal	Medio	Apical	\bar{X}	Basal	Medio	Apical	\bar{X}
1	3.01	2.79	3.78	3.19	3.23	2.86	3.46	2.98
2	3.19	3.37	3.72	3.43	3.7	3.44	3.18	3.26
3	3.68	3.89	4.09	3.88	3.07	3.11	3.87	3.34
4	3.05	3.32	3.93	3.44	3.11	2.52	3.07	2.88
5	3.29	3.58	3.68	3.52	3.32	3.53	3.61	3.39
\bar{X}	3.24	3.39	3.84	3.49	3.29	3.09	3.44	3.17
S	0.27	0.4	0.17	0.28	0.34	0.34	0.5	0.23
CV %	8.24	11.9	4.43	8.19	10.21	11.37	15.8	7.15

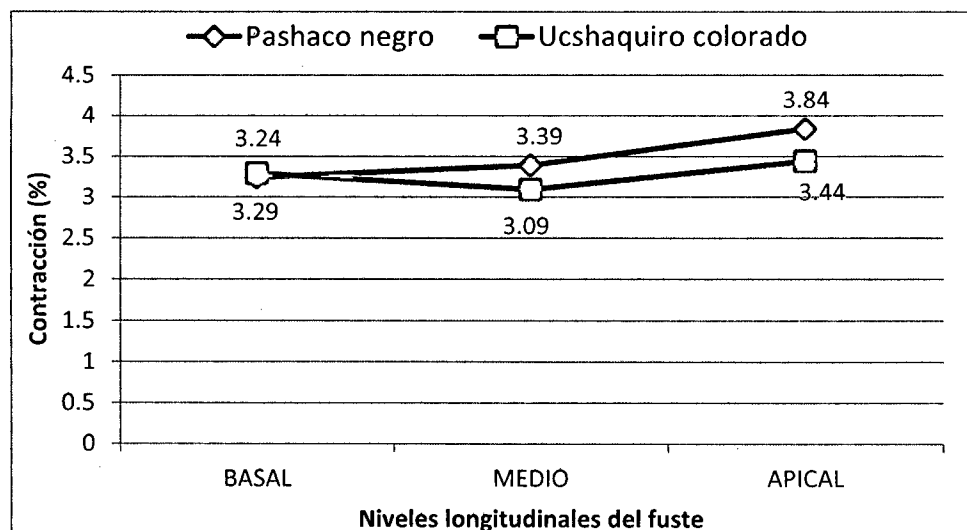


Figura 08: Contracción radial de la madera de dos especies forestales por niveles del fuste

La contracción radial por niveles longitudinales del fuste en ambas especies, presentan coeficientes de variabilidad cuyos valores se encuentran dentro de los valores considerados para una población normal.

Con la finalidad de determinar si existe diferencias significativas entre los promedios de la contracción radial de la madera de las dos especies forestales se realizó el análisis de la varianza de dos factores, que se resume en el cuadro 16.

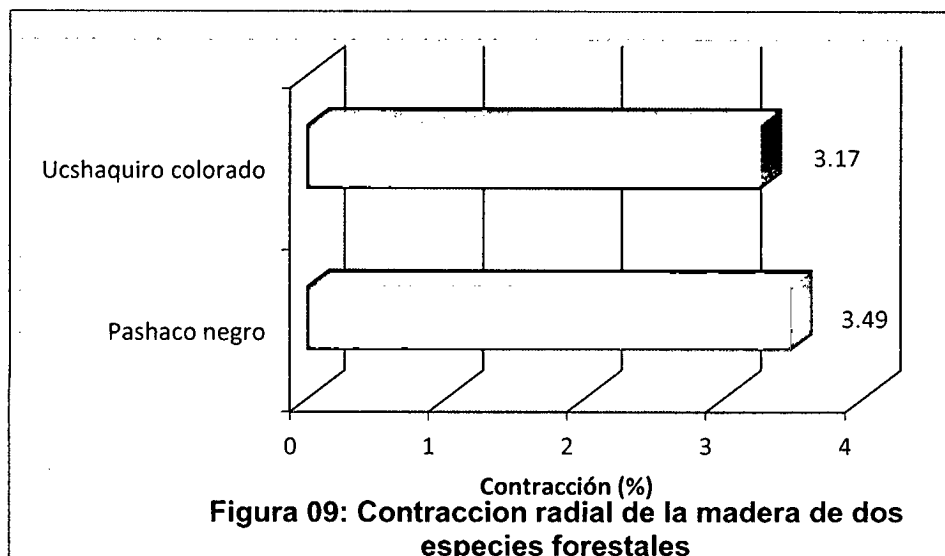
Cuadro 16: Análisis de la varianza de los promedios de la contracción radial por niveles longitudinales del fuste y por especie.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F _{obs}	F _{tab}	Signific.
Entre especies	1	0.360	0.3597	3.56	4.26	NS
Entre niveles	2	0.996	0.4979	4.93	3.4	*
Especies x Niveles	2	0.272	0.1358	1.34	3.4	N.S
Error	24	2.424	0.1010			
Total	29	4.052				

* = Diferencias significativas

NS = Diferencias no significativas entre promedios

En el cuadro 16 se aprecia el análisis de varianza de la contracción radial de la madera por especies y por niveles longitudinales del fuste, cuyos resultados indican que no existen diferencia significativas entre los valores promedios de la contracción radial por especie, la madera de *Hymenolobium aff pulcherrimum* (pashaco negro) se contrae radialmente en promedio 3.49 % con un coeficiente de variación 8.19 %, entre tanto la madera de *Tachigali setifera* Ducke (ucshaquiro colorado) se contrae en promedio 3.17 % con un coeficiente de variación 7.15 %; por lo tanto ambas maderas presentan contracción radial muy similares, tal como se aprecia en la figura 9.



Con respecto a la contracción radial de la madera por niveles longitudinales del fuste, estas presentan diferencias significativas, en consecuencia es necesario realizar la prueba de Tukey para determinar entre que niveles del fuste se encuentra la diferencia de la contracción radial.

Cuadro 17: Resumen de la prueba de Tukey de los promedios de la contracción radial por niveles del fuste

N. apical	N. basal	N. medio
3.64%	3.27%	3.24%
A		
	B	B

En el cuadro 17 se observa que la contracción radial de la madera en el nivel apical del fuste, es superior a los promedios de la contracción radial de los niveles basal y medio, estos dos niveles no presentan diferencias significativas entre ellos.

Si se compara el resultado obtenido sobre la contracción radial de la madera de *Hymenolobium aff pulcherrimum*. (pashaco negro) en el nivel apical (3.84%), se puede decir que este valor es similar al obtenido por Valderrama H. A. en el año 1993 (3.57%) para la madera de *Hymenolobium sp.* (pashaco negro), pero las contracciones radiales obtenidas para los niveles basal y medio son inferiores al

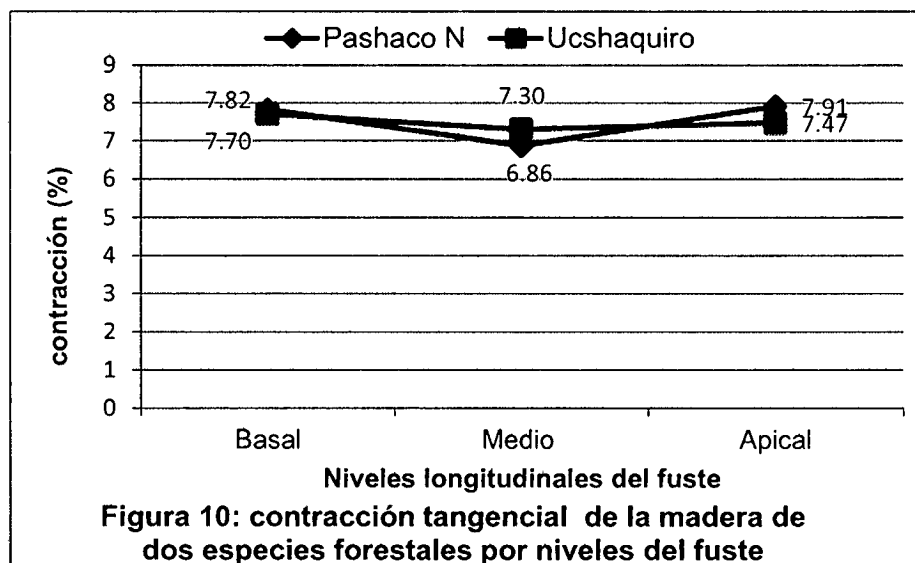
promedio encontrado por Valderrama H. A. (1993). Mientras tanto los valores de la contracción radial obtenido para la madera de *Tachigali setifera* Ducke (ucshaqui colorado) se ubica dentro del rango de 1 a 7.8 %, establecido por la Universidad Católica del Norte de Chile (2009).

4.1.2. Contracción tangencial

El cuadro 18 y la figura 10 muestran los valores promedios de la contracción tangencial de la madera de *Hymenolobium aff pulcherrimum* (pashaco negro) y de *Tachigali setifera* Ducke (ucshaqui colorado) por niveles longitudinales del fuste

Cuadro 18: Promedio de la contracción tangencial de la madera de dos especies forestales por niveles longitudinales del fuste

Árbol	Pashaco negro (%)				Ucshaqui colorado(%)			
	Basal	Medio	Apical	\bar{X}	Basal	Medio	Apical	\bar{X}
1	7.39	7.63	7.08	7.36	7.87	6.81	7.90	7.53
2	7.58	7.15	7.86	7.53	7.42	6.94	7.16	7.17
3	7.72	8.09	7.94	7.92	7.46	7.68	7.54	7.56
4	7.63	2.5	8.75	6.29	8.31	7.34	7.35	7.67
5	8.76	8.91	7.94	8.54	7.45	7.74	7.38	7.52
\bar{X}	7.82	6.86	7.91	7.53	7.70	7.30	7.47	7.49
S	0.54	2.52	0.59	0.83	0.39	0.42	0.28	0.19
CV %	6.93	36.76	7.47	10.99	5.03	5.77	3.72	7.49



La contracción tangencial por niveles longitudinales del fuste en ambas especies, presentan valores del coeficientes de variabilidad que se encuentran dentro de los valores considerados para una población normal

Con la finalidad de determinar si existe diferencias significativas entre los promedios de la contracción tangencial de la madera de las dos especies forestales se realizó el análisis de la varianza de dos factores, que se resume en el cuadro 19.

Cuadro 19: Análisis de varianza de la contracción tangencial de la madera por niveles longitudinales del fuste y por especies

Fuente de variación	GL	SC	CM	F _{obs}	F _{tab}	Signifc.
Entre especies	1	3.44	3.44	2.75	4.26	N.S
Entre niveles	2	2.21	1.11	0.89	3.4	N.S
Especies x Niveles	2	2.01	1.01	0.80	3.4	N.S
Error	24	29.94	1.25			
Total	29	37.60				

En el cuadro 19 se aprecia el análisis de varianza de la contracción tangencial de la madera por especies y por niveles longitudinales del fuste, cuyos resultados indican que no existen diferencia significativas entre los valores promedios de la contracción tangencial por especie ni entre los niveles longitudinales del fuste; en consecuencia se puede afirmar que los niveles del fuste no tienen influencia significativa sobre los valores de la contracción tangencial en ninguna de las especies; por lo tanto se puede considerar que la contracción tangencial en la madera de cualquier nivel del fuste del *Hymenolobium aff pulcherrimum* (pashaco negro) es de 7.53 % con un coeficiente de variación 10.99 %, como valor único y para madera de cualquier nivel del fuste de *Tachigali setifera* Ducke (ucshaquiro colorado) es de 7.49 % con un coeficiente de variación 2.47 %, como valor único

Si se compara el resultado obtenido sobre la contracción tangencial 7.53%, se puede decir que este valor es superior al obtenido por Valderrama H. en el año 1993 (7.14%) para la madera de

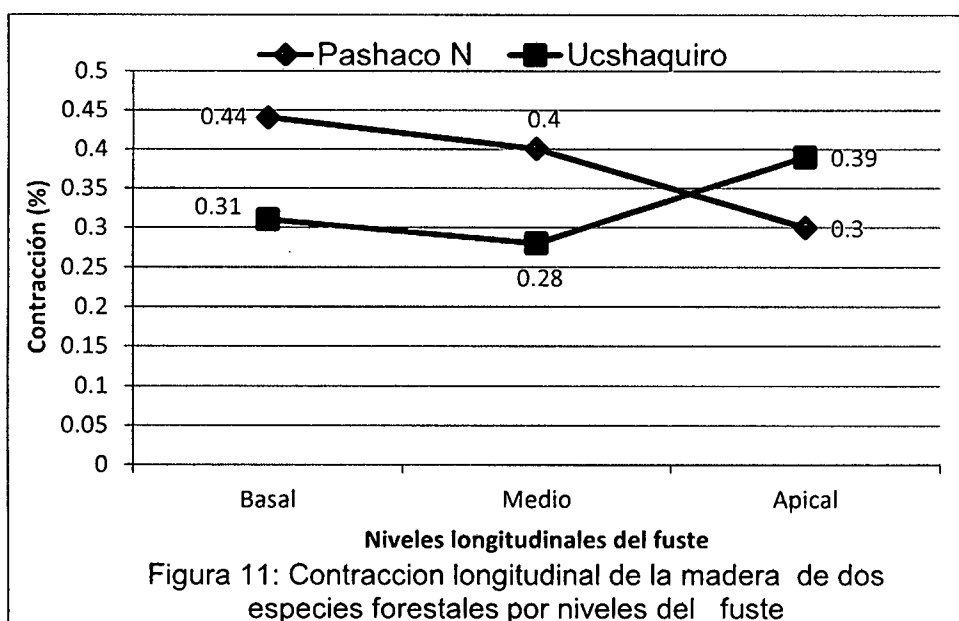
Hymenolobium sp (pashaco negro), mientras que los valores obtenidos para la madera de *Tachigali setifera* Ducke (ucshaquiro colorado) se ubican dentro del rango de 5 a 11.5 % establecido por la Universidad Católica del Norte de Chile (2009).

4.1.3. Contracción longitudinal o axial

El cuadro 20 y la figura 11 muestran los valores promedios de la contracción longitudinal de la madera de *Hymenolobium aff pulcherrimum* (pashaco negro) y de *Tachigali setifera* Ducke (ucshaquiro colorado) por niveles longitudinales del fuste

Cuadro 20: Promedio de la contracción longitudinal o axial de la madera de dos especies forestales por niveles longitudinales del fuste

Árbol	Pashaco negro (%)				Ucshaquiro colorado (%)			
	Basal	Medio	Apical	\bar{X}	Basal	Medio	Apical	\bar{X}
1	0.6	0.34	0.27	0.4	0.32	0.33	0.28	0.31
2	0.44	0.51	0.37	0.44	0.31	0.18	0.48	0.32
3	0.36	0.34	0.32	0.34	0.29	0.24	0.38	0.31
4	0.38	0.36	0.16	0.3	0.27	0.30	0.52	0.36
5	0.41	0.43	0.36	0.4	0.34	0.35	0.28	0.33
\bar{X}	0.44	0.40	0.30	0.38	0.31	0.28	0.39	0.33
S	0.10	0.07	0.09	0.06	0.03	0.07	0.11	0.02
CV %	21.80	18.61	28.92	14.76	8.65	25.47	28.65	7.22



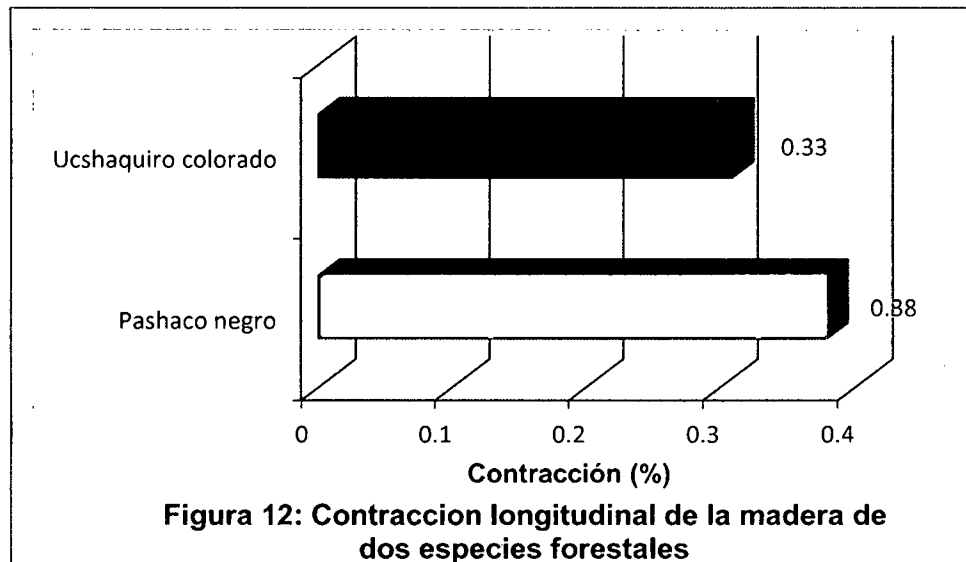
La contracción tangencial por niveles longitudinales del fuste en ambas especies, presentan valores del coeficientes de variabilidad que se encuentran dentro de los valores considerados para una población normal.

Con la finalidad de determinar si existe diferencias significativas entre los promedios de la contracción longitudinal de la madera de las dos especies forestales se realizó el análisis de la varianza de dos factores, que se resume en el cuadro 21

Cuadro 21: Análisis de varianza de la contracción longitudinal por niveles longitudinales del fuste.

Fuente de variación	GL	SC	CV	F _{obs}	F _{tab}	Signific.
Entre especies	1	0.035	0.0347	7.38	4.26	*
Entre niveles	2	0.030	0.0152	3.24	3.4	N.S
Especies x Niveles	2	0.025	0.0127	2.70	3.4	N.S
Error	24	0.113	0.0047			
Total	29	0.203				

En el cuadro 21, se aprecia el análisis de varianza de la contracción axial de la madera por especies y por niveles longitudinales del fuste, cuyos resultados indican que existen diferencias significativas entre los valores promedios de la contracción longitudinal por especie, resultando con mayor contracción (0.38 %) la madera de *Hymenolobium aff pulcherrimum* (pashaco negro) con un coeficiente de variación 14.76 % y con menor contracción longitudinal la madera de *Tachigali setifera* Ducke (ucshaquiro colorado) con 0.33 % con un coeficiente de variación 7.22 %, tal como se aprecia en la figura 12.



En cuanto a los niveles longitudinales del fuste el análisis de la varianza indica que no existen diferencias significativas entre los promedios de la contracción longitudinal; en consecuencia se puede afirmar que los niveles del fuste no influyen significativamente sobre los valores de la contracción longitudinal en ninguna de las especies; sin embargo dichos valores se ubica dentro del rango de 0.1 a 0.8 % establecido por la Universidad Católica del Norte de Chile (2009) para contracción longitudinal..

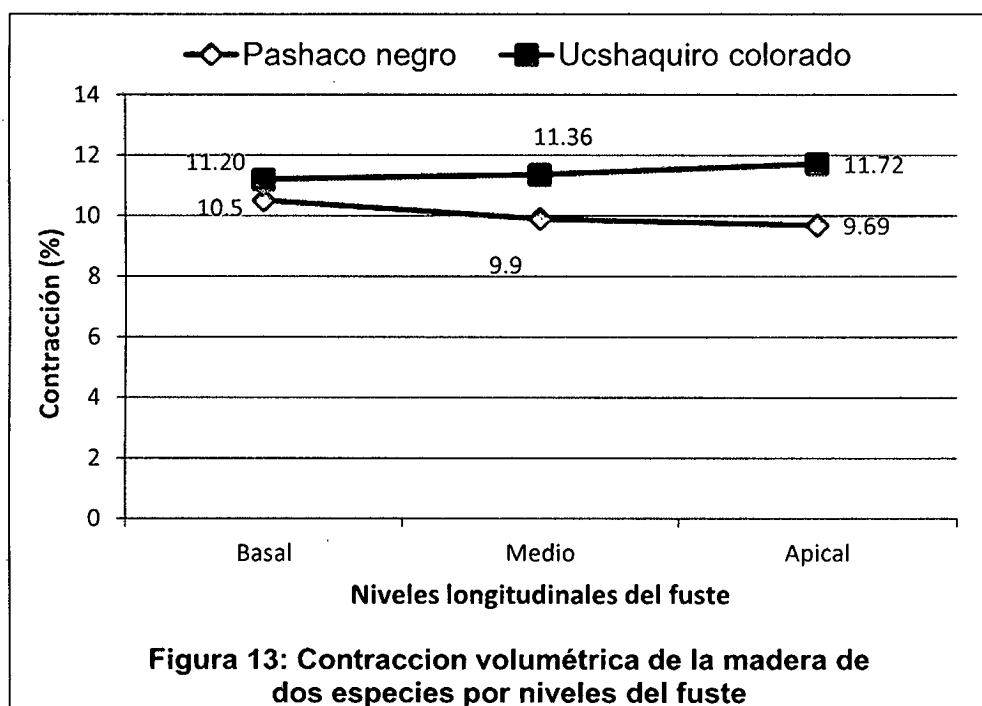
4.2. CONTRACCIÓN VOLUMÉTRICA DE LA MADERA DE DOS ESPECIES FORESTALES

El cuadro 22 y la figura 13 muestran los valores promedios de la contracción volumétrica de la madera de *Hymenolobium aff pulcherrimum* (pashaco negro) y de *Tachigali setifera* Ducke (ucshaquiro colorado) por niveles longitudinales del fuste.

La contracción volumétrica por niveles longitudinales del fuste en ambas especies, presentan valores del coeficientes de variabilidad que se encuentran dentro de los valores considerados para una población normal

Cuadro 22: Promedio de la contracción volumétrica de la madera de dos especies forestales por niveles longitudinales del fuste

Árbol	Pashaco negro (%)				Ucshaquiuro (%)			
	Basal	Medio	Apical	\bar{X}	Basal	Medio	Apical	\bar{X}
1	10.51	9.44	9.04	9.66	10.71	10.51	10.86	10.69
2	10.81	9.84	8.94	9.86	10.91	10.73	11.61	11.09
3	10.02	10.2	10.93	10.38	11.44	11.95	11.98	11.79
4	10.7	9.43	9.97	10.03	10.8	11.06	12.47	11.44
5	10.44	10.6	9.59	10.21	12.13	12.54	11.66	12.11
\bar{X}	10.5	9.9	9.69	10.03	11.2	11.36	11.72	11.42
S	0.3	0.5	0.81	0.28	0.59	2.54	0.59	1.24
CV %	2.9	5.09	8.33	2.82	5.29	24.51	5.02	11.61

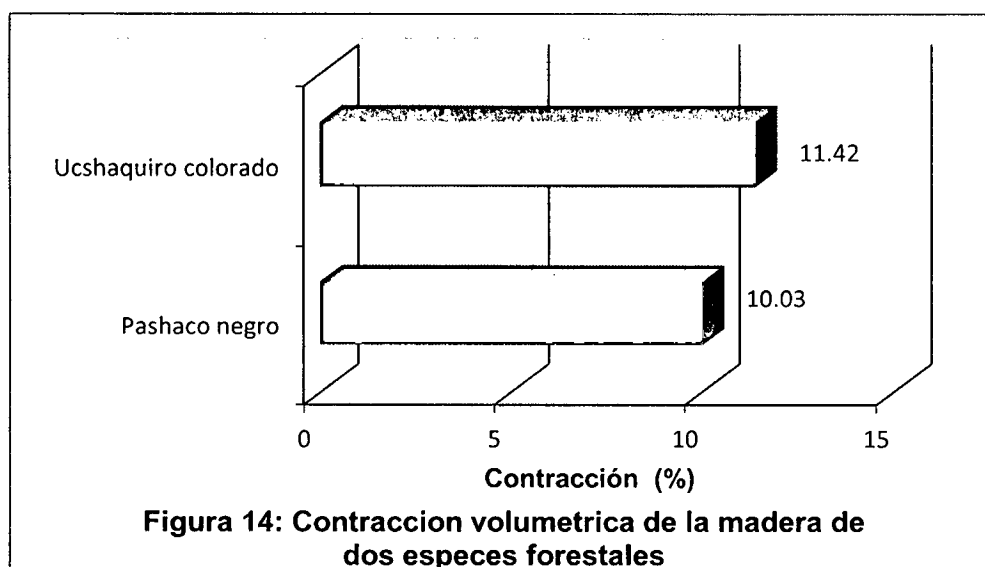


Con la finalidad de determinar si existe diferencias significativas entre los promedio de la contracción volumétrica de la madera de las dos especies forestales se realizó el análisis de la varianza de dos factores, que se resume en el cuadro 23.

Cuadro 23: Análisis de varianza de la contracción volumétrica de la madera de dos especies por niveles longitudinales del fuste.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F _{obs}	F _{tab}	Signific.
Entre especies	1	14.560	14.5603	35.88	4.26	**
Entre niveles	2	0.243	0.1215	0.30	3.4	N.S
Especies x Niveles	2	2.193	1.0964	2.70	3.4	N.S
Error	24	9.739	0.4058			
Total	29	26.735				

En el cuadro 23 se aprecia el análisis de varianza de la contracción volumétrica de la madera por especies y por niveles longitudinales del fuste, cuyos resultados indican que existen diferencias significativas entre los valores promedios de la contracción volumétrica por especie, resultando con mayor contracción la madera de *Tachigali setifera* Ducke (ucshaquiro colorado) de 11.42 % con un coeficiente de variación 11.61 % y con menor contracción volumétrica la madera de *Hymenolobium aff pulcherrimum* (pashaco negro) con 10.03 % con un coeficiente de variación 2.82 %, tal como se aprecia en la figura 14



En cuanto a los niveles longitudinales del fuste el análisis de la varianza indica que no existen diferencias significativas entre los promedios de la contracción volumétrica en ambas especies; en consecuencia se puede

afirmar que los niveles del fuste no influyen significativamente sobre los valores de la contracción volumétrica en ninguna de las especies.

Si se compara el resultado obtenido sobre la contracción volumétrica de la madera de *Hymenolobium aff pulcherrimum* (pashaco negro) (10.03%), se puede decir que estos valores ligeramente inferior al obtenido por Valderrama H: el año 1993 (10.80%) para la madera de la misma especie y con relación a contracción volumétrica de la madera de *Tachigali setifera* Ducke (ucshaquiro colorado) (11.42%) se encuentra dentro del rango de 9.1 a 11.0 %, establecido por la Universidad Católica del Norte de Chile (2009) para contracción volumétrica.

De acuerdo a la clasificación de las maderas en función a la contracción volumétrica establecida por Aróstegui (1975), se precisa que la madera de *Hymenolobium aff pulcherrimum* (pashaco negro) (10.03%), se clasifica como una madera de baja contracción y la de la *Tachigali setifera* Ducke (ucshaquiro colorado) (11.42 %) se clasifica como una madera de mediana contracción.

4.3. COEFICIENTE DE CONTRACCIÓN LINEAL DE LA MADERA DE DOS ESPECIES FORESTALES

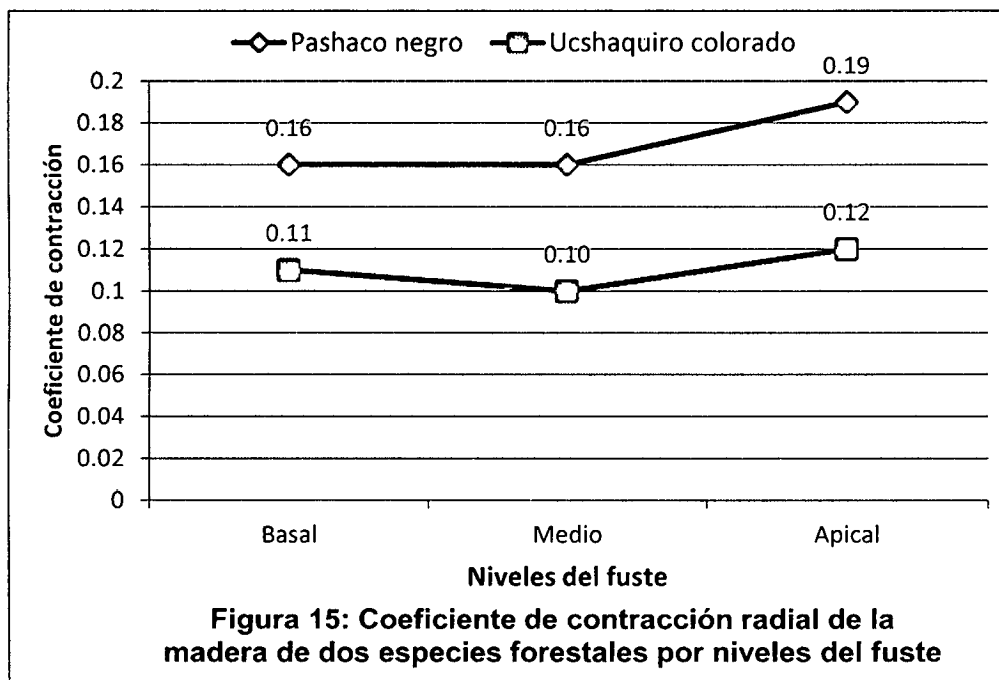
4.3.1. Coeficiente de contracción radial

El cuadro 24 y la figura 15 muestran los valores promedios del coeficiente de contracción radial de la madera de *Hymenolobium aff pulcherrimum* (pashaco negro) y de *Tachigali setifera* Ducke (ucshaquiro colorado) por niveles longitudinales del fuste.

El coeficiente de contracción radial por niveles longitudinales del fuste en la madera de ambas especies, presentan coeficiente de variabilidad cuyos valores se encuentran dentro de los valores considerados para una población normal.

Cuadro 24: Promedio del coeficiente de contracción radial de la madera de dos especies forestales por niveles del fuste

Árbol	Pashaco negro (%)				Ucshaquiuro colorado (%)			
	Basal	Medio	Apical	\bar{X}	Basal	Medio	Apical	\bar{X}
1	0.14	0.14	0.15	0.14	0.10	0.09	0.11	0.10
2	0.16	0.17	0.19	0.17	0.12	0.11	0.10	0.11
3	0.18	0.12	0.20	0.17	0.10	0.10	0.15	0.12
4	0.15	0.19	0.18	0.17	0.09	0.08	0.11	0.10
5	0.18	0.18	0.23	0.20	0.10	0.11	0.13	0.11
\bar{X}	0.16	0.16	0.19	0.17	0.11	0.10	0.12	0.11
S	0.02	0.03	0.03	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01
CV %	11.04	18.22	15.34	11.17	11.04	10.06	18.23	7.25



Con la finalidad de determinar si existe diferencias significativas entre los promedios de los coeficientes de contracción radial de la madera de las dos especies forestales se realizó el análisis de la varianza de dos factores, que se resume en el cuadro 25.

Cuadro 25: Análisis de varianza de los promedios de los coeficientes de contracción radial por niveles longitudinales del fuste y por especie.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F _{obs}	F _{tab}	Signific.
Entre especies	1	0.030	0.02982	64.83	4.26	**
Entre niveles	2	0.004	0.00203	5.19	3.4	*
Especies x Niveles	2	0.000	0.00010	0.27	3.4	N.S
Error	24	0.011	0.00046			
Total	29	0.132				

** = Diferencias altamente significativa

NS = Diferencias no significativas entre promedio

En el cuadro 25 se aprecia el análisis de varianza del coeficiente de contracción radial de la madera por especies y por niveles longitudinales del fuste, cuyos resultados indican que existe diferencias significativas entre los valores promedios del coeficiente de contracción radial entre las maderas de ambas especies, resultando que la madera de *Tachigali setifera* Ducke (ucshaquiro colorado), presenta menor coeficiente de contracción radial, es decir la madera radialmente se contrae a razón de 0.11 % por cada 1% de disminución en el contenido de humedad, difiriendo significativamente del coeficiente de contracción radial de la madera de *Hymenolobium aff pulcherrimum* (pashaco negro) que se contrae radialmente a razón de 0.17 % por cada 1 % de disminución de su contenido de humedad, tal como ilustra la figura 16.

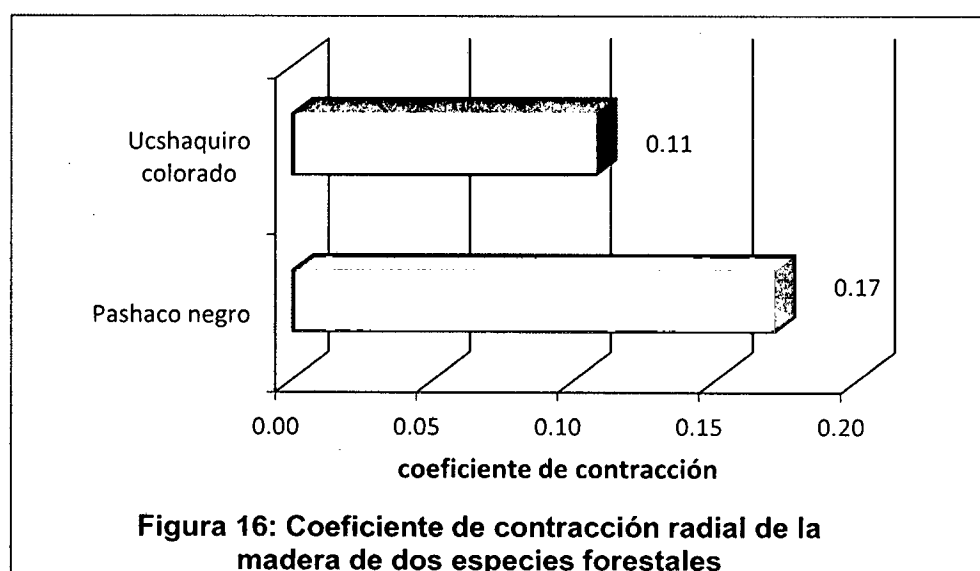


Figura 16: Coeficiente de contracción radial de la madera de dos especies forestales

Por otro lado se observa que también existen diferencias significativas entre los promedios de los coeficientes de contracción radial por niveles longitudinales del fuste, por lo que se realizó la prueba de Tukey, cuyos resultados se ilustra en el cuadro 26. En consecuencia se puede afirmar que las maderas que provienen de los niveles: basal (0.135) y medio (0.13) no presentan diferencias significativas entre los coeficientes de contracción radial, mientras que las maderas que provienen del nivel apical presentan valor superior a los dos niveles anteriores (0.155) y difiere significativamente de los dos niveles anteriores..

Cuadro 26: Resumen de la prueba de Tukey aplicado a los coeficientes de contracción radial

N. apical	N. basal	N. medio
0.155	0.135	0.13
A		
	B	B

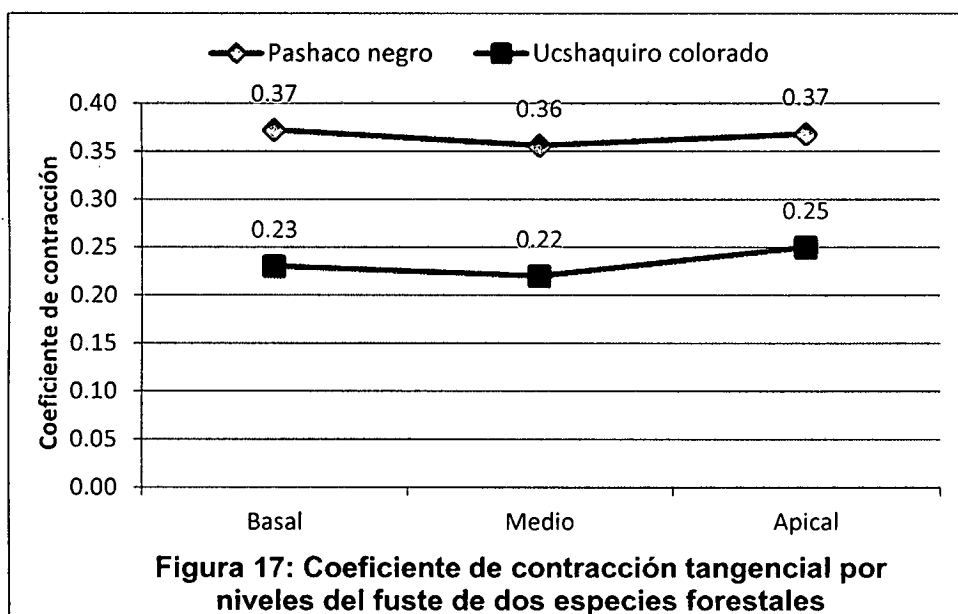
Si se compara los resultados obtenidos sobre el coeficiente de contracción radial para las maderas de *Tachigali setifera* Ducke (ucshaquiro colorado) (0.11) y de *Hymenolobium aff pulcherrimum* (pashaco negro) (0.17) con datos obtenidos de otras experiencias como el caso de Ananías (1989) que para un conjunto de árboles encontró un coeficiente de contracción radial de 0.16, se puede decir que son similares; así mismo Espinoza (1997) determinó en árboles de 16 -18 años coeficientes del orden de 0,12 para el sentido radial, aproximándose mejor a estas experiencias el valor del coeficiente de contracción radial de la madera *Hymenolobium aff pulcherrimum* (Pashaco negro) (0.17).

4.3.2. Coeficiente de contracción tangencial

El cuadro 27 y la figura 17 muestran los valores promedios del coeficiente de contracción tangencial de la madera de *Hymenolobium aff pulcherrimum* (pashaco negro) y de *Tachigali setifera* Ducke (ucshaquiro colorado) por niveles longitudinales del fuste.

Cuadro 27: Promedio del coeficiente de contracción tangencial de la madera de dos especies forestales por niveles del fuste

Árbol	Pashaco negro (%)				Ucshaquiuro colorado (%)			
	Basal	Medio	Apical	\bar{X}	Basal	Medio	Apical	\bar{X}
1	0.37	0.35	0.37	0.36	0.24	0.21	0.22	0.23
2	0.38	0.37	0.37	0.37	0.22	0.2	0.23	0.22
3	0.39	0.25	0.32	0.32	0.22	0.23	0.28	0.24
4	0.32	0.41	0.4	0.38	0.24	0.22	0.25	0.24
5	0.4	0.4	0.38	0.39	0.22	0.23	0.26	0.24
\bar{X}	0.37	0.36	0.37	0.37	0.23	0.22	0.25	0.23
S	0.03	0.06	0.03	0.03	0.01	0.01	0.02	0.01
CV %	8.37	17.94	8.02	7.54	5.26	4.42	9.33	3.85



El coeficiente de contracción tangencial por niveles longitudinales del fuste en la madera de ambas especies, presentan coeficiente de variación cuyos valores se encuentran dentro de los valores considerados para una población normal.

Con la finalidad de determinar si existe diferencias significativas entre los promedios de los coeficientes de contracción tangencial de la madera de las dos especies forestales se realizó el análisis de la varianza de dos factores, que se resume en el cuadro 28.

Cuadro 28: Análisis de varianza de los promedios de los coeficientes de contracción tangencial por niveles longitudinales del fuste y por especie.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F _{obs}	F _{tab}	Signific.
Entre especies	1	0.134	0.13357	119.26	4.26	**
Entre niveles	2	0.002	0.00120	1.07	3.4	N.S
Especies x Niveles	2	0.001	0.00039	0.35	3.4	N.S
Error	24	0.027	0.00112			
Total	29	0.164				

** = Diferencias altamente significativas

NS = Diferencias no significativas entre promedio

En el cuadro 28 se aprecia el análisis de varianza de los coeficientes de contracción tangencial de la madera por especies y por niveles longitudinales del fuste, cuyos resultados indican que existe diferencias significativas entre los valores promedios del coeficiente de contracción tangencial entre las maderas de ambas especies, resultando que la madera de *Tachigali setifera* Ducke (ucshaqui colorado), presenta menor coeficiente de contracción tangencial, es decir la madera tangencialmente se contrae a razón de 0.23 % por cada 1% de disminución en el contenido de humedad, difiriendo significativamente del coeficiente de contracción tangencial de la madera de *Hymenolobium aff pulcherrimum* (pashaco negro) que se contrae tangencialmente a razón de 0.37 % por cada 1 % de disminución de su contenido de humedad, tal como ilustra la figura 18.

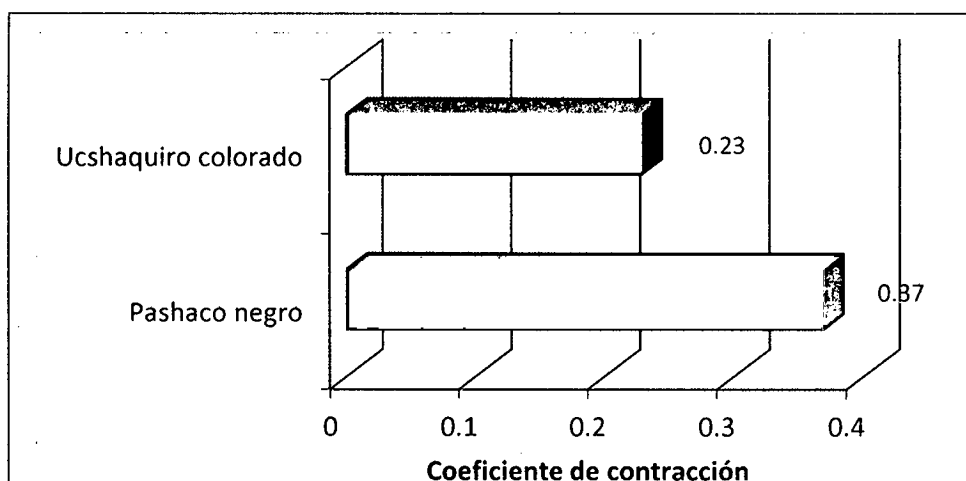


Figura 18: Coeficiente de contracción tangencial de la madera de dos especies forestales

Por otro lado se observa que no existen diferencias significativas entre los promedios de los coeficientes de contracción tangencial de la madera por niveles longitudinales del fuste; en consecuencia se puede afirmar que los niveles del fuste no influyen significativamente en estos valores de ninguna de las dos maderas de las especies consideradas.

Si se compara los resultados obtenidos sobre el coeficiente de contracción tangencial para las maderas de *Tachigali setifera* Ducke (ucshaquiro colorado) (0.23) y de *Hymenolobium aff pulcherrimum* (pashaco negro) (0.37) con datos obtenidos en otras experiencias como el caso de Ananías (1989) que para un conjunto de árboles encontró un coeficiente de contracción tangencial de 0.29; así mismo Espinoza (1997) determinó en árboles de 16-18 años coeficientes del orden de 0,26 para el sentido tangencial, aproximándose mejor a estas experiencias el valor del coeficiente de contracción tangencial de la madera *Tachigali setifera* Ducke (ucshaquiro colorado) (0.23).

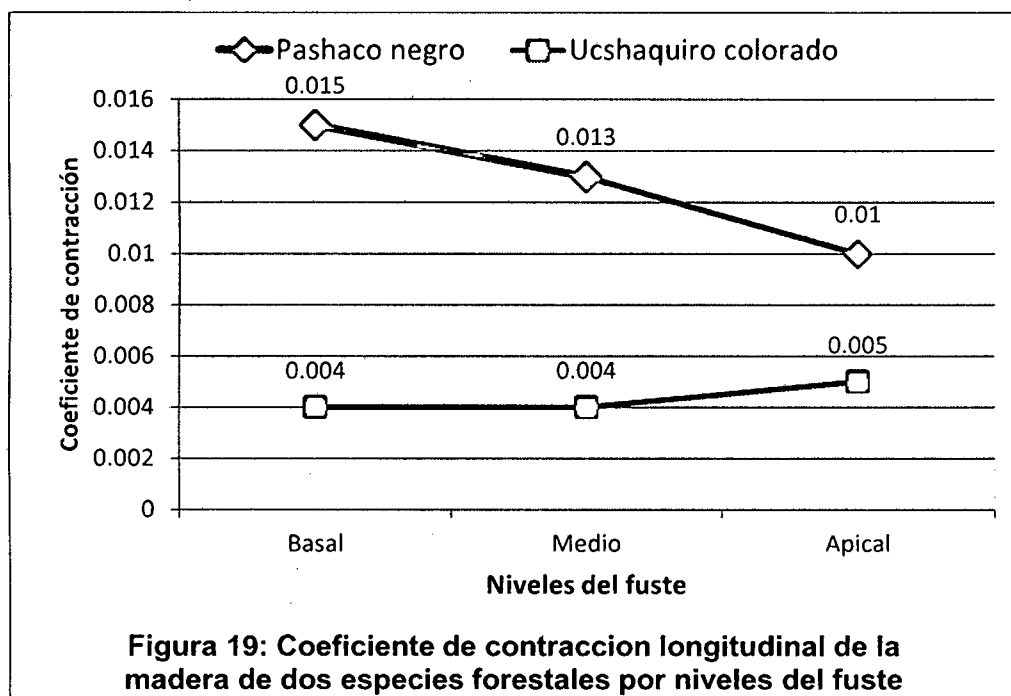
4.3.3. Coeficiente de contracción longitudinal

El cuadro 29 y la figura 19 muestran los valores promedios del coeficiente de contracción longitudinal de la madera de *Hymenolobium aff pulcherrimum* (pashaco negro) y de *Tachigali setifera* Ducke (ucshaquiro colorado) por niveles longitudinales del fuste.

Los coeficientes de contracción longitudinal por niveles longitudinales del fuste en la madera de ambas especies, presentan en algunos casos coeficientes de variación que superan el 30 % no presentando una distribución de una población normal. Generalmente este plano de corte presenta coeficientes de variación bastante elevados

Cuadro 29: Promedio del coeficiente de contracción longitudinal de la madera de dos especies forestales por niveles del fuste

Árbol	Pashaco negro (%)				Ucshaquiuro colorado (%)			
	Basal	Medio	Apical	\bar{X}	Basal	Medio	Apical	\bar{X}
1	0.015	0.01	0.01	0.01	0.004	0.004	0.004	0.004
2	0.023	0.02	0.012	0.02	0.005	0.002	0.007	0.005
3	0.01	0.004	0.009	0.01	0.003	0.003	0.005	0.004
4	0.018	0.013	0.001	0.01	0.004	0.004	0.006	0.005
5	0.01	0.017	0.02	0.02	0.005	0.006	0.005	0.005
\bar{X}	0.015	0.013	0.010	0.013	0.004	0.004	0.005	0.004
S	0.006	0.006	0.007	0.004	0.001	0.001	0.001	0.001
CV %	36.45	48.60	65.43	32.92	23.36	31.36	22.99	15.17



Con la finalidad de determinar si existe diferencias significativas entre los promedios de los coeficientes de contracción longitudinal de la madera de las dos especies forestales se realizó el análisis de la varianza de dos factores, que se resume en el cuadro 30.

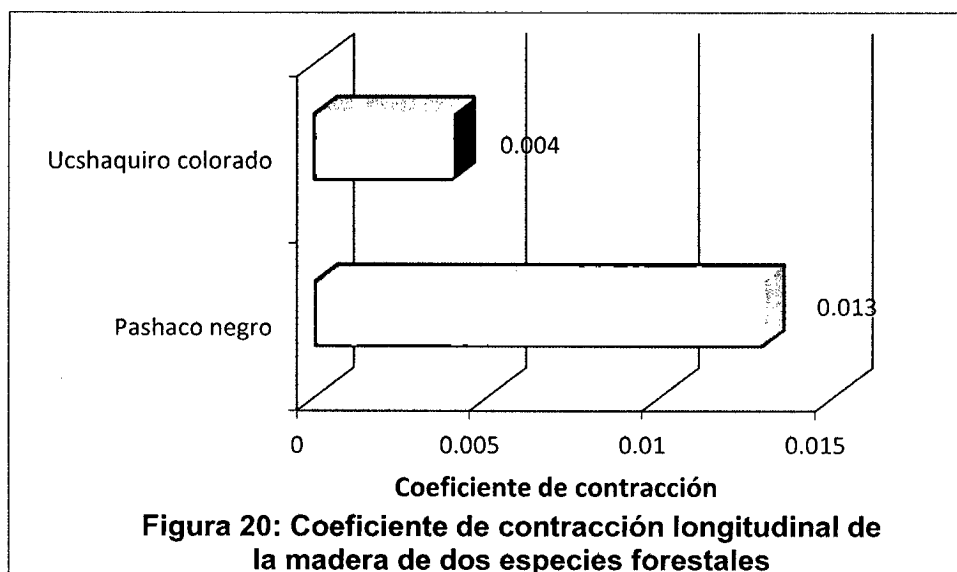
Cuadro 30: Análisis de varianza de los coeficientes de contracción longitudinal por niveles longitudinales del fuste y por especie.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F _{obs}	F _{tab}	Signific.
Entre especies	1	0.00053	0.00053	26.28	4.26	**
Entre niveles	2	0.000017	0.00001	0.42	3.4	N.S
Especies x Niveles	2	0.000046	0.00002	1.16	3.4	N.S
Error	24	0.00048	0.00002			
Total	29	0.00107				

** = Diferencias altamente significativas

NS = Diferencias no significativas entre promedio

En el cuadro 30 se aprecia el análisis de varianza de los coeficientes de contracción longitudinal de la madera por especies y por niveles longitudinales del fuste, cuyos resultados indican que existe diferencias significativas entre los valores promedios del coeficiente de contracción longitudinal entre las maderas de ambas especies, resultando que la madera de *Tachigali setifera* Ducke (ucshaquiro colorado), presenta menor coeficiente de contracción longitudinal, es decir la madera longitudinalmente se contrae a razón de 0.004 % por cada 1% de disminución en el contenido de humedad, difiriendo significativamente del coeficiente de contracción longitudinal de la madera de *Hymenolobium aff pulcherrimum* (pashaco negro) que se contrae longitudinalmente a razón de 0.013 % por cada 1 % de disminución de su contenido de humedad, tal como ilustra la figura 20



Por otro lado se observa que no existen diferencias significativas entre los promedios de los coeficientes de contracción longitudinal de la madera por niveles longitudinales del fuste; en consecuencia se puede afirmar que los niveles del fuste no influyen significativamente en los valores de estos coeficientes en ninguna de las dos maderas de las especies consideradas.

Muy pocos autores, hacen referencia del coeficiente de contracción longitudinal de las maderas, debido a su bajísimo valor, por ende por su baja participación en la contracción volumétrica.

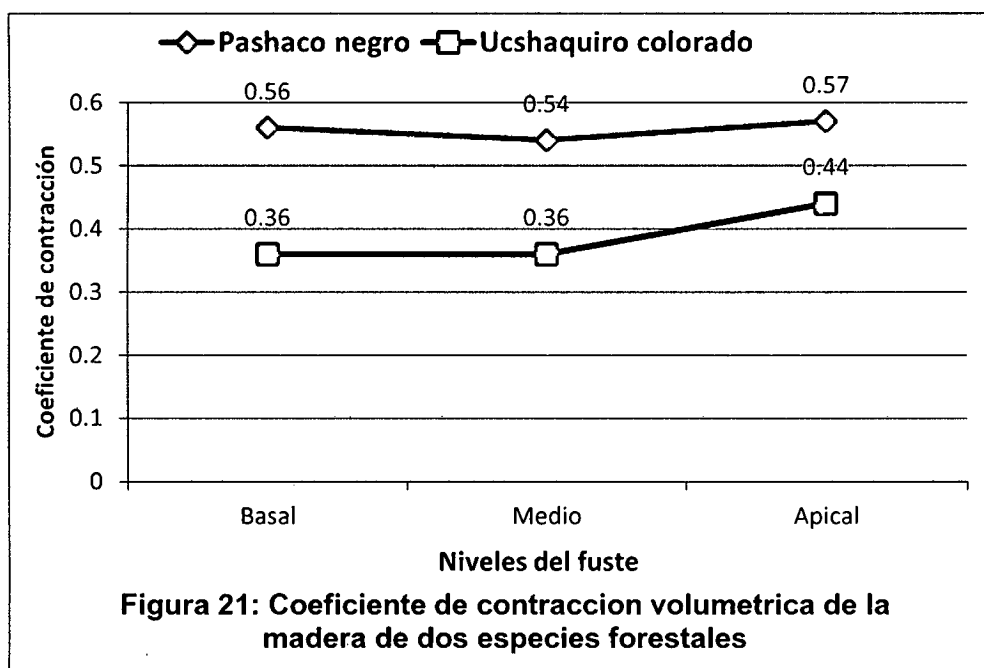
4.4. COEFICIENTE DE CONTRACCIÓN VOLUMÉTRICA

El cuadro 31 y la figura 21 muestran los valores promedios del coeficiente de contracción volumétrica de la madera de *Hymenolobium aff pulcherrimum* (pashaco negro) y de *Tachigali setifera* Ducke (ucshaquiro colorado) por niveles longitudinales del fuste.

El coeficiente de contracción volumétrica por niveles longitudinales del fuste en la madera de ambas especies, presentan coeficiente de variación cuyos valores se encuentran dentro de los valores considerados para una población normal (<30 %)

Cuadro 31: Promedio del coeficiente de contracción volumétrica de la madera de dos especies forestales por niveles del fuste

Árbol	Pashaco negro (%)				Ucshaquiro colorado (%)			
	Basal	Medio	Apical	\bar{X}	Basal	Medio	Apical	\bar{X}
1	0.53	0.51	0.54	0.53	0.36	0.35	0.4	0.37
2	0.57	0.57	0.59	0.58	0.35	0.34	0.44	0.38
3	0.59	0.38	0.49	0.49	0.36	0.38	0.48	0.41
4	0.5	0.63	0.59	0.57	0.34	0.36	0.46	0.39
5	0.59	0.61	0.64	0.61	0.38	0.4	0.43	0.4
\bar{X}	0.56	0.54	0.57	0.56	0.36	0.36	0.44	0.39
S	0.04	0.1	0.06	0.05	0.01	0.02	0.03	0.02
CV %	7.15	18.61	10	8.86	4.04	6.59	6.48	4.19



Con la finalidad de determinar si existe diferencias significativas entre los promedios de los coeficientes de contracción volumétrica de la madera de las dos especies forestales se realizó el análisis de la varianza de dos factores, que se resume en el cuadro 32.

Cuadro 32: Análisis de varianza de los coeficientes de contracción volumétrica por niveles longitudinales del fuste y por especie.

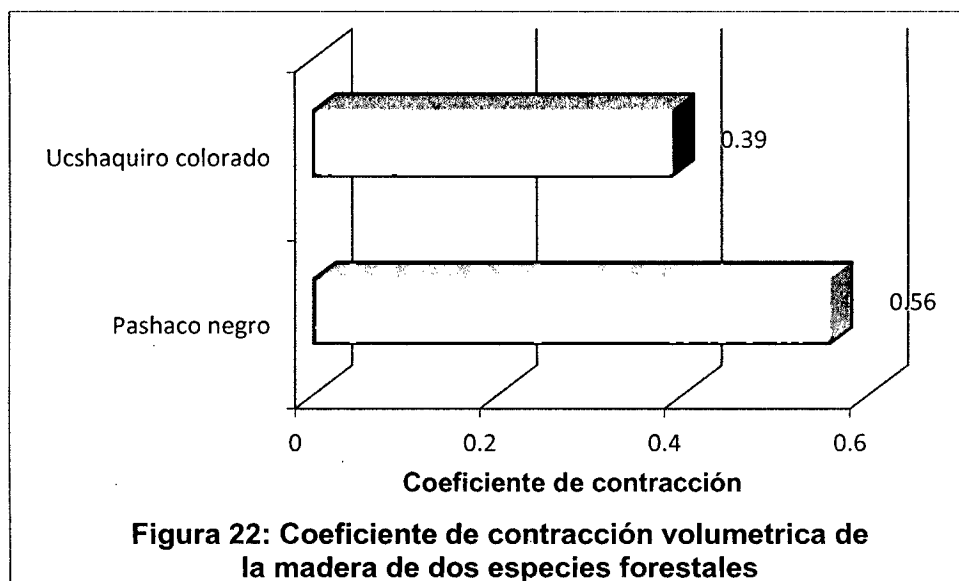
Fuente de variación	GL	SC	CM	F _{obs}	F _{tab}	Signific.
Entre especies	1	0.210	0.2096	74.87	4.26	**
Entre niveles	2	0.018	0.0088	3.15	3.4	N.S
Especies x Niveles	2	0.006	0.0031	1.12	3.4	N.S
Error	24	0.066	0.0028			
Total	29	0.300				

** = Diferencias altamente significativa

NS = Diferencias no significativas entre promedio

En el cuadro 32 se aprecia el análisis de varianza de los coeficientes de contracción volumétrica de la madera por especies y por niveles longitudinales del fuste, cuyos resultados indican que existe diferencias significativas entre los valores promedios del coeficiente de contracción volumétrica entre las maderas de ambas especies, resultando que la madera de *Tachigali setifera* Ducke (ucshaquiro colorado), presenta menor coeficiente de contracción volumétrica, es decir la madera volumétricamente

se contrae a razón de 0.39 % por cada 1% de disminución en el contenido de humedad, difiriendo significativamente del coeficiente de contracción volumétrica de la madera de *Hymenolobium aff pulcherrimum* (pashaco negro) que se contrae volumétricamente a razón de 0.56 % por cada 1 % de disminución de su contenido de humedad, tal como ilustra la figura 22.



Por otro lado se observa que no existen diferencias significativas entre los promedios de los coeficientes de contracción volumétrica de la madera por niveles longitudinales del fuste; en consecuencia se puede afirmar que los niveles del fuste no influyen significativamente en los valores de estos coeficientes en ninguna de las dos maderas de las especies consideradas.

Los valores de los coeficientes de la contracción volumétrica de las maderas de las diferentes especies, es una medida de la variación del volumen como consecuencia de la variación de humedad de la madera. Es quizá la característica física que más determina el tipo de aplicación de la madera maciza, dado que en muchas ocasiones se necesita una estabilidad en las dimensiones. Cuanto menor sea la variación de volumen de la madera mayor calidad tendrá el producto al que se aplica (Vignote Peña S., 1985).

Vignote y Martínez (2006) y la Norma UNE 56.840 reconocen la importancia de esta característica estableciendo la interpretación de resultados, por lo

tanto la madera de *Hymenolobium aff pulcherrimum* (pashaco negro) con coeficiente de contracción volumétrica promedio de 0.56, se clasifica como una madera nerviosa (madera de fuerte contracción volumétrica) y el uso de esta madera puede ser en construcción pero con aserrío radial. Con relación a la madera de *Tachigali setifera* Ducke (ucshaquiro colorado), esta presenta un coeficiente de contracción volumétrica de 0.39 en promedio, clasificándose como madera poca nerviosa (madera de poca contracción volumétrica) y su uso también debe ser orientada a la construcción en general.

4.4.1. Relación entre los niveles longitudinales del fuste y el coeficiente de contracción volumétrica

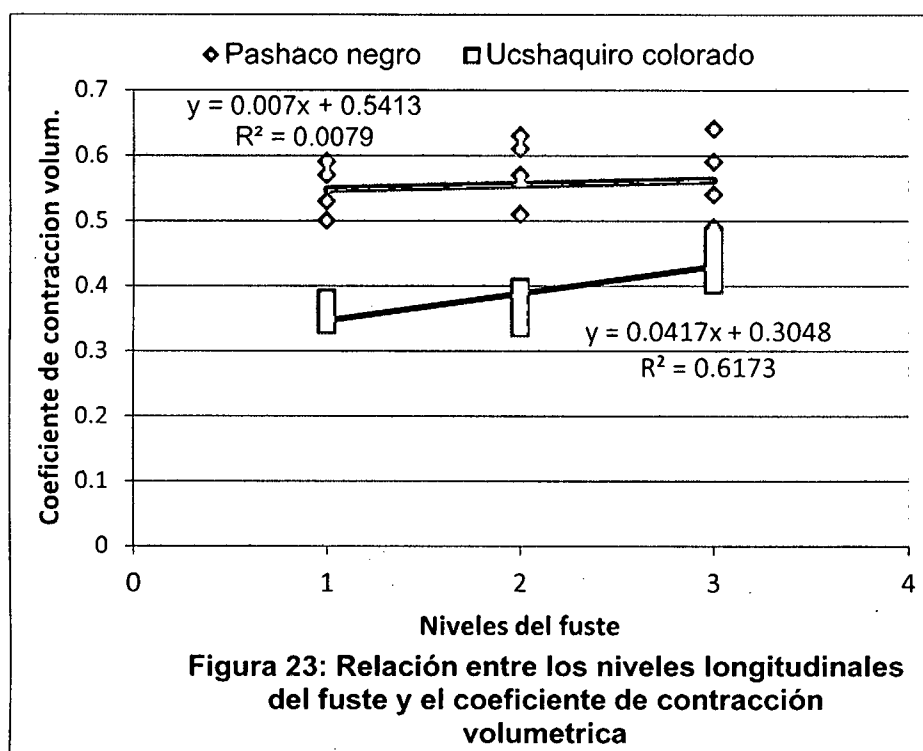
En el cuadro 33 y la figura 23 presentan el análisis de correlación y regresión entre los niveles longitudinales del fuste y el coeficiente de contracción volumétrica de la madera de *Hymenolobium aff pulcherrimum* (pashaco negro) y de *Tachigali setifera* Ducke (ucshaquiro colorado)

Cuadro 33: Relación entre los niveles longitudinales del fuste y los coeficientes de contracción volumétrica de la madera de dos especies forestales

Sp	Variables	r_c	$r^2 \times 100$	Ecuación	r_{tab}		Signif.
					0.05	0.01	
PN	Niveles del fuste vs Coeficiente de contracción volumétrica	0.09	0.79	$Y=0.007X+0.5413$	0.5139	---	NS
UC	Niveles del fuste vs Coeficiente de contracción volumétrica	0.79	61.73	$Y=0.0417X+0.3048$	0.5139	0.641	**

El cuadro 33 pone en evidencia que no existe una relación significativa entre los niveles longitudinales del fuste y los coeficientes de contracción volumétrica en la madera de *Hymenolobium aff pulcherrimum* (pashaco negro), debido a su bajo valor del coeficiente de correlación (0.09) y de su coeficiente de determinación (0.79%), lo que indica que los niveles del fuste tienen bajísima participación en el

coeficiente de contracción volumétrica de la madera de esta especie. Por otro lado se aprecia que si existe una relación altamente significativa entre los niveles longitudinales del fuste y el coeficiente de contracción volumétrica en la madera de *Tachigali setifera* Ducke (ucshaquiro colorado), debido a que presenta un coeficiente de correlación de 0.79 y un coeficiente de determinación de 61.73 %, lo que indica que los niveles longitudinales del fuste influyen muy significativamente en el valor del coeficiente de contracción volumétrica, observándose que a medida que se incrementa los niveles del fuste el coeficiente de contracción volumétrica también se incrementa, tal como se aprecia en la figura 23.

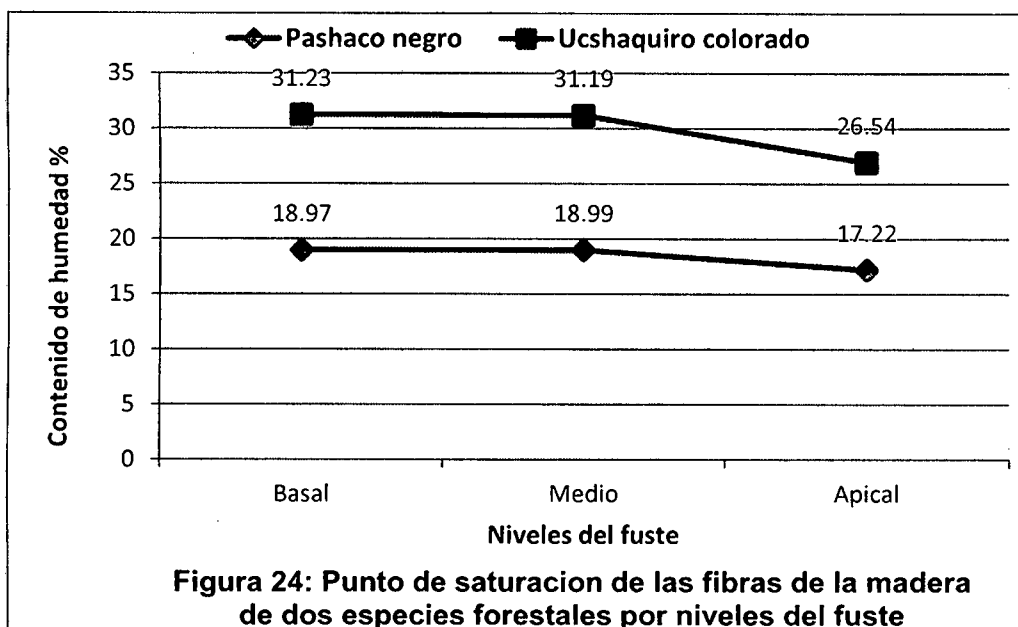


4.5. PUNTO DE SATURACIÓN DE LAS FIBRAS DE LA MADERA DE DOS ESPECIES

El cuadro 34 y la figura 24 muestran los valores promedios del punto de saturación de las fibras de la madera de *Hymenolobium aff pulcherrimum* (pashaco negro) y de *Tachigali setifera* Ducke (ucshaquiro colorado) por niveles longitudinales del fuste.

Cuadro 34: Promedio del punto de saturación de las fibras de la madera de dos especies forestales por niveles del fuste

Árbol	Pashaco negro (%)				Ucshaquiuro colorado (%)			
	Basal	Medio	Apical	\bar{X}	Basal	Medio	Apical	\bar{X}
1	19.83	18.51	16.74	18.36	30.15	30.07	26.99	29.07
2	18.96	17.26	15.15	17.13	30.87	31.94	26.62	29.81
3	16.98	26.84	22.31	22.04	31.49	31.64	25.17	29.43
4	21.4	14.97	16.9	17.76	31.71	30.72	26.95	29.8
5	17.69	17.38	14.98	16.69	31.93	31.57	26.99	30.16
\bar{X}	18.97	18.99	17.22	18.39	31.23	31.19	26.54	29.65
S	1.75	4.57	2.98	2.14	0.72	0.77	0.78	0.42
CV %	9.21	24.08	17.3	11.61	2.32	2.47	2.95	1.41



El punto de saturación de las fibras por niveles longitudinales del fuste en la madera de ambas especies, presentan coeficiente de variación cuyos valores se encuentran dentro de los valores considerados para una población normal (<30 %)

Con la finalidad de determinar si existen diferencias significativas entre los promedios de los puntos de saturación de las fibras de la madera de las dos especies forestales y por niveles longitudinales del fuste se realizó el análisis de la varianza de dos factores, que se resume en el cuadro 35

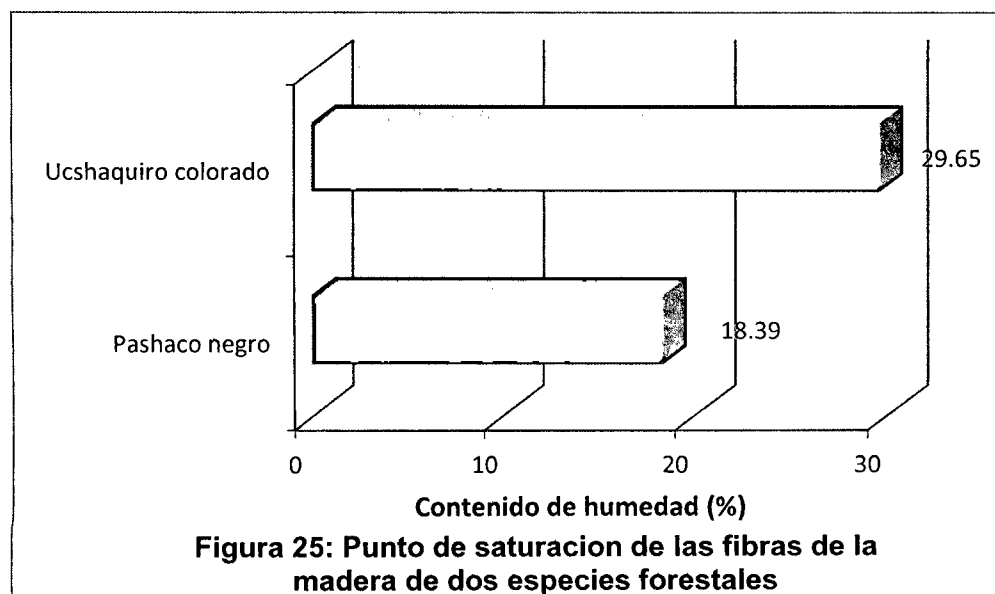
Cuadro 35: Análisis de varianza de los puntos de saturación de las fibras por niveles longitudinales del fuste y por especie.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F _{obs}	F _{tab}	Signific.
Entre especies	1	950.648	950.6478	165.02	4.26	**
Entre niveles	2	68.913	34.4563	5.98	3.4	*
Especies x Niveles	2	13.985	6.9927	1.21	3.4	N.S
Error	24	138.262	5.7609			
Total	29	1171.808				

** = Diferencias altamente significativa

NS = Diferencias no significativas entre promedio

En el cuadro 35 se aprecia el análisis de varianza de los puntos de saturación de las fibras de la madera por especies y por niveles longitudinales del fuste, cuyos resultados indican que existe diferencias significativas entre los valores promedios del punto de saturación de las fibras entre las maderas de ambas especies, resultando que la madera de *Tachigali setifera* Ducke (ucshaquiro colorado), presenta mayor punto de saturación de las fibras cuyo valor es de 29.65 % de contenido de humedad, con un C.V. de 1.41 %, difiriendo significativamente del punto de saturación de las fibras de la madera de *Hymenolobium aff pulcherrimum* (pashaco negro) cuyo valor promedio es de 18.39 % de contenido de humedad, con un C.V. de 11.61 %, tal como ilustra la figura 25



Por otro lado se observa que también existen diferencias significativas entre los promedios de los puntos de saturación de las fibras por niveles longitudinales del fuste, por lo que se realizó la prueba de Tukey, cuyos resultados se resume en el cuadro 36. En consecuencia se puede afirmar que las maderas que provienen de los niveles: medio (25.09 %) y basal (25.10 %) no presentan diferencias significativas entre sus promedios del punto de saturación de las fibras, mientras que la madera que proviene del nivel apical presenta valor inferior que los dos niveles anteriores (21.88 %).

Cuadro 36: Resumen de la prueba de Tukey aplicado a los puntos de saturación de las fibras por niveles del fuste

N. basal	N. medio	N. apical
25.1%	25.09 %	21.88 %
A	A	
		B

Si se compara los resultados obtenidos sobre el punto de saturación de las fibras para las maderas de *Tachigali setifera* Ducke (ucshaquiro colorado) (29.65%) y de *Hymenolobium aff pulcherrimum* (pashaco negro) (18.39 %) con datos obtenidos de otras experiencias como el caso de Fuentes- Salinas (2001) quien determinó el punto de saturación de las fibras de 10 maderas mexicanas empleando dos métodos; con el primer método el punto de saturación de las fibras estuvo comprendida entre 21.86 % y 38.70 % de contenido de humedad y con el segundo método el punto de saturación de las fibras estuvo comprendida ente 17.53 % y 37.83.% de contenido de humedad. Los valores obtenidos para la madera de las dos especies estudiadas, se encuentran dentro de los rangos establecidas para la madera de las 10 especies mexicanas.

De acuerdo a una escala establecida por la Universidad Nacional de Jujuy (sf) la madera de *Tachigali setifera* Ducke (ucshaquiro colorado) es considerada como madera de punto de saturación de las fibras normal (25 a 35 %) y la madera de *Hymenolobium aff pulcherrimum* (pashaco negro) es considerada como madera de punto de saturación de las fibras bajo (< 25 %).

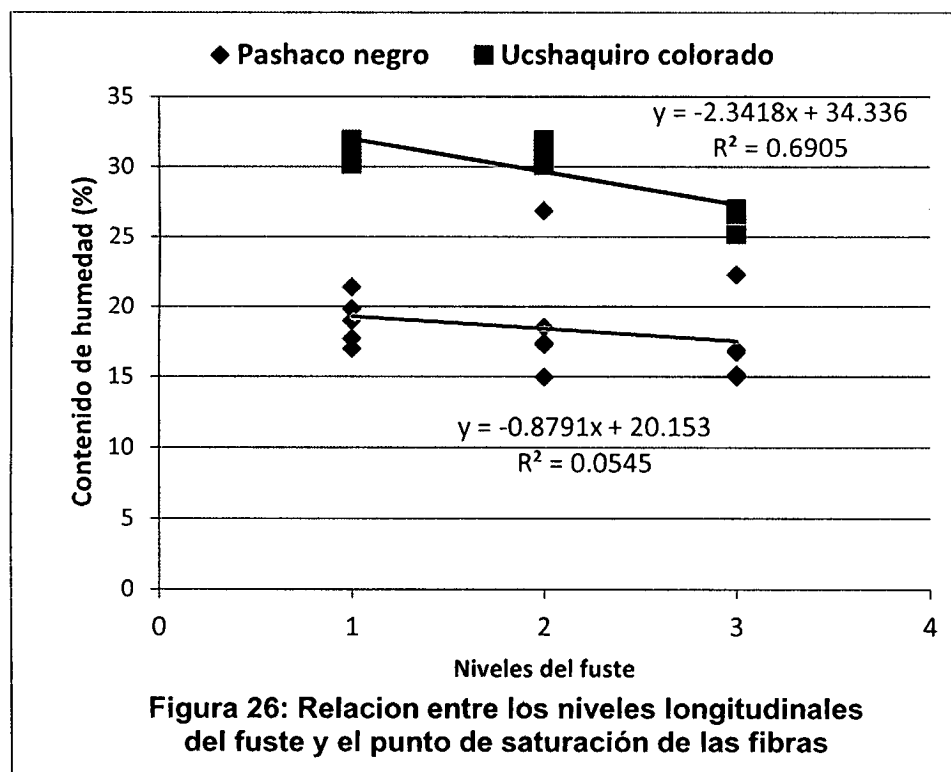
4.5.1. Relación entre los niveles longitudinales del fuste y el punto de saturación de las fibras

En el cuadro 37 y la figura 26 presentan el análisis de correlación y regresión entre los niveles longitudinales del fuste y el punto de saturación de las fibras de la madera de *Hymenolobium aff pulcherrimum* (pashaco negro) y de *Tachigali setifera* Ducke (ucshaquiro colorado)

Cuadro 37: Relación entre los niveles longitudinales del fuste y los puntos de saturación de las fibras de la madera de dos especies forestales

Sp	Variables	r_c	$r^2 \times 100$	Ecuación	r_{tab}		Signif.
					0.05	0.01	
PN	Niveles del fuste vs puntos de saturación de las fibras	0.23	5.45	$Y=0.8791X+20.153$	0.5139	---	NS
UC	Niveles del fuste vs puntos de saturación de las fibras	0.83	69.05	$Y=2.3418X+34.336$	0.5139	0.6411	**

PN= Pashaco negro UC = Ucshaquiro colorado



El cuadro 37 pone en evidencia que no existe una relación significativa entre los niveles longitudinales del fuste y los puntos de saturación de la fibras en la madera de *Hymenolobium aff pulcherrimum* (pashaco negro), debido a su bajo valor del coeficiente de correlación (0.23) y de su coeficiente de determinación (5.45 %), lo que indica que los niveles del fuste tienen muy baja participación en el punto de saturación de las fibras de la madera de esta especie. Por otro lado se aprecia que si existe una relación altamente significativa entre los niveles longitudinales del fuste y el punto de saturación de las fibras en la madera de *Tachigali setifera* Ducke (ucshaqui colorado), debido a que presenta un coeficiente de correlación de 0.83 y un coeficiente de determinación de 69.05 %, lo que indica que los niveles longitudinales del fuste influyen muy significativamente en el valor del punto de saturación de las fibras, observándose que a medida que se incrementa los niveles del fuste el punto de saturación de la fibras disminuye, tal como se aprecia en la figura 26

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

1. Las contracciones lineales de la madera por especie indican que no existen diferencias significativas entre los valores de la contracción radial y tangencial, pero si en la contracción longitudinal resultando con mayor contracción (0.38 %) la madera de *Hymenolobium aff pulcherrimum* (pashaco negro) y con menor contracción la madera de *Tachigali setifera* Ducke (ucshaquiro colorado) con 0.31 %.
2. Las contracciones lineales de la madera por niveles longitudinales del fuste indican que existen diferencias significativas entre los valores de la contracción radial, la contracción en la madera del nivel apical es superior que de los niveles: basal y medio, estos dos niveles no presentan diferencias significativas entre ellos. En la contracción tangencial y longitudinal no existen diferencias significativas entre los niveles longitudinales del fuste.
3. Existe diferencias significativas en la contracción volumétrica de la madera por especie, resultando con mayor contracción la madera de *Tachigali setifera* Ducke (ucshaquiro colorado) de 11.42 % y con menor contracción volumétrica la madera de *Hymenolobium aff pulcherrimum* (pashaco negro) con 10.03 %. No existen diferencias significativas entre los promedios de la contracción volumétrica en ambas especies; en consecuencia los niveles del fuste no influyen significativamente sobre los valores de la contracción volumétrica.
4. La madera de *Hymenolobium aff pulcherrimum* (pashaco negro) (10.03%), se clasifica como una madera de baja contracción y la de la *Tachigali setifera* Ducke (ucshaquiro colorado) (11.42 %) se clasifica como una madera de mediana contracción.

5. Con respecto a los coeficientes de las contracciones lineales por especies, se encontró que existe diferencias significativas entre los valores del coeficiente de contracción radial, tangencial y longitudinal, resultando que la madera de *Tachigali setifera* Ducke (ucshaquiro colorado), presenta menores coeficientes de contracción lineal, difiriendo significativamente de los coeficientes de contracción lineal de la madera de *Hymenolobium aff pulcherrimum* (pashaco negro).
6. Con respecto a los coeficientes de las contracciones lineales por niveles longitudinales del fuste, se encontró que existe diferencias significativas entre los valores de los coeficientes de contracción radial, resultando que no existe diferencias significativas entre los niveles basales y medios del fuste; pero son superados por los valores del nivel apical. Con respecto a los coeficientes de contracción tangencial y longitudinal, no existen diferencias significativas entre los valores por niveles del fuste.
7. En cuanto a los coeficientes de contracción volumétrica indican que existe diferencias significativas entre los valores por especie; la madera de *Tachigali setifera* Ducke (ucshaquiro colorado), presenta menor coeficiente de contracción volumétrica (0.39 % por cada 1% de disminución en el C.H), difiriendo significativamente al de la madera de *Hymenolobium aff pulcherrimum* (pashaco negro) (0.56 % por cada 1 % de disminución en el C.H). Con relación a los coeficientes de contracción volumétrica por niveles longitudinales del fuste, indica que existen diferencias significativas entre los valores por niveles del fuste.
8. La madera de *Hymenolobium aff pulcherrimum* (pashaco negro) de acuerdo a su coeficiente de contracción volumétrica de 0.56, se clasifica como una madera nerviosa (madera de fuerte contracción volumétrica) y el uso puede ser en construcción pero con aserrío radial. La madera de *Tachigali setifera* Ducke (ucshaquiro colorado) con 0.39 se clasifica como madera poca nerviosa (madera de poca contracción volumétrica) y su uso también debe ser orientado a la construcción en general.

9. No existe una relación significativa entre los niveles longitudinales del fuste y los coeficientes de contracción volumétrica en la madera de *Hymenolobium aff pulcherrimum* (pashaco negro), debido a su bajo valor del coeficiente de correlación (0.09), pero si existe una relación altamente significativa entre los niveles longitudinales del fuste y el coeficiente de contracción volumétrica en la madera de *Tachigali setifera* Ducke (ucshaquiro colorado), debido a que presenta un coeficiente de correlación de 0.79, observándose que a medida que se incrementa los niveles del fuste el coeficiente de contracción volumétrica también se incrementa.

10. En cuanto a los valores del punto de saturación de las fibras por especies, se encontró que existe diferencias significativas entre el valor de la madera de *Tachigali setifera* Ducke (ucshaquiro colorado), cuyo valor del PSF es 29.65 % de C.H., siendo mayor y difiriendo significativamente del PSF de la madera de *Hymenolobium aff pulcherrimum* (pashaco negro) cuyo valor es 18.39 % de C. H. Por otro lado se observa que también existen diferencias significativas entre los promedios de los puntos de saturación de las fibras por niveles longitudinales del fuste, los resultados indican que la maderas que provienen de los niveles: medio (25.09 %) y basal (25.10 %) no presentan diferencias significativas, mientras que la madera que proviene del nivel apical presenta valor inferior que los dos niveles anteriores (21.88 %).

11. La madera de *Tachigali setifera* Ducke (ucshaquiro colorado) es considerada como madera de punto de saturación de las fibras normal (25 a 35 %) y la madera de *Hymenolobium aff pulcherrimum* (pashaco negro) es considerada como madera de punto de saturación de las fibras bajo (< 25 %)

12. No existe una relación significativa entre los niveles longitudinales del fuste y los puntos de saturación de la fibras en la madera de

Hymenolobium aff pulcherrimum (pashaco negro), debido a su bajo valor del coeficiente de correlación (0.23); pero si existe una relación altamente significativa entre los niveles longitudinales del fuste y el punto de saturación de las fibras en la madera de *Tachigali setifera* Ducke (ucshaquiro colorado), debido a que presenta un coeficiente de correlación de 0.83, observándose que a medida que se incrementa los niveles del fuste el punto de saturación de la fibras disminuye.

5.2. RECOMENDACIONES

1. La madera de *Hymenolobium aff pulcherrimum* (pashaco negro), presenta una densidad básica promedio de 0.60 g/cm^3 y de acuerdo a su coeficiente de contracción volumétrica de 0.56, se clasifica como una madera nerviosa (madera de fuerte contracción volumétrica) y el uso debe estar orientado a la industria de la construcción, como madera de uso estructural (columnas, vigas, viguetas, cerchas, etc):, pero con aserrío radial y oblicuo en su totalidad.
2. La madera de *Tachigali setifera* Ducke (ucshaquiro colorado), presenta una densidad básica de 0.50 g/cm^3 y de acuerdo a su coeficiente de contracción volumétrica de 0.39, se clasifica como madera poca nerviosa (madera de poca contracción volumétrica) y su uso también debe ser orientado a la construcción en general, pero como madera no estructural (machihembrados, cielo raso, tapa juntas tapa marcos, muebles, etc.)

BIBLIOGRAFÍA

1. **Ananías, A. 1989.** Variabilidad de la densidad básica y la contracción en madera de aramo australiano (*Acacia melanoxylon R.Br.*). Revista Ciencia e Investigación Forestal 3 (6): 118-130.
2. **Amasifuen G. 2013.** Determinación de las principales propiedades físicas y mecánicas de la madera por niveles longitudinales del fuste de *Tachigali setifera* Ducke (ucshaquiro colorado) proveniente del Centro de Investigación y Capacitación Forestal (CICFOR) – Macuya. Tesis para optar el título de Ingeniero Forestal UNU. Pucallpa. Perú 137 pg.
3. **Aróstegui, V. A. 1982.** Recopilación y Análisis de Estudios Tecnológicos de Maderas Peruanas. Proyecto PNUD/FAO/PER/81/002 Lima-Perú.
4. **Aróstegui, A. 1975.** Estudio tecnológico de maderas del Perú (Zona Pucallpa) Vol. 1; características tecnológicas y usos de la madera de 145 especies del país. Ministerio de Agricultura, Universidad Nacional Agraria - La Molina, Lima. 483 pág.
5. **Arroyo, J. 1983.** Propiedades Físico-Mecánicas de la Madera, Universidad de los Andes. Mérida-Venezuela 186-197 p.
6. **Castillo A. 2010.** Manual dendrológico de las principales especies de interés comercial actual y potencial de la zona del alto Huallaga. La Molina, Perú. 36-38 pg.
7. **Campos R. (2007).** Tecnología de los materiales. Unidad temática I. Ediciones Tafur. Lima – Perú. 72 p.
8. **Cuevas E. 2003.** Propiedades físicas y mecánicas de la madera. Material de apoyo en propiedades físicas y mecánicas. Universidad de Talca. Chile. 68p.

9. **Del Castillo C. A. 2015.** Determinación de los valores de las principales propiedades físicas y mecánicas de la madera de *Hymenolobium aff pulcherrimum* (*pashaco negro*) por niveles longitudinales del fuste, proveniente del Centro de Investigación y Capacitación Forestal (CICFOR) – Macuya. Tesis para optar el título de Ingeniero Forestal UNU. Pucallpa. Perú 109 pg.
10. **Espinoza de Pernía, N.; León, W. 2001.** Anatomía de la madera. 1a ed. Universidad de Los Andes. Talleres Gráficos Universitarios. Mérida - Venezuela, 396 pg.
11. **Espinoza U, M. A. 1997.** Estudio de alguna propiedades de la Madera de *Acacia melanoxylon* R.Br. creciendo en la IX región de Chile. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad de Chile. Santiago, Chile.
12. **Fuentes-Salinas M. s/f.** estimación del punto de saturación de la fibra (psf) de las maderas M. Fuentes-Salinas División de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Méx. C.P. 56230
13. **Grigoriev, A. 1979.** Estudio de materiales para ebanistas y carpinteros. Edit. MIR. Moscú. 247 p.
14. **Gutiérrez, V.H. y Silva, J. 1999.** Información técnica para el procesamiento industrial de 134 especies maderables de Bolivia. Serie técnica XII. La Paz. 159 p.
15. **Haygreen J., Bowyer, J. 1982.** Forest Products and Wood Science. An Introduction. USA. 495 p.
16. **INSTITUTO FORESTAL. 1978.** Construcción en madera: Madera, estructura y propiedades I. F. Chile. 24p.

17. **Jiménez, Q. 1999.** Árboles maderables en peligro de extinción en Costa Rica. II edición. Instituto Nacional de Biodiversidad. 163 p.
18. **JUNTA DEL ACUERDO DE CARTAGENA (JUNAC), 1984.** Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino. Junta del Acuerdo de Cartagena. Lima-Perú. 3:25-27 p.
19. **Kollman, F. 1959.** Tecnología de la Madera y sus aplicaciones. Ministerio de Agricultura, Dirección General de Montes, Caza y Pesca Fluvial. Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias y Servicios de la Madera. Madrid. 675 p.
20. **Kollmann, F. P. y W. A. Côté Jr. 1968.** Principles of Wood Technology. Springer Verlag. New York. 592 p. SKAAR, CH. 1972. Water in Wood. Syracuse Wood Science Series, Syracuse University. 218 p.
21. **Lao, Rafael. 1985.** Estudio dendrológico de las especies forestales de Yurimaguas (Loreto). Lima-Perú. Universidad Nacional Agraria-La Molina. 40 p
22. **Nogueira, E., N. Bruce Y P. Fearnside. 2005.** Wood density in dense forest in central amazonia, Brazil. Forest ecology and management 208(1-3): 261-286.
23. **Panshin A., De zeeuw, C. 1980.** Textbook of wood technology. McGraw-Hill Book Company, 722p.
24. **Pérez, V. 1983.** Manual de propiedades físicas y mecánicas de maderas Chilenas. Corporación nacional forestal. santiago– Chile. 451 p.
25. **Rivero, J. 2004.** Propiedades físico-mecánicas de *Gmelina arborea* Roxb. y *Tectona grandis* Linn. Cochabamba . 153 p.

26. **Richter H. G. y Dallwitz M. J. 2000.** Maderas comerciales. Centro Federal de Investigaciones Forestales y de Productos Forestales. Hamburgo - Alemania. 23 p.

27. **Rodríguez, F. 2006.** Propiedades y acondicionamiento de la madera. Consultado el Disponible en línea: http://www.todomiel.com.ar/notas/talleres/articulo_talleres.php?get_not_a_id=271&get_nota_titulo=Propiedades-y-condicionamiento-de-la-madera. Visto 26 de julio del 2016.

28. **Siau, J. 1971.** Flow in Wood. Syracuse University Press. Syracuse, New York, United States.

29. **Sotelo, A. 1992.** Posibilidades del Pino chuncho (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke) en la Industria de Cajonería. Tesis para optar el grado de Magister Scientiae. Lima – Perú. 74 p.

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

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

32. **Ulibarri Emilio, A. 2008.** Sistemática y taxonomía de plantas vasculares. Buenos Aires, Argentina. 152 p.

33. **UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL NORTE. 2009.** Laboratorio de propiedades de la madera. Disponible en línea <http://www.ucn.cl/facultades/institutos/laboratorio/propiedades%20f%EDsicasm3.htm> Chile. 9p.

34. **Valderrama H. 1984.** “Estudios de las propiedades físicas y su variación en el tronco de la *Tachigalia liongiflora* D. y *Sclerolobium milinirii* H. en

puerto Almendra-Iquitos” Tesis para optar el título de Ingeniero Forestal UNAP. Iquitos. Perú 92 pg.

35. **Valderrama H. 1993.** “Usos probables de la madera de 10 especies forestales del bosque húmedo tropical del alto Huallaga. Iquitos convenio IIAP-UNAP. Iquitos-Perú pg.86-97
36. **Vignote, S. Jiménez, F. 1996.** Tecnología de la madera. Ministerio de agricultura pesca y alimentación. Madrid-España. 602 p.
37. **Vignote S. y Martínez I. 2006.** Tecnología de la madera. Ediciones Mundi – Prensa. Tercera edición. Madrid. 678 p.
38. **Vizcarra, S. 1998.** Guía para el secado de la madera en hornos. Santa cruz – Bolivia. 64p.
39. **Wienenbeck J.K., Hofmnn K., Peralta P. Skaar C. y Koch P. 1990.** Air permeability, shrinkage and moisture sorption of lodgepole pine stemwvot.U.S.A. 229-245 p.
40. **Van Der Werff. 2008.** A synopsis of the genus *Tachigali* (Leguminosae: Caesalpinioideae) in northern South America». *Annals of the Missouri Botanic Garden* **95**: 618—660

ANEXO

ANEXO 01

Mediciones de las probetas de madera de *Tachigali setifera* Ducke (ucshaquiro colorado).

Código de las probetas	MEDIDAS			Vol.(mm³)	Vol. (cm³)	P(g) saturado	Densidad saturada (g/cm³)
	L(mm)	Tg(mm)	R(mm)				
111- 1N	100.33	24.45	24.41	59879.4	59.88	64.181	1.07
111- 4N	99.08	23.94	24.61	58374.31	58.37	67.57	1.16
111- 1S	98.07	24.29	24.68	58790.73	58.79	67.509	1.15
111- 5S	100.23	24.29	24.41	59428.26	59.43	67.224	1.13
111- 1E	99.03	24.01	24.41	58039.91	58.04	62.604	1.08
111- 4E	96.08	24.94	23.85	57150.21	57.15	64.682	1.13
111- 1O	99	24.18	24.68	59079.48	59.08	64.769	1.1
111- 5O	100.41	23.96	24.2	58220.93	58.22	65.497	1.12
					0.00		1.12
112- 1N	99.05	23.78	24.35	57354.21	57.35	61.207	1.07
112- 5N	100.2	24.31	24.46	59581.18	59.58	63.937	1.07
112- 1S	97.14	24.1	24.44	57215.85	57.22	60.781	1.06
112- 4S	100.04	24.18	24.47	59192.13	59.19	65.231	1.1
112- 1E	97.55	24.01	24.52	57430.14	57.43	59.606	1.04
112- 4E	100.11	24.59	23.93	58908.6	58.91	65.735	1.12
112- 1O	100.41	23.91	24.87	59707.97	59.71	66.392	1.11
112-5O	99.82	24.27	23.7	57416.36	57.42	63.715	1.11
	0	0	0		0.00	0	1.09
113- 1N	99.84	23.03	23.13	53183.16	53.18	57.39	1.08
113- 3N	100.06	23.85	22.78	54362.9	54.36	60.871	1.12
113- 1S	100.31	24.1	23.95	57898.43	57.90	62.431	1.08
113- 4S	99.29	24	24.15	57548.48	57.55	65.533	1.14
113- 1E	100.21	24.11	24.16	58372.08	58.37	61.231	1.05
113- 3E	99.84	23.63	23.99	56597.67	56.60	64.358	1.14
113- 1O	99.95	23.15	23.52	54421.58	54.42	59.044	1.08
113- 4O	99.81	23.65	22.91	54079.2	54.08	60.704	1.12
	0	0	0		0.00	0	1.1
121- 1N	100.46	22.97	23.8	54920.08	54.92	61.182	1.11
121- 5N	100.08	23.34	23.56	55033.03	55.03	62.516	1.14
121- 1S	97.25	23.95	24.09	56108.92	56.11	62.705	1.12
121- 5S	100.07	23.76	23.95	56945.03	56.95	63.205	1.11
121- 1E	97.76	22.67	23.64	52391.42	52.39	59.106	1.13
121- 6E	98.02	23.53	23.11	53301.15	53.30	59.823	1.12
121- 1O	97.47	23.7	24.04	55533.34	55.53	63.743	1.15
121- 6O	98.24	23.45	23.55	54252.79	54.25	59.726	1.1

							1.12
122- 1N	99.63	23.84	24.06	57146.81	57.15	61.293	1.07
122- 4N	98	23.82	24.46	57098.45	57.10	63.281	1.11
122- 1S	98.44	24.4	24.34	58463.12	58.46	65.322	1.12
122- 4S	100.35	23.82	24.36	58228.61	58.23	66.069	1.13
122- 1E	99.32	23.61	23.75	55692.45	55.69	62.514	1.12
122- 4E	98.79	23.47	23.47	54417.57	54.42	63.507	1.17
122- 1O	100.18	24.13	24.13	58330.5	58.33	65.764	1.13
122- 4O	100.27	23.98	23.98	57659.3	57.66	63.307	1.1
							1.12
123- 1N	100.08	23.91	24.37	58315.28	58.32	65.578	1.12
123- 4N	98.96	24.37	24.1	58120.89	58.12	63.696	1.1
123- 1S	100.37	24.04	23.93	57740.57	57.74	64.28	1.11
123- 4S	98.65	24.31	24.14	57892.1	57.89	62.815	1.09
123- 1E	100.28	23.9	24.25	58119.78	58.12	66.012	1.14
123- 4E	97.09	23.47	23.44	53412.78	53.41	60.219	1.13
123- 1O	98.39	23.54	23.97	55516.93	55.52	61.624	1.11
123- 3O	99.07	23.99	23.55	55971.03	55.97	61.642	1.1
							1.11
131- 2N	100.05	23.66	24.1	57049.11	57.05	62.03	1.09
131- 4N	98.83	24.16	24.55	58618.84	58.62	66.507	1.13
131- 2S	97.17	23.95	24.61	57272.92	57.27	59.042	1.03
131- 4S	100.15	23.96	24.64	59126	59.13	66.902	1.13
131- 1E	100.73	24.15	24.19	58845.31	58.85	67.254	1.14
131- 4E	99.43	24.35	23.21	56194.21	56.19	63.293	1.13
131- 1O	99.92	23.64	24.22	57210.28	57.21	65.154	1.14
131- 5O	99.08	24.19	23.38	56035.9	56.04	60.066	1.07
							1.11
132- 1N	98.56	23.82	24.76	58129.03	58.13	65.44	1.13
132- 4N	99.81	23.89	24.49	58395.45	58.40	65.383	1.12
132- 1S	100.02	24.46	24.64	60281.49	60.28	66.95	1.11
132- 3S	97.38	23.8	23.97	55553.93	55.55	64.098	1.15
132- 1E	98.61	24.19	23.95	57129.75	57.13	62.819	1.1
132- 3E	100.43	24.16	24.5	59446.53	59.45	67.113	1.13
132- 1O	99.72	23.89	24.15	57532.81	57.53	64.778	1.13
132- 3O	98.57	24.36	23.97	57555.93	57.56	63.059	1.1
							1.12
133- 1N	99.62	24.71	24.71	60826.39	60.83	68.886	1.13
133- 4N	98.99	24.75	24.95	61127.56	61.13	65.209	1.07
133- 1S	98.77	24.64	24.41	59406.44	59.41	66.966	1.13
133- 2S	100.04	24.26	24.96	60577.18	60.58	65.968	1.09

133- 1E	99.72	24.13	24.76	59578.59	59.58	66.073	1.11
133- 4E	99.61	24.22	24.13	58214.93	58.21	62.352	1.07
133- 1O	98.85	23.86	24.45	57666.82	57.67	64.518	1.12
133- 3O	99.95	24.26	24.08	58388.87	58.39	65.466	1.12
							1.1
141- 1N	100.28	24.56	24.69	60808.43	60.81	62.038	1.02
141- 4N	100.5	24.27	24.28	59222.2	59.22	67.093	1.13
141- 1S	100.07	24.56	24.54	60312.43	60.31	63.697	1.06
141- 5S	100.45	23.38	24.43	57374.37	57.37	65.684	1.14
141- 1E	100.45	24.26	24.68	60143.11	60.14	64.612	1.07
141- 4E	100.5	23.91	23.55	56589.59	56.59	64.317	1.14
141- 1O	100.54	23.66	24.62	58565.47	58.57	63.86	1.09
141- 4O	100.8	24.29	23.84	58370.62	58.37	66.628	1.14
							1.1
142- 1N	100.18	23.42	23.89	56051.09	56.05	57.758	1.03
142- 2N	98.82	23.46	24.29	56311.92	56.31	61.542	1.09
142- 1S	99.56	23.97	24.12	57561.25	57.56	61.926	1.08
142- 4S	99.3	23.83	24.12	57075.61	57.08	63.47	1.11
142- 1E	99.82	23.47	23.89	55968.9	55.97	59.803	1.07
142- 2E	100.07	23.48	23.65	55569.07	55.57	60.676	1.09
142- 1O	99.52	23.58	23.94	56179.56	56.18	56.967	1.01
142- 4O	100.18	24.25	24.1	58547.7	58.55	66.791	1.14
							1.08
143- 1N	98.62	23.31	24.34	55953.58	55.95	59.396	1.06
143- 3N	98.48	24.24	24.23	57840.77	57.84	65.038	1.12
143- 1S	99.36	24.1	24.38	58379.76	58.38	59.956	1.03
143- 4S	99.29	24.44	24.36	59113.14	59.11	65.356	1.11
143- 1E	98.51	23.94	23.49	55397.16	55.40	57.518	1.04
143- 4E	98.18	23.55	23.8	55028.91	55.03	59.332	1.08
143- 1O	96.79	24.48	24.49	58027.08	58.03	60.587	1.04
143- 3O	99.77	24.45	23.9	58301.1	58.30	63.425	1.09
							1.07
151- 1N	98.91	23.13	23.75	54334.97	54.33	59.967	1.1
151- 5N	100.09	23.47	23.78	55861.89	55.86	65.198	1.17
151- 1S	100.52	23.78	23.1	55217.45	55.22	62.556	1.13
151- 11S	100.4	23.62	24	56914.75	56.91	63.537	1.12
151- 1E	98.29	23.04	23.18	52493.47	52.49	59.924	1.14
151- 7E	99.76	23.24	22.67	52558.64	52.56	60.632	1.15
151- 1O	99.93	22.94	23.73	54398.51	54.40	61.842	1.14
151- 6O	98.54	22.97	23.72	53689.36	53.69	61.166	1.14
							1.14

152- 1N	99.39	23.76	24.23	57219.3	57.22	63.869	1.12
152- 4N	100.37	23.59	24.34	57630.51	57.63	67.596	1.17
152- 1S	99.5	23.65	24.31	57205.68	57.21	64.208	1.12
152- 7S	100.04	23.63	24.46	57822.1	57.82	65.652	1.14
152- 2E	99.85	24.36	24.25	58984.39	58.98	65.412	1.11
152- 5E	100.32	24.03	23.65	57012.81	57.01	66.449	1.17
152- 1O	100.26	24.35	24.36	59470.82	59.47	67.556	1.14
152- 5O	99.63	23.43	24.24	56584.18	56.58	64.178	1.13
							1.14
153- 1N	100.33	24.52	24.61	60542.85	60.54	68.546	1.13
153- 6N	100.65	24.1	24.57	59598.59	59.60	69.384	1.16
153- 1S	99.92	24.31	24.04	58394.49	58.39	62.769	1.07
153- 4S	99.32	24.05	24.83	59310.08	59.31	70.01	1.18
153- 1E	99.06	24.06	24.54	58488.23	58.49	63.57	1.09
153- 6E	99.37	23.77	23.5	55507.59	55.51	63.564	1.15
153- 1O	99.77	23.57	24.5	57613.68	57.61	63.904	1.11
153- 4O	98.03	23.27	23.97	54679.36	54.68	66.247	1.21

ANEXO 02

Mediciones de las probetas de madera de *Hymenolobium aff pulcherrimum* (Pashaco negro).

MEDIDAS				
Código de las probetas	L(mm)	Tg(mm)	R(mm)	P(g) seco al aire
111- N1	100.12	22.75	23.81	39.33
111- N4	99.07	22.76	24.13	39.32
111- S1	97.36	22.55	23.97	45.59
111- S5	99.89	23.04	24.05	39.96
111- E1	98.87	22.57	23.85	37.04
111- E4	95.95	23.42	23.23	33.26
111- O1	98.095	21.15	22.32	38.39
111- O5	100.07	22.68	23.81	35.65
112- N1	99.36	22.56	23.95	39.45
112- N5	99.46	22.58	23.76	34.7
112- S1	99.92	22.56	23.79	37.89
112- S4	99.91	23.06	24.08	35.79
112- E1	97.28	22.23	23.89	36.28
112- E4	99.96	23.41	23.55	38.83
112- O1	99.95	22.21	24.09	43.69
112-O5	99.52	22.84	23.28	38.82
113- N1	99.76	21.305	22.41	35.83
113- N3	99.91	22.65	22.31	34.08
113- S1	100.14	22.4	23.33	39.23
113- S4	99.14	22.73	23.69	36.89
113- E1	99.96	22.44	23.5	38.77
113- E3	99.62	22.47	23.56	36.61
113- O1	99.83	21.75	22.88	38.17
113- O4	99.42	22.07	22.34	36.49
121- N1	100.07	21.08	23.23	43.49
121- N5	99.98	22.15	23.1	34.36
121- S1	96.78	21.9	23.44	47.28
121- S5	99.79	22.42	23.41	36.29
121- E1	97.48	20.88	23.01	40.632
121- E6	97.86	22.32	22.64	35.054
121- O1	96.83	21.75	23.21	46.068
121- O6	97.91	22.31	23.04	31.17
122- N1	99.24	22.29	23.39	42.83
122- N4	97.86	22.67	23.85	34.64

122- S1	97.78	22.72	23.49	43.946
122- S4	99.95	22.61	23.74	34.507
122- E1	98.8	21.27	22.88	44.79
122- E4	98.28	21.87	23.85	36.6
122- O1	99.84	22.46	23.32	45.78
122- O4	100.22	22.79	23.34	35.61

123- N1	99.71	22.13	23.60	45.76
123- N4	98.77	22.99	23.46	34.48
123- S1	100.38	22.32	23.25	44.84
123- S4	98.52	23.22	23.46	33.57
123- E1	99.87	22.27	23.58	45.60
123- E4	97.02	22.21	22.90	34.48
123- O1	98.98	22.10	23.24	43.67
123- O3	98.27	22.74	22.93	33.57
131- N2	99.84	22.14	23.39	34.37
131- N4	98.72	22.76	23.87	33.64
131- S2	97.04	22.49	23.84	34.71
131- S4	100.06	22.59	23.94	28.18
131- E1	100.61	22.61	23.33	43.11
131- E4	99.32	22.80	22.60	29.93
131- O1	98.76	21.47	23.55	43.79
131- O5	98.93	22.58	22.54	28.83
132- N1	98.11	22.10	23.89	42.46
132- N4	99.60	22.17	23.59	34.45
132- S1	99.88	22.99	23.86	45.73
132- S3	97.22	22.53	23.42	31.94
132- E1	98.27	22.64	23.20	44.89
132- E3	100.33	22.87	23.92	30.72
132- O1	99.46	22.20	23.28	42.21
132- O3	98.20	22.75	23.17	36.21
133- N1	99.03	22.85	23.99	46.64
133- N4	98.89	23.16	24.14	32.39
133- S1	98.68	23.13	23.55	46.62
133- S2	99.96	23.01	24.13	38.72
133- E1	99.61	22.75	23.98	43.64
133- E4	99.45	22.86	23.50	32.94
133- O1	98.46	22.95	22.74	41.98
133- O3	99.63	22.77	23.33	36.48
141- N1	100.22	22.72	23.73	40.77
141- N4	100.43	22.91	23.84	38.25

141- S1	99.96	22.76	23.82	39.66
141- S5	100.14	21.89	23.98	36.06
141- E1	100.36	22.69	23.76	42.82
141- E4	99.74	23.28	23.00	36.64
141- O1	100.17	21.61	23.55	41.89
141- O4	100.38	22.84	23.37	39.99

142- N1	99.87	21.76	23.20	37.31
142- N2	98.69	21.93	23.62	37.11
142- S1	99.33	22.22	23.31	39.94
142- S4	99.87	22.81	23.53	37.61
142- E1	99.54	21.69	23.01	36.68
142- E2	99.63	21.85	22.87	38.29
142- O1	99.55	22.04	23.23	36.17
142- O4	99.72	23.16	23.67	40.24

143- N1	98.46	21.72	23.47	41.92
143- N3	98.90	22.60	23.71	36.81
143- S1	99.20	22.23	23.57	37.81
143- S4	99.29	23.04	23.78	31.30
143- E1	98.28	22.04	22.49	36.20
143- E4	98.04	21.90	23.27	28.71
143- O1	96.70	22.73	23.58	41.44
143- O3	96.18	22.91	23.19	36.00

151- N1	98.70	21.40	23.04	35.58
151- N5	99.82	22.35	23.19	42.21
151- S1	99.90	21.66	22.20	44.39
151- S2	100.44	22.08	23.51	34.40
151- E1	98.05	21.44	22.52	39.22
151- E7	99.65	21.77	22.13	37.42
151- O1	99.59	21.36	22.40	43.16
151- O6	98.45	21.65	23.11	36.99

152- N1	98.93	22.30	23.40	40.85
152- N4	100.20	22.53	23.79	43.96
152- S1	99.05	21.59	23.63	42.77
152- S7	99.99	22.18	23.89	37.85
152- E7	99.41	22.49	23.57	38.93
152- E5	100.17	22.53	22.92	41.64
152- O1	99.60	21.44	23.43	44.82
152- O5	99.47	21.99	23.59	43.82

153- N1	99.39	22.61	23.97	47.95
153- N6	100.36	22.62	23.97	43.68

153- S1	99.24	23.60	21.77	40.51
153- S4	99.16	22.61	24.19	48.96
153- E1	98.69	22.40	23.40	46.82
153- E6	99.18	22.49	22.95	36.71
153- O1	98.76	20.87	23.65	43.91
153- O4	97.90	22.01	23.37	41.87

ANEXO 03

CONSTANCIA DE IDENTIFICACIÓN DE LA MADERA DE *Tachigali setifera* Ducke (UCSHAQUIRO COLORADO)

“Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria”.


CONSTANCIA

El que suscribe Ing. Gumercindo Andrés Castillo Quilliano, docente de la Asignatura de Dendrología de la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonia – UNIA, da constancia que la muestra alcanzada por el Ing. Iván Salvador Cárdenas, para su identificación, pertenece a la especie *Tachigalia setifera*, esta fue identificada por comparación con la muestra N° 129 – Begazo N., del Field Museum of History Natural N° 1910851.

Se expide la presente para los fines que crea conveniente.

Pucallpa, 14 de Enero del 2013

Atentamente

 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
Consejo Departamental de Ucayali

Ing. CIP. Gumercindo A. Castillo Quilliano
INGENIERO FORESTAL
Reg. CIP. N° 06701



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA
Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de Altura (IVITA)
Estación Experimental Pucallpa



Herbario Regional de Ucayali

CONSTANCIA

Se deja constancia que se ha tenido a la vista las muestras botánicas presentadas por la Universidad Nacional de Ucayali, en las cuales se realizó la verificación taxonómica, las mismas que a continuación se detalla:

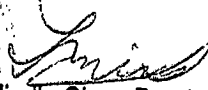
<i>Albizia niopoides</i> (Spruce ex Benth) Burkart.	Pashaco Blanco
<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell) SF Blake	Pashaco Quillosa
<i>Hymenolobium aff pulcherrimum</i>	Pashaco Negro

Así mismo las muestras quedan depositadas en el Herbario Regional de Ucayali, IVITA-Pucallpa.

Se expide la presente constancia para los fines que el solicitante crea conveniente.

Pucallpa 27 de marzo del 2013




Blga Mirella Clavo Peralta
Resp. Herbario Regional de Ucayali-IVITA Pucallpa
Registro CBP No 1187