

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES**



**“CARACTERIZACIÓN DE LAS FIBRAS DE “TAMSHI” (*HETEROPSIS FLEXUOSA*) PROVENIENTE DE ECHARATE – LA CONVENCIÓN, CUSCO”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO FORESTAL**

**ENRIQUE ALFREDO OLEA GUTIÉRREZ**

**LIMA – PERÚ**

**2019**

---

**La UNALM es titular de los derechos patrimoniales de la presente investigación**

**(Art. 24 – Reglamento de Propiedad Intelectual)**

### Document Information

Analyzed document	TESIS_Enrique Olea_actualizada_mdc.docx (D142084832)
Submitted	2022-07-15 16:42:00
Submitted by	HECTOR ENRIQUE GONZALES MORA
Submitter email	egonzales@lamolina.edu.pe
Similarity	7%
Analysis address	egonzales.unalm@analysis.urkund.com

### Sources included in the report

W	URL: <a href="http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/3921/lopez-gonzales-mariela-andrea.pdf?sequence=1">http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/3921/lopez-gonzales-mariela-andrea.pdf?sequence=1</a> Fetched: 2022-06-10 05:48:47	88
W	URL: <a href="http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/JUNAS/676/T.FRS-51.pdf?sequence=1&amp;isAllowed=yDurigan">http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/JUNAS/676/T.FRS-51.pdf?sequence=1&amp;isAllowed=yDurigan</a> Fetched: 2022-07-15 16:42:00	1
SA	UCP_Ing.Civil_2021_Tesis_Bruce Lopez_V1.pdf Document UCP_Ing.Civil_2021_Tesis_Bruce Lopez_V1.pdf (D97365331)	2

### Entire Document

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA  
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES  
"CARACTERIZACIÓN DE LAS FIBRAS DE "TAMSHI" (HETEROPSIS FLEXUOSA) PROVENIENTE DE ECHÁRATE - LA CONVENCION, CUSCO"  
TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO FORESTAL  
ENRIQUE ALFREDO OLEA GUTIÉRREZ  
LIMA - PERÚ  
2019

La UNALM es titular de los derechos patrimoniales de la presente investigación (Art. 24 - Reglamento de Propiedad Intelectual)

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA  
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES  
"CARACTERIZACIÓN DE LAS FIBRAS DE "TAMSHI" (HETEROPSIS FLEXUOSA) PROVENIENTE DE ECHÁRATE - LA CONVENCION, CUSCO"  
TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO FORESTAL ENRIQUE ALFREDO OLEA GUTIÉRREZ

Sustentada y aprobada por el siguiente jurado:

\_\_\_\_\_ Mg. Sc. Leonidas Miguel Castro Presidente

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES**

**“CARACTERIZACIÓN DE LAS FIBRAS DE “TAMSHI”  
(*HETEROPSIS FLEXUOSA*) PROVENIENTE DE ECHARATE – LA  
CONVENCIÓN, CUSCO”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO FORESTAL  
ENRIQUE ALFREDO OLEA GUTIÉRREZ**

**Sustentada y aprobada por el siguiente jurado:**

---

*Mg. Sc. Leonidas Miguel Castro*

*Presidente*

---

*Ms. Moisés Acevedo Mallque*

*Miembro*

---

*Lic. Deysi Guzmán Loayza*

*Miembro*

---

*PhD. Héctor Gonzáles Mora*

*Asesor*

---

*Mg. Sc. Manuel Chavesta Custodio*

*Co-asesor*

***DEDICATORIA***

*Con mucho cariño dedico este trabajo a:*

*Mi madre Clelia.*

## *AGRADECIMIENTOS*

*Quiero expresar mi más sincero agradecimiento*

*A la Universidad Nacional Agraria La Molina, mi casa de estudios.*

*A mis asesores de tesis, PhD. Enrique Gonzales Mora y Mg. Sc. Manuel Chavesta Custodio, mi agradecimiento, porque estuvieron prestos a ayudarme y brindarme parte de su tiempo, para que este estudio se logre desarrollar.*

*Al profesor Juan Baluarte Vásquez por compartirme sus conocimientos en cuanto a la fibra de Tamshi.*

*A la comunidad nativa Matsigenga de Timpia y a sus mujeres artesanas*

*A David Huamán y Marco Panduro, por su apoyo durante la fase de laboratorio.*

# ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS .....	v
ÍNDICE GENERAL .....	vi
Índice de tablas.....	viii
Índice de figuras .....	ix
Índice de anexos .....	x
RESUMENxi	
ABSTRACT .....	xii
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA .....</b>	<b>2</b>
2.1 Clasificación taxonómica .....	2
2.2 Descripción general.....	2
<b>2.2.1 Descripción botánica .....</b>	<b>3</b>
<b>2.2.2 Distribución y hábitat .....</b>	<b>5</b>
2.3 Importancia económica y usos .....	5
2.4 Fibras vegetales.....	7
2.5 Propiedades físico mecánicas.....	11
<b>2.5.1 Aspectos generales .....</b>	<b>11</b>
<b>2.5.2 Propiedades físicas .....</b>	<b>12</b>
<b>2.5.3 Propiedades mecánicas .....</b>	<b>13</b>
2.6 Antecedentes de las propiedades físico mecánicas en <i>Heteropsis sp.</i> y otras fibras de importancia económica .....	16
<b>2.6.1 Efecto del intemperismo sobre las propiedades de las fibras.....</b>	<b>18</b>
<b>III. METODOLOGÍA .....</b>	<b>20</b>
3.1 Lugar de cosecha.....	20
3.1.1 Aspectos Generales.....	20
3.1.2 Características .....	21
3.2 Lugar de ensayos.....	22
3.3 Materiales y equipos .....	23
3.3.1 Primera etapa: Comunidad nativa matsiguenga de Timpia .....	23
3.3.2 Segunda etapa: Laboratorio de pulpa y papel .....	23
3.3.3 Tercera etapa: Laboratorio de anatomía de la madera .....	23

3.3.4	Procesamiento de datos .....	24
3.4	Metodología .....	24
3.4.1	Trabajo de campo en comunidad matsiguenga de Timpia .....	24
3.4.2	Trabajo de laboratorio y gabinete en Lima .....	28
<b>IV.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	<b>38</b>
4.1	Caracterización de las propiedades físicas.....	38
4.1.1.	Contenido de humedad.....	38
4.1.2.	Coloración.....	40
4.1.3.	Densidad linear (Denier).....	41
4.2	Determinación de las propiedades mecánicas.....	43
4.2.1	Resistencia a la tracción.....	45
4.2.2	Alargamiento (% de elongación) .....	49
4.2.3	TEA (tensil energy absorption).....	50
4.2.4	Torsión .....	52
4.2.5	Influencia del envejecimiento en las propiedades mecánicas .....	53
4.3	Caracterización microscópica anatómica.....	55
4.3.1	Características de las Zonas A, B y C.....	57
4.3.2	Elementos xilemáticos .....	58
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>62</b>
<b>VI.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>63</b>
<b>VII.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>65</b>
<b>VIII.</b>	<b>ANEXOS</b> .....	<b>72</b>

## Índice de tablas

Tabla 1:	Contenido de humedad y densidad básica.....	16
Tabla 2:	Esfuerzo al límite proporcional (ELP) .....	17
Tabla 3:	Valores de contenido de humedad para la especie <i>Heteropsis flexuosa</i> en condición verde .....	38
Tabla 4:	Valores de contenido de humedad para la especie.....	39
Tabla 5:	Frecuencia y porcentaje de los haces .....	40
Tabla 6:	Valores promedios de propiedades mecánicas .....	43
Tabla 7:	Valores de Análisis de Varianza para las propiedades mecánicas .....	44
Tabla 8:	Valores de la prueba de Tukey para evaluación las propiedades mecánicas ....	45
Tabla 9:	Resistencias a la tracción .....	45
Tabla 10:	Valores de resistencia a la tracción de fibras vegetales .....	47
Tabla 11:	Porcentajes de alargamiento promedio para 3 condiciones de humedad .....	49
Tabla 12:	Comparación de porcentaje de alargamiento de la fibra.....	50
Tabla 13:	Valores de TEA promedios para las diferentes condiciones de humedad .....	51
Tabla 14:	Valores de TEA promedios para las especies cashavara, tamshi y mimbre .....	51
Tabla 15:	Valores promedio de ensayos de torsión.....	52
Tabla 16:	Valores promedios obtenidos para cada una de las condiciones de humedad ..	55
Tabla 17:	Valores promedio de los elementos xilemáticos de <i>Heteropsis flexuosa</i> .....	60
Tabla 18:	Valores promedio de los poros de <i>Heteropsis flexuosa</i> .....	61



## Índice de figuras

<i>Figura 1:</i> Dibujo botánico de “tamshi”.....	4
<i>Figura 2:</i> Hábitat de <i>Heteropsis flexuosa</i> .....	5
<i>Figura 3:</i> Fibras de la raíz absorbente de <i>H. flexuosa</i> .....	11
<i>Figura 4:</i> Toma de puntos con GPS, luego de la colecta botánica.....	25
<i>Figura 5:</i> Almacenamiento de material listo para su transporte a Lima .....	27
<i>Figura 6:</i> Acondicionamiento de material vegetal.....	29
<i>Figura 7:</i> Determinación de color haciendo uso de la tabla Munsell.....	30
<i>Figura 8:</i> Dimensionado del material vegetal .....	30
<i>Figura 9:</i> Dispositivo para generar las fuerzas de torsión sobre el material vegetal .....	33
<i>Figura 10:</i> Cámara de vacío adaptado para simulación de envejecimiento acelerado.....	34
<i>Figura 11:</i> Diagrama de procesos .....	37
<i>Figura 12:</i> Tabla de frecuencias de rango de coloración visual.....	40
<i>Figura 13:</i> Tabla Munsell de coloración de suelos y tejidos.....	41
<i>Figura 14:</i> Valores de DENIER promedio para condición seca al aire .....	42
<i>Figura 15:</i> Valores de Denier promedio para condición seca al aire.....	42
<i>Figura 16:</i> Valores de tracción promedio en kilopondios .....	46
<i>Figura 17:</i> Registros de fuerza expresada en kg. ....	47
<i>Figura 18:</i> Valores de alargamiento promedio en porcentaje .....	49
<i>Figura 19:</i> Valores de energía de tensión absorbida ( $J/m^2$ ) promedio .....	51
<i>Figura 20:</i> Corte transversal de la raíz de <i>Heteropsis flexuosa</i> .....	56
<i>Figura 21:</i> Diferenciación de 3 regiones en el corte transversal.....	56
<i>Figura 22:</i> Periciclo compuesto. ....	57
<i>Figura 23:</i> Fibras aisladas de <i>Heteropsis flexuosa</i> .....	58
<i>Figura 24:</i> Elementos de los vasos.....	59

## *Índice de anexos*

ANEXO 1. ENSAYOS DE RESISTENCIA Y PORCENTAJE DE ELONGACIÓN .....	72
ANEXO 2. DIMENSIONALES, PESO, VOLUMEN Y SUPERFICIE DE LAS PROBETAS .....	76
ANEXO 3. TEA Y DENIER (DENSIDAD LINEAL) DE LAS MUESTRAS .....	83
ANEXO 4. MEDICIÓN DE ELEMENTOS XILEMÁTICOS .....	86
ANEXO 5. CONTENIDOS DE HUMEDAD SECA AL AMBIENTE .....	101
ANEXO 6. CONTENIDOS DE HUMEDAD EN CONDICIÓN VERDE .....	102
ANEXO 7. PERMISO DE COLECTA .....	103
ANEXO 8. UBICACIÓN DE LA COMUNIDAD NATIVA DE TIMPIA .....	107

## *RESUMEN*

La presente investigación tiene como propósito caracterizar anatómicamente la especie y generar resultados en base al tipo de ensayos físicos y mecánicos en condiciones de humedad diferentes y tratamientos de envejecimiento. En relación a las características anatómica confirman la presencia de 3 zonas definidas en corte transversal tal como lo menciona Hoffman (1997), las dimensiones de los elementos anatómicos a 3 niveles de altura los valores hallados se encuentran entre los rangos propuestos por el mismo autor. Respecto a los resultados físicos para el contenido de humedad en condición verde fue de 84.9% y en condición seca al aire de 15.9%. La coloración según la tabla Munsell fue “sombra claro de amarillo” cuya codificación corresponde a 7.5 YR 8/4. Finalmente, la densidad lineal fue de 65.09 g/m. En cuanto a las propiedades mecánicas del material vegetal sin envejecimiento resultaron para tracción 535.92 Kg/cm<sup>2</sup>, el alargamiento fue de 1.4 por ciento con respecto a la longitud inicial, la TEA (tensil energy absorption) 31 138,07 J/m<sup>2</sup> y la resistencia a la torsión fue de 1.065 kgm. Para el material vegetal con envejecimiento fueron en tracción 584.78 Kg/cm<sup>2</sup>, el alargamiento de 0.97 por ciento con respecto a la longitud inicial. La TEA de 15 577.47 J/m<sup>2</sup> y la torsión de 0.945 kgm. Los resultados obtenidos tanto en la caracterización anatómica como físico - mecánica han permitido corroborar la resistencia del material vegetal, dotando de valores cuantitativos al uso tradicional cualitativo que por conocimiento ancestral emplean las comunidades. Permitiendo demostrar su calidad como fibra, con posibilidades de incorporarse al mercado de los productos no maderables.

### **PALABRAS CLAVE:**

Envejecimiento, tracción, alargamiento, resistencia, torsión, fibra.

## *ABSTRACT*

This research aims to describe the anatomic characterization of the specie, and to generate results based on the physical and machanical tests carried out at different moisture contents and ageing treatments. In relation with the anatomic characteristics, the presence of 3 defined zones in the cross section is confirmed, as mentioned by Hoffman (1997). The dimensions of the anatomical elements at 3 height levels fall upon the value ranges proposed by the same author. In regard of the physical tests results for moisture content, values reached 84.9% and 15.9% for green and air-dried conditions respectively. The colour defined by Munsell chart was "light shade of yellow" with the 7.5 YR 8/4 code. Finally, linear density was of 65.09 g/m. From mechanical properties, samples of the vegetal material without ageing treatment presented a traction of 535.92 Kg/cm<sup>2</sup>, an elongation from initial lenght of 1.4%, a TEA (tensil energy absorption) of 31 138,07 J/m<sup>2</sup>, and torsion resistance of 1.065 kgm. In the case of vegetal material samples with ageing treatment, traction was of 584.78 Kg/cm<sup>2</sup>, an elongation from initial lenght of 0.97%, a TEA of 15 577.47 J/m<sup>2</sup>, and torsion resistance of 0.945 kgm. The results obtained from anatomic and physical-mechanical charaterization allowed to verify the resistance of the vegetal material, adding cuantitave values to the qualitative values from the traditional use native communities give to it as ancestral knowledge. In addition, these results prove its qualities as fiber, and with opportunities for its incorporstion to the non-timber products market.

### KEYWORDS:

Ageging, traction, elongation, resistance, torsion, fiber.

## I. INTRODUCCIÓN

Hoy en día las fibras de origen vegetal tienen cada vez más demanda en el mundo, al punto que compiten con la seda, lana y muchas fibras sintéticas por sus características como son la durabilidad, economía, color, resistencia, brillo, entre otras. En nuestro país, en muchos lugares de nuestra amazonia se utilizan las raíces aéreas de las plantas hemiepifitas para la elaboración de cestería, mueblería, sombreros, además en viviendas rurales como elementos de sujeción para estructuras de madera que constituyen ingresos significativos a muchas familias.

La falta de información sobre la *Heteropsis flexuosa* o “alambre de tamshi”, materia del presente estudio, restringe su uso a artesanos que conocen tradicionalmente sus cualidades como materia prima. Pretender su difusión a otros mercados más exigentes implica asegurar la disponibilidad de materia prima de calidad.

En este contexto, el presente estudio contribuirá con la caracterización de las fibras de las raíces de *Heteropsis flexuosa*, así como con la determinación de las propiedades físicas y mecánicas como fundamento científico-teórico para establecer la confianza en el uso tradicional y aumento en el valor económico de esta fibra.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Clasificación taxonómica

Según Angiosperm Phylogeny Group (APG), descripción botánica y clasificación taxonómica (APG III):

Grupo Informal	:	MONOCOTS
Orden	:	ALISMATALES
Familia	:	Araceae
Género	:	<i>Heteropsis</i>
Especie	:	<i>Heteropsis flexuosa</i> (H.B.K.) Bunting.
N. Vernacular	:	Alambre de tamshi.

### 2.2 Descripción general

El “alambre tamshi” es una hemiepipfita que pertenece a la familia Araceae del género *Heteropsis* y la especie *flexuosa*, es una especie leñosa trepadora, es más conocido como “mamure” en Venezuela, ”nibbi” en las Guyanas y “titica” en Brasil. Árbol hospedero se encuentra hasta dos individuos de “alambre de tamshi” y también es muy frecuente verlas asociadas con otras lianas como la Itininga (*Monstera sp.*), Sapo huasca, Calzón panga y también con *Thoracocarpus bissectus* “cesto tamshi” (Saldaña, 2004).

Saldaña (2004) menciona respecto a la anatomía macroscópica de las raíces de “tamshi”, verdes son frágiles, externamente presentan un color marrón oscuro e internamente son blanquecinas. Las raíces maduras son de color parduzcas con manchas blancas y de color crema al ser descortezadas, son resistentes y flexibles y

emiten un sonido como arrugándose cuando son flexionadas, esto se debe al rompimiento del tejido vascular.

### 2.2.1 Descripción botánica

#### a. Género *Heteropsis*

Vásquez y Rojas (2004) describen a las especies del género *Heteropsis* como hemiepífitas lianescentes con tallos delgados, con raíces aéreas largas. Hojas dísticas, coriáceas, enteras usualmente nítidas, venas primarias 15 Identificación, conectadas a través de una vena marginal colectora; peciolo muy cortos, geniculados. Inflorescencia con pedúnculo algo corto; espata ampliamente elíptica ovada, convoluta, cuspidada, decidua; espádice erguida, pedunculada, elipsoide, más corta que la espata, homogénea; flores bisexuales, sin perianto; estambres 4, dehiscentes por poros apicales; ovario turbinado, 2-locular, 1-2 óvulos por lóculo, estilo discoide, angular, estigma oblongo. Fruto bacciforme, turbinado, marginado hacia el ápice; semillas 1-4, ovoides.

#### b. *Heteropsis flexuosa*

De acuerdo a la más reciente revisión taxonómica, Soares et. al. (2013) describen a *Heteropsis flexuosa* como planta hemiepífita, trepadora, tallos con alta densidad de hojas.

Ramita terminal: entrenudos de la ramita terminal de 2-5.5 cm de largo, 0.3-1 cm de diámetro, subcilíndricos, un lado aplanado a ligeramente ovalado, un sector verde pálido y a continuación marrón oscuro, se estría verticalmente cuando se seca; yemas laterales de 3-6 mm de largo, generalmente extruido, ápice agudo, como se aprecia en la figura 1

Peciolo: 0.5-1 cm de largo, 2-2.6 mm de diámetro, fuertemente canaliculado, usualmente curvo o retorcido, márgenes suaves; genículo 3-5 mm de largo.

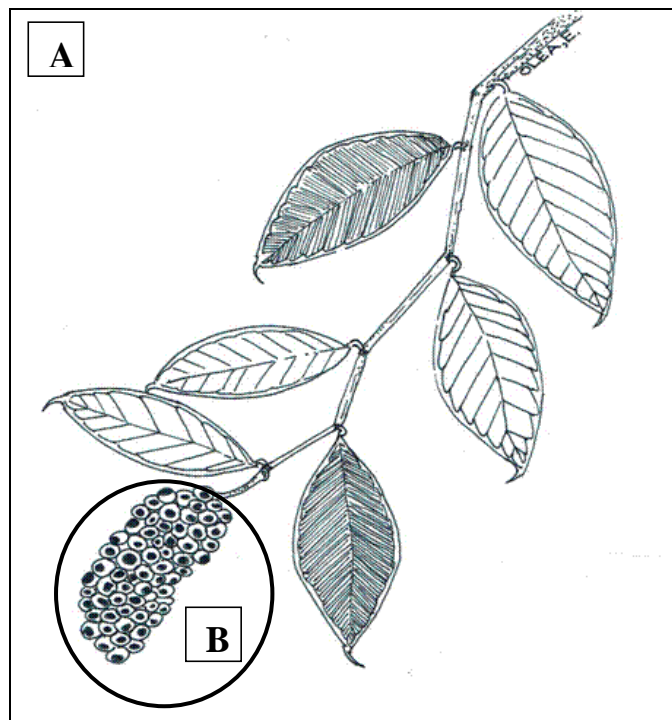
Lámina de la hoja: 13-27 cm de largo, 3.5-9.5 cm de ancho, lanceolado a obovado, subcoriáceo, de color marrón oscuro en el lado adaxial (haz) y verde claro en el lado abaxial (envez) cuando se trata de ejemplares frescos, y marrón pálido u oscuro y

marrón opaco cuando están secas, margen revoluta, 0.24-0.60 mm de espesor, ápice acuminado a atenuado de 1-2.4 cm de largo, base aguda o cuneada, raramente obtusa (ver figura 1).

Nervadura central: aplanada a cóncava adaxialmente (haz), prominente por el lado abaxial (envés) de color verde amarillento, venas laterales primarias e interprimarias oscuras en ambas superficies, vena inframarginal colectiva prominente, 1-2.5 mm de distancia del margen.

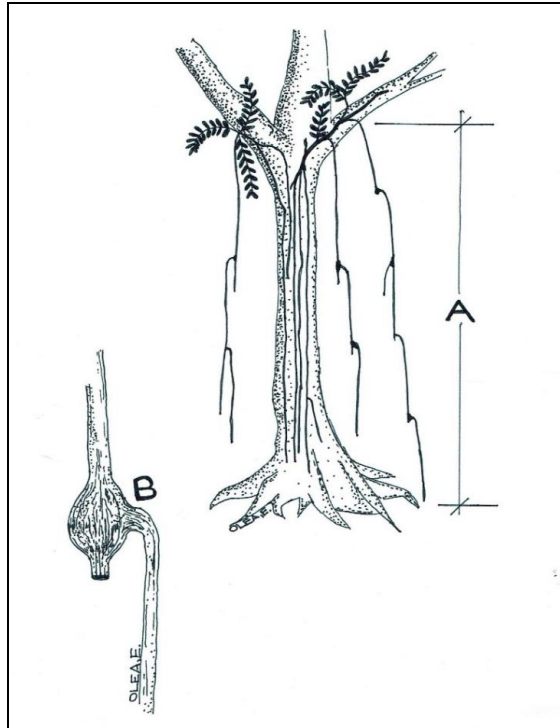
La Inflorescencia : puede ser terminal o axilar, brotes florales de 11-25 cm de largo, con entrenudos de 2.5-3.4 cm de largo, marrón oscuro, yemas laterales presentes desde el primer hasta el quinto entrenudo; pedúnculo de 0.8-1.4 cm de largo, 12.4 mm de diámetro, cilíndrico; no se ha observado espata; espádice de 4-7 cm de largo, 0.8-1 mm de largo, elipsoide, ápice acuminado a obtuso, amarillo cremoso, estipitado, 5-7 estípites de 3.7-4 mm: Gineceo de 2.5-4 mm de largo, 7-8 mm de diámetro, truncado, ápice de 5-6 mm de ancho, estigma oblongo a elíptico.

La Infrutescencia: cerca de 6 cm de largo, 3 cm de diámetro (inmadura), de 5 cm de diámetro madura.



**Figura 1:** Dibujo botánico de “tamshi”. Ramita terminal (A) con inflorescencia (B)





**Figura 2:** Hábitat de *Heteropsis flexuosa*. Ubicación de individuo en el dosel (A) y raíces defectuosas (B)

### 2.2.2 Distribución y hábitat

El “alambre de tamshi” se encuentra en determinados micro hábitats del bosque (Durigan, 1998).

Missouri Botanical Garden (2001) indica que esta especie cuenta con amplia distribución entre 0 a 1000 msnm, reportándose en diversos países como: Guyana, Guyana Francesa, Surinam, Venezuela, Ecuador, Colombia, Brasil, Bolivia y Perú.

En el Perú se ha reportado *Heteropsis flexuosa* en los departamentos de Amazonas, Loreto, Madre de Dios, Pasco, Puno y Ucayali (Missouri Botanical Garden, 2001).

### 2.3 Importancia económica y usos

Extracción, usos e importancia económica Actualmente, las fibras vegetales tienen gran demanda en el mundo, e incluso compiten con la lana, seda y las fibras sintéticas por su calidad, resistencia, durabilidad, coloración y lustre (Maiti, 1995), se encuentran en diferentes partes vegetativas de las plantas, así como raíces, tallos,

hojas, frutos y semillas y se extraen mediante diferentes procesos, como enriado y decorticación, dependiendo del estado de madurez de la planta. Por ejemplo, las raíces aéreas de las plantas hemiepifitas de las familias Araceae y Cyclanthaceae en gran parte de nuestra amazonia son muy utilizados en la fabricación artesanal de cestos, sombreros, escobas e incluso muebles (Saldaña, 2004).

La UICN (1993) ha planteado una discusión sobre el aprovechamiento de *Heteropsis flexuosa* por los pobladores nativos y colonos. Esta reflexión se refiere al extractivismo, actividad tradicional practicada desde la antigüedad por el ser humano en diferentes niveles.

Baluart (2000a) menciona que la extracción en nuestra región se realiza irracionalmente y consiste en cortar la raíz al nivel del suelo, luego se procede a jalarse hasta donde sea posible. Cuando la raíz opone resistencia se jala con fuerza hasta romperse en la proximidad de un nudo o al inicio del tallo de la planta, este mismo procedimiento se repite con las otras raíces; luego son enrollados y transportados hasta el lugar de expendio. Cada rollo está compuesto por raíces de 20m a 30m de longitud aproximadamente, una carga está conformada por alrededor de diez rollos.

El mismo autor explica sobre la forma de trabajar artesanalmente las raíces de “tamshi”, se inicia con un proceso de descortezado extrayendo los nudos de las raíces; se deshebran con cuchillo en varias secciones, luego se pulen con la fibrihiladora (que mayormente se utiliza un machete bastante afilado) para uniformizar el tamaño. Luego de estos procedimientos las raíces ya quedan listas para tejer sobre diferentes tipos de estructuras, ya sean lianas, madera, etc.

Respecto a los usos Baluarte (2001) menciona que la especie *Heteropsis flexuosa* “alambre de tamshi” o “tamshi” es utilizado en la construcción de viviendas rurales para sujetar estructuras de madera y amarrar criznejas de irapay al entramado de madera así mismo, señala que la especie *Thoracocarpus bissectus* “cesto tamshi” y *Heteropsis flexuosa* “alambre tamshi” usos en artesanía tales como tejidos de canastas, sombreros, esteras, camas, materiales de pesca y otros utensilios (Baluarte, 2000b).

Ocampo (1997) menciona que las fibras del tamshi en zonas urbana son usadas para la fabricación de muebles, de variados modelos. Además, en Costa Rica el “cesto

tamshi” le conocen como “sakcha”, la cual es utilizada para la producción de fibras vegetales, que se extraen de los bosques primarios.

En las últimas décadas se sabe que la demanda comercial se incrementa por el uso de la fibra en la fabricación de muebles. En el estado de Amapá (Brasil) especies como *Heteropsis flexuosa* (H.B.K.) Bunting, conocida como “Cipo – Titica” viene siendo objeto de una explotación de 40 t mensuales, para exportarlos a los estados del sudeste o norte brasilero menciona Leite de Quiroz (2001).

En el periodo de 1995 al 2000 en los bosques de Jenaro Herrera se ha extraído aproximadamente 35,500 m lineales de raíces de “alambre tamshi” utilizándose en la construcción de 177 viviendas de 40 m<sup>2</sup> cada una, beneficiando a un promedio de mil habitantes. Teniendo en cuenta el costo estimado de un rollo de raíz de “alambre tamshi” podemos inferir que los bosques de Jenaro Herrera han contribuido con \$ 2883 menciona Baluarte (2000a). En tanto, Saldaña (2004), experimento algunos métodos alternativos de extracción que consistió en la cosecha parcial de las raíces de 63 individuos con tres intensidades de aprovechamiento: dejando inalteradas una, dos y tres raíces con 21 repeticiones cada una. Sus resultados muestran que no existe diferencia significativa en estas tres pruebas, pero si recomienda aprovechar las raíces dejando inalteradas dos y tres para evitar la pérdida de vigor de los individuos. En cuanto a la propagación vegetativa concluyo que las estacas mayores de 15 cm. tienen mayor viabilidad de propagación.

## **2.4 Fibras vegetales**

Las fibras vegetales siempre han desempeñado un papel muy importante como fuente de vestido y cordeles, también para satisfacer otras necesidades en el desarrollo de las comunidades humanas; después de las plantas alimenticias, las productoras de fibra son las que más importancia económica y social para los países desarrollados y en desarrollo. Gran parte de estas plantas se han usado desde tiempos inmemorables en la fabricación de vestidos y cordeles de arcos de diversas formas (Datta, 1980).

Existen diferentes clasificaciones para definir a un tipo de fibra, sin embargo, diversos autores han logrado clasificarlas según las características morfológicas y anatómicas, sus usos industriales y composición química.

La clasificación de KUNDU (1954), considera los siguientes aspectos:

**a. Usos finales**

Desde el punto de vista del valor comercial, las fibras vegetales pueden clasificarse según su uso.

- Fibras textiles: para la fabricación de prendas de vestir e hilos, se utilizan básicamente el algodón, ramio y lino
- Bolsas y telas: particularmente se usan fibras de yute, kenaf y yute del Congo (*Urena lobata*)
- Cepillos y cordeles: sisal (*Agave sisalana*), sansevieria y cáñamo sun.
- Fabricación de papel: algodón, ramio, lino y cáñamo sun.

**b. Origen de las fibras vegetales**

Estas se obtienen de diferentes estructuras de la planta.

- Fibras de corteza: de la corteza del tallo de las plantas como el yute, kenaf, cáñamo sun, ramio y lino.
- Fibras foliares: a partir del mesófilo de las hojas, por ejemplo, sisal; del peciolo de las palmeras, principalmente de *Borassus flabellifer* y coco (*Cocos nucifera*).
- Fibras obtenidas de frutos: coco.
- Fibras obtenidas de raíces: varias especies de la familia Arecaceae, por ejemplo, varias especies del género *Heteropsis*.

**c. Origen anatómico de las fibras**

- Fibras primarias: a partir de tejidos como el procambium o protofloema.
- Fibras secundarias: originadas por la actividad secundaria del cambium.

**d. Química de las fibras**

- Fibras productoras de celulosa: por ejemplo, el algodón.
- Fibras productoras de lignocelulosa: por ejemplo, el yute.

Hoffman (1997) menciona que las raíces maduras de *Heteropsis flexuosa* poseen peridermis, epidermis, corteza, y estela (ver Figura 2) de la misma manera visto en corte transversal, las raíces son circulares a elípticas y varían de 3 a 9 mm en diámetro. Aproximadamente el 30 por ciento del área de la sección transversal en la mayoría de las raíces es epidermis y corteza y 70 por ciento es estela, en corte transversal, se observa un exodermis de una celda de espesor debajo de la epidermis con un espesor pared común entre estos dos tejidos, una endodermis está presente, compuesta de células esclerenquima con paredes engrosadas uniformemente.

Entre la exodermis y endodermis encontró tres regiones corticales distintas. La primera región más externa es una banda ancha que contiene células parenquimatosas oblongas a alargadas con ejes largos paralelos a la longitud de la raíz además posee un esclerenquima único y agrupado están diseminadas por esta región y más densamente en la periferia (esclerenquima intermedio), las células en la corteza periférica son más pequeñas, aumentando de tamaño centrípetamente.

La segunda región es un anillo esclerenquimal circunscrito. El anillo está formado completamente por fibras cortas y tiene 5 a 6 células de grosor (0,16 mm) en sección transversal. Respecto al esclerenquima, Wilder (1996) añade que los anillos son una característica común de las raíces monocotiledóneas epífitas, y muy probablemente funcionen en protección y soporte mecánico.

La tercera región cortical distinta en *H. flexuosa* es algunas filas de células del parénquima que separan el anillo de fibra esclerenquima de la endodermis, cerca del borde de la estela, los fascículos del xilema periférico y los fascículos del floema se alternan con el uno al otro, formando un anillo de poliarqueado en esta región.

Los elementos traqueales más periféricos y angostos y los elementos de tamiz aquí comprenden el protofloemo y el protoxilema, el periciclo es estrecho y compuesto por una o más células de parénquima, fusionándose con fascículos periféricos. Discretos fascículos de metaxilema con uno o dos elementos y fascículos metafloema con muchos elementos se distribuyen uniformemente en toda la estela no periférica.

Esau (1987) observó que este tipo de estructura de raíz con "vasos y hebras de floema esparcidas en toda la parte central del cilindro vascular "(en *Monstera*) es relativamente complejo para monocotiledóneas.

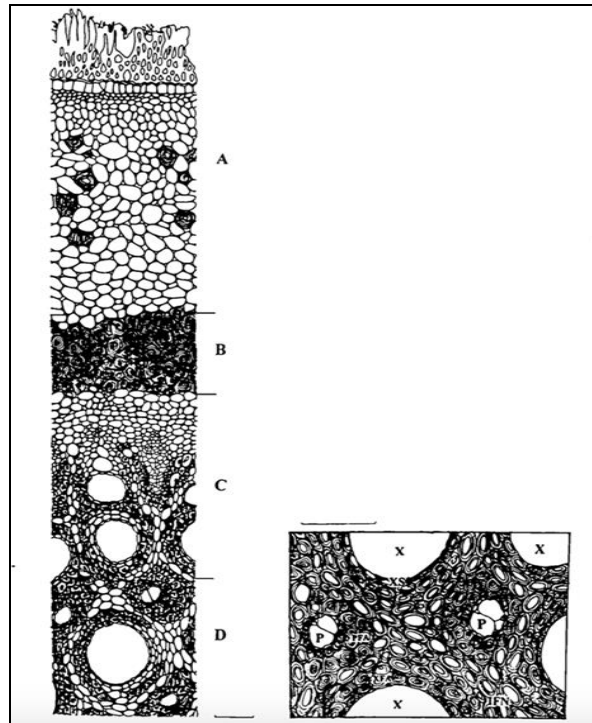
En la madurez, la estela está densamente llena de fibras. Xilema y floema no periferal los fascículos están claramente rodeados por fibras en sección transversal, formando "fibra interfascicular" agregada afirma Wilder (1992), respecto a las fibras notó que los agregados generalmente ocurren en forma oblonga alrededor de cada fascículo, con algunas células en un lado y muchas células en el lado opuesto, además los agregados de fibra se producen en un patrón de media luna en el lado centripeto de la periferia fascículos de xilema y fascículos de floema (ver Figura 3).

En cuanto a la identificación de elementos anatómicos a nivel macroscópico solo se observa a los haces vasculares que se presentan de dos tipos: haces vasculares del xilema y del floema, estos son visibles con lupa de aumento de 10x y a la vez poseen formas circulares, ovaladas y l distribución de ambos es en forma difusa. En cuanto al agrupamiento encontró solitarios en haces del xilema y en grupos de dos, raramente tres en haces del floema.

La sección transversal posee forma circular o elíptica. Junto a la epidermis se observó una capa gruesa conocida como exodermis, de una sola cavidad con una pared gruesa común entre estos tejidos. Posteriormente se nota una capa llamada endodermis constituida por células esclerenquimáticas de paredes engrosadas en forma uniforme. Seguidamente se presenta un anillo circumestelar esclerenquimático que posee fibras cortas.

Dentro de la estela se observó 4 elementos importantes: periciclo, los tejidos vasculares, los agregados de fibra y el tejido interfascicular de la sección transversal. Cerca del borde de la estela los haces vasculares del xilema periférico y los haces vasculares del floema se alternan unos a otros. El periciclo es angosto y se compone de una o más células parenquimáticas, que se fusionan con los haces vasculares periféricos.

El xilema no periférico y los haces del floema están claramente circunvalados por fibras, formando agregados de fibra intervasculares. Por lo general los agregados están dispuestos en patrones oblongos alrededor de cada haz vascular, con algunas células ubicadas en un lado y muchas células en el lado opuesto.



**Figura 3:** Fibras de la raíz absorbente de *H. flexuosa* perteneciente a cada una de las zonas (barra de escala = 100 pm)

## 2.5 Propiedades físico mecánicas

### 2.5.1 Aspectos generales

Durigan (1998) y Rodriguez (2002), explican sobre el Aspecto Ecológico del tamshi. “alambre tamshi” y cesto tamshi habitan en bosques húmedos tropicales, principalmente en bosques primarios de terraza alta y no se encuentra en áreas sujetas a inundaciones ni en suelos hidromórficos.

Saldaña (2004) menciona que el suelo donde habita el “alambre tamshi” está compuesta por una capa superficial de materia orgánica en descomposición (hojarascas de aproximadamente 5 cm. de espesor), seguida de una capa humífera y la tercera da cuenta del horizonte A1. Estos suelos son de textura areno – arcillo, con coloraciones variadas que van del marrón claro al marrón oscuro.

Debido a que las fibras vegetales de origen no leñosas tienen estructura similar a las originadas por el xilema secundario, las características de la madera pueden apoyar el estudio tecnológico de fibras vegetales de origen no leñoso (Souza, 2012), partiendo de este fundamento a continuación se presentan conceptos generados para materiales lignocelulósicos (madera) y parte de las propiedades físico mecánicas, además de las halladas en raíces específicamente.

### **2.5.2 Propiedades físicas**

Según Arroyo (1983), las propiedades físicas dependen de los factores que determinan su organización estructural como: cantidad de sustancia, cantidad de agua y proporción de componentes primarios presentes en la pared celular; además del tipo, tamaño, proporción y arreglo de las células que forman el tejido maderable.

La determinación de las propiedades físicas de la madera es de importancia, puesto que sus variables influyen en el proceso y comportamiento mecánico del material (Díaz et. al., 2008).

#### **a. Densidad**

Ananias (1992) describe que la densidad de la madera expresa la relación entre la masa de los distintos tipos de elementos que forman la madera y el volumen que ellos ocupan. Como la madera es un material poroso, debe considerarse al referirse a la densidad de la madera el volumen interno de espacios vacíos existentes.

#### **b. Densidad lineal (Denier)**

Una unidad de denier corresponde a la masa (g) de 9000 m lineales de la fibra. Cuanto más alto es el denier, más gruesa es la sección de la fibra. La densidad lineal está relacionada con el peso específico de los componentes de la fibra (Gonzales, 2016).

#### **c. Contenido de humedad**

Tuset (1989), manifiesta que el contenido de humedad de una madera influye mucho en su peso (y por lo tanto en su comercialización) a la vez que afecta otras propiedades físicas (como el peso específico y a la vez contracción o hinchamiento de sus dimensiones), las propiedades de resistencia mecánica y de resistencia al ataque de



hongos e insectos xilófagos. Por las razones apuntadas, el conocimiento del contenido de humedad reviste particular importancia.

Libby (1976) dice que humedades altas provocan una disminución de la resistencia debido a un debilitamiento de la unión entre fibras o por una pérdida de la fricción entre ellas.

Arroyo (1983) menciona que la mayoría de las propiedades de resistencia de la madera y su elasticidad varían en forma inversa con el contenido de humedad por debajo de punto de saturación de la fibra. Este comportamiento se debe a la dispersión o concentración de la sustancia sólida de la pared celular que ocurre cuando la madera gana o pierde humedad. Por encima del punto de saturación de la fibra las propiedades de resistencia son estables, es decir, no son afectadas por los cambios en el contenido de humedad.

#### **d. Color**

El color es una percepción humana de la luz reflejada por un objeto. Es un atributo de apariencia de los productos y su observación permite detectar ciertas anomalías y defectos (Delmoro, 2010).

#### **2.5.3 Propiedades mecánicas**

Valderrama (2005), manifiesta que las propiedades mecánicas de la madera determinan la capacidad o aptitud para resistir fuerzas externas. Se entiende por fuerza externa cualquier solicitación que, actuando exteriormente, altere su tamaño, dimensión o la deforme. El conocimiento de las propiedades mecánicas de la madera se obtiene a través de la experimentación, mediante ensayos que se aplican al material, y que determinan los diferentes valores de esfuerzos a los que puede estar sometida.

Quintana et al. (2011) menciona que el conocimiento de las propiedades mecánicas de la madera se obtiene sometiendo al material a ensayos que determinan los valores de diversos esfuerzos mecánicos.

### **a. Resistencia a la tracción**

Al aplicar una carga a un cuerpo se produce una deformación que se incrementa en forma directamente proporcional a la carga. Esta relación entre la carga aplicada y la deformación que sufre un cuerpo es representada gráficamente por una recta que se detiene en el punto llamado límite elástico. Si se sigue aumentando la carga, la deformación se desacelera hasta lograr la rotura del material. El esfuerzo necesario para llevar un material hasta el límite elástico determina la tensión en el límite de proporcionalidad que es la carga máxima a que se puede someter sin que se produzcan deformaciones permanentes (Parker & Gharaybeh 1987).

Fahn (1978) señala que la resistencia a la tracción depende de la mutua cohesión entre las fibrillas, las resistencias máximas a la tracción están relacionadas con una rotura larga, es decir, las partes rotas tienen extremos astillados y las maderas con rotura corta tienen resistencia pequeña a la tracción.

Gutiérrez (1983), encontró una relación lineal directa en la resistencia con el número de poros por mm<sup>2</sup>, además indica que a mayor diámetro tangencial de poros (DTP) se obtiene una menor resistencia lineal simple de: -0.82, -0.81 y -0.81, para módulo de ruptura en flexión estática, máxima resistencia en compresión paralela al grano y dureza de los lados, respectivamente.

Según Esaú (1959), al parecer la distribución del parénquima es tan importante como su volumen total, siendo previsible que la resistencia quede reducida hasta un cierto límite, si se presenta formando bandas recurrentes. La madergüa con el mayor porcentaje de parénquima tiene menor resistencia mecánica.

Además, Kollman (1959), agrega que la proporción de las fibras en el volumen total influye directamente en el peso específico, y por consiguiente indirectamente en las características de la resistencia e hinchazón.

### **b. Alargamiento (Porcentaje de elongación)**

TAPPI (1996) define al alargamiento como la tensión máxima que se desarrolla antes de la rotura en un ensayo de tracción; cuantifica la deformación permanente en la rotura (deformación plástica), es decir, no se incluye la deformación recuperada tras la

fractura (deformación elástica). Además, es indicativo de la capacidad para ajustarse a un perfil deseado y para sobrevivir a esfuerzos de tracción uniformes.

Costa (1965) sostiene que la resistencia a la tensión es la fuerza necesaria para romper una banda de papel suspendida por uno de los extremos, esta fuerza es llamada carga de ruptura y es representada por la longitud de rotura y es representada por la longitud de rotura que es el número de metros o kilómetros, de la longitud de la tira de papel que se necesitan para que esta se rompa por su propio peso.

Winnacker y Küchler (1958) dicen que, durante el ensayo de resistencia a la tensión, la probeta sufre un aumento en su longitud y es máxima hasta el momento en que la probeta se rompe, expresándose el alargamiento en porcentaje respecto a la longitud inicial de la probeta.

Costa (1965) señala que la resistencia a la tensión puede estar afectada por el ancho del lumen y el ancho de la fibra, medidas a través del coeficiente de flexibilidad, y también existe una influencia negativa al aumentar el espesor de pared, no habiendo influencia significativa de la longitud de la fibra.

Fahn (1978) menciona que la elasticidad y la conductividad calórica aumenta cuando el grado de orientación de las cadenas moleculares de celulosa es paralelo a la longitud de la fibra.

### **c. Absorción de energía de tracción (TEA)**

TEA (tensile energy absorption) es el trabajo realizado cuando una muestra es sometida a la ruptura en tracción; mide la capacidad para absorber energía e indica la durabilidad del material cuando se le somete a esfuerzos respectivos, la TEA se expresa como energía por unidad de área del espécimen de prueba (TAPPI 1996).

La absorción de energía por tracción (TEA) de papel se define como el área bajo la curva de carga-elongación (es decir, energía) en relación con la superficie de papel entre mordazas. Este resultado se utiliza normalmente para caracterizar la capacidad de absorción de energía de papel (TAPPI 1996).

#### d. Torsión

Los ensayos de torsión se realizan para determinar las propiedades mecánicas de un objeto cuando se le aplican fuerzas de corte. Las muestras para ensayos de torsión (normalmente con sección transversal circular) se enganchan por los extremos a los soportes de la máquina de ensayos y se giran hacia lados contrarios desde sus extremos, produciéndose fuerzas de corte hasta la rotura de la muestra, siendo la resultante de fuerzas paralelas de igual magnitud, pero en sentido opuesto en el mismo sólido, se caracteriza geoméricamente porque cualquier curva paralela al eje de la pieza deja de estar contenida en el plano formado inicialmente por las dos curvas, en lugar de eso una curva paralela al eje se retuerce alrededor de sí mismo (ANSI, 1993).

#### 2.6 Antecedentes de las propiedades físico mecánicas en *Heteropsis sp.* y otras fibras de importancia económica

Guevara (2011) realizó estudios físico - mecánicos en 3 especies hemiepífitas como: *H. flexuosa*, *Th. Bissectus* y *D. polyacanthos*. Resultados que se presentan en las Tablas 1 y 2.

**Tabla 1:** Contenido de humedad y densidad básica de raíces de *H. flexuosa*, *Th. bissectus* y estípites de *D. polyacanthos*, en muestras con corteza y sin corteza

Especie	Contenido de humedad		Densidad básica	
	con corteza	sin corteza	con corteza	sin corteza
<i>H. flexuosa</i>	129	80	486	635
<i>Th. bissectus</i>	244	116	325	559
<i>D. polyacanthos</i>	191		365	

Fuente: Guevara (2011)

En relación al contenido de humedad y densidad básica, el autor señala que para las fibras vegetales del *Th. Bissectus*, por sus paredes delgadas y cavidades celulares relativamente grandes, concentra gran cantidad de agua y menor densidad básica; distinto a la *H. flexuosa* que presenta en su anatomía paredes gruesas y cavidades celulares pequeñas en la cual no se impregna gran cantidad de agua, en consecuencia, mayor densidad básica. El autor finalmente señala que la especie *D. polyacanthos* por presentar abundante parénquima, semejante a un material corchoso posee gran cantidad de agua.

**Tabla 2: Esfuerzo al límite proporcional (ELP) en flexión estática y tensión paralela a las fibras (kg/cm<sup>2</sup>) en raíces de *H. flexuosa*, *Th. bissectus* y estípites de *D. polyacanthos***

Especie	Material	ELP (Kg/cm <sup>2</sup> ) <sup>1/</sup>	Tensión (Kg/cm <sup>2</sup> ) <sup>2/</sup>
<i>H. flexuosa</i>	con corteza	241,7	257,6
	sin corteza	362,2	462,6
<i>D. polyacanthos</i>	2mm		581,0
	3mm		420,9
	4mm		387,2
	sin corteza	235,5	109,3
<i>Th. bissectus</i>	2mm		170,3
	3mm		324,6
	4mm		406
	con corteza	283,6	188,8
	sin corteza	281,21	287,5

Fuente: <sup>1/</sup> Acevedo y Rosero (2010), a un contenido de humedad de 13,4 por ciento.

<sup>2/</sup> Guevara (2011), sobre el punto de saturación de las fibras.

Muñoz y Carpio (1995) en estudios de flexión estática en especímenes redondos obtuvo esfuerzos promedios para bayal (*Desmoncus sp.*) de 533 Kg/cm<sup>2</sup> y para ratán (*Calamus sp.*) de 401 Kg/cm<sup>2</sup>; comparados con los de Guevara op cit. (2011) las fibras de estas tres especies son menos resistentes a la flexión que el bayal y ratán, concluyó.

A su vez comparó, mostrando mayores valores del esfuerzo al límite proporcional (ELP) en el material sin corteza se presenta en el “alambre de tamshi”, mientras que en el material con corteza en el “cesto de tamshi”, sin embargo, los mayores valores presentados en tensión paralela (TP), como material en láminas se presentan en la “cashavara”, mientras que como material sin corteza se presenta en el “alambre de tamshi”, por otro lado, los mayores esfuerzos llevados al límite proporcional en material sin corteza, tal como se aprecia en la Tabla 1.

Acevedo y Rosero (2010), añaden que los mayores esfuerzos llevados al límite proporcional (ELP) en el material sin corteza se presentan en el “alambre de tamshi”, mientras que en el material con corteza fue el “cesto de tamshi”, como se muestra en la Tabla 2.

### **2.6.1 Efecto del intemperismo sobre las propiedades de las fibras**

La degradación de la madera es el resultado de la actividad de agentes biológicos y físicos que cambian algunos de los componentes orgánicos de la madera. Los componentes orgánicos anteriormente mencionados en el apartado “de la composición química de la madera” sufren cambios al ser sometidos al intemperismo el cual comprende los efectos provocados por la luz, agua, calor entre otros (Feist & Hon, 1984).

El uso de la madera en exteriores se ve limitada por los procesos de foto-degradación del color, para prevenir este fenómeno se han desarrollado una gran gama de acabados, además, de desarrollar equipos especializados como las cámaras de intemperismo, que pretenden evaluar en periodos cortos de tiempo la efectividad y resistencia de los acabados para exteriores (Tolvaj & Mitsui, 2005).

Una de las mayores limitaciones que presenta la madera es la susceptibilidad a la pérdida de su color natural con el paso del tiempo; en especial cuando es expuesta a la intemperie (Creemers et. al. 2002).

Factores como la radiación solar, la temperatura, la lluvia, el viento, la humedad relativa, la contaminación, entre otros; aceleran el deterioro del color (Schaller et al., 2009).

El cambio dimensional excesivo tensiona la superficie y predispone a la madera a la formación de grietas superficiales en el primer estado, profundizándose con el paso del tiempo (Williams, 2005).

Los cambios bruscos de temperatura y condiciones de humedad generan que la mayoría de los compuestos (lignocelulósicos) se oxiden de modo que, según Arroyo (1983), estos cambios producidos se deben a la hidrólisis de la celulosa (disminución de la porción de celulosa), en cambio, los porcentajes de lignina y pentosas permanecen casi igual en la madera, independiente del tiempo.

Para disminuir o evitar los procesos de deterioro por el intemperismo se han desarrollado una gran gama de productos químicos (acabados) para aplicar en la superficie de la madera menciona Petric et. al. (2004); se han creado equipos que pretenden reproducir el efecto del intemperismo natural en periodos menores de tiempo (cámaras de intemperismo acelerado) y con ello evaluar la calidad de un acabado en un periodo de tiempo menor y con un grado de confiabilidad elevado Tolvaj y Mitsui op.cit. (2005).

Todas estas técnicas se han desarrollado con el fin de aumentar el tiempo de vida de la madera (específicamente el color) y mejorar la calidad y efectividad de los acabados (Schaller et al., 2009).

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1 Lugar de cosecha**

##### **3.1.1 Aspectos Generales**

La Comunidad Nativa de Timpia se encuentra ubicada en el Distrito de Echarate, provincia La Convención, Departamento Cusco, en la parte media del lado oriental de la cordillera del Vilcabamba en la transición de los bosques montanos y los bosques del trópico basal, entre los 450 a 3450 msnm, a 241.5 Km desde el Distrito de Echarate, el centro poblado principal se encuentra ubicado en las coordenadas UTM 3737146.100Me, 8663467.000mN (MINCETUR, 2013).

La extensión total de la comunidad nativa de Timpia es de 36 621,95 ha, y de acuerdo al padrón comunal cuenta con una población de 850 habitantes, agrupados en 350 familias, pertenecientes al grupo étnico Matsigengas. Las actividades de subsistencia se basan en la agricultura migratoria (tipo roce y quema), en la caza y la pesca y recolección; también se practica la crianza de aves de corral a pequeña escala (MINCETUR, 2013).

Actualmente la ganadería ocupa un lugar importante dentro de las actividades productivas, adicionalmente, la producción de madera no se realiza de manera intensiva, mientras que una parte de la población labora temporalmente en las empresas de extracción de hidrocarburos (MINCETUR, 2013).

La comunidad cuenta con una chacra comunal de aproximadamente 4 hectáreas, donde tienen establecidos cultivos de café, cacao, achiote, yuca, plátano, asociado con plantas maderables. Asimismo, han enriquecido el bosque comunal con especies maderables y energéticas una superficie de 10 hectáreas con 4,218 plantones con 2 y 3 años de establecidos. Un 90 por ciento de la población es alfabeta, con un nivel de instrucción



primaria como promedio. La mayoría de los comuneros son bilingües, y conocen los contenidos de su estatuto comunal, instrumento importante y de trascendencia para el gobierno de la comunidad (CONDESAN y CEDIA, 2010).

### **3.1.2 Características**

#### **a. Acceso**

La ruta de acceso inicia desde la ciudad de Lima yendo por vía aérea hasta la ciudad de Cusco, luego de ello se puede llegar en Minivan hasta la ciudad de Quillabamba a unas 7 horas de viaje aproximadamente, luego de ello se puede ir hasta el Terminal terrestre Santa Ana, para poder tomar otro colectivo tipo Minivan, hasta el Puerto de Ivochote vía terrestre siendo la mayoría del camino carretera pavimentada, 171km esto lleva aproximadamente 6 horas de viaje. Una vez que llegamos al Puerto de Ivochote, se debe de separar el pasaje con 2 días de anterioridad (trato preestablecido con el dueño de la embarcación) para enrumbar hasta la comunidad nativa de Timpia vía fluvial, empleándose como vehículo de transporte una lancha adosada a un motor fuera de borda (40 HP) por el río Urubamba situado a 70.5km del punto de partida ello llevó aproximadamente 4 horas de viaje (ver Anexo 7).

#### **b. Clasificación ecológica**

La zona de influencia del área de estudio está clasificada como “Bosque Húmedo Premontano Tropical” Holdridge (1987).

#### **c. Fisiografía**

La zona de estudio presenta terrenos de relieve suavemente ondulado, con pendiente de 5 a 15 por ciento (Freitas, 1985). Estas pendientes forman pequeñas quebradas que en copiosas lluvias se desbordan, siendo en el 86 por ciento de ellas mayores a 10 por ciento de pendiente (Onern, 1972).

#### **d. Temperatura**

El régimen térmico de la provincia en general se califica de Cálido a Semicálido, cuyo comportamiento está influenciado principalmente por el relieve y la altitud. La temperatura media anual de la provincia es de 15.4 °C, sin embargo, la distribución espacial de la temperatura es muy variable debido a las grandes diferencias

topográficas, así las zonas más frías se encuentran en la zona de la cordillera de Vilcabamba con temperaturas medias de 2 °C, mientras que las zonas más cálidas se encuentran en la zona del Bajo Urubamba donde se registran temperaturas medias de 23.3 °C (Z.E.E., 2005).

#### **e. Precipitación**

La precipitación es abundante en todas las estaciones del año. Este tipo climático se distribuye latitudinalmente entre los 800 a 1200 msnm, la precipitación total anual se distribuye en un rango de 2800 a 3300 mm. Las lluvias se presentan a lo largo de todo el año y con mayor intensidad entre los meses de diciembre a marzo, sin una estación seca definida a lo largo del año (MINCETUR, 2013).

Altitudinalmente este clima se distribuye desde los 1200 a los 1600 metros de altitud, con una precipitación anual de 700 a 900 mm. Las precipitaciones se distribuyen en un periodo seco y un periodo con lluvias intensas en los meses de diciembre a marzo (MINCETUR, 2013).

#### **f. Suelos**

El escenario edáfico es bastante variado y, por lo general, está constituido por suelos profundos, de textura media a pesada y ácidos. Donde la influencia de materiales calcáreos o calizos, parecen suelos un tanto más fértiles y de pH más elevado. Dentro de los grupos edafogénicos se tiene a los Acrisoles orticos, Luvisoles y Cambisoles (éutricos y districos), es decir, fértiles e infértiles, respectivamente, así como Gleysoles (suelos de mal drenaje) y Fluvisoles, estos últimos de gran interés agrícola por sus características de alta productividad (ONERN, 1976).

### **3.2 Lugar de ensayos**

Los ensayos para la determinación físico-mecánica se realizaron en el Laboratorio de Pulpa y papel del Departamento Académico de Industrias Forestales y la caracterización anatómica se llevó a cabo en el Laboratorio de Anatomía de la Madera del Departamento Académico de Industrias Forestales, de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM).

### **3.3 Materiales y equipos**

#### **3.3.1 Primera etapa: Comunidad nativa matsiguenga de Timpia**

- GPS, modelo 60 CX (SUUNTO, precisión +/- 3m)
- Tijera de podar
- Machete
- Bolsa Ziplock
- Prensa dendrológica
- Formatos para campo
- Cinta de agua
- Plumón indeleble

#### **3.3.2 Segunda etapa: Laboratorio de pulpa y papel**

- Regla de acero inoxidable
- Cutter de metal
- Balanza convencional (prec. 1g)
- Balanza analítica OHAUS (prec. 0.1mg)
- Tensiómetro Lorentsen
- Vernier digital (prec. 10  $\mu$ m)
- Guantes de tela
- Contenedores de 4Lt y 32 Lt

#### **3.3.3 Tercera etapa: Laboratorio de anatomía de la madera**

- Lupa 10X
- Solución de -OH de 30°, 60° y 90°
- Solución de Zafrañina al 2 % en -OH de 90°
- Merckoglass
- Glicerina
- Ácido nítrico al 33%
- Agua destilada
- Placas Petri
- Vasos Pyrex
- Porta objetos de tamaño estándar

- Cubre objetos de 22x22 mm
- Bisturí
- Pincel de pelo de Martha
- Parafina
- Micrótopo de deslizamiento horizontal
- Microscopio con cámara de foto incorporad

### **3.3.4 Procesamiento de datos**

- Laptop

## **3.4 Metodología**

### **3.4.1 Trabajo de campo en comunidad matsiguenga de Timpia**

En el presente estudio se tomó en consideración el tiempo, recurso económico, accesibilidad y la disponibilidad de información pertinente de la especie a coleccionar (alambre de tamshi), estableciendo así diferentes procedimientos, los cuales se mencionan y detallan a continuación:

#### **a. Permisos de colecta botánica**

En uso de las atribuciones conferidas por el artículo 53 del Reglamento de organización y Funciones del Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre – SERFOR, aprobado por el Decreto Supremo N°007 – 2013 – MINAGRI, se resolvió otorgar el permiso de colecta con fines de investigación científica fuera de Áreas Naturales Protegidas correspondiendo al código N° AUT-IFL-2017-006 (ver Anexo 6).

#### **b. Diseño para la selección de muestras**

El diseño para el muestreo realizado en el bosque natural de la CN de Timpia, fue completamente aleatorio (CA), dando prioridad a zonas accesibles -teniendo en cuenta la distribución de los individuos- ya que no son gregarias y condiciones climáticas favorables; además de ello (Baluarte, e/p, 2017), fue determinante la colecta basado en la experiencia de los viajes exploratorios que se realizaron en el área de estudio anteriormente.

### **c. Distribución de las muestras en campo**

La distribución de los individuos fue determinada bajo los criterios de conocimiento ancestrales de los bosques de la comunidad nativa a cargo de los colaboradores (matero/guía).

Luego de una fase exploratoria se pudieron hallar los “árboles hospederos” que albergan a la especie deseada, una vez ubicados los individuos fueron georeferenciados, para la generación cartográfica respectiva (ver figura 6) necesariamente requerido como parte del estudio.



**Figura 4: Toma de puntos con GPS, luego de la colecta botánica.**

### **d. Capacitación para la colecta botánica y criterios de selección de personal de campo**

Se capacitó a personas de la CN de Timpía de manera didáctica con papelógrafos y plumones, haciendo alusión y mención al modo de colecta “no destructivo” a considerarse al momento de ubicar a los ejemplares según las especificaciones preestablecidas (Baluarte e/p, 2017).

El objetivo de trabajar con gente de la CN Timpia es que ellos son conocedores del bosque, se necesitó un guía y un motorista, siendo los requisitos:

- Sexo masculino
- Buen estado físico
- Mayores de edad dentro de 30 a 40 años
- Experiencia en cuanto a identificación de composición florística
- Facilidad para poder llenar formatos dentro del campo
- Ganas de aprender a usar instrumental que se empleará en campo

#### **e. Extracción del material vegetal**

Las fibras fueron extraídas desde la parte superior de los árboles hospederos de el “tamshi” -haciendo uso de subidores que se construirán localmente, con fines de seguridad para el colector- la selección de las fibras se realizó teniendo en cuenta las de mejores características (pudiendo evitar así raíces con pequeñas malformaciones), es decir, las que tengan mayor homogeneidad en cuanto a diámetro (Baluarte, e/p, 2017).

El “tamshi” posee múltiples raíces aéreas (característica de las hemiepipítas), por lo que se reafirma que el material de colectado no fue destructivo para el individuo - se conoce también como Extracción Parcial (EP) - (puesto que la planta puede recuperarse rápidamente, a causa de este estrés generad (Baluarte, e/p, 2017).

#### **f. Características del material vegetal colectado**

El material vegetal colectado tiene como características la mayor homogeneidad posible, es decir, no deben de poseer malformaciones como “nudos” (producidos por algunos insectos hospederos menciona Baluarte (e/p, 2017)), cumpliendo con estas características las dimensiones no superaron los 18 m de longitud (unidad sub-muestral) y un rango diametral entre 0.5 - 1 cm (a la altura del pecho), se tuvo además en consideración la cantidad de raíces que conforman los individuos tienen que ser mayores o igual a 5 unidades radiculares (este número es importante puesto que es uno de los indicadores que el individuo está en un edad aprovechable afirma Baluarte (e/p, 2017)).

El resultado fue la obtención de cerca de 215 m lineales, para los ensayos pertinentes, además de ello teniendo en cuenta las etapas/estadios radiculares de la planta

(maduración de raíces en los individuos), se tomaron únicamente aquellas que cumplen con las condiciones requeridas (véase, mencionadas anteriormente, dicha labor se hizo de manera conjunta con el apoyo de los colaboradores de la comunidad, a continuación, se presenta se describe gráficamente las características de las raíces del “tamshi”.

#### **g. Empaque, transporte y almacenamiento del material vegetal**

Una vez obtenido el material vegetal, se procedió a realizar el empaque, transporte y almacenamiento, según las especificaciones de la adaptación de la Norma Oficial Mexicana NOM-007- RECNAT-1997 (ver Figura 5).



**Figura 5: Almacenamiento de material listo para su transporte a Lima**

#### **h. Colección de muestras botánicas del material vegetal**

Para determinar la identidad botánica de las especies se ha colectado muestras botánicas de las diferentes partes de la planta (hojas, tallos y raíces), teniendo como referencia base el conocimiento de los colaboradores locales, lo cuales fueron determinantes para los trabajos de identificación, ubicación y acondicionamiento para el transporte del material vegetal (individuos) que presentaban las mejores características para una adecuada colecta botánica.

La determinación botánica se realizó primero in situ en la comunidad nativa de Timpia, posteriormente en la ciudad de Lima, las muestras fueron comparadas en el Herbario MOL de la UNALM (La Molina – Lima).

También se obtuvo un registro fotográfico los cuales se adjuntó y mando para su identificación al Ing° Mg. Sc. Juan Baluarte (experto peruano quien elaboró un proyecto dirigido a *Heteropsis flexuosa* en el IIAP de Jenaro Herrera - Iquitos – Perú) quién determinó la identidad del material vegetal colectado determinando que es la especie que solicita el estudio.

### **3.4.2 Trabajo de laboratorio y gabinete en Lima**

#### **a. Selección de individuos para su evaluación**

Del material colectado se seleccionaron de manera aleatoria los individuos para los ensayos pertinentes, el corte se realizó a 30 cm de la zona generatriz y se dejaron un mínimo de 3 raíces aéreas (fibras), con ello se aseguró que el individuo no será afectado severamente (Baluarte, e/p, 2017), evaluándose un total de 10 individuos.

#### **b. Determinación de las propiedades físicas**

Se llevó a cabo en el Laboratorio de Pulpa y Papel de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM).

##### *i) Contenido de humedad*

Se hizo uso de la Norma TAPPI T412 om-94, la cual consiste en calcular la humedad de las probetas, de manera que se registre la pérdida de humedad (internamente y superficialmente).

Se acondicionaron muestras de aproximadamente 5 cm de largo de cada uno de los individuos colectados (ver Figura 7), para luego ser llevadas a estufa a una temperatura de 103 +/- 2 °C, hasta obtener un valor constante para el peso.

Una vez obtenidos el peso inicial y el peso final, se efectúa el siguiente cálculo porcentual:

$$CH = (P_f - P_o) \times 100$$

Donde:

CH: contenido de humedad (porcentual)

P<sub>o</sub>: peso inicial (gramos)

P<sub>f</sub>: peso final (gramos)



ii) *Densidad lineal (Denier)*

Se realizó de acuerdo a la norma TAPPI T411. Se tomó una muestra de haz fibroso por cada estúpite a ensayar, determinando la longitud media (L) de cada una, con un vernier. Luego se determinó el número de fibras (Nf) que conforman el haz fibroso, con la presunción de que el área transversal del haz (AT) es una circunferencia, al igual que el área transversal de una fibra (af), conociendo el diámetro de una fibra individual.

$$Nf = \frac{AT}{af}$$

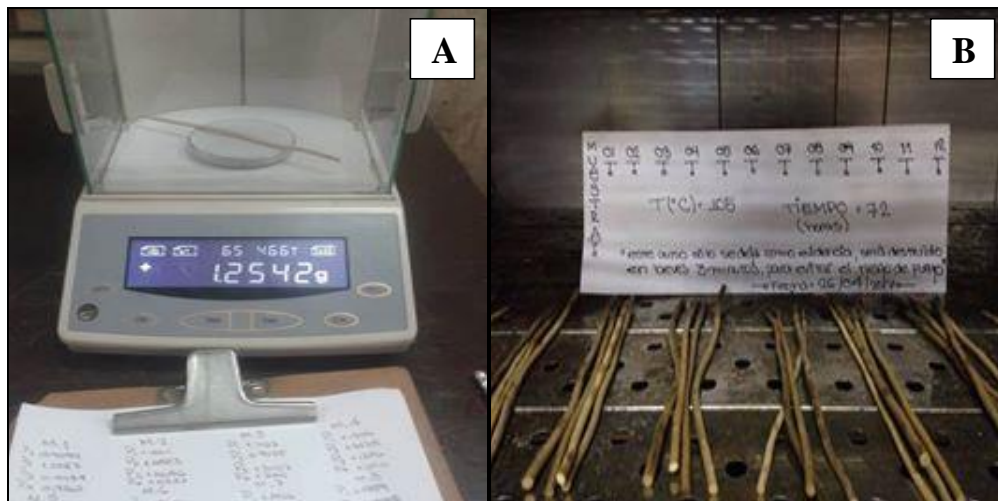
En una balanza analítica se tomó el peso seco (mf) del haz fibroso. Finalmente, para determinar el valor de densidad lineal (DL) se utilizó la siguiente fórmula:

$$DL = \left[ \frac{mf}{Nf \times L} \right] \times 100$$

Y para el valor de denier de la fibra:

$$\text{DENIER} = 9000 * DL$$

Donde: 1 denier = 1 g/9 Km = 0,111 111 x 10<sup>-6</sup>Kg/m



**Figura 6: Acondicionamiento de material vegetal para sus próximos ensayos. Peso en balanza analítica (A) y muestras colocadas en estufa (B)**

iii) *Coloración*

Para determinar la coloración del material vegetal se hizo uso de la tabla Munsell para suelos y tejidos, empleando una muestra de 60 probetas como se aprecia en la figura 7,

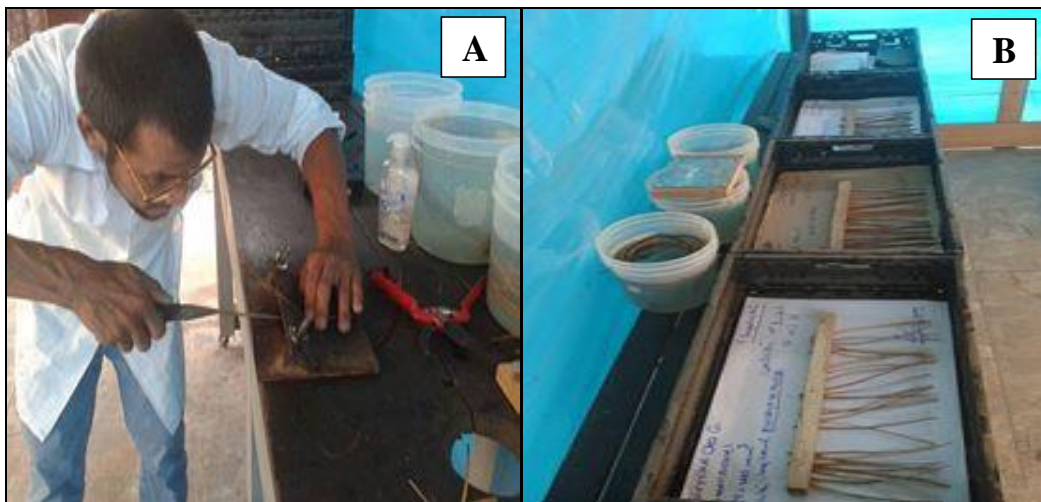
las mismas que se emplearon para calcular la densidad lineal y parte de los ensayos mecánicos.



**Figura 7:** Determinación de color haciendo uso de la tabla Munsell de tejidos y suelos

#### **g. Determinación de las propiedades mecánicas**

Para acondicionar el material vegetal que se va a ensayar fue inmerso en agua por 24 horas, ello se hizo con intención de ablandarlo y sea de mejor trabajabilidad, luego de ello se dimensiono según lo requiera el ensayo predeterminado (transversal y longitud), dándole el espesor final con un dispositivo de corte, ver figura 8.



**Figura 8:** Dimensionado del material vegetal antes de ser llevado a condiciones de humedad y temperatura controlados. Extracción de láminas de “tamshi” (A) y selección del material procesado (B)

Según la norma TAPPI T402 (acondicionamiento estándar), las muestras fueron llevadas a una temperatura de 21° C y una humedad de 65 por ciento, por un tiempo de 24 horas, antes de realizar los ensayos mecánicos.

Luego de ello se realizaron (en condición seca al ambiente) las siguientes pruebas mecánicas:

i) *Tensión o resistencia a la tracción*

Se determinó con la modificación de la norma TAPPI 494 om-96, la cual consiste en someter una carga a velocidad constante sobre la fibra de “tamshi”, para medir la fuerza de tracción, hasta el momento en que colapse la fibra.

La máquina donde se realizaron los ensayos (dinamómetro) se tuvo que calibrar según el ensayo a realizar, ajustando las abrazaderas (dándoles una luz de 10 cm, según la norma TAPPI 494 om-96) y la velocidad (0.2 m/min).

Se usó un total de 100 muestras, que corresponden a 10 unidades por individuo, los ensayos se llevaron a cabo cumpliendo las especificaciones de la norma TAPPI T402.

Se recogen 2 datos en este tipo de ensayo de manera simultánea ellos son la carga (kg) y el alargamiento (mm) hasta el momento de ruptura o colapso.

Una vez obtenidos los resultados se calculó la resistencia de tracción dividiendo la carga máxima entre el área de la sección transversal de la probeta, de la siguiente manera:

$$E_{m\acute{a}x} = \frac{F_{m\acute{a}x}}{A}$$

Siendo:

$E_{m\acute{a}x}$  = Esfuerzo máximo de tensión (kg)

$F_{m\acute{a}x}$  = Carga máxima (kg)

A = Área de la sección transversal de la probeta

## ii) *Alargamiento*

Es una magnitud que mide el aumento de longitud que tiene un material cuando se le somete a un esfuerzo de tracción antes de producirse su rotura, se expresa como tanto por ciento (%), se obtiene dividiendo la longitud total luego del ensayo entre la longitud inicial, de la siguiente manera:

$$\%AL = \left( \frac{L_f}{L_o} \right) \times 100$$

Siendo:

%AL = porcentaje de alargamiento o elongación

$L_f$  = Longitud final de la probeta luego del ensayo

$L_o$  = Longitud inicial (luz de 150 mm)

## iii) *TEA (Tensile energy absorption)*

Con los datos obtenidos en los ensayos de tensión (adaptación de la norma TAPPI T494 om-96), para el cálculo de la energía de tracción se empleó la siguiente fórmula:

$$TEA = 1 \times 10^6 A/LW$$

Siendo:

TEA= Absorción de energía de tracción (J/m<sup>2</sup>)

L= Longitud de prueba inicial, mm

W= anchura de la muestra, mm

A= área bajo la curva de carga- elongación, J.

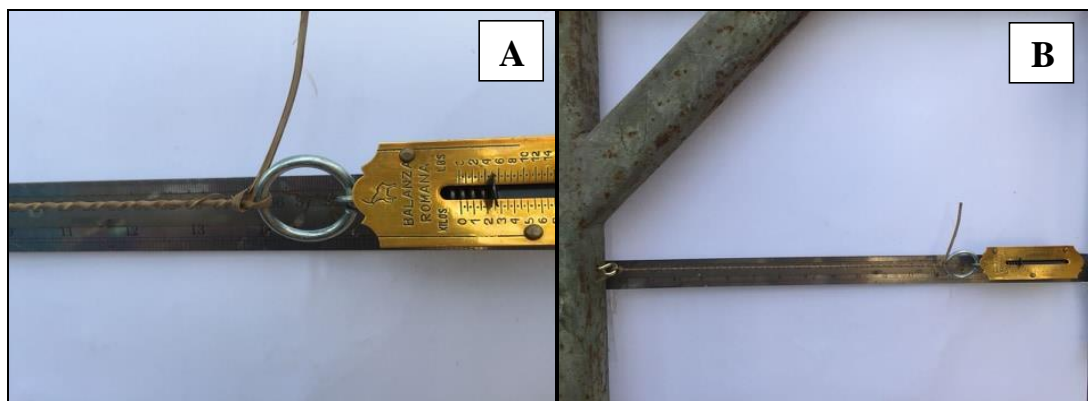
## iv) *Torsión*

Realizada bajo la norma NTE INEN 0140: Ensayo de torsión simple para alambres.

La torsión en sí, se refiere a la deformación helicoidal que sufre un cuerpo cuando se le aplican fuerzas (sistema de fuerzas de igual magnitud, pero en sentidos contrarios); el ensayo consistió en torcer fibras de “tamshi” (30 cm de longitud y una sección transversal de 3.5mm x 0.9mm) en un mismo eje horizontal hasta el momento que colapse.

Sobre una estructura metálica de ejes paralelos compuestos por los extremos de una mordaza dinámica y otra mordaza estática, de un extremo se empieza a girar en un mismo eje y en un solo sentido, con un brazo de palanca (ratchet); mientras que del otro extremo está sujeto a una balanza romana de 42 kilos de capacidad, para registrar los incrementos sucesivos de las fuerzas y una mariposa que gira sucesivamente, realizando un recorrido lineal tal como se aprecia en la figura 9.

Las variables que se cuantificaron fue la carga máxima (Kilopondios) y el número de vueltas hasta el momento en que colapsa la fibra.



**Figura 9: Dispositivo para generar las fuerzas de torsión sobre el material vegetal. Balanza romana cuantificando en el momento de la torsión (A) y momento de la máxima torsión (B)**

Para calcular la resistencia máxima de torsión se empleará la siguiente fórmula:

$$S = F \times d$$

Donde:

S= Momento torsor, (kgm\*)

F= Carga máxima hasta la ruptura (kp)

d= Distancia entre puntos de sujeción (m)

\*El kilográmetro (kgm) expresa el trabajo que realiza una fuerza de 1 kilopondio (kp), cuando desplaza 1 metro de distancia en la misma dirección.

#### v) *Análisis de envejecimiento de la especie*

Se realizó según la norma TAPPI- T544 sp-97, este ensayo se hizo a manera de descartar posibles ideas que, si las fibras de “tamshi” se le proporciona condiciones

controladas (simulando el proceso de envejecimiento), dentro de ellas la humedad y temperatura, las propiedades físico mecánicas, podrían variar.

Para analizar esta simulación se utilizó una cámara de vacío que se modificó para el ensayo de envejecimiento, en donde parte del material vegetal colecta fue colocado dentro de dicha cámara de envejecimiento (Ver figura 10), durante un periodo de 96 horas, a una temperatura de 105 °C y 60% de humedad; la cámara cuenta con una pequeña válvula de salida de vapor para evitar cualquier tipo de accidente producto de la presión generada en la cámara de vacío, transcurrido el tiempo se procedió a realizar los ensayos mecánicos las mismas cantidad que los realizados anteriormente sin envejecer.



**Figura 10: Cámara de vacío adaptado para simulación de envejecimiento acelerado**

#### **h. Estudio anatómico**

El estudio anatómico de las fibras de tamshi, se realizó en base a la Norma de Procedimientos en Estudios de Anatomía de Madeira: I. Angiospermae del IBAMA (1991) y la List of Microscopic Features for Hardwood Identification del IAWA (1989).

i) *Descripción microscópica*

Parte del material se emplearon para la descripción microscópica, además de prepararon pequeños palos de madera similares cerillas de fósforo para la obtención de fibras y vasos.

ii) *Microtecnica*

La metodología empleada toma como referencia la utilizada por Aróstegui (1976), en el estudio anatómico de las maderas en el Perú.

- Preparación de láminas histológicas

Por ser las muestras de pequeños espesores se realizó un parafinado previo al corte, en cubos de madera con ranura en uno de sus extremos, con la finalidad que pueda ser sujeta en el micrótopo y posteriormente ser cortado. El procedimiento para la preparación de láminas histológicas es el siguiente:

- Corte

Los cortes fueron realizados en un micrótopo, en secciones transversales, y fueron realizados a temperatura ambiente. Una vez obtenidos los cortes se procedió a seleccionar los mejores y fueron colocados en placas Petri, luego de ello se agregó Xilol con la finalidad de disolver la parafina.

- Deshidratado

La deshidratación se realizó en forma gradual empleando soluciones de alcohol etílico de: 30°, 60° y 90°; dejando a las láminas en cada concentración por un periodo de 15 minutos.

- Coloración y montaje

Las láminas cortadas fueron coloreadas empleando Safranina, para lo cual se agregaron 5 gotas, hasta obtener un coloreado uniforme. Luego se realizaron lavados para eliminar el exceso de colorante con alcohol de 90°, la fijación de colorante se realizó utilizando Xilol.

Para el montaje de las láminas se hará uso de porta y cubre objetos; estos últimos fueron pegados con Merckoglass; cuyo secado se realizó de forma instantánea

### iii) *Preparación de láminas de tejido macerado*

Este procedimiento empezó con la preparación de porciones de fibra en tamaños semejantes a palitos de fósforo, la maceración de estas secciones se realizó mediante la cocción en ácido nítrico al 33 por ciento en una cantidad que cubría completamente los palitos, y llevadas a una temperatura de 240 °C para acelerar la cocción, por un tiempo de 15 a 20 minutos.

Para eliminar el ácido, se lavó con agua corriente, luego de esto se procedió a aplicar 3 o 4 gotas de safranina. Parte del tejido macerado se colocó en una placa Petri y se le agregó Xilol para fijar el colorante. Seguidamente se comenzó la selección de fibras y vasos con ayuda de una aguja hipodérmica y un microscopio. Los vasos y las fibras escogidos se colocarán en portaobjetos para su montaje, los cuales fueron pegados con Merckoglass, seguido de ello se realizó la deshidratación, coloración, montaje y secado como fueron descritos anteriormente para las láminas microscópicas.

### iv) *Medición de fibras y elementos vasculares*

Se realizaron 170 mediciones por elemento anatómico que incluyen diámetro de poros y longitud de vasos; diámetro, espesor y longitud de fibras. Asimismo, se realizaron 275 mediciones de número de poros por mm<sup>2</sup>. Las mediciones de los elementos leñosos se realizaron utilizando el software LAS EZ de LEICA.

#### - Demostración y registro de imágenes

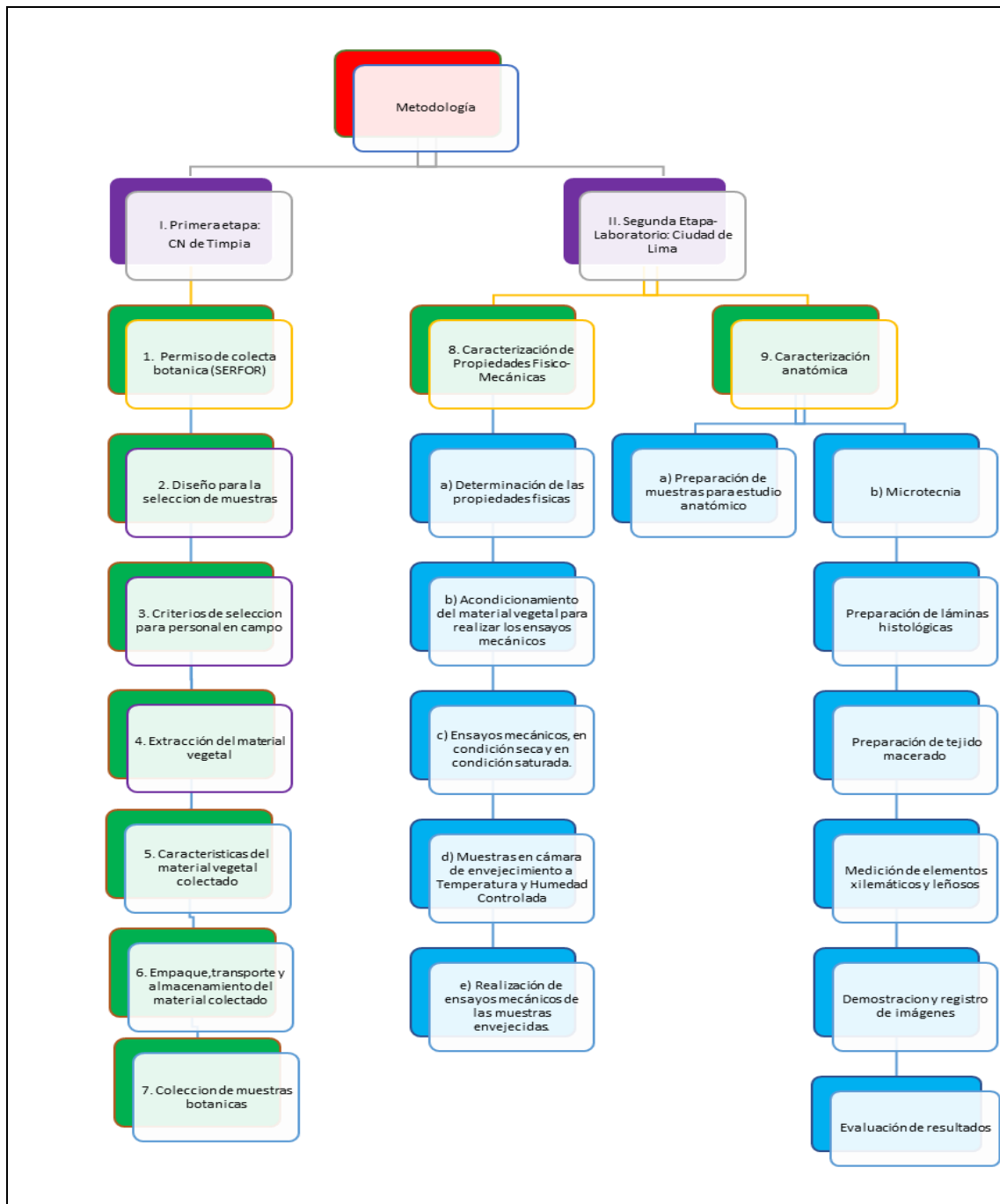
La estructura microscópica de la especie se registró mediante la toma de microfotografías, mediante el software de la cámara digital Canon Power Shot S50 acoplada al microscopio y conectada a una computadora.

#### - Evaluación de los resultados

Los parámetros estadísticos de los elementos anatómicos se calcularon conforme lo indicado en la norma COPANT N° 30:1-12 (1974). Se determinó el promedio, el valor máximo y mínimo, desviación estándar y coeficiente de variabilidad e intervalo de confianza.



A continuación, se muestra la secuencia de procesos realizados en la fase de campo y laboratorio para ensayar los respectivos ensayos físicos mecánicos y la descripción anatómica.



**Figura 11: Diagrama de procesos desde la obtención de permiso de colecta hasta el análisis de resultados**

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Caracterización de las propiedades físicas

#### 4.1.1. Contenido de humedad

En la Tabla 3, se presentan valores de los promedios (ver Anexo 5), desviación estándar y coeficiente de variabilidad del contenido de humedad de los individuos colectados, en condición verde; además se puede observar que el menor valor fue de 75.9 por ciento perteneciente a la muestra 9 y el mayor es de 93.89 por ciento perteneciente a la muestra 5.

Tabla 3: Valores de contenido de humedad para la especie *Heteropsis flexuosa* en condición verde

Muestra	P. Húmedo (g)	P. Seco a estufa(g)	% cont. De humedad
1	1,76	1,45	81,6
2	1,85	1,58	84,76
3	1,9	1,62	85,03
4	1,93	1,66	85,92
5	1,94	1,64	85,34
6	2,09	1,75	83,97
7	2,06	1,78	86,49
8	2,16	1,82	84,25
9	1,9	1,62	85,42
10	2,31	1,99	86
<b>Promedio</b>	1,98	1,69	84,88

A continuación, en la tabla 5, se presentan valores de los promedios, desviación estándar y coeficiente de variabilidad del contenido de humedad de los individuos colectados condición seca al ambiente; además se puede observar que el menor valor fue de 13.64 por ciento perteneciente a la muestra 3,9 y 10; y el mayor es de 93.89 por ciento perteneciente a la muestra 1, 2,5 y 7 (ver Anexo 5 y 6).

**Tabla 4: Valores de contenido de humedad para la especie *Heteropsis flexuosa* seca al ambiente**

<b>Muestra</b>	<b>P. Húmedo (g)</b>	<b>P. Seco a ambiente (g)</b>	<b>P. Seco a estufa%</b>	<b>% cont. De humedad al ambiente</b>
<b>1</b>	1,90	0,66	0,56	17,65
<b>2</b>	2,04	0,84	0,72	17,65
<b>3</b>	1,89	0,62	0,55	13,64
<b>4</b>	1,80	0,60	0,52	14,94
<b>5</b>	2,23	0,90	0,76	17,65
<b>6</b>	2,31	0,85	0,73	16,28
<b>7</b>	1,92	0,77	0,66	16,28
<b>8</b>	1,90	0,63	0,54	17,65
<b>9</b>	1,69	0,71	0,62	13,64
<b>10</b>	2,02	0,67	0,59	13,64
<b>Promedio</b>	1,97	0,72	37,09	15,90

Para el cálculo de la humedad se tomó una muestra de 10 probetas, en cada uno de los 10 individuos de la misma especie hallando pequeñas variaciones porcentuales, esto se debe a que el contenido de humedad entre individuos de una misma especie, pueden deberse a la región de procedencia o época del año (Díaz et. al. 2008).

Con respecto a estudios similares en monocotiledóneas Guevara op cit. (2011) que para la especie *D. polyacanthos*, presenta un contenido humedad de 191 por ciento, esta especie podría presentar bastante parénquima porque su estructura se asemeja a un material corchoso en el cual se concentraría gran cantidad de agua; y en cuanto a la *Thoracarpus bissectus* “cesto tamshi” muestra un contenido de humedad superior a 200 por ciento (CH= 244 por ciento), estos porcentajes elevados de contenido de humedad hace referencia a una madera de baja densidad o liviana, cuya estructura anatómica está constituida en mayor proporción por células de paredes delgadas con cavidades celulares grandes, confiriéndole la propiedad de retener más de su propio peso en agua, según lo mencionado por JUNAC (1989).

En cuanto a los porcentajes de humedad, JUNAC (1989), señala que las maderas que presentan paredes delgadas y cavidades celulares relativamente grandes, pueden retener más que su propio peso en agua y así poseer un contenido de humedad verde

de 200 a 400 por ciento y las maderas que presentan paredes gruesas y cavidades celulares pequeñas, el contenido de humedad máximo que pueden tener es menor del 100 por ciento, se encontró un contenido de humedad de 81 por ciento para la especie *Heteropsis flexuosa*, aproximándose mucho al valor de 80 por ciento hallado por Guevara (2011).

#### 4.1.2. Coloración

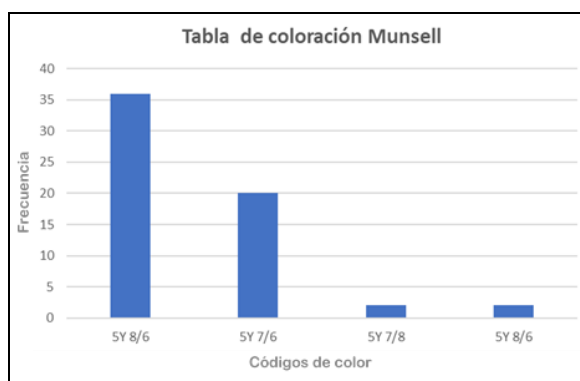
Se hizo uso de la tabla Munsell para tejidos vegetales y suelos, siendo la muestra total de 60 haces fibrosos (parte de ellos fueron empleados en los ensayos físicos y mecánicos), se estimaron 4 matices de diferentes con su respectivo código, para poder establecer un rango visual, siendo el orden porcentual de abundancia 60, 33.3, 3.3 y 3.3 por ciento, para los códigos de 5Y 8/6, 5Y 7/6, 5Y 7/8 y 5Y 8/8, respectivamente como se aprecia en el Cuadro 01.

Se observa en la tabla 5 que la coloración con mayor frecuencia corresponde a la codificación de 5 Y 8/6 o en su equivalente porcentual de 60 por ciento del total de la muestra.

**Tabla 5: Frecuencia y porcentaje de los haces fibrosos empleados para ensayo de coloración**

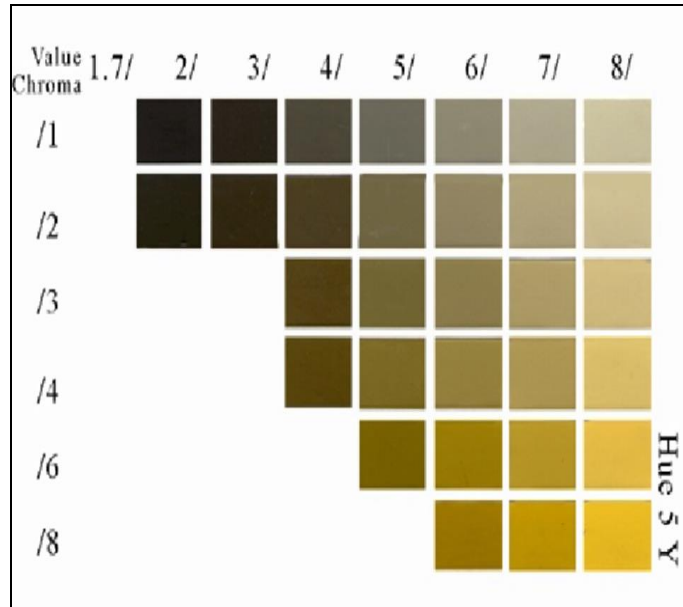
Código	5 y 8/6	5 y 7/6	5 y 7/8	5 y 8/8
Fr	36	20	2	2
%	60	33	3.33	3.33

A continuación, se presenta la Figura 12 de frecuencias de coloración para tejidos vegetales y suelos, siendo la de mayor frecuencia la codificación 7.5 YR 8/4.



**Figura 12: Tabla de frecuencias de rango de coloración visual**

Según la evaluación visual realizada, los haces fibrosos correspondientes a la fibra denominada “alambre de tamshi” sin corteza presenta una coloración que obedece al código 5Y 8/6 (El código de color hexadecimal #e3c77e) es una sombra claro medio de amarillo, tal como se muestra en la Figura 13.



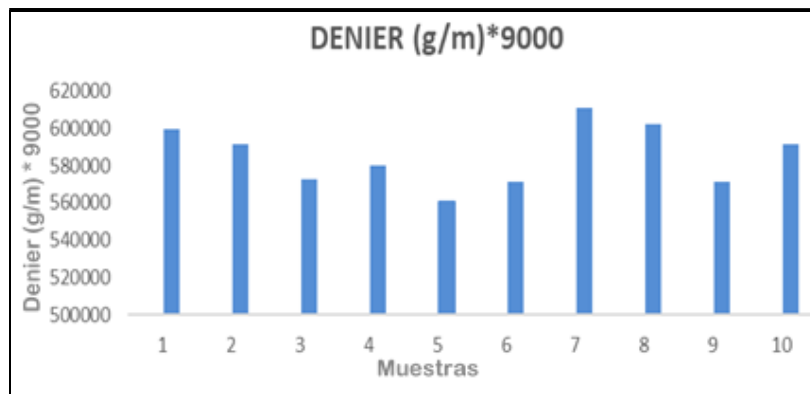
**Figura 13: Tabla Munsell de coloración de suelos y tejidos**

#### 4.1.3. Densidad lineal (Denier)

Para la densidad lineal se dejaron las muestras a ensayar en el laboratorio de Pulpa y papel del Departamento de Industrias forestales de la Universidad Nacional Agraria La Molina, por un periodo de 48 horas a 21 °C y 65 por ciento de humedad previos a realizar los ensayos respectivos.

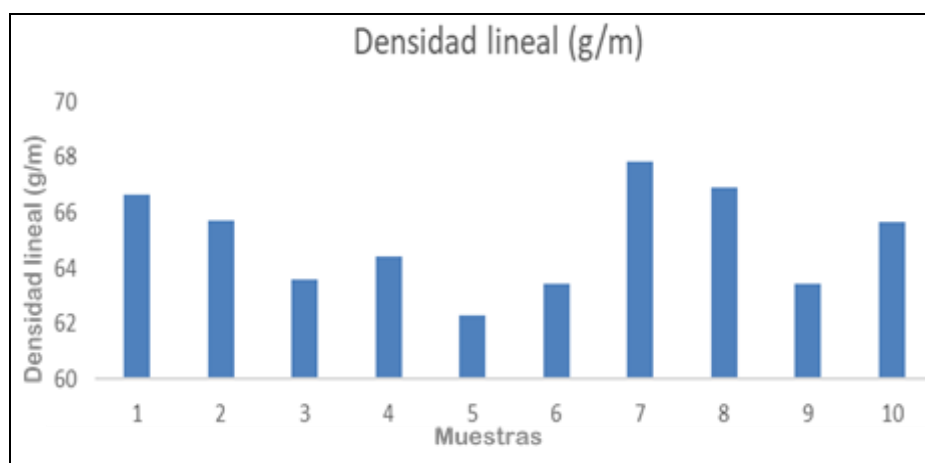
Se midieron las dimensiones de los haces fibrosos (170 mm de largo y 2.2 mm de ancho) con un vernier digital para luego ser pesadas en la balanza analítica, como se aprecia en la Figura 13, bajo condiciones controladas (ver Anexo 3).

Se observa que el menor valor para el DENIER es de 560800 g/9000m perteneciente a la muestra y el mayor valor es de 610700 g/9000m perteneciente a la muestra 7.



**Figura 14: Valores de DENIER promedio para condición seca al aire**

Las variaciones dependan de la ubicación del material vegetal respecto a la longitud, puesto que el material vegetal este poco constituido, ello quiere decir que la densidad lineal de los materiales lignocelulósicos depende de la madurez del tejido vegetal, según Gonzales (2006), además, dependerán directamente del peso específico de las fibras, lo cual es común a todo el material, finalmente dependerá del espesor de pared y de la cantidad de lumen presente en las fibras, señala (Fanh, 1978).



**Figura 15: Valores de Denier promedio para condición seca al aire**

El valor máximo calculado para la densidad lineal (DL) fue de 67,86 g/m representado por la muestra 7, mientras que el mínimo valor fue de 62,32 g/m representado por la muestra 5, a pesar que los valores no difieren significativamente, como se mencionó anteriormente dependerá de la constitución del tejido vegetal.

Puesto que la densidad lineal está relacionada directamente con la densidad básica, puesto que la densidad debe de ser considerada como una expresión de la presencia

relativa de distintos elementos celulares que la componen (vasos, fibras, traqueidas y células del parénquima) y de la variación de la pared celular, lumen y espacios intercelulares señala Notivol (1992).

#### 4.2 Determinación de las propiedades mecánicas

La Tabla 6 presenta los valores promedios, la Tabla 7 muestra los valores de análisis de variancia y la Tabla 8 los valores de las comparaciones entre medias resultantes mediante la prueba estadística de Tukey, de las propiedades de tracción, alargamiento, TEA y torsión en dos condiciones de humedad (18 por ciento y 80 por ciento) y envejecimiento.

**Tabla 6: Valores promedios de propiedades mecánicas de tracción, alargamiento TEA y Torsión bajo dos condiciones de humedad y envejecimiento**

Propiedades mecánicas	Unidad	Promedio			Coeficiente de variabilidad (%)
		SE		CE	
		CH: 18%	CH: 80%	CH: 80%	
<i>Tracción</i>	Kg/cm <sup>2</sup>	616,9	535,92	584,78	9,746
<i>Alargamiento</i>	%	0,74	1,4	0,97	22,538
<i>TEA</i>	J/m <sup>2</sup>	31138,07	200978,17	15577,47	31,083
<i>Torsión</i>	Kgm	1,29	1,065	0,945	18,745

SE: Muestras sin efecto de envejecimiento  
 CE: Muestras con efecto de envejecimiento  
 CH: Contenido de humedad (%)

**Tabla 7: Valores de Análisis de Varianza para las propiedades mecánicas de Tracción, Alargamiento, TEA y torsión**

Fuente de variabilidad	G.L.	Tracción			Alargamiento			TEA			Torsión		
		Valor de F	Pr>F	SIG	Valor de F	Pr>F	SIG	Valor de F	Pr>F	SIG	Valor de F	Pr>F	SIG
<b>H</b>	1	22,43	<0,000 1	*	29,37	<0,000 1	*	11,39	0,0022	**	58,46	<0,000 1	**
<b>E</b>	1	364,87	<0,000 1	**	182,06	<0,000 1	**	164,23	<0,000 1	**	251,27	<0,000 1	**
<b>H*E</b>	1	9,47	0,0046	*	0,47	0,0204	NS	1,08	0,2247	NS	1,24	0,2099	NS
<b>Error</b>	40												
<b>Total corregida</b>	43												
<b>CV</b>		17,74937			27,93748			34,837485			31,9274		

H: Efecto del factor contenido de humedad

E: Efecto del factor envejecimiento

H\*E: Efecto entre la interacción del contenido de humedad y el envejecimiento

C.V.: Coeficiente de variabilidad; NS: no significativo; (\*) significativo; (\*\*) altamente significativo

SIG.: Significancia



**Tabla 8: Valores de la prueba de Tukey para evaluación las propiedades mecánicas de tracción, alargamiento, torsión y TEA bajo dos condiciones de humedad y envejecimiento**

Propiedades mecánicas	Humedad			Envejecimiento		
	Nivel	Media	Tukey	Nivel	Media	Tukey
<i>Tracción (kg/cm<sup>2</sup>)</i>	18%	243,01	B	SE	512,66	A
	80%	356,97	A	CE	87,32	B
<i>Alargamiento (%)</i>	18%	1,27	B	SE	3,211	A
	80%	2,46	A	CE	0,52	B
<i>TEA (J/m<sup>2</sup>)</i>	18%	445,72	B	SE	1046,82	A
	80%	666,48	A	CE	65,39	B
<i>Torsión (kg.m)</i>	18%	0,48	B	SE	1,13	A
	80%	0,88	A	CE	0,23	B

SE: Muestras sin efecto de envejecimiento  
 CE: Muestras con efecto de envejecimiento  
 CH: Contenido de humedad (%)

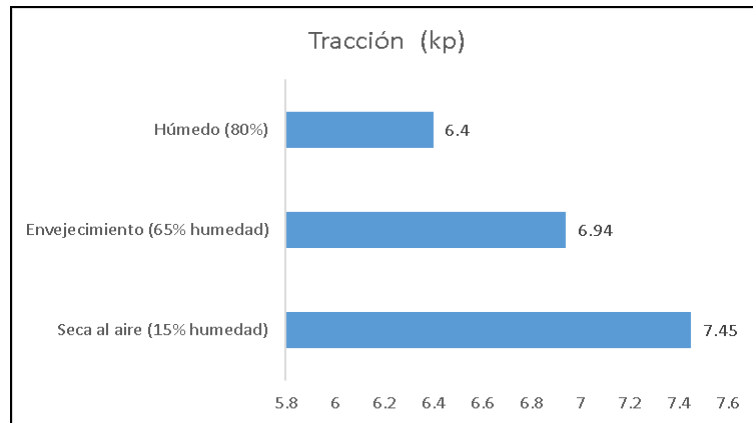
#### 4.2.1 Resistencia a la tracción

La resistencia máxima a la tracción, para los haces fibrosos de la fibra de “alambre de tamshi” en estado seco al aire sin ser sometido al envejecimiento acelerado, es en promedio 616,9 kg/cm<sup>2</sup> (7,45 kp), mientras que en estado saturado disminuye su resistencia a 535,92 kg/cm<sup>2</sup> (6,4 kp), finalmente, las muestras ensayadas luego de un proceso de envejecimiento, presentan menor resistencia 584.78 kg/cm<sup>2</sup> (6,94 kp), tal como se aprecia en la Tabla 9.

**Tabla 9: Resistencias a la tracción para la condición seca al aire, verde y sometido a envejecimiento**

CONDICIÓN	Tracción (kp)
<i>Seca al aire (15 por ciento de humedad)</i>	7,45
<i>Verde (80 por ciento de humedad)</i>	6,4
<i>Envejecimiento (65 por ciento de humedad)</i>	6,94

En la figura 16, se observa que el contenido de humedad y la resistencia a la son inversamente proporcionales, correspondiendo el más alto valor a la condición seca al aire (7.45 kp), luego al que posee tratamiento de envejecimiento (6.94 kp) y finalmente la muestra en condición verde (6.4 kp).

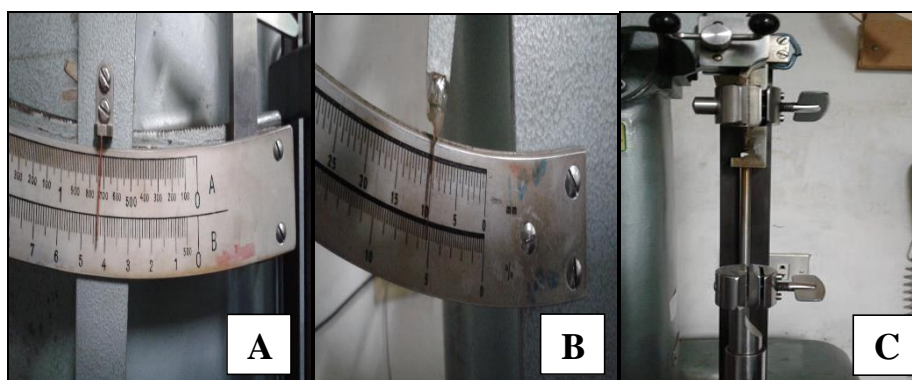


**Figura 16: Valores de tracción promedio en kilopondios para 3 condiciones de humedad**

Este ensayo dinamométrico sirve para obtener el diagrama de tensión carga/alargamiento de los “haces fibrosos” que fueron sometidos, y además el alargamiento (mm) bajo una determinada fuerza de tracción (kg), o el alargamiento máximo (punto de rotura y ocurre el TEA) bajo el mismo esfuerzo soportable, y también el módulo de elasticidad del material.

Se las raíces de sección circular en el dispositivo de corte, luego de ello se formaron haces fibrosos de dimensiones de 2.2 mm de ancho, espesor de 0.55 mm y 170 mm de largo muy parecido a una cinta, luego de ello se efectuaron 10 repeticiones para cada muestra, siendo un total de 100 haces fibrosos para cada tratamiento (condición seca al aire, condición verde y con tratamiento de envejecimiento).

El dinamómetro registro la relación entre la carga aplicada y el alargamiento de la muestra, por medio de 2 elementos de sujeción que se regulan con 2 mordazas tipo “mariposa” (ver Figura 17), se debe tener cuidado, de ejercer mucha presión sobre los haces fibrosos, puesto que es muy probable que allí en esa zona ocurra la fractura del material vegetal.



**Figura 17: Registros de fuerza expresada en kg. Longitud expresada en milímetros (A y B), y elementos de sujeción del dinamómetro (C)**

A continuación, en la Tabla 10 se muestran la resistencia a la tracción de algunos materiales empleados con los mismos fines, dígame mueblería, cestería, enriado, etc.

**Tabla 10: Valores de resistencia a la tracción de fibras vegetales**

<b>Especie</b>	<b>Procedencia</b>	<b>Referencia</b>	<b>Condición</b>	<b>Tracción (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
<b>Palmeras</b>				
<i>Desmoncus orthocanthos</i>	Península de Yucatán (México)	Muñoz y Cardio (1995)	Entero	714
		Orellana et al (1999)	En tiras	997
<i>Desmoncus polyacanthos</i>	Novo Airão- Estado de Amazonas (Brasil)	Guevara (2011)	Entero	95
			En tiras (2mm)	109.3
<i>Desmoncus polyacanthos</i>		Souza (2012)	En tiras (parte externa)	457,14 (ápice), 687,7 (medio), 718,19 (base)
<i>Calamus sp (ratán)</i>	Península de Yucatán (México)	Muñoz y Cardio (1995)	Entero	323
		Orellana et al (1999)	Entero	490
		Yudodibroto, citado por Jasni (1997)	En tiras (externa)	847,34
<i>Calamus rotang</i>	Nilambur- Kelara (India)	Bath y Thulasidas (1991)	En tiras (núcleo)	771,7
<i>Calamus travancoricus</i>			Entero	229,44
			Entero	515,97

Continuación de tabla 10

Especie	Procedencia	Referencia	Condición	Tracción (kg/cm <sup>2</sup> )
<b>Angiospermas</b>				
<i>Thoracocarpus bissectus</i> "cesto tamshi"	Jenaro Herrera-Iquitos (Perú)	Guevara (2011)	En tiras (4mm)	406
<i>Heteropsis flexuosa</i> "alambre tamshi"			Entero	180.8
<i>Thypha Dominguensis</i> "totora"			En tiras	7550.34
	Lurín-Lima (Perú)	Sato (1993)	Entera	3045.71
<i>Mimbre</i>		Muñoz y Cardio (1995)	En tiras	268

Según Guevara (2011) la resistencia a la tracción para el tamshi es de 257.6 kg/cm<sup>2</sup>, es un valor bajo comparado con los resultados del estudio (526.88 - 658.71 kg/cm<sup>2</sup>), este efecto puede deberse a que la mayor concentración de fibras se encuentra en la parte periférica.

Fathi (2014) coincide en que la variación transversal de las propiedades mecánicas en las monocotiledóneas está relacionada con la disminución en el porcentaje de fibra, espesor de la pared celular y aumento en el diámetro de los vasos, de la periferia al centro del tallo; esta sección conformada por el córtex y la zona periférica del eje central tiene un alto porcentaje de fibras y haces vasculares reducidos.

Como se observa en la Tabla 10, al comparar resistencias de materiales enteros y en tiras, en esta última condición se incrementa la resistencia en todos los casos.

Al comparar los resultados de tamshi (ver Tabla 10), se encontró diferencias en la resistencia mecánica, aun tratándose de la misma especie, al respecto, Tomlinson (2003) afirma que se producen cambios en las propiedades mecánicas de las monocotiledóneas con la edad, teniendo la capacidad de convertirse en parte vegetales más resistentes cuando llegan a mayores longitudes, produciéndose un aumento de lignificación de las células, se debe tener en consideración que se desconoce la edad de los individuos.

#### 4.2.2 Alargamiento (% de elongación)

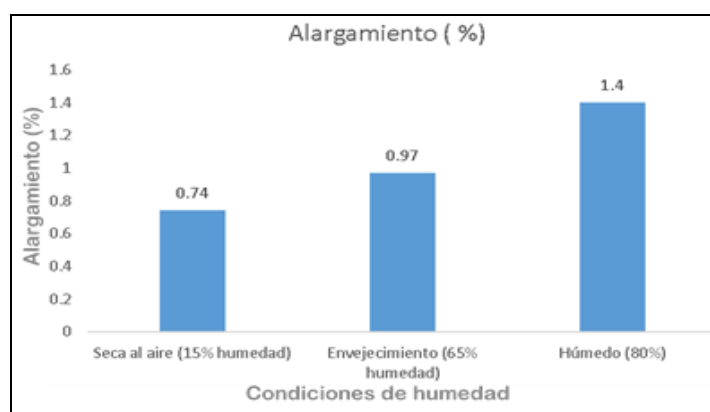
Como se muestra en la Tabla 11, el tamshi para la muestra seca al aire presenta el menor grado de elongación correspondiéndole el 0.74 por ciento a 15 por ciento de humedad, seguido de la muestra sometida a envejecimiento con 0.97 por ciento a 65 por ciento de humedad y finalmente la muestra en condición verde con 1.4 por ciento a 80 por ciento de humedad.

Estos valores porcentuales quieren decir que el material se estira muy poco antes de colapsar.

**Tabla 11: Porcentajes de alargamiento promedio para 3 condiciones de humedad**

<b>Alargamiento (%)</b>	<b>Seca al aire (15% humedad)</b>	<b>Envejecimiento (65% humedad)</b>	<b>Verde (80%)</b>
	0,74	0,97	1,4

En la Figura 18 se muestran los valores de alargamiento promedio en porcentajes para las 3 condiciones de humedad (seco al aire, estado verde y envejecimiento), siendo el de mayor valor el de condición verde (1.4 por ciento) y el de menor valor la muestra seca al aire (0.74 por ciento).



**Figura 18: Valores de alargamiento promedio en porcentaje para 3 condiciones de humedad**

En la Tabla 12 se muestran valores porcentuales de alargamiento para la especie tamshi, siendo comparados con otras fibras vegetales que se emplean para los mismos usos, así como el mimbre (2,1 por ciento), el sisal (2-3 por ciento), lino (2 por ciento),

cáñamo (1,8 por ciento), bambú (2,4 - 4,3 por ciento), yute (1,7- 2 por ciento), algodón (3-7 por ciento) y el agave (6,8 por ciento), siendo todos mayores valores que la fibra de tamshi (0.74 por ciento).

**Tabla 12: Comparación de porcentaje de alargamiento de la fibra de Tamshi con otras fibras comerciales en estado seco y húmedo**

Fibra	Porcentaje de alargamiento		Fuente
	% Seco	% Húmedo	
<b>Fibras de semilla</b>			
Algodón	3,7	9,5	Lockuán (2013)
<b>Fibras de hojas</b>			
Agave "Agave lechugilla"	6,8	-	Quiroz et al (2013)
Sisal	2,3	-	Moreno et al s/f
<b>Fibras de tallo</b>			
Mimbre ( <i>Salix viminalis</i> )	2,1	-	Tesis
Cáñamo	1,8	-	Moreno et al s/f
Bambú ( <i>Guadua angustifolia</i> )	2,4		Moreno et al (2006)
Bambú ( <i>Bambusa vulgaris</i> )	4,3	-	CIT (1998)
Yute	1,7-2	-	Lockuán (2013)
Cashavara	2,5	3,9	López (2017)
Tamshi	0,74	1,4	Tesis

#### 4.2.3 TEA (tensile energy absorption)

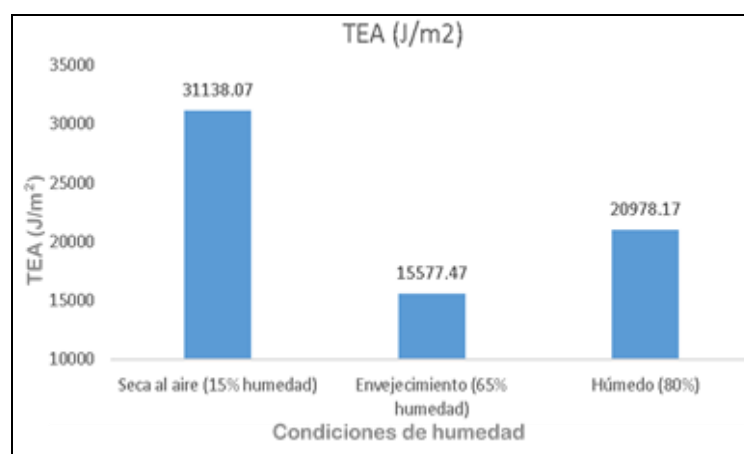
La absorción de energía de tracción de material en láminas de tamshi en estado seco (15 por ciento) sin ser sometidas a envejecimiento resultó en promedio de 31138,07 J/m<sup>2</sup> ver (ver Anexo 3) este valor mide la capacidad para absorber energía que tiene el material e indica la el tiempo de vida útil o la durabilidad del material cuando se somete a fuerzas consecutivas.

En la Tabla 13 se observa los cambios en el TEA dependientes del porcentaje de humedad para la especie tamshi, siendo el mayor valor el que se encuentra seca al aire (15 por ciento), luego en estado húmedo (80 por ciento) y finalmente el que fue sometida a envejecimiento (65 por ciento).

**Tabla 13: Valores de TEA promedios para las diferentes condiciones de humedad**

TEA (J/m <sup>2</sup> )	Seca al aire (15% humedad)	Envejecimiento (65% humedad)	Húmedo (80%)
	31138,07	15577,47	20978,17

Del mismo modo se muestra en la Figura 19, los valores asignados para cada uno de los diferentes contenidos de humedad en los ensayos realizados.



**Figura 19: Valores de energía de tensión absorbida (J/m<sup>2</sup>) promedio en para 3 condiciones de humedad**

En la Tabla 14 se observa que los valores son menores, tanto para la fibra de cashavara y como *Salix sp.*

López op cit. (2017) evaluó las propiedades de 2 fibras conocidas como cashavara (*Desmoncus p.*) y el mimbre (*Salix sp.*), efectuando la misma cantidad de ensayos y bajo las mismas condiciones que el presente estudio, dicha información fue obtenida dos mueblerías de Lima, obteniendo como resultado para la especie *Salix sp.* una capacidad de absorción de energía de tracción de 603,78 J/m<sup>2</sup>, inferior al obtenido para las fibras de *Desmoncus p.* (981,44 J/m<sup>2</sup>), quien a su vez fue inferior para las fibras de *Heteropsis flexuosa* (31138 J/m<sup>2</sup>).

**Tabla 14: Valores de TEA promedios para las especies cashavara, tamshi y mimbre**

TEA (J/m <sup>2</sup> )	<i>Desmoncus p.</i>	<i>Heteropsis flexuosa</i>	<i>Salix sp.</i>
	981,44	31138	603,78

Valores altos en el TEA, significaría que se requiere una mayor cantidad de energía para que las fibras se rompan, al respecto López op cit. 2017, añade la necesidad de conocer los valores en el TEA en un material se debe contemplar para analizar el uso del material.

#### 4.2.4 Torsión

La resistencia a la torsión de material en láminas de fibras de tamshi en estado seco al aire (15% de humedad) es en promedio de 1,29 kgm, seguido de la muestra que fue sometida a envejecimiento (60% de humedad) con promedio de 1.065 kgm y por último la de estado verde (80% de humedad) con 0,945 kgm, como se aprecia en la Tabla 15.

**Tabla 15: Valores promedio de ensayos de torsión para muestras seca al aire, envejecimiento y en condición verde**

<b>Promedio (kgm)</b>	<b>Seco al aire (15%)</b>	<b>Envejecimiento (60%)</b>	<b>Verde (80%)</b>
	1,29	1,065	0,945

Marín (2008), afirma que la resistencia a la torsión mide la capacidad de un material para soportar una carga de giro.

Al comparar el estudio que realizó López op cit. (2017) con otra especie monocotiledónea (cashavara), encontró que el valor promedio de resistencia a la torsión en láminas en estado seco al aire al (12 por ciento) fue de 0,946 kgm.

Esta propiedad se debe de tener en consideración, puesto ya que la resultante de este tipo de fuerzas determinase la capacidad de trenzado y/o fibrihilado, ejemplo de ello es la producción de cestería, mueblería, amarres con fines estructurales, etc.

Es importante conocer este momento “torsor” (momento en que colapsa la fibra), puesto que sirve para predecir posibles usos más específicos, en donde se aprovechen mejor las condiciones de la fibra que se puede emplear, según Esaú (1959) una de las estructuras para los materiales lignocelulósicos de mayor importancia en la resistencia a torceduras son las fibras.



La resistencia a la torsión de un material dependerá del producto que se elabore, las dimensiones de las fibras que se extraerán como insumos próximos al producto final son determinantes para predecir la resistencia a las fuerzas mecánicas; la cantidad de torsiones que soporta una fibra dependerá de que tan larga sea la longitud de esta, a mayor longitud mayor superficie de contacto tendrá con otras fibras, por consiguiente, mayor área de fricción y mayor grado de torsión (Vences, 2012, citado por López, 2017).

#### **4.2.5 Influencia del envejecimiento en las propiedades mecánicas**

En la Tabla 7 se puede apreciar el análisis estadístico el cual nos muestra que las propiedades físicas de las fibras de “tamshi” es significativo para los ensayos de tracción, alargamiento, TEA y torsión ( $<0,0001$ ).

Al realizar las comparaciones de las medias mediante la prueba estadística de Tukey se comprueba que las muestras en estado saturado presentan menores valores comparado con las muestras de estuvieron secas al aire (Tabla 8).

Dentro de las propiedades mecánicas bajo efecto del envejecimiento acelerado o intemperismo generó que la resistencia disminuya de 616,9 kg/cm<sup>2</sup> a 584,74 kg/cm<sup>2</sup> o en su defecto 7,45 Kp a 6,94 Kp en cuanto al porcentaje de alargamiento o elongación incremento de 0,74% a 0,97%, por otro lado, para la energía absorbida generada por la tensión (TEA) disminuyó de 31138,07 J/m<sup>2</sup> a 15577,47 J/m<sup>2</sup> finalmente para el ensayo de torsión el valor se vio reducido de 1,29 kgm. a 0,945 kgm.

El rol que cumple el contenido de humedad en las muestras es importante, las variaciones afectaran directamente las propiedades mecánicas como se puede ver en las diferentes condiciones que se sometieron, Arroyo (1983) al respecto menciona que la variación en el contenido de humedad, causada por la dispersión de la sustancia sólida en la pared celular, produce cambios en las propiedades de resistencia.

En la especie *Heteropsis flexuosa* el incremento de humedad produzco un decremento en las propiedades mecánicas específicamente la resistencia a la tracción, sin embargo, en el porcentaje de alargamiento aumento.

Souza (2012) explica que para especies monocotiledóneas (en particular la “cashavara” especie que pertenece a la misma familia botánica conocidas como Monocotiledóneas), la fibra presenta un porcentaje alto de celulosa 70 por ciento, y debido a la presencia de grupos polares (-OH), cuando las cadenas de celulosa se ponen en contacto con el agua, las fibras absorben moléculas de agua, es decir se hidratan y se hinchan, mejorando la flexibilidad de las fibras y su capacidad de enlace con otras adyacentes, esta afirmación es respaldada por el estudio anatómico realizado, el cual muestra presencia de parénquima en gran proporción.

Los resultados guardan relación con la afirmación de las tejedoras de la CN de Timpia quienes afirman que el “tamshi” se torna menos rígido, cuando las raíces se han sido cosechadas frescas, al punto que se vuelve un material altamente dúctil y flexible, condiciones altamente deseadas para su trabajabilidad (E/P tejedoras de CN de Timpia, 2017).

Cuando el material se desea guardar para usos posteriores en el tiempo se va tornando cada vez más rígido por la pérdida de agua en su interior, ellas sugieren que en este caso se sumerja las raíces en un balde con agua cubriendo totalmente las fibras y dejando reposar durante 2 días (E/P tejedoras de CN de Timpia, 2017).

Feist y Hon (1984), señalan que la composición química de la madera (material lignocelulósico) sufren cambios al ser sometidos a condiciones de intemperismo el cual comprende efectos provocados por la luz, agua, calor, entre otros.

Los resultados de la influencia de la variable intemperismo en las propiedades de la fibra, según el análisis estadístico, Tabla 8, el efecto de este es significativo tanto para tracción, alargamiento, TEA y torsión (<0,0001).

Las muestras se colocaron en condiciones de temperatura (105°C) y humificación (vapor de agua) controladas. El efecto genera un envejecimiento de la fibra de manera acelerada, simulando una degradación del material en el tiempo, las variables generaron en las fibras comportamientos adversos a las muestras que no tuvieron un envejecimiento.

Según Arroyo (1983) estos cambios a causa del intemperismo (efectos de la temperatura y humedad) se deben principalmente a la hidrólisis de la celulosa, es decir una disminución en la proporción de celulosa, añade también que los compuestos presentes el “alambre de tamshi” los que mayor efecto tendrán en el “envejecimiento acelerado” serán los que poseen altos niveles de carbohidratos como el parénquima, debido a que los azúcares sometidos a las condiciones de altas temperaturas y alto porcentaje de humedad, como consecuencia genera la reacción de hidrólisis, generando un medio alcalino.

“...ante el efecto del ambiente solemos poner los rollos en baldes con agua y una piedra ancha encima de ella -el material no se malogra, añaden- o también se pone en hojas frescas y anchas que vienen del bosque las envolvemos y le echamos el agua del río o de las lluvias...” (E/P tejedoras de CN de Timpia, 2017).

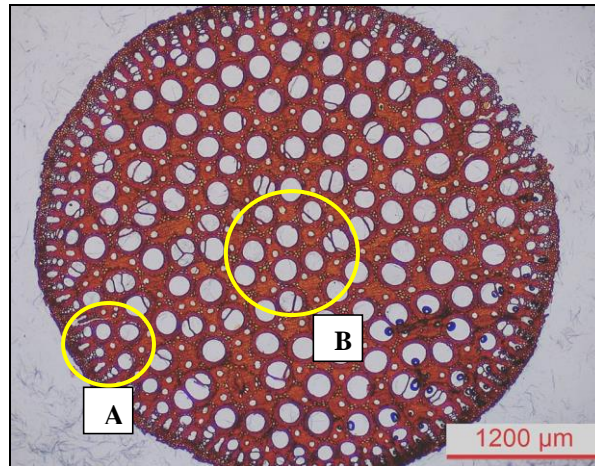
**Tabla 16: Valores promedios obtenidos para cada una de las condiciones de humedad**

<b>Condición</b>	<b>Tea (J/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Tracción (kp)</b>	<b>Torsión (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Alargamiento (%)</b>
<i>Seca al aire (15% humedad)</i>	31138,07	7,45	605,17	0,74
<i>Húmedo (80%)</i>	20978,17	6,4	584,4	1,4
<i>Envejecimiento (65% humedad)</i>	15577,47	6,94	586,42	0,97

### **4.3 Caracterización microscópica anatómica**

Se observó que las raíces en la sección transversal se encuentran compuestas principalmente de 4 elementos: estela, peridermo, epidermis y corteza.

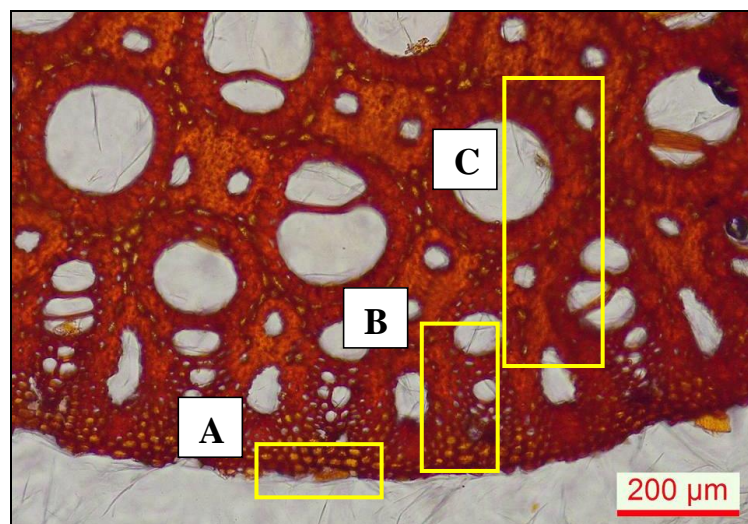
La sección transversal tiene forma circular o elíptica compuesta por gran cantidad de poros, tal como se muestra en la Figura 20.



**Figura 20:** Corte transversal de la raíz de *Heteropsis flexuosa*. Parte periférica (A) y parte central (B)

Se aprecia en la Figura 21 una capa denominada endodermis, constituida principalmente por células esclerenquimáticas (paredes engrosadas uniformemente distribuidas). Seguidamente se presenta un anillo circunestelar esclerenquimatoso que posee fibras cortas.

En la estela se observó 4 elementos importantes: periciclo, los tejidos vasculares, los agregados de fibra y el tejido interfascicular de la sección transversal, la cual coincide con la descripción hecha por Saldaña (2004), además de ello, cerca del borde de la estela los haces vasculares del xilema periférico y los haces vasculares del floemas que se alternan unos a otro, tal y como se aprecia en la Figura 21.



**Figura 21:** Diferenciación de 3 regiones en el corte transversal. Anillo esclerenquimal circunscrito (A), estela periférica (B) y estela no periférica (C)

### 4.3.1 Características de las Zonas A, B y C

#### a. Zona A: Anillo esclerénquimal circunestelar

Los extremos de las celdas de las fibras van disminuyendo de diámetro son generalmente curvos, en la sección transversal de las fibras se encuentran estrechamente agrupadas a manera de paquetes con poco espacio intracelular visible (Figura 21) esta descripción reafirma las características anatómicas mencionadas por Hoffman (1997) siendo 190 a 870  $\mu\text{m}$  para la longitud total y 9 a 36  $\mu\text{m}$  siendo las paredes celulares engrosadas uniformemente con capas laminadas claramente visibles.

#### b. Zona B: Estela periférica

Las fibras en la estela periférica tienen una longitud media de 3240  $\mu\text{m}$  y un ancho promedio de 22  $\mu\text{m}$  (ver Tabla 17), ello coincide con el estudio de Hoffman (1997), puesto que establece rangos para longitud total de 260 a 4278  $\mu\text{m}$  y para el ancho de fibra de 7 a 38  $\mu\text{m}$ .

En la sección transversal las fibras son cuadrangulares a hexagonales y ligeramente redondeadas en su contorno. La célula las paredes son de espesor uniforme y se aprecian visualmente en las láminas, la mayoría de las fibras maceradas se mostraron erguidas y rígidas, siendo algunas son flexibles y curvas bajo el microscopio. Los extremos de la célula de las fibras se están estrechando de manera acicular, ocasionalmente doblados, agudamente puntiagudos en un extremo y ligeramente redondeados en el extremo opuesto.

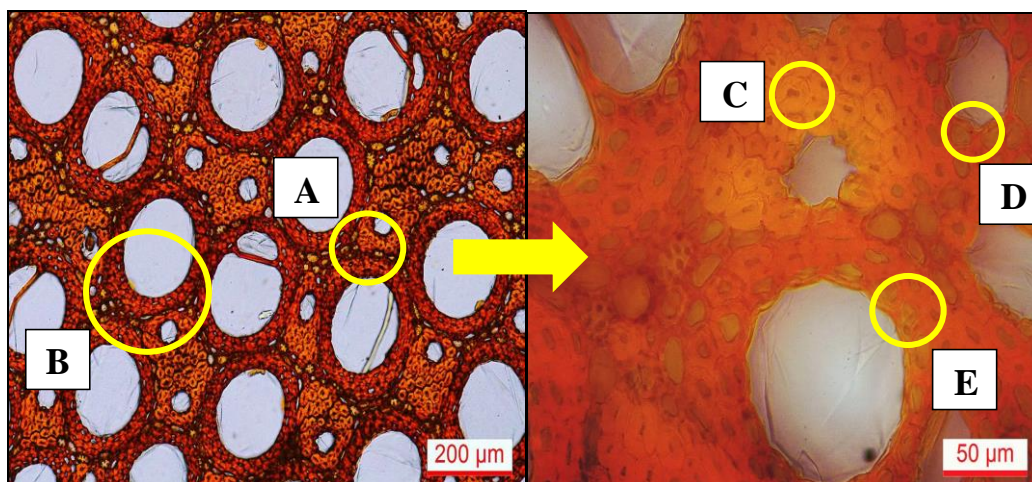


Figura 22: Periciclo compuesto. Elemento xilemático (A), elemento de floema (B), agregado de la fibra del xilema (C), agregado de la fibra de floema (D) y vaina del xilema (E)

### c. Zona C: Estela no periférica

Las fibras en la estela no periférica son idénticas a las de la estela periférica, con una ligera diferencia dimensional, siendo la longitud de 1500  $\mu\text{m}$  y un ancho medio de 21  $\mu\text{m}$  (Figura 22).

Dichas dimensiones promedio coinciden con los rangos establecidos por Hoffman (1997), encontrando rangos para una longitud total de 465 a 3278  $\mu\text{m}$  y para el ancho de fibra 8 a 43  $\mu\text{m}$ , las fibras de la zona esclerénquima circunscrita son de menor longitud que las fibras de las zonas B y C, y tienen aproximadamente el mismo ancho.

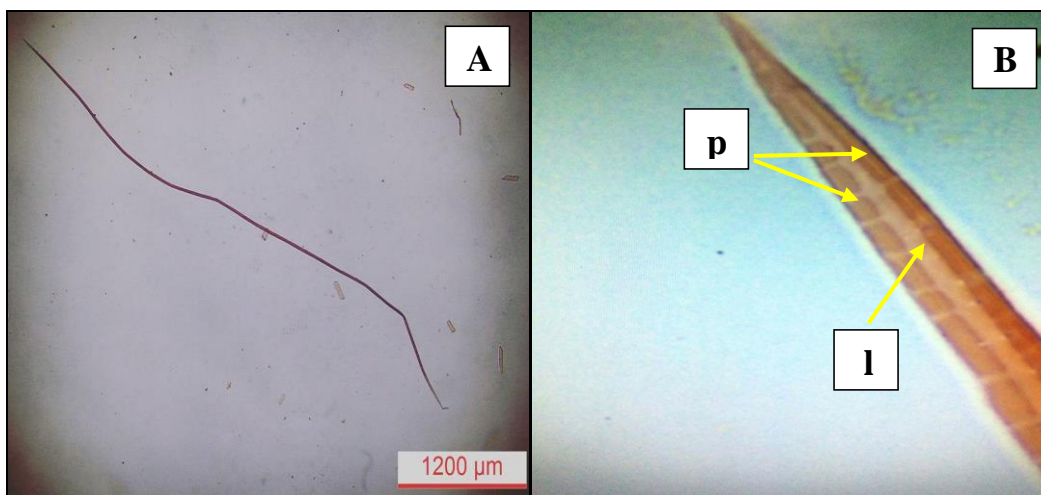


Figura 23: Fibras aisladas de *Heteropsis flexuosa*. Fibra con extremos ahusados (A), extremo de fibra ahusada (B), diferenciando lumen (l) y pared celular (p)

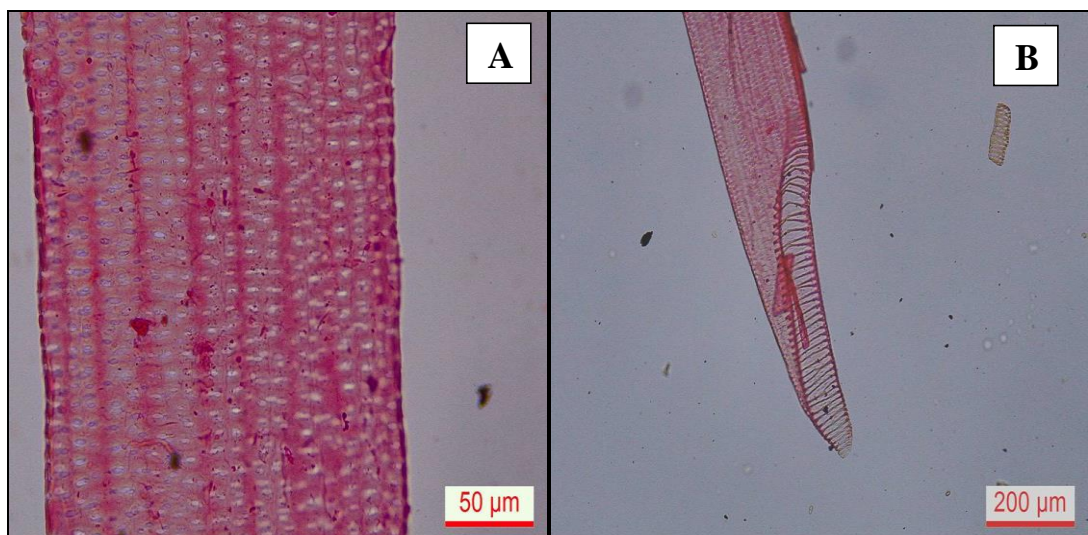
### 4.3.2 Elementos xilemáticos

Cerca del borde de la estela, los fascículos del xilema periférico y los fascículos del floema se alternan con el uno al otro, formando un anillo (Figura 22). Los elementos traqueales más periféricos y angostos, comprenden el protofloema (elemento de xilema) y el protoxilema (elemento de floema). El periciclo es estrecho y compuesto por una o más células de parénquima, fusionándose con fascículos periféricos menciona Hoffman (1997), dicha descripción coincide con el presente estudio, no obstante, se encontraron periciclos aislados (sin fusionarse).

Los fascículos del metaxilema no superaron más de 2 vasos (ver Figura 22), en cuanto a los fascículos del metafloema posee muchos elementos distribuidos uniformemente

en toda la estela no periférica, Esaú (1987), al respecto observó que este tipo de estructura de raíz con "vasos y hebras de floema... esparcidas en toda la parte central del cilindro vascular" (en *Monstera* o ratán) es relativamente complejo para monocotiledóneas.

En cuanto a la longitud de los vasos del metaxilema como del protoxilema en promedio son de 1193  $\mu\text{m}$ , presentando punteaduras simples con disposición opuesta, además distribución escaleriforme y placas de perforación escaleriformes con 33 - 49 barras de engrosamiento con orientación oblicua (Figura 24).



**Figura 24: Elementos de los vasos. Punteaduras simples (A) y placas de perforación escaleriformes (B)**

Un corte visto transversalmente muestra la dispersión con la que se encuentran los vasos, ubicando 2 zonas, dependiendo de la zona en donde se ubique presentaran diferentes concentraciones, ocurriendo un cambio gradual, variando de 9 vasos/ $\text{mm}^2$  en la zona A hasta 16 vasos/ $\text{mm}^2$  en la zona B (ver Tabla 17), conforme vamos de la zona periférica al centro (ver Anexo 4).

**Tabla 17: Valores promedio de los elementos xilemáticos de *Heteropsis flexuosa***

Individuo	Sección	Fibras			Vasos	
		Diámetro	E. De pared	Lumen (d-2e)	Longitud (micras)	Longitud (micras)
1	Apical	21,32	6,94	7,44	3191	1183
	Media	21,69	6,66	8,37	3123	1181
	Baja	24	8,39	7,21	3642	978
2	Apical	22,93	7,14	8,65	3372	1148
	Media	22,68	5,87	10,95	2959	1093
	Baja	21,98	6,84	8,3	2904	1075
3	Apical	21,04	7,28	6,47	3015	1297
	Media	21,87	7,93	6,01	3305	1489
	Baja	24,09	9,47	5,15	3091	1136
4	Apical	24,12	9,97	4,19	3120	1153
	Media	16,13	7,58	0,98	3320	1122
	Baja	24,55	8,06	8,42	3245	1118
5	Apical	24,12	9,97	4,19	3120	1153
	Media	20,84	7,51	5,82	4188	1619
	Baja	24,14	9,97	4,2	3067	1153
<b>X</b>		22,366	7,972	6,423	3243,92	1193,17
<b>Ds</b>		2,153	1,321	2,468	319,35	162,77
<b>Cv</b>		0,096	0,165	0,384	0,098	0,136

X: Valores promedios para los 5 individuos \* (n= 25, por cada individuo)

DS: Desviación estándar

CV: Coeficiente de variabilidad

(\*) Valores de las 25 repeticiones por individuo se muestran en el Anexo 4.

La cantidad de poros grandes y pequeños aumenta en número en la parte central, y con ello aumenta la cantidad de espacios que serán ocupado por fluidos, encontrándose a su vez menor cantidad de fibras apiñadas, por lo que se infiere que las propiedades mecánicas se vienen disminuidas, debido a que las fibras poseen componentes que le confieren mayor resistencia por otro lado, al existir espacios vacíos al material le otorga mayor módulo de elasticidad, ello invita a pensar que el material al poseer potencialmente gran capacidad para retener agua, explicaría por qué presentan mayor módulo de elasticidad; ello es el resultado que presenta paredes delgadas y cavidades celulares relativamente grandes esto



significa que en su estructura anatómica concentra gran cantidad de agua, menciona Guevara op cit. (2011).

**Tabla 18: Valores promedio de los poros de *Heteropsis flexuosa***

Individuo	Sección	Poros			
		Grandes		Pequeños	
		Diámetro (micras)	Por/mm <sup>2</sup>	Diámetro (micras)	Por/mm <sup>2</sup>
1	Apical	158	13	35	17
	Media	165	13	37	17
	Baja	150	15	34	16
2	Apical	146	11	34	16
	Media	146	10	34	15
	Baja	142	12	37	14
3	Apical	139	10	42	14
	Media	147	14	41	17
	Baja	143	16	49	17
4	Apical	137	9	37	17
	Media	151	10	33	13
	Baja	186	11	43	15
5	Apical	163	9	37	14
	Media	155	10	37	17
	Baja	150	9	36	13
<b>Promedio</b>		151,96	11	37,81	15
<b>Ds</b>		12,50	2,26	4,34	1,55
<b>Cv</b>		8,23	0,2	0,11	0,1

En la Tabla 18 se puede observar que el coeficiente de variabilidad los coeficientes de variabilidad son inferiores al 2 por ciento, no obstante, para la variación en diámetros grandes se tuvo un valor de 8.22 por ciento, ello se debe a que él “tamshi” tiene gran capacidad para retener agua y dependiendo a la altura en que se encuentre la capacidad de capilaridad, es diferente puesto que posee conductos de diferentes medidas, siendo mayor en donde la resistencia de la gravedad para transportar savia es mayor.

## V. CONCLUSIONES

- Anatómicamente las raíces de *Heteropsis flexuosa* se encuentra diferenciada en tres zonas: anillo esclerenquimal circunestelar, estela periférica y estela no periférica.
- Las propiedades mecánicas de las fibras de “*Heteropsis flexuosa*” demostraron ser aptas y comparable a otras fibras similares de importancia económica.
- Las propiedades mecánicas aplicadas en condición seca al aire son mayores que en condición húmeda.
- Las propiedades mecánicas aplicadas a las fibras sin envejecimiento son mayores .

## VI. RECOMENDACIONES

- Debido a que las raíces cortadas se regenerarán en un tiempo determinado (dependiente de las condiciones naturales), los estudios sobre la producción de nuevas raíces son muy importantes para la sostenibilidad económica.
- Es de suma importancia difundir la ecología, extracción y sostenibilidad (pudiendo ser bajo la modalidad de talleres informativos en las casas comunales) de *Heteropsis flexuosa*, para considerarla como especie promisoría en la elaboración de productos artesanales de la comunidad nativa de Timpia.
- Es determinante considerar un estudio anatómico a 3 niveles (basal, medio y apical), y compararlos entre sí, para demostrar si existe diferencia significativa en el tamaño elementos xilemáticos.
- Es mejor trabajarla en condición verde o saturada de agua, puesto que tendrá menor rigidez y con ello un menor esfuerzo en su manipulación, dándole así un mejor acabado.
- Realizar un seguimiento de los individuos colectados en campo, ello para conocer un poco sobre velocidad de regeneración, conocer más sobre la fenología y ver cuáles son los vectores de dispersión y/o propagación.
- Debido a que los individuos están a una altura promedio de 15 m se recomienda sumo cuidado al momento de extraer el material vegetal sea escalando el árbol, puesto que puede sobrevenir una caída; y en caso se jale las raíces cerciorarse que no hay elementos que puedan colapsar, poniendo en riesgo la vida de los que extraen el material vegetal.

- Contar con un inventario de *Heteropsis flexuosa* en donde se detallen los tiempos de extracción o cosecha adecuados para no atentar con la integridad de los individuos.
- Evaluar la preferencia de los árboles hospederos por el “tamshi”, de esta manera poder establecer una protección a nivel de nicho ecológico, evitando así que las personas talen árboles que son fundamentales para la proliferación de esta especie.
- Realizar pruebas con agentes destructores de materiales lignocelulósicos así por ataques entomológicos y fúngicos.
- Al momento de cortar las fibras con diversos elementos, es necesario asegurarse que deba tener un filo adecuado, puesto que el material vegetal suele desprenderse en partículas a manera de astillas, los cuales se consideran un desperdicio.
- Es recomendable no cambiar de ambiente a cada momento, puesto que pequeñas variaciones de temperatura y humedad principalmente, pueden afectar significativamente datos cuantitativos como es el peso de las muestras.

## VII. BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo, M. y Rosero, J. (2004). Ensayo de flexión y tracción paralela en las especies *Thorococarpus bissectus* (cesto de tamshi), *Heteropsis flexuosa* (alambre de tamshi) y *Desmoncus polyacanthos* (cashavara). *Informe técnico*. Laboratorio de ensayos mecánicos UNALM.
- Arostegui, A. (1976). *Estudio Tecnológico de madera del Perú. Zona Pucallpa*. (Vol. II Normas y Métodos), p.103. Dirección General de Investigación Agraria.
- Arroyo, J. 1983. *Propiedades físico-mecánicas de la madera*. Universidad de Los Andes, Escuela de Ingeniería Forestal.197.
- Baluarde, J y Del Castillo, D. (1998). *Tamshi: Otro producto no maderable de los bosques amazónicos con importancia económica*. p. 10.
- Baluarde, J. y Vásquez, M. (1998). La Extracción de productos forestales diferentes a la madera en el ámbito de Iquitos – Perú. *Folia Amazónica*. 9(1-2), p. 260.
- Baluarde, J. (2000a). La manufactura de muebles a partir de productos forestales no maderables en Iquitos. *Folia Amazónica*. 11(1-2).
- Baluarde, J. (2000b). Avances sobre la biología, ecología y utilización del “cesto de tamshi” *Thorococarpus bissecta* (Vell, Harling). *Folia Amazónica* 11(1-2), pp. 31-40. Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana (IIAP).
- Baluarde, J. y Alván.G. (2001). Ecología, uso e impacto de “alambre tamshi” *Heteropsis flexuosa* (H.B.K.) Bunting en Jenaro Herrera – Loreto. *En resumen: IX Congreso Nacional de Botánica*. p. 267.
- CONDESAN y CEDIA, (2010). Investigación en dos Comunidades Nativas Machinguenga del Valle de Urubamba – Amazonia de Cusco – Perú (pp. 3-9).
- COPANT (Comisión Panamericana de Normas Técnicas). (1974). *Maderas: Métodos para realizar el análisis estadístico de las propiedades de las maderas*. COPANT. 30(1-12), p. 8.

- Creemers, J.; De Meijer, M.; Zimmermann, T.; Sell, J. (2002). Influence of climatic factors on the weathering of coated wood. *Holz als Roh- und Werkstoff* 60(pp. 411–420).
- Datta, P.C. (1980). Development of Leaf – Fibers of *Agave americana* L. Var *Marginata alba* trel. *Broteria, Seria de Ciencias Naturales*, 42(1-2).
- Delmoro, J., Muñoz, D., Nadal, V., Clementz, A., Pranzetti, V. (2010). El color en los alimentos. Determinación de coloración en mieles. *INVENIO*, 13(25), pp. 145-152.
- Díaz, M.; Pecho, R.; Guarda, D. (2008). Variación de las propiedades físicas de *Calycophyllum spruceanum* (Benth) Hooker F. ex Chuman (CAPIRONA) de una plantación de ocho años en la zona de Tingo María, Perú. [Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. p. 18. Consultado el 12 de Ene. 2016. Disponible en <http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/676/T.FRS-51.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Durigan, C. C. (1998). Biología y extractivismo do Cipo-Tica (*Heteropsis* spp.- Aracea) Estudo para Avalicao dos impactos da Coleta sobre a Vegetacao de Terra-Firme no Parque Nacional do Jaú. p. 52.
- Esaú, K. (1959). *Anatomía vegetal*. Ediciones Omega S.A. p. 729.
- Esaú, K. (1987). *Anatomía de las plantas con semillas*. Editorial Hemisferio Sur.
- Fahn, A. (1978). *Anatomía vegetal* (Segunda edición). Blume Ediciones. p. 674.
- Fathi, L. (2014). *Structural and mechanical properties of the Wood from coconut palm, oil palms and date palms*. [PhD dissertation, University of Hamburg]. p.248. Consultado el 15 de febrero, 2017. Disponible en <http://ediss.sub.uni-hamburg.de/volltexte/2014/6922/pdf/Dissertation.pdf>
- Feist, W. C., y Hon, D. N. S. (1984). Chemistry of weathering and protection. In R. M. Rowell (ed). *Chemistry of solid wood. Advances in Chemistry Series 207* (pp. 401-451). A.C.S.
- Flores, M. (2012). Comentario Personal. Docente Titular del área de Botánica de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana (citado por Cárdenas, G., 2013)

- Guevara, E. (2011). *Propiedades físico – mecánicas de Heteropsis flexuosa “alambre tamshi”, Thoracocarpus bissectus “cesto tamshi” y Desmoncus polyacanthos “cashavara”*. [Tesis de Ing. Forestal, UNAP]. p. 91.
- Gutiérrez, E. (1983). *Clave de Identificación e Influencia de la Estructura Anatómica en las Propiedades Mecánicas de 14 especies forestales comerciales del Bosque Nacional Alexander Von Humboldt*. [Tesis Ing. Forestal. Universidad Nacional Agraria La Molina]. p. 136.
- Hoffman, B. (1997). *Biología y Uso de Nibbi Heteropsis flexuosa (Arácea): Fuente de un producto de fibra de raíz aérea en Guyana*. p. 122.
- Instituto Brasileiro Do Meio Ambiente E Dos Recursos Naturais Renováveis IBAMA. (1991). *Normas De Procedimientos Em Estudos Do Anatomía Do Madeira: I. Angiospermae*.
- International Association of Wood Anatomists (IAWA) Committee. (1989). *List of Microscopic Features For Hardwood Identification. IAWA Bulletin. 10*, pp. 217-332.
- Jasni, (1997). *The properties of Indonesian Rattan*. Asian Regional Knowledge Network on Forest Products Development. Set. 2012. Consultado 08 sep. 2016. Disponible en <http://arkn-fpd.org/index.php/product/detail/The-Properties-of-Indonesian-rattan#.VumeEeLhDIV>
- Junta del acuerdo de Cartagena (JUNAC). (1989). *Manual del grupo andino para el secado de maderas (1 ed.)*. Editorial Carbajal S. A., p. 52.
- Kollman, F. (1959). *Tecnología de la madera y sus aplicaciones. Tomo I (Traducción de la 2da, edición)*. Ministerio de Agricultura – Instituto Forestal de Investigaciones. Experiencias y Servicio de la Madera. p. 647.
- Leite, Q.A. (2001). *CIPÓ – Titica: un recurso Não Madeirável importante, muito utilizado, mas pouco conhecido*. Area de comunicação e negocios da Embrapa Amapá. p. 2.
- Libby, E. C. (1976). *Ciencias y tecnología sobre pulpa y papel*. Traducido del Inglés Por S. Carrasco. Primera edición, tomo 1. CECSA

- López, M. (2017). *Caracterización histológica y evaluación de propiedades físico mecánicas de la fibra de Cashavara (Desmoncus polyacanthos Martius) proveniente de una plantación del distrito Jenaro Herrera, Loreto- Perú*. [Tesis para optar el título de Ingeniero Forestal].
- Maiti, R. (1995). *Fibras vegetales en el mundo: aspectos botánicos, calidad y utilidad*. Editorial Trillas. p. 300.
- Marín, M. (2010). *Efecto del intemperismo acelerado en el color natural de la madera en clones de Tectona grandis Linn F. provenientes de las Zona de Peñas Blancas y Garzas, Costa Rica*. [Tesis Ing. Cartago, CR. Instituto Tecnológico de Costa Rica]. p. 67.
- Missouri Botanical Garden. (2001). *Current Specimen list for Heteropsis flexuosa*. [www.mobot.org/cgi-bin/search\\_vast](http://www.mobot.org/cgi-bin/search_vast)
- Ocampo, R. (1997). Aprovechamiento de productos no maderables del bosque tropical; tradición y perspectivas hacia una silvicultura con fines de producción diversificada. En César Sabogal, Marlen Camacho, Manuel Guariguata (Eds), *Experiencias prácticas y prioridades de investigación en silvicultura de bosques naturales en América Tropical* (pp. 20-21). CIFOR/CATIE/INIA.
- ONERN, (1972). *Inventarios de los estudios y disponibilidad de los recursos forestales del Perú (Segunda aparición)*. pp.120 – 174.
- Orellana, R., Herrera, P., Rebollar, S., Escalante, J., López, G., Escalante, S., Gus, L. (1999). Studies on the potential uses of some native palms of the Yucatan Peninsula (Mexico) as substitutes of rattan. *Acta Horticulturae*, 486, pp. 291-295.
- Parker F, y Gharaybeh, F. (1987). *Evaluation of Indirect Tensile Tests for Assessing Stripping of Alabama Asphalt Concrete Mixtures*. TRB, Transportation Research Record 1115
- Petric, M., Kricei, B., Humar, M., Pavlic, M., Tomazic, M. (2004). Patination of cherry wood and spruce wood with ethanolamine and surface finishes. *Surface Coatings International Part B: Coatings Traction*, 87(B3), pp. 195-201.



- Quintana, S., Cabudivo, A., Espíritu, J. (2011). Propiedades físico-mecánicas de las maderas de *Simarouba amara* (Aubl.) y *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) de plantaciones de diferentes edades, San Juan Bautista, Loreto, Perú. *Conocimiento Amazónico*, 2(2).
- Quiroz, D., Sáenz, T., Narcia, M., Vásquez, J. (2013). Propiedades físico mecánicas de la fibra de Agave lechuguilla Torr. de cinco procedencias bajo plantaciones. *Revista mexicana de Ciencias forestales*, 4(19). Consultado en marzo 2017. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-11322013000500007](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11322013000500007)
- Quiroz, J., Orellana, R., Canto, G., Rebollar, S., Herrera, P. (2008). Stem anatomical characteristics of the climbing, palm *Desmoncus orthacanthos* (Arecaceae) under two natural growth conditions in a tropical forest. *Revista de Biología Tropical*, 56(2), pp. 937-949.
- Rodríguez, Z. (2002). *Ecología y manejo de poblaciones naturales de “cesto tamshi” (Thoracocarpus bissectus (Vell.) Harling), en Jenaro Herrera. Loreto – Perú.* [Tesis para optar el Título de Ingeniero Forestal]. p. 67.
- Saldaña, J. S. (2004). *Biología, ecología y manejo de Heteropsis flexuosa (H.B.K.) Bunting. “alambre de tamshi” en Jenaro Herrera, Iquitos – Perú.* [Tesis para optar el título de Ingeniero forestal]. p. 110.
- Schaller, C., Rogez, D. and Braig, A., Coat, J. (2009). *Technol.Res.6* (1), pp. 81-98.
- Soares, M.; Mayo, S.; Gribel, R. (2013). A Preliminary Taxonomic Revision of *Heteropsis* (Araceae) Systematic Botany. *American Society of Plant Taxonomists*, 38(4), pp. 925-974.
- Souza, A. (2012). *Caracterização tecnológica das fibras do estirpe de Desmoncus polyacanthos Mart. Lavras- Brasil.* [Dissertação apresentada para a obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia da Madeira, UFLA]. p. 116. Consultado el 25 de marzo, 2017. Disponible en [http://www.prg.ufla.br/ct-madeira/wp-content/uploads/2012/07/Disserta%C3%A7%C3%A3o\\_ALESSANDRA-DE-SOUZA-FONSECA.pdf](http://www.prg.ufla.br/ct-madeira/wp-content/uploads/2012/07/Disserta%C3%A7%C3%A3o_ALESSANDRA-DE-SOUZA-FONSECA.pdf)
- TAPPI. (1996a). T494 om-96. Tensile properties of paper and paperboard.

- TAPPI. (1996b). T511 om-96. Folding endurance of paper (MIT tester). Tag and Label Manufacturers Institute (TLMI).
- TAPPI. (1997a). T411 om-97. Thickness (caliper) of paper, paperboard, and combined board. Tag and Label Manufacturers Institute (TLMI).
- TAPPI. (1997b). T412 om-94. Moisture in pulp, paper and paperboard. Tag and Label Manufacturers Institute (TLMI).
- TAPPI. (1997c). T544 sp-97. Effect of moist heat on properties of paper and board. Tag and Label Manufacturers Institute (TLMI).
- Technical Association of the Pulp and Paper Industry (TAPPI). (1967). T231 cm-84. Coarseness of pulp fibers. Tag and Label Manufacturers Institute (TLMI).
- Tolvaj, L. y Mitsui, K. (2005). Light source dependence of the photodegradation of wood. *J Wood Sci*, 51, pp. 468–473. <https://doi.org/10.1007/s10086-004-0693-4>
- Tomlinson, P. y Zimmermann, M. (2003). Stem vascular architecture in the American climbing palm *Desmoncus* (Arecaceae- Arecoideae- Bactridinae). *Botanical Journal of the Linnean Society*. 142, pp. 243-254.
- Torres, G. (2006). Evaluación biométrica en plantaciones de *Desmoncus polyacanthos* Martius “cashavara” en los ecosistemas aluviales de Jenaro Herrera, Loreto, Perú. *Memoria institucional del Programa de Investigación en Ecosistemas Terrestres (PET)*. p.68.
- Tuset, R. (1989). *Manual de maderas comerciales, equipos y procesos de utilización*. Hemisferio Sur. p. 689.
- UICN. (1993). *Global Biodiversity Strategy*. WRI, UICN, UNEP, USA. 233 p.
- Valderrama, H. (1992). Influencia de la estructura anatómica en el comportamiento tecnológico de treinta especies forestales. *Conocimiento*, 2, pp. 13-23.
- Valderrama, H. (2005). Apuntes de clases de Propiedades Físico-Mecánica de la madera. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. p. 58.

- Valverde, J. (2011). *Efectos del intemperismo en el color y calidad de superficie de la madera de Acacia mangium, Cedrela odorata y Tectona grandis con tres acabados*. [Tesis de grado, Instituto Tecnológico de Costa Rica]  
[https://www.researchgate.net/publication/292158981\\_Efectos\\_del\\_intemperismo\\_en\\_el\\_color\\_y\\_calidad\\_de\\_superficie\\_de\\_la\\_madera\\_de\\_Acacia\\_mangium\\_Cedrela\\_odorata\\_y\\_Tectona\\_grandis\\_con\\_tres\\_acabados](https://www.researchgate.net/publication/292158981_Efectos_del_intemperismo_en_el_color_y_calidad_de_superficie_de_la_madera_de_Acacia_mangium_Cedrela_odorata_y_Tectona_grandis_con_tres_acabados). Consultado el 25 de enero, 2018.
- Williams, S. R. (2005). *Handbook of Wood Chemistry and Wood Composites, chapter 7: Weathering of Wood*. USDA Forest Service, Forest Products Laboratory. pp. 139-185.
- Winnacker, K. y Küchler, L. (1958). *Chemische Technologie. Sammelwerk in fünf Bänden*.

## VIII. ANEXOS

### ANEXO 1. ENSAYOS DE RESISTENCIA Y PORCENTAJE DE ELONGACIÓN (MUESTRAS 1, 2, 3 Y 4)

Fuerza (kg)	Promedio (mm)	Fuerza (kg)	Promedio (mm)	Fuerza (kg)	Promedio (mm)	Fuerza (kg)	Promedio (mm)
0,5	0,13	0,5	0,17	0,5	0,19	0,5	0,17
1	0,39	1	0,33	1	0,27	1	0,33
1,5	0,78	1,5	0,62	1,5	0,64	1,5	0,59
2	1	2	0,78	2	0,88	2	0,88
2,5	1,11	2,5	1,11	2,5	1,12	2,5	1,18
3	1,75	3	1,31	3	1,32	3	1,37
3,5	1,67	3,5	1,65	3,5	1,66	3,5	1,54
4	1,59	4	1,97	4	2,02	4	1,82
4,5	1,91	4,5	2,55	4,5	2,33	4,5	2,23
5	2,43	5	3,28	5	2,83	5	2,6
5,5	2,14	5,5	3,91	5,5	3,43	5,5	2,22
6	2,25	6	4,34	6	3,96	6	2,58

Continuación

<b>Fuerza (kg)</b>	<b>Promedio (mm)</b>	<b>Fuerza (kg)</b>	<b>Promedio (mm)</b>	<b>Fuerza (kg)</b>	<b>Promedio (mm)</b>	<b>Fuerza (kg)</b>	<b>Promedio (mm)</b>
7	2,14	7	0,94	7	4,68	7	3,29
7,5	0	7,5	1,01	7,5	1,75	7,5	0
8	0	8	0	8	1,15	8	0
8,5	0	8,5	0	8,5	0	8,5	0
9	0	9	0	9	0	9	0
9,5	0	9,5	0	9,5	0	9,5	0
10	0	10	0	10	0	10	0

Fuerza (kg)	Promedio (mm)	Fuerza (kg)	Promedio (mm)	Fuerza (kg)	Promedio (mm)	Fuerza (kg)	Promedio (mm)
0,5	0,1	0,5	0,16	0,5	0,12	0,5	0,09
1	0,17	1	0,36	1	0,2	1	0,17
1,5	0,35	1,5	0,62	1,5	0,45	1,5	0,35
2	0,54	2	0,83	2	0,59	2	0,48
2,5	0,68	2,5	1,16	2,5	0,91	2,5	0,79
3	1,01	3	1,46	3	1,15	3	1
3,5	1,22	3,5	1,82	3,5	1,42	3,5	1,31
4	1,59	4	2,38	4	1,67	4	1,62
4,5	1,6	4,5	3	4,5	2,02	4,5	2
5	2,09	5	2,81	5	2,53	5	2,6
5,5	1,5	5,5	2,74	5,5	2,52	5,5	3,02
6	1,02	6	3,31	6	3,22	6	3,36
6,5	0,31	6,5	3,4	6,5	2,79	6,5	3,53
7	0	7	4,23	7	3,29	7	4,52
7,5	0	7,5	2,22	7,5	1,44	7,5	1,25
8	0	8	1,45	8	2,07	8	2,26
8,5	0	8,5	0	8,5	1,2	8,5	0
9	0	9	0	9	0	9	0
9,5	0	9,5	0	9,5	0	9,5	0
10	0	10	0	10	0	10	0

Fuerza (kg)	Promedio (mm)	Fuerza (kg)	Promedio (mm)	Fuerza (kg)	Promedio (mm)	Fuerza (kg)	Promedio (mm)
0,5	0,1	0,5	0,16	0,5	0,12	0,5	0,09
1	0,17	1	0,36	1	0,2	1	0,17
1,5	0,35	1,5	0,62	1,5	0,45	1,5	0,35
2	0,54	2	0,83	2	0,59	2	0,48
2,5	0,68	2,5	1,16	2,5	0,91	2,5	0,79
3	1,01	3	1,46	3	1,15	3	1
3,5	1,22	3,5	1,82	3,5	1,42	3,5	1,31
4	1,59	4	2,38	4	1,67	4	1,62
4,5	1,6	4,5	3	4,5	2,02	4,5	2
5	2,09	5	2,81	5	2,53	5	2,6
5,5	1,5	5,5	2,74	5,5	2,52	5,5	3,02
6	1,02	6	3,31	6	3,22	6	3,36
6,5	0,31	6,5	3,4	6,5	2,79	6,5	3,53
7	0	7	4,23	7	3,29	7	4,52
7,5	0	7,5	2,22	7,5	1,44	7,5	1,25
8	0	8	1,45	8	2,07	8	2,26
8,5	0	8,5	0	8,5	1,2	8,5	0
9	0	9	0	9	0	9	0
9,5	0	9,5	0	9,5	0	9,5	0
10	0	10	0	10	0	10	0

**ANEXO 2. DIMENSIONALES (ESPESOR, ANCHO Y LARGO), PESO, VOLUMEN Y SUPERFICIE DE LAS PROBETAS CONDICIONADAS PARA LA REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS FÍSICOS Y MECÁNICOS**

De modo que:

L: longitud total, Ax: ancho promedio, Ex: espesor promedio, P: peso, V: volumen, S: superficie

Sub -muestra	Árbol hospedero n°1 - Charichuelo 02									
	L (mm)	A1 (mm)	A2 (mm)	Ax (mm)	E1 (mm)	E2 (mm)	Ex (mm)	P (g)	V (mm <sup>3</sup> )	S (mm <sup>2</sup> )
1	174,78	2,28	2,33	2,305	0,58	0,6	0,590	0,1079	237,692061	402,8679
2	166,99	2,24	2,1	2,170	0,56	0,58	0,570	0,1073	206,549931	362,3683
3	157,49	2,1	2,13	2,115	0,58	0,59	0,585	0,0970	194,85844	333,09135
4	169,47	2,47	2,21	2,340	0,51	0,54	0,525	0,1257	208,193895	396,5598
5	174,67	2,23	2,19	2,210	0,52	0,57	0,545	0,1271	210,381282	386,0207
6	171,31	2,36	2,29	2,325	0,5	0,55	0,525	0,1020	209,105269	398,29575
7	176,38	2,23	2,22	2,225	0,6	0,53	0,565	0,1179	221,731708	392,4455
8	162,01	2,25	2,23	2,240	0,54	0,57	0,555	0,1078	201,410832	362,9024
9	164,11	2,4	2,19	2,295	0,54	0,58	0,560	0,1169	210,914172	376,63245
10	167,43	2,15	2,17	2,160	0,52	0,5	0,510	0,1130	184,440888	361,6488
<b>Px</b>	168,464	2,271	2,206	2,239	0,545	0,561	0,553	0,1123	208,527848	377,283295



Sub -muestra	Árbol hospedero n°2 - Alcanfor moena 01									
	L (mm)	A1 (mm)	A2 (mm)	Ax (mm)	E1 (mm)	E2 (mm)	Ex (mm)	P (g)	V (mm <sup>3</sup> )	S (mm <sup>2</sup> )
1	161,5	2,23	2,25	2,240	0,52	0,54	0,530	0,1025	191,7328	361,76
2	177,89	2,21	2,19	2,200	0,56	0,55	0,555	0,1247	217,20369	391,358
3	195,44	2,25	2,25	2,250	0,53	0,6	0,565	0,1473	248,4531	439,74
4	169,36	2,3	2,21	2,255	0,52	0,54	0,530	0,1061	202,410604	381,9068
5	174,18	2,28	2,3	2,290	0,55	0,56	0,555	0,1089	221,374071	398,8722
6	172,72	2,17	2,2	2,185	0,55	0,49	0,520	0,1199	196,244464	377,3932
7	170,02	2,21	2,25	2,230	0,55	0,53	0,540	0,1121	204,738084	379,1446
8	168,4	2,24	2,19	2,215	0,61	0,58	0,595	0,1007	221,93857	373,006
9	171,67	2,2	2,22	2,210	0,59	0,54	0,565	0,1228	214,355746	379,3907
10	175,85	2,23	2,21	2,220	0,56	0,6	0,580	0,0968	226,42446	390,387
<b>Px</b>	173,703	2,232	2,227	2,230	0,554	0,553	0,554	0,11418	214,487559	387,29585

Sub -muestra	Árbol hospedero n° 3 - Tornillo 01									
	L (mm)	A1 (mm)	A2 (mm)	Ax (mm)	E1 (mm)	E2 (mm)	Ex (mm)	P (g)	V (mm <sup>3</sup> )	S (mm <sup>2</sup> )
1	172,89	2,24	2,21	2,225	0,55	0,6	0,575	0,1068	221,191144	384,68025
2	171,32	2,09	2,17	2,130	0,54	0,53	0,535	0,0994	195,227706	364,9116
3	176,39	2,21	2,19	2,200	0,55	0,52	0,535	0,1149	207,61103	388,058
4	177,3	2,22	2,21	2,215	0,6	0,57	0,585	0,1170	229,740908	392,7195
5	176,39	2,25	2,17	2,210	0,54	0,53	0,535	0,1161	208,554717	389,8219
6	166,43	2,31	2,19	2,250	0,56	0,53	0,545	0,1103	204,084788	374,4675
7	170,26	2,21	2,25	2,230	0,49	0,55	0,520	0,1073	197,433496	379,6798
8	168,84	2,23	2,22	2,225	0,52	0,58	0,550	0,1039	206,61795	375,669
9	167,2	2,24	2,21	2,225	0,56	0,57	0,565	0,1182	210,1913	372,02
10	167,18	2,19	2,27	2,230	0,55	0,53	0,540	0,0961	201,318156	372,8114
<b>Px</b>	171,42	2,219	2,209	2,214	0,546	0,551	0,549	0,1090	208,197119	379,483895

Sub -muestra	Árbol hospedero n° 4 - Cedro 02									
	L (mm)	A1 (mm)	A2 (mm)	Ax (mm)	E1 (mm)	E2 (mm)	Ex (mm)	P (g)	V (mm <sup>3</sup> )	S (mm <sup>2</sup> )
1	172,02	2,21	2,3	2,255	0,53	0,52	0,525	0,0987	203,650178	387,9051
2	169,56	2,17	2,4	2,285	0,54	0,61	0,575	0,1175	222,780645	387,4446
3	173,26	2,21	2,25	2,230	0,55	0,58	0,565	0,0933	218,298937	386,3698
4	177,96	2,22	2,28	2,250	0,54	0,56	0,550	0,1006	220,2255	400,41
5	170,57	2,23	2,25	2,240	0,6	0,58	0,590	0,0945	225,425312	382,0768
6	175,59	2,19	2,24	2,215	0,53	0,54	0,535	0,1252	208,07854	388,93185
7	176,49	2,23	2,21	2,220	0,55	0,53	0,540	0,1215	211,576212	391,8078
8	169,69	2,22	2,19	2,205	0,58	0,51	0,545	0,1286	203,920715	374,16645
9	174,05	2,23	2,21	2,220	0,54	0,49	0,515	0,1115	198,991365	386,391
10	167,84	2,17	2,31	2,240	0,56	0,55	0,555	0,1207	208,658688	375,9616
<b>Px</b>	172,703	2,208	2,264	2,236	0,552	0,547	0,550	0,11121	212,160609	386,1465

Sub -muestra	Árbol hospedero n° 5 - Alcanfor moena 02									
	L (mm)	A1 (mm)	A2 (mm)	Ax (mm)	E1 (mm)	E2 (mm)	Ex (mm)	P (g)	V (mm <sup>3</sup> )	S (mm <sup>2</sup> )
1	165,92	2,1	2,17	2,135	0,52	0,55	0,535	0,1246	189,517972	354,2392
2	175,86	2,2	2,15	2,175	0,55	0,52	0,535	0,0937	204,635093	382,4955
3	168,5	2,17	2,21	2,190	0,54	0,56	0,550	0,1172	202,95825	369,015
4	164,62	2,19	2,17	2,180	0,56	0,54	0,550	0,0952	197,37938	358,8716
5	173,3	2,23	2,23	2,230	0,52	0,6	0,560	0,0967	216,41704	386,459
6	165,97	2,21	2,24	2,225	0,56	0,59	0,575	0,0799	212,337869	369,28325
7	171,13	2,22	2,24	2,230	0,57	0,58	0,575	0,1158	219,431443	381,6199
8	175,96	2,27	2,3	2,285	0,53	0,59	0,560	0,1211	225,158416	402,0686
9	178,82	2,21	2,26	2,235	0,58	0,54	0,560	0,1159	223,811112	399,6627
10	171,21	2,24	2,19	2,215	0,6	0,6	0,600	0,1064	227,53809	379,23015
<b>Px</b>	171,129	2,204	2,216	2,210	0,553	0,567	0,560	0,10665	211,918466	378,29449

Sub -muestra	Árbol hospedero n° 6 - Alcanfor moena 03									
	L (mm)	A1 (mm)	A2 (mm)	Ax (mm)	E1 (mm)	E2 (mm)	Ex (mm)	P (g)	V (mm <sup>3</sup> )	S (mm <sup>2</sup> )
1	164,3	2,21	2,23	2,220	0,54	0,54	0,540	0,1195	196,96284	364,746
2	171,84	2,19	2,23	2,210	0,55	0,55	0,550	0,0934	208,87152	379,7664
3	171,46	2,09	2,21	2,150	0,54	0,52	0,530	0,1149	195,37867	368,639
4	170,06	2,23	2,18	2,205	0,52	0,49	0,505	0,1055	189,366062	374,9823
5	171,11	2,19	2,23	2,210	0,56	0,55	0,555	0,0801	209,874971	378,1531
6	168,27	2,25	2,25	2,250	0,55	0,54	0,545	0,1117	206,341088	378,6075
7	165,57	2,23	2,24	2,235	0,55	0,55	0,550	0,1222	203,526923	370,04895
8	173,61	2,26	2,27	2,265	0,55	0,59	0,570	0,1269	224,139191	393,22665
9	166,42	2,19	2,23	2,210	0,6	0,52	0,560	0,1049	205,961392	367,7882
10	166,13	2,24	2,22	2,230	0,51	0,53	0,520	0,0919	192,644348	370,4699
<b>Px</b>	168,877	2,208	2,229	2,219	0,547	0,538	0,543	0,1071	203,3067	374,6428

Sub -muestra	Árbol hospedero n° 7 - Cedro 01									
	L (mm)	A1 (mm)	A2 (mm)	Ax (mm)	E1 (mm)	E2 (mm)	Ex (mm)	P (g)	V (mm <sup>3</sup> )	S (mm <sup>2</sup> )
1	165,3	2,23	2,31	2,270	0,55	0,59	0,570	0,1204	213,88167	375,231
2	171,62	2,27	2,22	2,245	0,54	0,54	0,540	0,1192	208,054926	385,2869
3	162,21	2,31	2,27	2,290	0,6	0,57	0,585	0,0991	217,304627	371,4609
4	188,37	2,23	2,23	2,230	0,59	0,56	0,575	0,1328	241,537433	420,0651
5	173,05	2,21	2,23	2,220	0,6	0,6	0,600	0,1222	230,5026	384,171
6	174,21	2,24	2,19	2,215	0,54	0,53	0,535	0,1243	206,443205	385,87515
7	169,54	2,21	2,22	2,215	0,54	0,6	0,570	0,1114	214,052727	375,5311
8	172,95	2,26	2,19	2,225	0,57	0,55	0,560	0,1049	215,4957	384,81375
9	171,71	2,19	2,27	2,230	0,58	0,55	0,565	0,1135	216,346015	382,9133
10	171,71	2,24	2,22	2,230	0,6	0,53	0,565	0,1207	216,346015	382,9133
<b>Px</b>	172,067	2,239	2,235	2,237	0,571	0,562	0,567	0,11685	217,996492	384,82615

Sub -muestra	Árbol hospedero n° 8 - Charichuelo 01									
	L (mm)	A1 (mm)	A2 (mm)	Ax (mm)	E1 (mm)	E2 (mm)	Ex (mm)	P (g)	V (mm <sup>3</sup> )	S (mm <sup>2</sup> )
1	170,47	2,23	2,24	2,235	0,54	0,54	0,540	0,1204	205,740243	381,00045
2	174,6	2,18	2,27	2,225	0,52	0,59	0,555	0,1192	215,609175	388,485
3	171,05	2,26	2,19	2,225	0,5	0,64	0,570	0,0991	216,934163	380,58625
4	171,55	2,24	2,26	2,250	0,49	0,55	0,520	0,1328	200,7135	385,9875
5	170,04	2,23	2,25	2,240	0,52	0,59	0,555	0,1087	211,393728	380,8896
6	171,48	2,22	2,21	2,215	0,53	0,56	0,545	0,1404	207,006369	379,8282
7	169,94	2,19	2,22	2,205	0,55	0,55	0,550	0,1295	206,094735	374,7177
8	171,37	2,22	2,31	2,265	0,55	0,53	0,540	0,0718	209,602647	388,15305
9	173,98	2,23	2,24	2,235	0,53	0,56	0,545	0,0993	211,920689	388,8453
10	173,99	2,25	2,23	2,240	0,6	0,55	0,575	0,1287	224,09912	389,7376
<b>Px</b>	171,847	2,225	2,242	2,234	0,533	0,566	0,550	0,11499	210,911437	383,823065

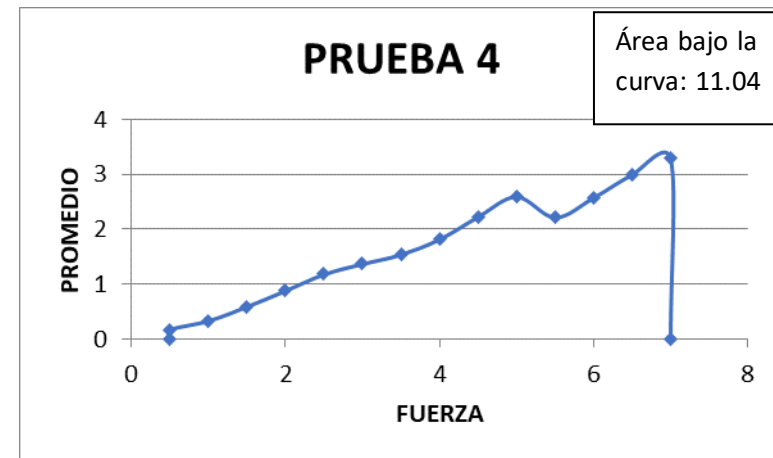
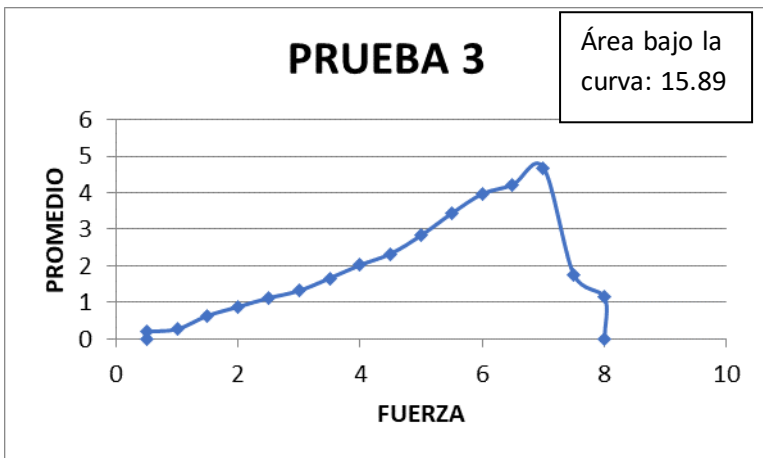
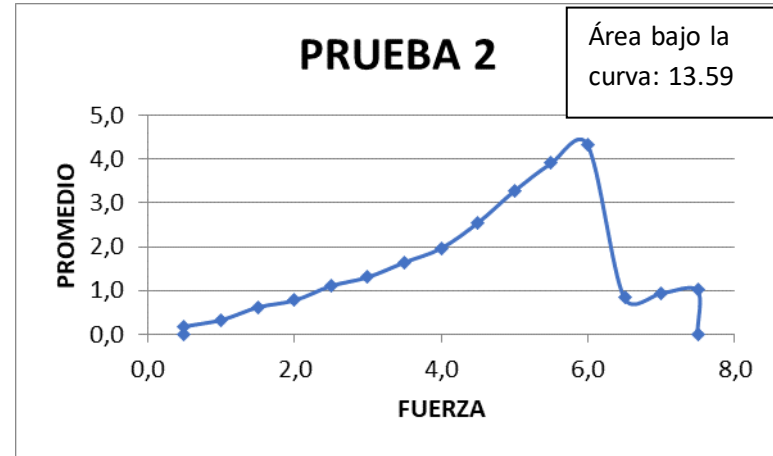
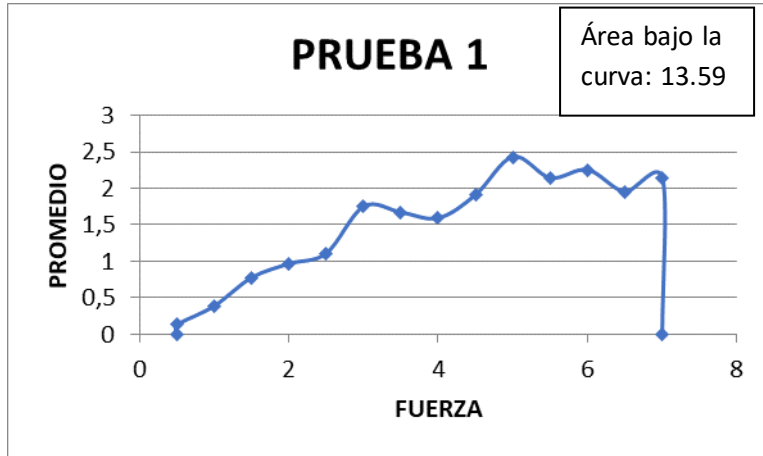
Sub -muestra	Árbol hospedero n° 9 - Tornillo 02									
	L (mm)	A1 (mm)	A2 (mm)	Ax (mm)	E1 (mm)	E2 (mm)	Ex (mm)	P (g)	V (mm <sup>3</sup> )	S (mm <sup>2</sup> )
1	165,75	2,19	2,19	2,190	0,54	0,55	0,545	0,1268	197,830913	362,9925
2	175,77	2,22	2,24	2,230	0,53	0,59	0,560	0,1226	219,501576	391,9671
3	174,83	2,19	2,29	2,240	0,55	0,58	0,565	0,0981	221,264848	391,6192
4	179,07	2,3	2,21	2,255	0,56	0,54	0,550	0,1144	222,091568	403,80285
5	169,01	2,29	2,27	2,280	0,55	0,54	0,545	0,1022	210,011826	385,3428
6	174,65	2,21	2,29	2,250	0,6	0,58	0,590	0,1024	231,847875	392,9625
7	173,73	2,19	2,21	2,200	0,5	0,5	0,500	0,093	191,103	382,206
8	171,67	2,24	2,19	2,215	0,52	0,6	0,560	0,0968	212,939468	380,24905
9	168,94	2,24	2,23	2,235	0,54	0,55	0,545	0,1225	205,781591	377,5809
10	171,77	2,25	2,25	2,250	0,58	0,54	0,560	0,1145	216,4302	386,4825
<b>Px</b>	172,519	2,232	2,237	2,235	0,547	0,557	0,552	0,10933	212,880286	385,52054

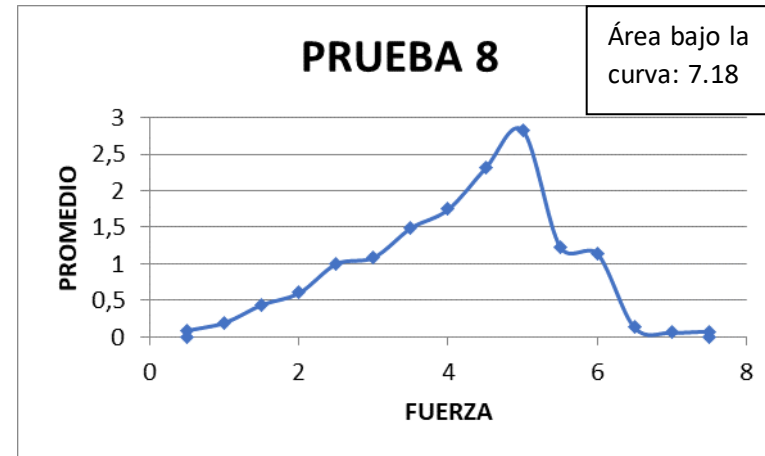
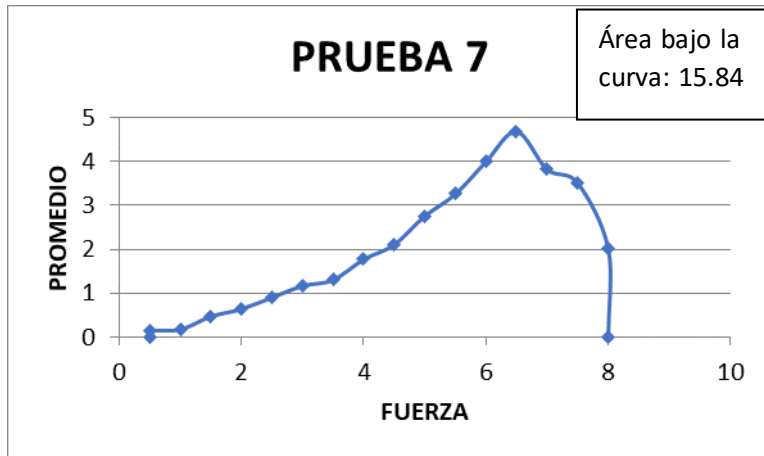
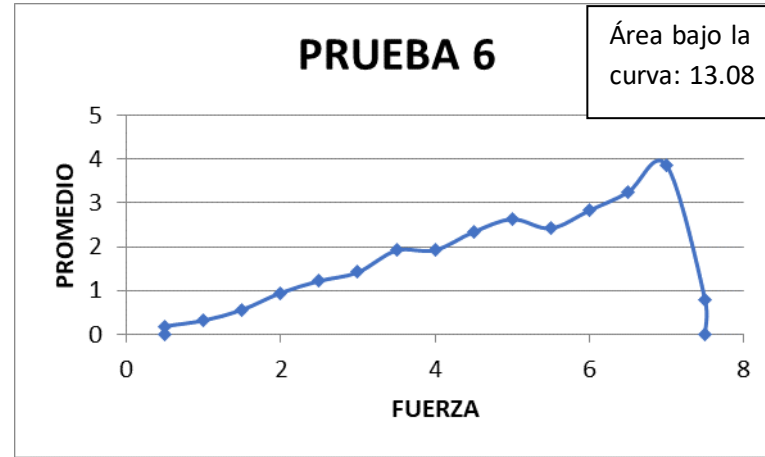
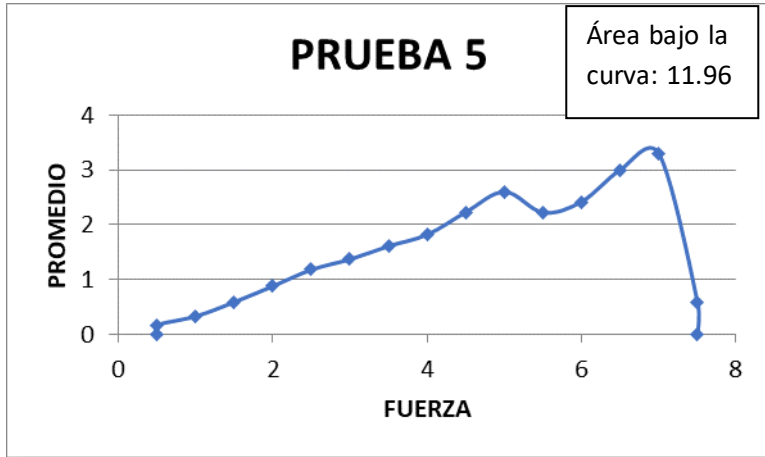
Sub -muestra	Árbol hospedero n° 10 - Charichuelo 03									
	L (mm)	A1 (mm)	A2 (mm)	Ax (mm)	E1 (mm)	E2 (mm)	Ex (mm)	P (g)	V (mm <sup>3</sup> )	S (mm <sup>2</sup> )
1	174,65	2,24	2,27	2,255	0,55	0,54	0,545	0,1039	214,640484	393,83575
2	165,22	2,19	2,24	2,215	0,54	0,5	0,520	0,1161	190,300396	365,9623
3	172,55	2,23	2,24	2,235	0,52	0,54	0,530	0,1217	204,394103	385,64925
4	174,83	2,19	2,27	2,230	0,52	0,53	0,525	0,0986	204,682223	389,8709
5	176,54	2,23	2,19	2,210	0,56	0,57	0,565	0,1151	220,436671	390,1534
6	174,19	2,19	2,22	2,205	0,6	0,58	0,590	0,0977	226,612481	384,08895
7	177,2	2,09	2,21	2,150	0,55	0,55	0,550	0,0914	209,539	380,98
8	164,99	2,31	2,21	2,260	0,6	0,54	0,570	0,1287	212,540118	372,8774
9	167,86	2,19	2,21	2,200	0,59	0,58	0,585	0,1247	216,03582	369,292
10	157,68	2,23	2,24	2,235	0,54	0,56	0,550	0,1181	193,82814	352,4148
<b>Px</b>	170,571	2,209	2,23	2,220	0,557	0,549	0,553	0,1116	209,300943	378,512475

Sub -muestra	Árbol hospedero n° 11 - Alcanfor moena 04									
	L (mm)	A1 (mm)	A2 (mm)	Ax (mm)	E1 (mm)	E2 (mm)	Ex (mm)	P (g)	V (mm <sup>3</sup> )	S (mm <sup>2</sup> )
1	171,51	2,24	2,2	2,220	0,53	0,54	0,535	0,1067	203,702427	380,7522
2	171,3	2,15	2,18	2,165	0,56	0,55	0,555	0,1214	205,829798	370,8645
3	173,12	2,24	2,22	2,230	0,55	0,5	0,525	0,1016	202,68024	386,0576
4	171,71	2,17	2,19	2,180	0,53	0,59	0,560	0,1101	209,623568	374,3278
5	174,46	2,15	2,15	2,150	0,54	0,59	0,565	0,11	211,925285	375,089
6	170,53	2,28	2,24	2,260	0,55	0,58	0,565	0,1146	217,749757	385,3978
7	171,31	2,39	2,19	2,290	0,53	0,58	0,555	0,11	217,726445	392,2999
8	171,1	2,22	2,3	2,260	0,54	0,6	0,570	0,1203	220,41102	386,686
9	176,71	2,42	2,19	2,305	0,53	0,54	0,535	0,1339	217,914354	407,31655
10	164,93	2,17	2,09	2,130	0,53	0,55	0,540	0,1169	189,702486	351,3009
<b>Px</b>	171,668	2,243	2,195	2,219	0,539	0,562	0,551	0,11455	209,726538	381,009225

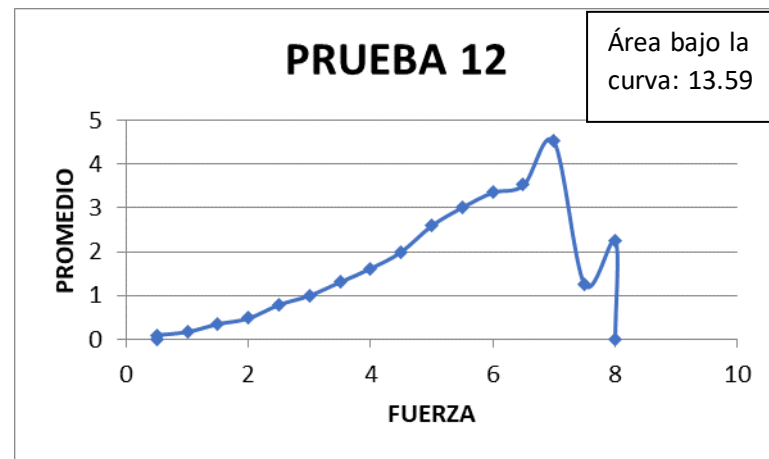
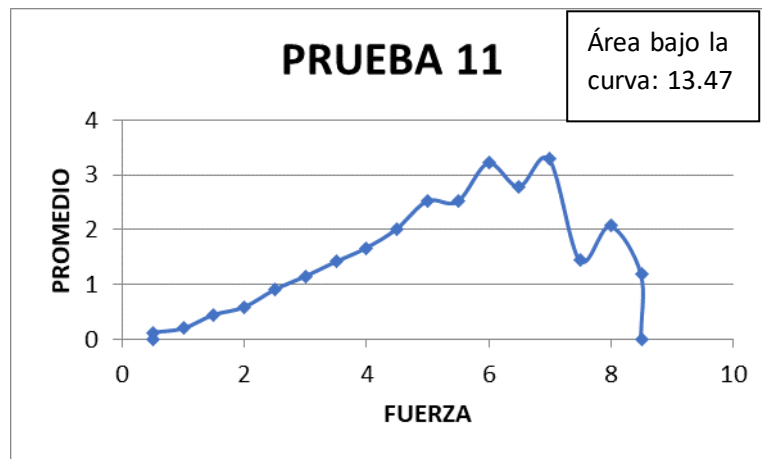
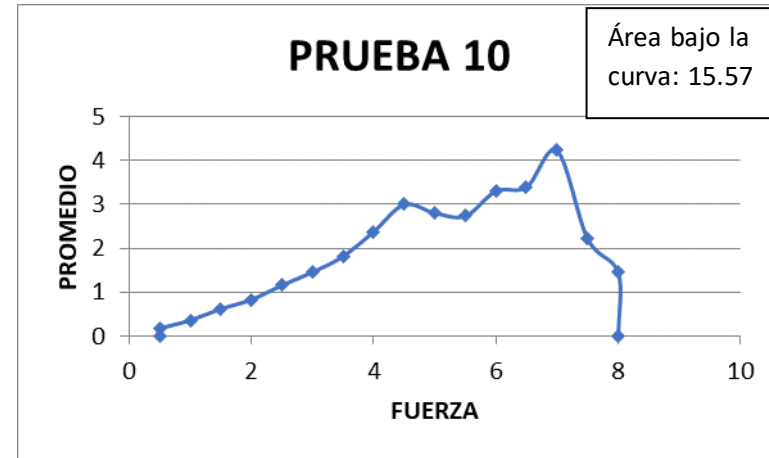
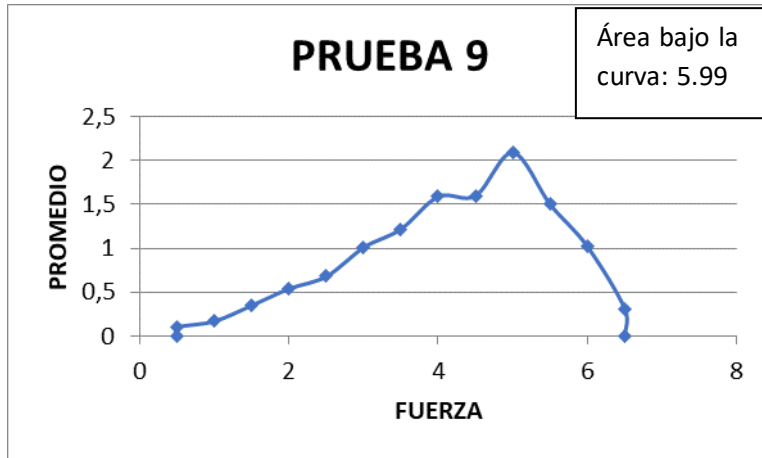
Sub -muestra	Árbol hospedero n° 12 - Alcanfor moena 05									
	L (mm)	A1 (mm)	A2 (mm)	Ax (mm)	E1 (mm)	E2 (mm)	Ex (mm)	P (g)	V (mm <sup>3</sup> )	S (mm <sup>2</sup> )
1	175,31	2,23	2,1	2,165	0,5	0,6	0,550	0,1334	208,750383	379,54615
2	169,43	2,11	2,22	2,165	0,55	0,57	0,560	0,1356	205,416932	366,81595
3	173,53	2,24	2,23	2,235	0,56	0,56	0,560	0,1006	217,190148	387,83955
4	173,52	2,1	2,13	2,115	0,5	0,58	0,540	0,1033	198,177192	366,9948
5	175,13	2,23	2,19	2,21	0,54	0,54	0,540	0,1162	209,000142	387,0373
6	168,34	2,24	2,09	2,165	0,51	0,55	0,530	0,1157	193,161733	364,4561
7	178,74	2,23	2,31	2,27	0,56	0,56	0,560	0,11	227,214288	405,7398
8	171,4	2,3	2,21	2,255	0,6	0,6	0,600	0,1051	231,9042	386,507
9	167,1	2,14	2,48	2,31	0,55	0,52	0,535	0,1258	206,510535	386,001
10	169,23	2,28	2,25	2,265	0,53	0,53	0,530	0,1249	203,152154	383,30595
<b>Px</b>	172,173	2,21	2,221	2,2155	0,54	0,561	0,551	0,11706	210,047771	381,42436

**ANEXO 3. TEA (TENSIL ENERGY ABSORPTION) Y DENIER (DENSIDAD LINEAL) DE LAS MUESTRAS COLECTADAS**









**ANEXO 4. MEDICIÓN DE ELEMENTOS XILEMÁTICOS PRESENTES EN LAS FIBRAS DE “TAMSHI”**

N°	Diámetro de poros(D)	Diámetro de poros (d)	numero por mm <sup>2</sup> (D)	numero de poros mm <sup>2</sup> (d)	D total	Esp de pared	longitud	longitud
1	134.91	38.14	11	19	21.6	3.35	1991.29	87
2	179.16	31.16	13	13	11.84	4.5	2942.1	200
3	136.81	40.19	15	13	17.9	8.11	2964.86	118
4	189.3	38.56	14	18	22.6	6.47	3124.7	89
5	158.68	38.2	13	19	29.91	7.4	2284.23	79
6	154.86	47.39	13	13	24.12	8.13	2132.6	86
7	142.64	37.16	14	18	22	8.7	5006.5	90
8	175.28	34.2	14	15	19.4	6.82	1924	111
9	179.37	38.75	8	19	22.18	8.34	2964.28	108
10	174.26	28.56	9	22	24.19	7	2139.6	120
11	184.7	39.16	12	22	21.29	4.32	1938.6	98
12	142.17	42.19	11	25	24.3	6.19	2223.5	65
13	169.78	47.26	11	13	23	7.1	4732.6	76
14	164.21	41.1	11	17	21.32	6.34	5879.2	86
15	193.24	28.17	17	17	21.58	7.34	2132.4	71
16	219.2	34.99	17	23	19.93	6.42	3328.43	81
17	173.48	32.15	16	22	22.37	8	2871.23	70
18	173.7	44.7	17	17	19.53	6.51	4629.4	90
19	133.33	40.3	17	13	19.54	8.75	2134.12	72
20	166.69	40.6	12	18	18.54	6.84	2900.2	92
21	179.22	38.7	10	14	27.99	7.01	4778.19	63
22	157	28.2	11	13	27.38	6.72	3555.43	55
23	192.9	31	13	16	18.67	5	2635.3	67
24	122.1	31	14	17	19.89	5.1	3218.12	101
25	128.26	29.2	12	20	21.3	6.08	3637.76	67
<b>PROM</b>	<b>165.01</b>	<b>36.8412</b>	<b>13</b>	<b>17.44</b>	<b>21.6948</b>	<b>6.6616</b>	<b>3122.7456</b>	<b>89.68</b>

N°	Diámetro de poros(D)	Diámetro de poros (d)	numero por mm2 (D)	numero de poros mm2 (d)	D total	Esp de pared	longitud	longitud
1	147.37	31.12	14	12	29.32	3.71	4272.15	58
2	144.47	29.84	14	15	18.3	11.43	3998.34	68
3	130.37	32.45	17	18	31.72	3.71	4742.1	49
4	129.38	33.17	13	17	28.53	11.05	4128.1	75
5	158.71	34.28	16	18	13.27	7.57	3162.48	95
6	144.91	35.16	15	18	29.54	7.09	4253.4	78
7	131.72	37.17	17	12	18.24	5.42	3054.7	81
8	144.17	27.81	16	10	18.1	12.37	5073.35	60
9	170.81	32.48	17	18	16.25	9.62	4834.23	66
10	172.6	35.16	15	10	32.06	12.37	3330.91	84
11	153.56	37.26	17	20	27.39	9.62	1665.92	86
12	154.48	32.34	14	19	23.9	9.37	1484.57	67
13	139.28	29.99	15	13	25.81	15.16	1973.98	77
14	171.27	41.26	15	17	19.73	2.74	3712.43	88
15	169.36	38.37	14	18	23.48	9.6	4138.96	75
16	136.19	29.18	15	17	27.31	7.41	3258.9	83
17	141.17	31.16	18	17	17.4	10.17	3771.43	34
18	138	28.98	17	13	25.4	6.18	1489.14	78
19	129.18	39.28	12	19	26.72	8.21	4019.29	84
20	158.65	41.17	16	19	23.22	7.16	4002.1	76
21	150.62	44.07	15	17	36.96	11.97	5900.21	48
22	166	29.43	17	16	24.72	8.61	3932.43	110
23	160.45	30	17	15	23.68	7.95	3256.78	79
24	163.34	34.45	12	14	19.34	5.72	2999.89	68
25	154.67	37.14	16	15	19.62	5.61	4590.93	90
<b>PROM</b>	<b>150.4292</b>	<b>34.1088</b>	<b>15.36</b>	<b>15.88</b>	<b>24.0004</b>	<b>8.3928</b>	<b>3641.8688</b>	<b>74.28</b>

N°	Diámetro de poros(D)	Diámetro de poros (d)	numero por mm2 (D)	numero de poros mm2 (d)	D total	Esp de pared	longitud	longitud
1	156.89	47.29	10	18	22.34	8.29	4271.6	67
2	169.42	29.27	12	14	21.67	7.84	3758.8	79
3	138.33	29.31	12	16	19.74	8.12	3614.24	98
4	146.89	30.72	10	15	15.62	7.64	2247.2	106
5	165.23	30.08	8	18	21.7	8.21	4164.7	96
6	129.15	28.31	10	16	15.4	5.08	5218.24	76
7	148.82	33.29	7	15	12.88	4.24	1987.3	59
8	117.52	40.47	7	18	16.74	5.81	2345.6	191
9	182.54	37.91	8	21	17.82	6.12	4444.7	156
10	152.43	39.23	12	14	24.29	9.44	5793.28	69
11	161.86	45.44	7	20	24.36	8.96	3861.8	208
12	118.65	39.78	13	14	19.22	7.14	4781.6	157
13	179.43	37.55	11	16	24.16	8.32	5685.24	67
14	148.91	38.43	8	20	22.08	9.02	2628.6	242
15	166.48	40.79	11	21	21.74	7.74	3886.1	198
16	144.65	31.57	12	17	19.06	8.22	2284.31	75
17	189.34	40.27	11	14	23.81	7.19	5001.61	92
18	145.34	36.28	11	16	19.28	6.14	4222.18	107
19	166.43	35.43	11	13	24.16	7.12	6431.6	76
20	163.23	40.19	10	19	19.78	7.02	2184.61	122
21	162.78	35.31	12	17	21.16	6.81	2276.81	184
22	166.43	40.28	10	17	24.82	9.12	5841.7	162
23	149.23	36.26	12	20	24.16	8.16	5961.8	98
24	147.65	40.37	13	18	25.21	8.14	4235.7	106
25	167.72	42.34	8	19	19.82	7.82	7569.87	184
<b>PROM</b>	<b>155.414</b>	<b>37.0468</b>	<b>10.24</b>	<b>17.04</b>	<b>20.8408</b>	<b>7.5084</b>	<b>4187.9676</b>	<b>123</b>

N°	Diámetro de poros(D)	Diámetro de poros (d)	numero por mm2 (D)	numero de poros mm2 (d)	D total	Esp de pared	longitud	longitud
1	148.76	35.92	9	14	14.93	6.4	1148.07	47
2	176.28	45.32	9	15	21	7.66	3193.09	89
3	164.22	23.63	10	13	30.67	10.39	4497.61	46
4	151.71	45.44	7	16	28.5	11.54	5918.85	115
5	165.98	44.01	8	16	26.42	9.72	3426.39	97
6	79.72	48.54	9	15	22.71	8.12	2005.17	91
7	104.59	36.99	8	12	23.74	11.81	3348.5	72
8	124.2	35.71	8	12	19.43	9.12	4102.83	167
9	177.58	38.52	6	13	25.32	7.84	4463.12	60
10	149.99	33.43	11	14	34.12	12.98	3341.62	172
11	133.07	23.63	9	14	28.51	14.51	2971.42	88
12	164.33	43.3	10	16	31.02	29.42	3109.81	12
13	165.37	40.9	12	12	24.07	8.23	4001.28	84
14	156.08	28.88	9	15	27.23	9.92	2005.17	73
15	135.53	37.71	7	13	19.27	8.73	3197.31	76
16	157.51	49.42	10	14	27.84	10.11	3342.71	107
17	162.46	34.52	10	12	14.91	7.92	3987.11	46
18	141.3	28.73	9	13	17.82	8.71	1498.13	103
19	154.76	35.71	8	13	23.63	10.03	3108.72	74
20	203.56	52-39	7	14	13.98	5.31	2464.14	119
21	195.73	30.64	10	16	28.71	8.19	2781.82	69
22	209.32	44.17	7	16	26.02	7.08	4108.94	82
23	248.03	46.18	7	14	24.78	7.14	2078.92	125
24	207.54	27.13	10	11	20.08	8.19	2762.86	72
25	201.59	30.48	11	9	28.31	10.12	1133.4	104
<b>PROM</b>	<b>163.1684</b>	<b>37.03791667</b>	<b>8.84</b>	<b>13.68</b>	<b>24.1208</b>	<b>9.9676</b>	<b>3119.8796</b>	<b>87.6</b>

N°	Diámetro de poros(D)	Diámetro de poros (d)	numero por mm2 (D)	numero de poros mm2 (d)	D total	Esp de pared	longitud	longitud
1	129.13	34.18	10	14	14.93	6.4	1148.07	47
2	140.79	35.37	9	12	21	7.66	3193.09	89
3	139.03	44.3	9	13	30.67	10.39	4497.61	46
4	139.38	37.76	9	13	28.5	11.54	3426.38	115
5	130.96	42.28	8	14	26.42	9.72	2005.17	97
6	168.31	39.28	11	17	22.71	8.12	5918.83	91
7	139.45	34.53	8	13	23.74	11.81	2007.87	72
8	150.31	37.08	10	11	19.83	9.12	4102.4	167
9	144.3	55.29	7	12	25.32	7.84	4463.12	60
10	177.5	44.8	6	14	34.12	12.98	3341.62	173
11	176.95	41.45	7	9	28.51	14.51	2971.42	88
12	169.82	37.28	7	15	31.02	29.42	3109.81	12
13	146.26	19.8	10	13	24.07	8.23	4001.28	84
14	176.91	37.63	6	13	27.23	9.92	2005.6	73
15	160.87	33.38	10	10	19.27	8.73	3197.6	76
16	139.7	34.53	10	12	27.84	10.11	3342.71	107
17	150.25	25.53	7	14	14.91	7.92	3987.11	46
18	146.53	32.37	8	16	17.82	8.71	1498.13	103
19	149.25	37.01	8	15	23.63	10.03	3108.72	74
20	149.14	30.04	10	15	13.98	5.31	2464.14	119
21	125.15	35.74	6	14	28.71	8.19	2781.82	69
22	148.6	36.17	12	1	26.02	7.08	4108.94	82
23	167.4	22.65	8	14	24.78	7.14	2762.86	125
24	162.71	28.71	9	13	20.08	8.19	2078.92	72
25	149.6	31.28	8	13	28.31	10.12	1133.34	104
<b>PROM</b>	<b>150.05625</b>	<b>35.5376</b>	<b>8.52</b>	<b>12.8</b>	<b>24.1368</b>	<b>9.9676</b>	<b>3066.2624</b>	<b>87.64</b>

N°	Diámetro de poros(D)	Diámetro de poros (d)	numero por mm2 (D)	numero de poros mm2 (d)	D total	Esp de pared	longitud	longitud
1	179.12	33.66	10	17	14.93	6.4	1148.07	47
2	168.47	29.04	9	12	21	7.66	3193.09	89
3	141.25	47.4	10	18	30.67	10.39	4497.61	46
4	157.9	51.22	11	16	28.5	11.54	5918.85	115
5	161.02	27.43	10	18	26.42	9.72	3426.39	97
6	129.09	49.26	8	20	22.71	8.12	2005.17	91
7	131.38	25.08	11	18	23.74	11.81	3348.5	72
8	125.48	42.19	12	17	19.43	9.12	4102.83	167
9	143.43	33.66	8	16	25.32	7.84	4463.12	60
10	144.1	37.02	8	17	34.12	12.98	3341.62	172
11	155.52	28.34	10	15	28.51	14.51	2971.42	88
12	130.06	44.86	8	15	31.02	29.42	3109.81	12
13	90.18	40.16	11	20	24.07	8.23	4001.28	84
14	98.56	30.72	7	17	27.23	9.92	2005.17	73
15	123.12	28.41	10	18	19.27	8.73	3197.31	76
16	11.29	42.81	8	16	27.84	10.11	3342.71	107
17	126.83	36.11	8	20	14.91	7.92	3987.11	46
18	155.04	41.81	10	13	17.82	8.71	1498.13	103
19	124.38	30.64	12	17	23.63	10.03	3108.72	74
20	185.61	39.32	7	16	13.98	5.31	2464.14	119
21	153.86	37.2	9	15	28.71	8.19	2781.82	69
22	143.48	41.7	8	15	26.02	7.08	4108.94	82
23	156.26	39.9	10	16	24.78	7.14	2078.92	125
24	167.89	28.7	8	14	20.08	8.19	2762.86	72
25	117.24	33.04	9	19	28.31	10.12	1133.4	104
<b>PROM</b>	<b>136.8224</b>	<b>36.7872</b>	<b>9.28</b>	<b>16.6</b>	<b>24.1208</b>	<b>9.9676</b>	<b>3119.8796</b>	<b>87.6</b>

N°	Diámetro de poros(D)	Diámetro de poros (d)	numero por mm2 (D)	numero de poros mm2 (d)	D total	Esp de pared	longitud	longitud
1	158.48	28.17	8	14	22.91	8.34	4338.9	90
2	183.21	36.72	9	15	21.78	9.39	4136.76	72
3	153.83	31.41	11	13	16.95	6.18	2010.34	95
4	144.71	33.36	9	16	18.23	7.81	3122.41	61
5	127.83	31.91	12	10	20.38	8.73	1938.6	81
6	154.43	32.27	11	12	19.64	6.84	2728.5	126
7	152.83	40.18	10	15	23.97	6.45	3924.8	86
8	137.54	36.47	11	16	26.84	7.16	2120.87	83
9	139.92	29.47	9	16	15.94	5.89	2934.82	70
10	152.82	26.84	11	12	24.17	7.11	3128.61	87
11	151.17	37.76	10	12	29.32	8.24	4135.77	92
12	157.98	26.17	11	13	19.04	9.49	3887.9	90
13	153.82	27.93	12	12	24.72	2.89	3338.42	82
14	149.42	47.84	10	11	14.86	8.1	2937.21	134
15	142.73	29.36	12	14	18.92	9.77	2764.81	86
16	137.84	44.39	10	11	15.67	7.11	3082.4	76
17	156.31	26.79	8	14	9.56	9.56	2784.27	75
18	184.36	44.39	10	12	8.31	8.31	4213.71	70
19	172.29	27.93	12	13	10.72	10.72	3938.34	71
20	162.39	29.04	9	10	6.87	6.87	4412.72	85
21	172.27	41.37	12	15	8.13	8.13	2831.91	79
22	144.32	42.83	8	16	7.98	7.98	4008.12	76
23	129.83	29.04	9	16	8.16	8.16	4112.16	89
24	122.37	27.93	10	15	3.17	3.17	3032.7	82
25	138.87	26.17	10	12	7.02	7.02	3123.7	93
<b>PROM</b>	<b>151.2628</b>	<b>33.4296</b>	<b>10.16</b>	<b>13.4</b>	<b>16.1304</b>	<b>7.5768</b>	<b>3319.55</b>	<b>85.24</b>



N°	Diámetro de poros(D)	Diámetro de poros (d)	numero por mm2 (D)	numero de poros mm2 (d)	D total	Esp de pared	longitud	longitud
1	174.19	44.08	13	19	28.99	5.88	2145.42	89
2	174.64	27.78	11	14	23.15	7.66	3305.26	82
3	153.29	35.42	12	18	21.24	8.33	1918.42	81
4	163.31	34.59	10	7	24.72	7.18	4125.88	83
5	164.24	49.44	12	16	25.61	8.09	1659.7	71
6	167.22	42.75	10	14	24.42	9.56	1704.6	84
7	168.37	38.21	12	20	22.71	7.88	2472.34	83
8	153.47	39.78	11	16	23.46	8.02	4178.6	73
9	151.85	47.9	12	18	27.69	7.36	3817.2	88
10	161.47	47.9	8	14	23.45	8.12	4002.4	85
11	165.06	51.08	10	16	25.28	7.99	1937.4	93
12	171.72	42.75	10	12	22.81	6.12	3142.7	79
13	178.77	54.98	11	14	27.63	9.48	2827.6	83
14	268.08	35.71	9	16	27.02	7.38	4124.8	88
15	263.29	44.02	10	13	26.82	8.19	2004.8	80
16	265.23	52.49	11	14	23.21	8.19	3208.4	75
17	301.7	44.01	9	13	27.51	7.99	2020.7	92
18	287.34	45.99	10	17	22.42	8.72	4399.93	67
19	177.64	53.63	11	15	26.88	7.98	4122.7	83
20	154.5	52.68	12	15	27.4	6.71	4399.9	66
21	166.23	43.17	9	14	22.64	8.12	3475.1	87
22	154.42	6.65	10	15	24.51	8.42	4722.4	93
23	145.36	51.34	11	14	19.63	7.64	3273.6	87
24	144.12	49.31	14	14	22.52	10.71	4235.7	140
25	174.23	47.2	9	14	21.98	9.87	3889.4	92
<b>PROM</b>	<b>185.9896</b>	<b>43.3144</b>	<b>10.68</b>	<b>14.88</b>	<b>24.548</b>	<b>8.0636</b>	<b>3244.598</b>	<b>84.96</b>

N°	Diámetro de poros(D)	Diámetro de poros (d)	numero por mm2 (D)	numero de poros mm2 (d)	D total	Esp de pared	longitud	longitud
1	160.94	39.17	13	12	28.21	9.09	1514.05	119
2	139.74	41.53	14	20	22.07	6.84	1747.84	208
3	144.39	42.96	12	17	13.45	2.43	2871.12	92
4	155.72	42.73	13	16	20.26	7.31	3000.9	84
5	173.12	37.42	12	17	24.17	11.63	2247.83	80
6	156.33	41.31	15	18	19.02	7.89	2452.27	89
7	121.38	42.28	16	19	19.1	6.93	3031.21	259
8	121.28	40.4	15	20	20.16	7.52	2741.73	74
9	152.53	37.9	15	18	23.21	6.93	1991.71	57
10	173.61	31.71	14	19	19.61	9.15	4737.8	101
11	142.73	42.37	12	18	24.27	7.88	4338.2	190
12	149.56	28.77	12	19	31.23	9.71	5297.18	59
13	136.44	34.74	13	19	23.54	8.23	3447.11	89
14	134.45	48.34	13	17	19.08	9.71	1990.7	88
15	139.34	43.47	13	21	29.32	13.13	2447.13	132
16	129.95	39.38	16	15	17.51	6.87	3497.81	80
17	146.78	42.75	12	12	14.07	6.09	2010.13	63
18	149.37	43.6	16	18	22.18	8.83	5041.97	102
19	128.19	39.6	14	16	27.15	5.39	5797.81	204
20	126.64	54.98	12	17	33.01	11.37	4757.81	172
21	142.7	42.91	13	11	20.54	9.9	2771.93	87
22	129.47	37.72	15	18	21.77	6.97	5447.83	115
23	170.71	36.98	14	14	27.81	8.81	3986.93	123
24	167.24	44.07	16	18	18.18	7.19	1442.13	64
25	174.26	42.75	13	16	7.83	2.46	4006.71	98
<b>PROM</b>	<b>146.6748</b>	<b>40.7936</b>	<b>13.72</b>	<b>17</b>	<b>21.87</b>	<b>7.9304</b>	<b>3304.7136</b>	<b>113.16</b>

N°	Diámetro de poros(D)	Diámetro de poros (d)	numero por mm2 (D)	numero de poros mm2 (d)	D total	Esp de pared	longitud	longitud
1	157.03	51.34	17	16	23.51	9.61	1952.66	82
2	144.46	39.32	15	18	24.75	9.17	2471.92	73
3	148.25	59.58	16	17	21.07	7.82	3042.81	39
4	146.45	30.28	15	19	22.34	9.29	3347.51	92
5	155.73	37.27	16	18	28.17	16.87	2933.37	125
6	146.95	54.37	14	18	30.25	13.41	2000.11	93
7	146.36	49.17	16	16	19.47	12.19	843.64	85
8	131.09	47.17	17	17	20.09	8.64	3779.8	45
9	147.23	60.29	14	16	23.44	8.11	3106.97	77
10	157.23	42.73	13	18	28.35	6.29	1849.07	85
11	157.68	58.31	17	14	23.85	7.02	4788.27	51
12	162.09	33.19	18	12	21.63	9.07	4030.07	94
13	151.26	60.29	14	17	24.71	8.71	3742.17	134
14	169	52.19	12	17	19.07	6.02	2817.92	84
15	124.85	39.37	14	16	27.12	12.43	2837.12	63
16	124.35	47.34	12	15	28	7.43	4336.58	117
17	128.46	51.22	16	16	20.16	12.29	2010.8	142
18	129.33	53.16	18	17	26.77	9.84	4538.17	130
19	132.92	51.27	29	16	26.24	9.2	3831.2	49
20	137.09	42.19	17	19	23.07	10.35	2040.01	73
21	125.38	63.24	20	22	31.69	9.59	3088.7	119
22	161.23	53.95	16	18	17.08	8.79	4011.11	72
23	136.27	41.3	19	16	24.79	10.48	3727.91	85
24	119.62	53.12	17	18	24.34	7.03	2227.61	84
25	133.93	61.13	14	16	22.22	7.09	3928.32	66
<b>PROM</b>	<b>142.9696</b>	<b>49.3116</b>	<b>16.24</b>	<b>16.88</b>	<b>24.0872</b>	<b>9.4696</b>	<b>3091.3528</b>	<b>86.36</b>

N°	Diámetro de poros(D)	Diámetro de poros (d)	numero por mm2 (D)	numero de poros mm2 (d)	D total	Esp de pared	longitud	longitud
1	148.71	44.02	12	13	21.97	7.18	2478.89	116
2	139.55	41.03	10	12	20.64	8.26	3000.7	117
3	123.57	51.38	11	18	21.12	7.34	2662.4	82
4	146.72	40.53	10	13	21.36	4.63	2199.6	101
5	138.27	43.21	8	16	21.81	7.42	3078.1	81
6	144.37	57.39	11	14	19.76	7.24	2996.4	75
7	131.25	49.02	8	14	21.38	7.14	1996	56
8	144.36	41.09	10	14	21.89	7.9	3848.2	79
9	131.08	41.73	10	18	18.98	6.93	2774.8	100
10	158.46	43.45	7	12	19.73	7.18	2242.7	72
11	140.53	42.33	8	13	21.13	8.12	228.2	69
12	133.39	38.99	11	17	20.19	7	4545.2	60
13	132.27	42.34	12	12	19.54	10.8	1983.4	74
14	131	36.47	10	14	20.16	6.61	5048.9	173
15	158.35	39.36	11	16	21.22	4.27	2097.4	106
16	141.65	29.23	8	13	21.2	8.04	3264.1	162
17	147.39	55.31	10	13	20.4	7.84	4296.4	110
18	142.59	38.31	12	13	20.61	7.77	3128.3	78
19	138.25	46.36	8	14	21.17	6.16	2983.7	105
20	154.31	37.24	10	17	20.72	5.31	2698.4	84
21	138.7	36	11	15	25.14	7.29	3174.9	72
22	128.35	39.53	12	12	21.42	7.42	2072.8	180
23	136.54	42.23	8	14	21.63	7.31	5795.5	160
24	128.37	43.26	10	15	21.34	9.24	4575.2	84
25	112.7	32.19	10	15	21.4	7.63	2197.6	68
<b>PROM</b>	<b>138.8292</b>	<b>42.08</b>	<b>9.92</b>	<b>14.28</b>	<b>21.0364</b>	<b>7.2812</b>	<b>3014.7116</b>	<b>98.56</b>

N°	Diámetro de poros(D)	Diámetro de poros (d)	numero por mm2 (D)	numero de poros mm2 (d)	D total	Esp de pared	longitud	longitud
1	139.19	29.43	12	17	19.86	7.75	2723.41	73
2	151.11	29.99	14	19	21.44	6.73	1998.16	66
3	126.38	38.43	11	17	22.78	5.94	3302.9	198
4	146.62	42	9	11	21.24	8.17	2209.16	92
5	160.11	43.33	12	17	19.86	7.92	2671.32	69
6	128.29	37.87	10	14	22.5	6.34	3433.12	79
7	161.23	27.48	13	12	22.64	7.09	4008.9	72
8	171.16	23.37	7	13	21.68	7.16	1987.13	94
9	141.47	30.32	12	17	21.15	6.34	4440.21	92
10	151.39	39.44	10	20	23.09	7.09	2909.3	58
11	144.73	34.77	12	18	21.18	6.16	5479.23	83
12	142.49	29.9	13	19	20.73	5.39	2271.32	80
13	112.43	28	12	14	17.18	6.38	1809.09	84
14	171.29	35.15	9	12	22.17	6.16	5559.04	77
15	139.42	32.7	10	11	26.41	10.2	5378.16	60
16	132.19	27.4	9	17	22.21	6.81	4580.6	88
17	148.32	34.72	8	19	19.92	7.3	5514.6	75
18	128.17	34.78	10	21	22.29	6.18	1987.12	77
19	152.18	34.44	11	13	22.13	6.24	2020.7	77
20	139.11	32.37	9	14	21.32	7.01	2034.1	89
21	152.39	31.46	12	12	36.72	9.89	2997.12	95
22	132.17	35.7	12	18	29.89	6.38	4300.9	75
23	144.39	37.28	10	18	12.23	3.62	2437.12	134
24	181.23	41.73	11	17	28.1	10.15	4632.71	110
25	161.09	37.29	9	21	34.57	10.18	3602.41	84
<b>PROM</b>	<b>146.342</b>	<b>33.974</b>	<b>10.68</b>	<b>16.04</b>	<b>22.9316</b>	<b>7.1432</b>	<b>3371.5132</b>	<b>87.24</b>

N°	Diámetro de poros(D)	Diámetro de poros (d)	numero por mm2 (D)	numero de poros mm2 (d)	D total	Esp de pared	longitud	longitud
1	167.19	32.05	11	15	22.61	6.36	2501.6	93
2	155.56	52.23	9	15	19.17	6.42	4181.7	79
3	170.62	61.34	13	16	22.63	6.74	2148.4	85
4	120.7	49.04	15	13	21.52	6.05	3810.1	93
5	134.66	42.54	13	18	21.25	5.59	3664.7	93
6	137.47	33.71	11	17	22.73	4.81	1991.7	77
7	152.26	34	13	17	25.81	7.62	2772.9	94
8	114.07	32.19	15	16	21.54	8.44	2674.8	62
9	135.09	33.02	10	16	16.32	9.27	2216.7	90
10	145.03	40.01	14	15	22.41	6.18	2216.4	65
11	135.73	29.17	13	16	21.17	5.94	4671.9	81
12	139.7	33.29	10	17	21.73	6.62	1991.6	71
13	137.28	29.4	12	10	21.12	7.09	2263.12	90
14	154.88	36.74	9	11	14.51	5.74	4411.23	65
15	131.82	42.23	14	10	33.12	7.86	2144.3	81
16	133.33	45.82	12	13	21.24	11.01	2447.32	71
17	131.48	33.49	13	11	23.18	6.24	1907.41	90
18	177.43	33.1	14	11	21.84	7.41	3888.12	77
19	155.38	34.27	11	9	21.17	6.38	3947.5	78
20	145.8	32.16	9	17	16.73	4.09	2213.43	93
21	140	33.02	12	12	19.82	5.36	2809.16	58
22	133.8	29.6	13	17	22.73	7.02	2334.72	108
23	133.23	29.97	10	12	21.12	6.84	2187.98	76
24	143.98	45.82	9	15	24.15	6.05	3957.21	112
25	132	33	9	12	29.94	9.91	3245	61
<b>PROM</b>	<b>142.3396</b>	<b>37.2484</b>	<b>11.76</b>	<b>14.04</b>	<b>21.9824</b>	<b>6.8416</b>	<b>2903.96</b>	<b>81.72</b>

N°	Diámetro de poros(D)	Diámetro de poros (d)	numero por mm2 (D)	numero de poros mm2 (d)	D total	Esp de pared	longitud	longitud
1	167.19	32.05	9	15	21.19	6.62	2432.18	74
2	155.56	51.02	7	16	21.73	4.23	1999.7	71
3	170.62	49.93	8	18	21.12	6.48	3375.16	94
4	134.66	42.39	8	17	20.85	6.13	4632.18	84
5	137.48	33.71	7	14	19.92	5.13	4168.23	91
6	135.73	30.85	12	16	23.08	7.32	2693.37	73
7	149.3	37.79	14	18	22.24	6.22	2482.7	71
8	152.1	45.86	13	17	21.71	5.73	2781.92	89
9	153.23	35.7	15	14	21.67	6.08	3147.54	95
10	137.98	29.6	12	14	21.12	5.26	2221.7	78
11	154.34	29.6	10	16	22.98	7.12	4277.18	91
12	145.78	30.79	12	15	23.72	6.25	3146.43	88
13	145.42	30.87	14	16	22.14	5.31	3939.81	79
14	155.73	32.25	12	14	21.73	4.41	2482.17	90
15	153.27	27.32	11	15	24.81	6.09	1545.65	79
16	114.37	26.88	13	14	24.07	5.11	2364.76	88
17	152.23	29.9	14	11	21.64	4.93	4448.02	95
18	132.23	42.34	14	9	22.04	6.74	2754.87	89
19	138.79	30.85	12	12	21.55	6	3171.83	71
20	131.77	23.8	11	17	21.14	5.77	3178.92	73
21	153.38	29.35	11	13	25.13	4.94	2781	95
22	114.09	33.19	8	17	22.99	5.17	2384.21	92
23	154.26	28.54	8	12	33.04	6.61	1989.33	87
24	155.38	45.83	8	15	22.17	5.94	1794.18	75
25	145.37	29.84	8	13	23.32	7.04	3777.2	65
<b>PROM</b>	<b>145.6104</b>	<b>34.41</b>	<b>10.84</b>	<b>14.72</b>	<b>22.684</b>	<b>5.8652</b>	<b>2958.8096</b>	<b>83.08</b>

N°	Diámetro de poros(D)	Diámetro de poros (d)	numero por mm2 (D)	numero de poros mm2 (d)	D total	Esp de pared	longitud	longitud
1	154.27	34.14	10	21	22.36	6.35	2051.29	98
2	149.26	33.16	12	17	18.84	6.85	3942.1	212
3	156.81	42.11	11	12	18.9	7.11	2864.2	120
4	179.3	38.56	14	17	23.36	6.47	3124.7	99
5	158.88	31.27	8	21	19.92	7.4	1984.23	98
6	154.86	40.39	17	12	26.12	8.13	2132.6	71
7	142.64	32.16	13	19	21.36	8.7	2817.4	96
8	175.28	32.2	11	16	19.4	6.82	1924	123
9	179.36	36.7	7	18	22.18	8.34	2964.28	107
10	174.26	29.17	11	13	24.19	7.63	2139.6	102
11	154.84	38.16	10	21	21.29	4.44	1938.6	97
12	132.17	41.19	12	22	24.3	6.19	2248.7	75
13	159.78	37.26	16	17	23.12	7.1	4732.6	57
14	154.27	32.14	12	22	21.32	6.89	5879.2	58
15	163.38	29.17	12	14	21.58	7.34	2132.4	72
16	119.24	31.99	18	18	16.03	6.42	3328.43	81
17	163.42	34.15	19	14	21.37	8.08	2871.23	71
18	173.87	49.17	18	17	22.53	6.51	4629.4	97
19	133.33	40.3	16	24	9.54	8.75	2134.12	72
20	166.69	40	9	19	21.24	6.84	2974.34	94
21	170.23	39.7	10	12	24.21	7.01	4778.19	69
22	168.36	28.2	13	14	21.58	6.72	4591.17	56
23	162.32	31.7	14	17	19.84	5.07	2935.43	64
24	172.19	31.7	14	16	25.81	6.37	4718.92	102
25	138.24	29.2	13	19	22.73	6.08	3937.7	56
<b>PROM</b>	<b>158.43375</b>	<b>35.3556</b>	<b>12.8</b>	<b>17.28</b>	<b>21.3248</b>	<b>6.9444</b>	<b>3190.9932</b>	<b>89.88</b>



**ANEXO 5. CONTENIDOS DE HUMEDAD SECA AL AMBIENTE**

<b>Condición: seca al ambiente</b>				
<b>Muestra</b>	<b>P. Húmedo (g)</b>	<b>P. Seco a ambiente (g)</b>	<b>P. Seco a estufa%</b>	<b>% cont. De humedad al ambiente</b>
<i>1</i>	1.90	0.66	0.56	17.65
<i>2</i>	2.04	0.84	0.72	17.65
<i>3</i>	1.89	0.62	0.55	13.64
<i>4</i>	1.80	0.60	0.52	14.94
<i>5</i>	2.23	0.90	0.76	17.65
<i>6</i>	2.31	0.85	0.73	16.28
<i>7</i>	1.92	0.77	0.66	16.28
<i>8</i>	1.90	0.63	0.54	17.65
<i>9</i>	1.69	0.71	0.62	13.64
<i>10</i>	2.02	0.67	0.59	13.64
<b>Promedio</b>	1.97	0.72	37.09	15.90
<b>Desv. Estándar</b>	0.2280	0.1028	0.0691	28.7851
<b>Coefficiente de var.</b>	0.1589	0.1419	0.0019	1.8104

**ANEXO 6. CONTENIDOS DE HUMEDAD EN CONDICIÓN VERDE**

<b>Condición: verde</b>			
<b>Muestra</b>	<b>P. Húmedo (g)</b>	<b>P. Seco a estufa(g)</b>	<b>% cont. De humedad</b>
1	2.12	1.71	80.75
2	1.87	1.48	79.51
3	2.37	1.96	82.79
4	1.68	1.31	77.66
5	1.88	1.43	75.90
6	1.97	1.56	79.23
7	1.69	1.42	84.17
8	1.70	1.30	76.28
9	2.03	1.91	93.89
10	1.85	1.56	84.05
<b>Promedio</b>	1.92	1.56	81.42
<b>Desv. Estandar</b>	0.4242	0.4811	251.8277
<b>Coefficiente de var.</b>	0.2212	0.3075	3.0928

## ANEXO 7. PERMISO DE COLECTA CON FINES DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA



### RESOLUCIÓN DE DIRECCIÓN GENERAL N° 043 -2017-SERFOR/DGGSPFFS

Lima, 16 FEB. 2017

#### VISTA:

La solicitud de autorización con fines de investigación científica fuera de Áreas Naturales Protegidas con colecta de flora silvestre, presentada por el señor Enrique Alfredo Olea Gutiérrez, y;

#### CONSIDERANDO:

Que, mediante solicitud s/n de fecha 06.02.17, el señor Enrique Alfredo Olea Gutiérrez, solicitó a la Dirección General de Gestión Sostenible del Patrimonio Forestal y de Fauna Silvestre, la autorización con fines de investigación científica con colecta de flora silvestre, para el desarrollo del Estudio "Caracterización de las fibras de "tamshi" (*Heteropsis flexuosa*) proveniente de Echarate-La Convención, Cusco";

Que, mediante correo electrónico de fecha 07.02.17 se solicitó al señor Enrique Alfredo Olea Gutiérrez aclarar observaciones técnicas al plan de investigación; las mismas que fueron realizadas el día 13.02.17;

Que, con Solicitud s/n de fecha 08.02.17, el señor Enrique Alfredo Olea Gutiérrez remite información complementaria al expediente de la solicitud;

Que, el artículo 140° de la Ley N° 29763, Ley Forestal y de Fauna Silvestre, señala que la colecta o extracción de recursos forestales y de fauna silvestre con fines de investigación orientada a determinación de genotipo, filogenia, sistemática y biogeografía es autorizada siguiendo procedimientos simplificados establecidos por el SERFOR. Los requisitos y procedimientos para la colecta o extracción y la exportación de especímenes de flora y fauna silvestre con fines de investigación o propósito cultural lo establece el reglamento de la presente Ley teniendo en cuenta las normas específicas relacionadas;

Que, el artículo 154° Reglamento para la Gestión Forestal, aprobado mediante Decreto Supremo N° 018-2015-MINAGRI, establece que el desarrollo de actividades de investigación básica taxonómica de flora silvestre, relacionadas con estudios moleculares con fines taxonómicos, sistemáticos, filogeográficos, biogeográficos, evolutivos y de genética de la conservación, entre otras investigaciones sin fines comerciales, son aprobadas mediante autorizaciones de investigación científica;



Que, la Tercera Disposición Final del Reglamento de Acceso a los Recursos Genéticos, aprobado por Resolución Ministerial N° 087-2008-MINAM, señala que la obtención de permisos, autorizaciones y demás documentos que otorguen entidades públicas, tales como el Ministerio de Agricultura y que amparen la investigación, obtención, provisión, transferencia u otro de recursos biológicos, con fines distintos a su utilización como fuente de recursos genéticos, no faculta a sus titulares a utilizar dichos recursos como medio para acceder a los recursos genéticos, ni determinan ni presumen autorización de acceso;

Que, mediante Resolución de Dirección Ejecutiva N° 250-2016-SERFOR-DE, emitido por el Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre-SERFOR, se designó al Ing. Walter Darío Nalvarte Armas las funciones de Director General de Gestión Sostenible del Patrimonio Forestal y de Fauna Silvestre-SERFOR;

Que, el Informe Técnico N° 0098-2017-SERFOR/DGGSPFFS-DGSPFF, de fecha 14 de febrero de 2017, emitido por la Dirección de Gestión Sostenible del Patrimonio Forestal, concluye que la solicitud de autorización con fines de investigación científica fuera de Áreas Naturales Protegidas con colecta de flora silvestre, es una investigación con fines de caracterización anatómica y de propiedades físico mecánicas, como parte del desarrollo del Proyecto o Estudio "Caracterización de las fibras de "tamshi" (*Heteropsis flexuosa*) proveniente de Echarate-La Convención, Cusco", sin acceso al conocimiento colectivo de la Comunidad Nativa de Timpia. Asimismo, que los resultados de la investigación aportarán información sobre el conocimiento tecnológico de los atributos de la fibra de *Heteropsis flexuosa*, lo cual contribuirá a un mejor reconocimiento de su valor económico. Con esta información, se alimentará el conocimiento de la diversidad biológica y a la gestión del patrimonio forestal;

En uso de las atribuciones conferidas por el artículo 53° del Reglamento de Organización y Funciones del Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre-SERFOR, aprobado por Decreto Supremo N° 007-2013-MINAGRI, el mismo que en su literal "g" del mencionado artículo señala como una de las funciones de la Dirección General de Gestión Sostenible del Patrimonio Forestal y de Fauna Silvestre, la de otorgar permisos de investigación o de difusión cultural con o sin colecta de flora y fauna silvestre y sus recursos genéticos.

**SE RESUELVE:**

**Artículo 1°.-** Otorgar la autorización con fines de investigación científica fuera de Áreas Naturales Protegidas con colecta de flora silvestre, al señor Enrique Alfredo Olea Gutiérrez, correspondiéndole el Código de Autorización N° **AUT-IFL-2017-006**.

**Cuadro 1 Relación de investigadores que participarán en el Proyecto**

Nombres y Apellidos	Organización	Participación en el Proyecto	DNI N°
Enrique Alfredo Olea Gutiérrez	UNALM	Investigador principal	43055318

**Artículo 2°.-** La autorización indicada en el artículo precedente incluye la colecta de raíces aéreas (fibras) de hasta 5 m de longitud, obteniendo aproximadamente 35 m lineales de un total de 07 individuos de la especie *Heteropsis flexuosa*, como parte del Proyecto o Estudio titulado "Caracterización de las fibras de "tamshi" (*Heteropsis flexuosa*) proveniente de Echarate-La Convención, Cusco", a desarrollarse al interior de la Comunidad Nativa de Timpia, distrito de Echarate, provincia de La Convención, departamento de Cusco, por un periodo de ocho (08) meses.

**Artículo 3°.-** El titular de la autorización tiene las siguientes obligaciones:

- No extraer especímenes, ni muestras biológicas de flora silvestre no autorizada; no ceder los mismos a terceras personas, ni utilizarlos para fines distintos a lo autorizado.
- No contactar ni ingresar a los territorios comunales sin contar con la autorización de las autoridades comunales correspondientes.
- Retirar todo el material empleado para la ejecución del presente estudio una vez terminado el trabajo de campo y levantamiento de información biológica.
- Sólo en el caso que por razones científicas acotadas se requiera enviar al extranjero parte del material colectado, el interesado deberá gestionar el correspondiente Permiso de Exportación ante la Dirección General de Gestión Sostenible del Patrimonio Forestal y de Fauna Silvestre del SERFOR, así como pasar el control respectivo. Los ejemplares únicos de los grupos taxonómicos colectados y holotipos, sólo podrán ser exportados en calidad de préstamo.
- Comunicar a la Administración Técnica Forestal y de Fauna Silvestre Cusco, la entrada y salida del personal científico en campo, así como, informar brevemente sobre el tipo de muestras colectadas por especie.





- f) Entregar a la Dirección General de Gestión Sostenible del Patrimonio Forestal y de Fauna Silvestre del SERFOR, una (01) copia del Informe Final (incluyendo versión digital) como resultado de la autorización otorgada, copias del material fotográfico y/o slides que puedan ser utilizadas para difusión.
- g) Entregar una (01) copia de las publicaciones producto de la investigación realizada en formato impreso y digital, que incluya la lista taxonómica de las especies de flora silvestre objeto de la presente autorización de colecta con las respectivas coordenadas (en formato excel).
- h) El Informe Final deberá contener una lista taxonómica de las especies objeto de la presente autorización de colecta, en formato MS Excel. Esta lista deberá contar con sus respectivas coordenadas en formato UTM (Datum WGS84), incluyendo la zona (17, 18 o 19). El formato de Informe Final que debe ser usado se encuentra en el Anexo 1 de la presente resolución.
- i) La entrega por parte del titular del citado estudio de lo indicado en el literal f) no deberá ser mayor a los seis (06) meses al vencimiento de la presente autorización.
- j) Indicar el número de la Resolución en las publicaciones generadas a partir de la autorización concedida.

**Artículo 4º.-** El titular del mencionado estudio deberá implementar todas las medidas de seguridad y eliminación de impactos que se puedan producir por las actividades propias de las actividades de las fases de campo, como toma de datos, tratamiento y transporte de muestras, transporte de equipos, personal, etc.

**Artículo 5º.-** Los derechos otorgados sobre los recursos biológicos no otorgan derechos sobre los recursos genéticos contenidos en ellos, ni autorizan el estudio a nivel genético, de acuerdo con la Tercera Disposición Final del Reglamento de Acceso a los Recursos Genéticos, aprobado por Resolución Ministerial N° 087-2008-MINAM.

**Artículo 6º.-** La Dirección General de Gestión Sostenible del Patrimonio Forestal y de Fauna Silvestre del SERFOR, no se responsabiliza por accidentes o daños sufridos por el solicitante de esta autorización, durante la ejecución del Proyecto; asimismo, se reserva el derecho de demandar del Proyecto de investigación los cambios a que hubiese lugar en los casos en que se dicten nuevas disposiciones legales o se formulen ajustes sobre la presente autorización.

**Artículo 7º.-** El titular autorizado del presente proyecto, se encuentra sujeto al cumplimiento de las obligaciones establecidas para la presente autorización con fines de investigación otorgada.

**Artículo 8º.-** Notificar la presente resolución al señor Enrique Alfredo Olea Gutiérrez, a la Dirección General de Información y Ordenamiento Forestal y de Fauna Silvestre, a la Dirección de Control de la Gestión del Patrimonio Forestal y de Fauna Silvestre y a la Administración Técnica Forestal y de Fauna Silvestre Cusco, para su conocimiento y fines correspondientes.

**Artículo 9º.-** Disponer la publicación de la presente Resolución en el Portal Web del Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre: [www.serfor.gob.pe](http://www.serfor.gob.pe).



Regístrese y Comuníquese



**Ing. Walter Nalvarte Armas**  
Director General  
Dirección General de Gestión Sostenible del  
Patrimonio Forestal y de Fauna Silvestre  
Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre - SERFOR

## ANEXO 1

### FORMATO DE INFORME DE INVESTIGACIÓN (PARCIAL o FINAL)

Una vez culminada la investigación autorizada, o al término de un período anual, la investigadora responsable deberá revisar el cumplimiento de los compromisos asumidos, teniendo en cuenta lo siguiente:

- 1) Entregar a la DGGSPFFS del SERFOR una (01) copia del informe parcial o final en idioma español, como resultado de la autorización otorgada, en formato impreso y soporte digital (CD), para ello adjunto el formato de informe a presentar:

- |    |  |
|----|--|
| a. | Título del Proyecto.   |
| b. | Área estudiada (indicando coordenadas geográficas para todas las zonas de colecta).  |
| c. | Nº de Autorización.  |
| d. | Autores.   |
| e. | Institución.   |
| f. | Resumen para ser publicado en la web del SERFOR (donde se deberá señalar los resultados y la relevancia de lo encontrado en forma sintetizada) |
| g. | Marco teórico.   |
| h. | Material y Métodos.  |
| i. | Resultados.  |
| j. | Discusión.   |
| k. | Conclusiones.  |
| l. | Bibliografía.  |
| m. | Anexos   |

- 2) Entregar copias del material fotográfico y/o slides que puedan ser utilizadas para difusión institucional no comercial.
- 3) Entregar copia de la(s) publicación(es), producto de la investigación realizada en formato impreso y digital, o de lo contrario señalar que no cuenta con publicación alguna en la remisión de su carta.
- 4) Presentar la lista taxonómica de las especies de fauna y/o flora encontradas en las zonas evaluadas con las respectivas coordenadas formato UTM (Datum WGS84), incluyendo la zona (17, 18 ó 19). Dicha información deberá ser presentada en un cuadro en formato Excel.
- 5) Además, se deberá adjuntar copias de las constancias de depósito del material biológico y de ser el caso, copias de los permisos de exportación otorgados (para el caso de autorización con colecta).



## ANEXO 8. UBICACIÓN DE LA COMUNIDAD NATIVA DE TIMPIA

