

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES**



**“PROPIEDADES DE FIBRAS DE JUNCO (*Schoenoplectus americanus*)  
DE LAS ALBÚFERAS DE MEDIO MUNDO, VÉGUETA, HUAURA”**

**TESIS PARA OPTAR TÍTULO DE INGENIERO FORESTAL**

**ROMINA HELENA ARMESTO CÉSPEDES**

**LIMA – PERÚ**

**2024**

---

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

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

## Tesis Romina Armesto

---

### ORIGINALITY REPORT

---

6%

SIMILARITY INDEX

6%

INTERNET SOURCES

0%

PUBLICATIONS

0%

STUDENT PAPERS

---

### PRIMARY SOURCES

---

1

[repositorio.lamolina.edu.pe](https://repositorio.lamolina.edu.pe)

Internet Source

6%

---

Exclude quotes Off

Exclude bibliography Off

Exclude assignment template Off

Exclude matches < 5%

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES**

**“PROPIEDADES DE FIBRAS DE JUNCO (*Schoenoplectus americanus*)  
DE LAS ALBÚFERAS DE MEDIO MUNDO, VÉGUETA, HUAURA”**

**TESIS PARA OPTAR TÍTULO DE INGENIERO FORESTAL**

**ROMINA HELENA ARMESTO CÉSPEDES**

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

.....  
Ing. Graciela Egoavil Cueva - Galvez, Dra.  
Presidente

.....  
Ing. Martín Araujo Flores, Mg.Sc.  
Miembro

.....  
Lic. Deysi Guzmán Loayza, Mg.Sc.  
Miembro

.....  
Ing. Enrique Gonzales Mora, PhD.  
Asesor

.....  
Ing. Manuel Chavesta Custodio, Dr.  
Co-Asesor

## **DEDICATORIA**

A mis padres en especial a mi Rox (mi madre que encaminó para que termine la tesis) hasta el cielo mamá.

## **AGRADECIMIENTOS**

A todas las personas que me ayudaron a culminar la tesis.

# ÍNDICE GENERAL

	<b>Pág.</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA .....</b>	<b>3</b>
2.1. Los productos forestales no maderables (PFNM).....	3
2.2. Tipos de fibras .....	4
2.2.1. Fibras naturales.....	4
2.2.2. Fibras vegetales .....	7
2.2.3. Características generales de la especie .....	9
2.2.4. Importancia económica y usos .....	10
2.2.5. Anatomía del tallo de monocotiledóneas.....	12
2.2.6. Propiedades físicas mecánicas en tallo de Junco.....	14
2.2.7. Propiedades químicas de las fibras vegetales .....	17
2.2.8. Antecedentes de la evaluación de propiedades con fibras naturales .....	18
<b>III. METODOLOGÍA .....</b>	<b>23</b>
3.1. Zona de estudio .....	23
3.1.1. Lugar de cosecha .....	23
3.1.2. Lugar de ensayos .....	24
3.1.3. Materia prima .....	25
3.2. Materiales y equipos .....	25
3.2.1. Materiales .....	25
3.2.2. Equipos .....	26
3.2.3. Reactivos .....	27
3.3. Metodología.....	27
3.3.1. Primera etapa: Medio Mundo - Vegueta .....	28

3.3.2.	Segunda etapa: Preparación de muestras.....	30
3.3.3.	Determinación de ensayos físicos y mecánicos del Junco .....	32
3.3.4.	Características químicas .....	35
3.3.5.	Características anatómicas.....	36
3.4.	Diseño experimental .....	38
<b>IV.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>41</b>
4.1.	Propiedades físico mecánicas .....	41
4.1.1.	Absorción de agua .....	42
4.1.2.	Densidad .....	44
4.1.3.	Tracción.....	45
4.1.4.	Elongación o alargamiento .....	47
4.1.5.	Absorción de energía por tensión (TEA).....	49
4.2.	Propiedades químicas .....	51
4.3.	Propiedades anatómicas .....	55
4.3.1.	Descripción anatómica de tallo de 1 mes .....	56
4.3.2.	Descripción anatómica de tallo de tres meses .....	57
4.3.3.	Descripción anatómica de tallo de seis meses .....	57
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>58</b>
<b>VI.</b>	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>59</b>
<b>VII.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>60</b>
<b>VIII.</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>66</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1: Corte transversal de tallo de <i>Cyperus papyrus</i> , Cyperaceae.....	13
Figura 2: Imagen de la ubicación de la zona de muestreo de junco, en Medio Mundo, Huaura.....	23
Figura 3: Zona de extracción de las muestras de 1, 3 y 6 meses de edad .....	24
Figura 4: Junco colectado en la zona de Medio Mundo, Huaura, Lima .....	25
Figura 5: Esquema metodológico seguido en el presente estudio.....	27
Figura 6: Zona de extracción de tallos de junco, en medio Mundo, Huaura: zona de junco (izq.) y zona de totora (der) .....	28
Figura 7: Extracción de junco, de 6 meses de edad, en la zona de Medio Mundo, Huaura. ....	29
Figura 8: Zona de secado natural del junco, luego de 6 meses, en Medio Mundo, Huaura. ....	29
Figura 9: Corte en muestras del junco, en 3 niveles: (a) basal; (b) media; (c) alta .....	30
Figura 10: Esquema gráfico señalando la ubicación de las muestras cortadas, por tallo y su codificación correspondiente, como probeta .....	31
Figura 11: Forma de colocación de probeta para ensayo de tracción y alargamiento .....	33
Figura 12: Estufa hermética, interior, para ensayo de envejecimiento del junco.....	34
Figura 13: Operaciones durante la absorción de agua en fibras de junco: (izq.) muestra sumergida en agua; (der) pesado de probeta.....	35
Figura 14: Imagen de molienda de muestra de junco: (izq) ingreso de muestra a molino disco; (der) muestra molida .....	36
Figura 15: Placas Petri con láminas obtenidas a partir de tallos de junco .....	37

Figura 16: Etapa de teñido de las láminas de tallo de junco: (izq) reactivo de coloración, safranina; (der) láminas teñidas .....	37
Figura 17: Variación de valores de absorción de 3 edades (1-3-6) de tallos de junco.....	42
Figura 18: Variación de los valores de densidad del tallo, en función de la edad del junco.. .....	44
Figura 19: Variación de los valores de tracción, de 3 edades, con tallos de junco .....	46
Figura 20: Variación de los valores de alargamiento de las fibras del tallo de junco, de 3 edades y 3 secciones; (serie 1: sin envejecer; serie envejecida).....	48
Figura 21: Variación de los valores de TEA, de las fibras de junco, antes y luego de envejecimiento acelerado.....	51
Figura 22: Variación de los valores promedio de las características químicas del tallo de junco .....	52
Figura 23: Imágenes de sección transversal del tallo de junco de 3 edades: 1, 3, 6 meses	56

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1: Clasificación de los productos no maderables .....	3
Tabla 2: Fibras vegetales y características .....	6
Tabla 3: Distribución del número de especies por categoría de uso para plantas de fibra, en tres países de la región andina .....	12
Tabla 4: Porcentaje de propiedades químicas de diversas fibras vegetales.....	18
Tabla 5: Características químicas de la paja de trigo .....	19
Tabla 6: Propiedades físicas y químicas de distintas fibras vegetales.....	21
Tabla 7: Codificación según edad y altura del tallo del junco por edad (1, 3, 6 meses) y nivel en el tallo (a,b,c) .....	31
Tabla 8: Diseño Experimental de combinación de variables del presente estudio: edad de tallo y parte del tallo .....	39
Tabla 9: Resultados obtenidos en las propiedades físico-mecánicas del junco.....	41
Tabla 10: Valores de absorción de agua en diferentes fibras celulósicas.....	43
Tabla 11: Valores de densidad de diferentes fibras vegetales .....	45
Tabla 12: Valores de tracción de diferentes tipos de fibras vegetales.....	47
Tabla 13: Valores de alargamiento de diferentes tipos de fibras vegetales.....	49
Tabla 14: Características químicas del tallo de junco, de 3 edades.....	52
Tabla 15: Composición química de diversas fibras vegetales.....	54

## ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
Anexo 1: Constancia de determinación botánica.....	66
Anexo 2: Medidas de los extremos del junco por medio del Vernier.....	67

## RESUMEN

La Albufera de Medio Mundo, ubicado a 172 km al norte de Lima, distrito Vegueta, provincia Huaura, Región Lima, es una zona con humedales de aproximadamente 15 hectáreas, donde las especies más importantes son la "totora" y "junco ". Ambas especies son utilizadas por la población local debido a las cualidades de su fibra, la más importante de ellas es el junco, debido a sus características y facilidad para la regeneración. Junco planta se cosecha después de 6 meses de crecer y los brotes de la planta aparecen después de los 4 días de la cosecha. Los tallos de la planta se extraen manualmente y después se secó con aire en paquetes (2 kg cada una) durante un período de 7 a 15 días, en verano o invierno, respectivamente. Después de eso, el uso de la gente secas atados paquetes de 50 kg que se transportan a los centros de transformación y luego procesados con el fin de obtener varios productos manuales: bolsas, cestas, adornos, etc. Durante el estudio, además de la evaluación del aprovechamiento, se evaluaron las propiedades físicas – mecánicas y químicas de las fibras del junco la cual se extrajo de los meses 1, 3, y 6 meses para su posterior evaluación ya mencionadas. El estudio demostró las ventajas de las buenas propiedades del junco, comparadas con otras fibras.

**Palabras claves:** Junco, fibra, propiedad física, albufera, vegueta y brotes.

## **ABSTRACT**

The Albufera de Medio Mundo, located 172 km north of Lima, Vegueta district, Huaura province, Lima Region, is an area with wetlands of approximately 15 hectares, where the most important species are the "totora" and "junco". Both species are used by the local population due to the qualities of their fiber, the most important of them is reed, due to its characteristics and ease of regeneration. Junco plant is harvested after 6 months of growing and the sprouts of the plant appear after 4 days of harvesting. The plant stems are manually extracted and then air-dried in packets (2 kg each) for a period of 7 to 15 days, in summer or winter, respectively. After that, people use dried tied 50 kg packages that are transported to processing centers and then processed in order to obtain various manual products: bags, baskets, decorations, etc. During the study, in addition to the evaluation of the use, the physical-mechanical and chemical properties of the reed fibers were evaluated, which were extracted from months 1, 3, and 6 months for their subsequent evaluation already mentioned. The study demonstrated the advantages of the good properties of reed, compared to other fibers.

**Keywords:** Reed, fiber, physical property, albufera, vegueta and shoots.

## I. INTRODUCCIÓN

El conocimiento y explotación de las fibras vegetales ha sido la labor más importante para el avance de la civilización humana tras la utilización de la misma, mejorando así la domesticación y manejo. El ser humano debe cubrir las necesidades básicas de vestimenta y cobijo para protegerse del medio en el que habita, empleando principalmente fibras vegetales. Además, las plantas de fibra han conformado una parte importante en la cultura material, ya que han sido la materia prima básica para construir diversos utensilios de uso doméstico, herramientas de caza y pesca, etc.

En el Perú existen fuentes de fibras vegetales en las regiones de la sierra, como el maguey (Huánuco) o totora en el Lago Titicaca (Puno); tamishi, yo corteza de machimango (Loreto) en la Selva; y, totora y en la Costa, totora y junco en zonas de Humedales, algunos de ellos cercanos a Lima como: Pantanos de Villa (Lima), Puerto Viejo (Mala), Medio Mundo (Huaura). En todos los casos, existe un aprovechamiento de las fibras cuya explotación de estas fibras se hace de manera racional básicamente con fines de subsistencia y también considerando un plan de como aprovechamiento racional dentro de zonas de conservación.

La albufera de Medio Mundo, se ubica en el distrito de Végueta, Huaura, es la tercera provincia más habitada de Lima, después del Callao y Lima Metropolitana, con 200 mil habitantes. Esta zona constituye un valle costero formado por caseríos donde la actividad agrícola es la más importante, resaltando el cultivo de frutas. El distrito de Végueta tiene una superficie de 253.94 km<sup>2</sup> y una población de 18 265 habitantes. En ella se encuentra el poblado de Santa Cruz de Medio Mundo que posee 5 801 habitantes y tiene como atractivo turístico a sus albuferas. Pero la presencia de éstas no sólo es un atractivo turístico, sino que refleja las características del territorio, manifestado en los humedales donde las aguas del mar filtran y luego la escasa salinidad permite que se desarrolle la flora y fauna. En el caso de la flora destacan la totora (*Scirpus americanus*) y el junco (*Schoenoplectus americanus*) que son las especies vegetales más importantes del lugar. Aunque la agricultura en Huaura es la actividad más importante, la superficie cultivable no se ha podido extender debido a la erosión de las aguas del río Huaura

y la pérdida de territorios por la salinidad de algunos suelos donde la napa freática ha aflorado, por lo que. Con esto, dicha zona posee un potencial económico en sus humedales.

Considerando esta situación, es importante aprovechar las condiciones naturales y preservarlas para el beneficio de los pobladores, y de la comunidad científica por ello es necesario caracterizar la fibra para posteriormente identificar sus propiedades y usarlas sosteniblemente. La presente investigación será de utilidad para contextualizar y tener la información necesaria para aportar a mejorar los mecanismos adecuados en la utilización de la fibra del “junco” y su desarrollo la mejor manera posible. En el presente estudio, el objetivo fue determinar las características físicas, mecánicas y químicas de la fibra de “junco” (*Schoenoplectus americanus*) de los Humedales de Medio Mundo, distrito de Vegueta, provincia de Huaura, Lima, en función de la edad de colecta de 1, 3 y 6 meses.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Los productos forestales no maderables (PFNM)

Los productos forestales no maderables son importantes en nuestro desarrollo; estos productos son considerados bienes de subsistencia para el consumo humano o industrial y también como servicios derivados de recursos diversos en las zonas rurales. Los productos no maderables incluyen los provenientes de plantas para su utilización como alimentos, bebidas, forraje, combustible y pieles y plumas, de sus derivados como miel, laca, seda, etc. (FAO, 1992). Los productos forestales no maderables se presentan en diversas categorías, ver Tabla 1.

**Tabla 1: Clasificación de los productos no maderables**

---

<b>Productos</b>	
<b>Alimenticios (para animales y humanos)</b>	Alimenticios de origen vegetal: Flores, cortezas, bulbos, raíces, nueces, hojas, verduras, forrajes, brotes, frutas, semillas, especias y saborizantes, hongos, brebajes, otros.  Alimentos de origen animal: Carnes de animales del bosque, miel , huevos, insectos, nidos , peces, caracoles, otros.
<b>Medicinales y otros bioactivos</b>	(Productos medicinales, insecticidas, toxinas, estimulantes).

---

---

<b>Extractivos</b> <b>(distintos de A y B):</b>	Gomas, resinas, látex, aceites fijos y esenciales, colorantes, taninos, gomas, lacas, anilina, ceras, otros.
<b>Otros animales y derivados</b> <b>(distintos de A, B Y C):</b>	Animales vivos y derivados: plumas, pieles , cueros , dientes cuernos, seda, trofeos, estiércol, etc.
<b>Otras plantas y derivados vegetales</b> <b>(distintos de A, B , C y D):</b>	Plantas ornamentales  Material para fabricación de artesanías, utensilios y artículos para el hogar, equipos agrícolas, cuerdas, juegos y componentes para casa: incluye coirón, fibra, bambú, junco, otros.  Material para envolver  Tallos para masticar  Hojarascas, tierra vegetal y paja

---

Fuente: FAO (1992)

## 2.2. Tipos de fibras

### 2.2.1. Fibras naturales

Con relación a los diferentes orígenes entre los tipos de fibras, estas se pueden encontrar en un entorno natural o sintético.

Las primeras se obtienen a partir de elementos que se encuentran de forma espontánea en el medio natural, siendo de tres tipos: minerales, animales y vegetales. Las fibras sintéticas se

obtienen mediante procesos químicos y físicos más o menos complejos, como es el caso del nailon, el rayón, el polietileno o el polipropileno (Bueno, 2009)

Las fibras minerales tienen características y propiedades con consecuencias perjudiciales, por lo que existe un marco normativo para su uso. El asbesto es el nombre común de una serie de minerales de silicato que se forman naturalmente y que, al disgregarse, proporcionan fibras largas, finas y muy resistentes. Existen 6 clases de minerales de asbesto que han sido usados comercialmente: crisotilo, amosito o asbesto pardo, crocidolito o asbesto azul, antofilito, tremolito y actinolito. Las fibras minerales son incombustibles y se han utilizado ampliamente en la industria, en la construcción, como materiales aislantes e ignífugos. El peligro de estas fibras está en la ingesta o inhalación prolongada que ocasiona serios problemas de salud, por lo que su utilización se encuentra sometida a una estricta regulación, que incluye su prohibición en muchos casos". (Bueno, 2009).

Las fibras animales que por su acceso y tratamiento sirven para cubrir necesidades de vestimenta desde tiempos ancestrales. Entre estas fibras las más utilizadas son la lana y la seda: la primera, es el pelo, por lo general suave y rizado, que recubre el cuerpo de los ovinos y que es usada en vestimenta humana. La fibra de la lana se caracteriza por su finura, elasticidad (se alarga hasta un 50 % de su longitud), longitud (aproximadamente de 35 a 350 mm) y aptitud para el afieltrado". (Bueno, 2009)

Las fibras vegetales, se extraen de varias partes de las plantas, como hojas, tallos, semillas o frutos.

En la Tabla 2 se presenta un listado de algunas fibras vegetales utilizadas.

**Tabla 2: Fibras vegetales y características**

<b>Fibra</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Familia</b>	<b>Nombre común</b>	<b>Descripción</b>
<b>Algodón</b>	<i>Gossypium barbadense</i>	Malváceas	Algodón	Es la mayor fuente de fibra vegetal son fibras blandas, aislantes, resistentes a la rotura y al desgarro.
<b>Lino</b>	<i>Linum usitatissimum</i>	Lináceas	Lino	Es la 2da fibra vegetal más utilizada; la fibra es extraída del tallo.
<b>Ceiba</b>	<i>Ceiba pentandra</i>	Bombacaceae	ceiba, kapok, lana de kapok	La planta es un árbol de gran dimensión y rápido crecimiento en América tropical. Las fibras representan el 21% del fruto; se usa en almohadas salvavidas y otros artículos textiles
<b>Bambú</b>	<i>Bambusa vulgaris</i>	Poaceae	Bambú	es una fibra suave antibacteriana, repelente a rayos UV, absorbente y confortable. Estas fibras se obtienen a través de procesos con vapor.
<b>Cabuya</b>	<i>Furcraea andina</i>	Agaváceae	cabuya, maguey, cardón, fique	Con sus fibras se elaboran hilos, papel, de sus espinas agujas y el extracto de sus hojas se utiliza como detergente. En las sociedades prehispánicas fue utilizada

				para elaborar redes, sogas para puentes colgantes, calzados, cestería, etc.
<b>Mimbre</b>	<i>Salix fragilis</i> <i>L</i>	Salicaceae	mimbrera	Las fibras del tallo y ramas son plegables y fáciles de trabajar, ideales para elementos tejidos decorativos, sillas, muebles de patio y canastos.
<b>Esparto</b>	<i>Stipa</i> <i>tenacissima</i>	Gramíneas	atocha, espartera, raigón, ariza	Se cosecha con 13 años de cultivo, las fibras se utilizan para elaborar sogas, alpargatas, cestos y estropajos.

---

Fuente: Bueno (2009)

### 2.2.2. Fibras vegetales

Las fibras vegetales se componen de células largas y delgadas que sirven de sostén en diversas partes de la planta, denominada esclerénquima. Estas células desarrollan una segunda pared, dentro de la primera, al final de su crecimiento, conformando una pared celular más gruesa, con el fin de dar soporte, dureza y rigidez a los tejidos vegetales. La composición de la pared de las fibras vegetales es celulosa y lignina, pero también se encuentran taninos, gomas, pectinas y otros polisacáridos. (Macía, 2006).

Según Macía (2006) la fibra en la planta se clasifica en 3 grupos y está en función de la localización y se dividen en 3 partes:

- Fibras blandas, se encuentra en el floema de los tallos (dicotiledóneas).
- Fibras duras, se encuentran en el floema de las hojas en forma de haces que se superponen unos con otros, con una mayor lignificación (monocotiledóneas).

- Fibras de superficie, que corresponde a los pelos de la epidermis de la semilla.

Las fibras blandas se encuentran en los tallos de las dicotiledóneas, como el lino, el yute o el cáñamo. Las fibras duras son las del esparto, o el sisal, etc.; finalmente las fibras de superficie, en el arilo, pelos de la epidermis de la semilla el ejemplo como el algodón. (Bueno, 2009)

#### **2.2.2.1. Extracción de fibras**

Según Mejía (2010) para separar las fibras de los componentes de la planta se aplican tres etapas o procesos diferentes:

- Proceso mecánico, consiste en extraer con ayuda de rocas y molinos, con materias blandas como el banano o fibras separadas como la corteza de coco; también se utiliza un rodillo para la extracción de fibra de la caña de azúcar, yute o cáñamo.
- Procesos biológicos, se utilizan enzimas de diferentes organismos (como bacterias) para descomponer la lignina adherida a las fibras.
- Procesos químicos, se separan los tres componentes principales de la materia prima vegetal, es decir, la celulosa, la hemicelulosa y la lignina.

#### **2.2.2.2. Propiedades de fibras**

Castro (2007) estudió de las propiedades de "kapok (*Ceiba trichistandra*) en función a clase diamétrica y piso altitudinal, proveniente del bosque seco de Bolívar, Cajamarca concluye que la longitud de mecha del kapok está influenciada por el nivel altitudinal en el cual se encuentra el árbol. Las mayores longitudes se encontraron en el nivel altitudinal Bajo (700-900 m.s.n.m.); del mismo modo La tensión de ruptura de fibras individuales y su absorción de agua también se encuentran influenciada por el nivel altitudinal. Las fibras más resistentes provinieron de árboles del nivel altitudinal Bajo (700-900 m.s.n.m.) y la fibra más absorbente provino del nivel altitudinal Alto (900-1200 m.s.n.m.).

Mejía (2010) en la investigación sobre extracción y caracterización mecánica de las fibras de bambú (*Guadua angustifolia*) para su uso potencial como refuerzo de materiales compuestos, se evaluó el potencial como esfuerzo en materiales compuestos polímeros. La extracción se hizo mediante una digestión química alcalina y un proceso kraft con diferentes concentraciones de licor blanco, con el propósito de determinar el procedimiento de separación de fibras de guadua más eficiente en términos de grado de lignificación y de propiedades mecánicas de las fibras. El estudio concluye que los materiales reforzados con fibras de guadua obtienen valores de rigidez más altos que aquellos con otras fibras naturales, lo que verifica el potencial de estas fibras para ser utilizadas como refuerzo de polímeros.

### **2.2.3. Características generales de la especie**

#### **2.2.3.1. Clasificación taxonomica**

La familia Cyperaceae posee 115 géneros y más de 4,000 especies, con distribución representada en la flora de todos los países, ocupando el 5° lugar entre las familias de plantas con flores, después de las Orchidaceae, Fabaceae, Asteraceae y Poaceae. Las plantas de esta familia crecen preferentemente en sitios con suelos húmedos de zonas templadas. (Diego, 2012).

#### **2.2.3.2. Descripción y taxonomía**

La descripción taxonómica del junco (Volkart ex Schinz & R. Keller – chairmaker’s bulrush) es la siguiente:

**Reino** : Plantae

**Subreino** : *Tracheobionta* – Vascular plants

**División** : Magnoliophita

**Superdivisión** : *Spermatophyta* – Seed plants

**Clase** : Liliopsida

**Subclase** : *Commelinidae*

**Orden** : Cyperales

**Familia** : Cyperaceae

**Género** : Schoenoplectus

**Especie** : *Schoenoplectus americanus* (Pers.)

El junco (*Schoenoplectus americanus*) es una especie perenne que posee un rizoma con o sin escamas, del que se desprenden múltiples tallos verdes que alcanzan una altura de 1,5 m. Los tallos son erectos, cespitosos, lisos, agudamente trígonos; poseen vainas foliares inferiores, sin lámina, con un limbo de hasta 2 cm, oblicuo, libre. Las vainas foliares superiores poseen o no, una lámina de 13 hasta 20 cm, lisa, septado nodulosa. La inflorescencia es un agregado pseudo-lateral con múltiples espiguillas sésiles. Hacia la parte terminal del tallo hay una bráctea de 1-15 cm, rígida, erecta, semeja la continuación del tallo que posee también una segunda bráctea reducida u obsoleta. Las glumas, de 4 x 3 mm, de formas ovadas con una costilla media conspicua, excurrente a partir del ápice con muesca. La raquilla que sostienen a las glumas es persistente, posee tres estambres y de dos a tres estigmas. Las anteras van de 1.5-2 mm. Los aquenios tienen (2-3) x (1.5-2) mm, aplanado convexos, obovados, pardo oscuro, lisos, prominentemente apiculados (Aponte, 2009).

#### **2.2.4. Importancia económica y usos**

La cosecha del junco se realiza durante todo el año, tratando de evitar los meses de verano para la extracción, ya que durante estos meses la probabilidad del aumento de plagas en el cultivo aumenta. De acuerdo a la localidad, la cosecha sigue un ritmo de siete y diez meses (para Medio Mundo y Paraíso, respectivamente). La extracción de esta especie se realiza de forma manual, a diferencia de especies más grandes como *Schoenoplectus californicus* o *Typha domingensis*, en las que es necesario el uso de una hoz; el junco es jalado desde los tallos dejando los rizomas en el sustrato. La parcela seleccionada (generalmente de 1 hectárea)

es utilizada por completo; por metro cuadrado explotado se logra obtener un aproximado de 10,6 kg de junco como peso fresco. Posteriormente, el producto pasa por un proceso de nivelación (en el cual todos los tallos son igualados en tamaño por medio de cortes), perdiendo biomasa. (Aponte, 2009).

El rendimiento del junco nivelado es aproximadamente de 8,2 kg de junco nivelado por metro cuadrado de junco fresco. Posteriormente, las plantas son tendidas al sol para el secado. Este proceso es de tiempo variable, ya que depende por completo de las condiciones climáticas. El rendimiento del junco seco es aproximadamente de 1.5 kg de junco seco por metro cuadrado. Una vez secos, los tallos del junco son atados y almacenados para la venta. Los desechos producto del proceso de extracción son dejados en la parcela, lo que ocasiona la presencia de múltiples plagas. Una de ellas es un hongo conocido como en la “Roya” el cual ataca a los tallos del junco pudiendo provocar hasta una pérdida del 80 por ciento del producto final. Además, puede atacar al junco durante el periodo de almacenamiento o cuando el junco se empieza a secar. (Aponte, 2009).

Según el Plan Maestro del Área de Conservación Regional (ACR) Albufera Medio Mundo de los años 2008-2013 (GRL, 2011)) el junco proporciona una fuente importante de materia prima para poder elaborar y fabricar productos que permitirán brindarle al poblador una actividad que le generará ingresos económicos. Esta actividad ha llevado a que se organicen los extractores, formando cooperativas extractoras de junco “José Olaya” y “San Martín”; las mujeres de Medio Mundo cuentan con una asociación de tejedoras que ha sido denominada “AMARTEMM” (Asociación de Mujeres Artesanas de Medio Mundo).

La importancia de las plantas de junco es destacada por su potencial capacidad como biorremediador. Al respecto, los nitratos, nutriente fundamental en el desarrollo de esta especie. Algunos estudios, cuyos resultados deben ser verificados, han determinado la respuesta de esta especie por nutrientes importantes en procesos de eutrofización, lo que conlleva a considerar el potencial del junco como biorremediador en ecosistemas impactados. (Aponte, 2009).

#### 2.2.4.1. Fibras vegetales en la elaboración de artesanías

Las fibras naturales, vegetales, destacan por su uso en diversas actividades, dentro de ellas la artesanía y actividades similares. En la Tabla 3 se presentan el número de especies utilizadas, por categoría de uso de las fibras vegetales, en 3 países de la región andina.

**Tabla 3: Distribución del número de especies por categoría de uso para plantas de fibra, en tres países de la región andina**

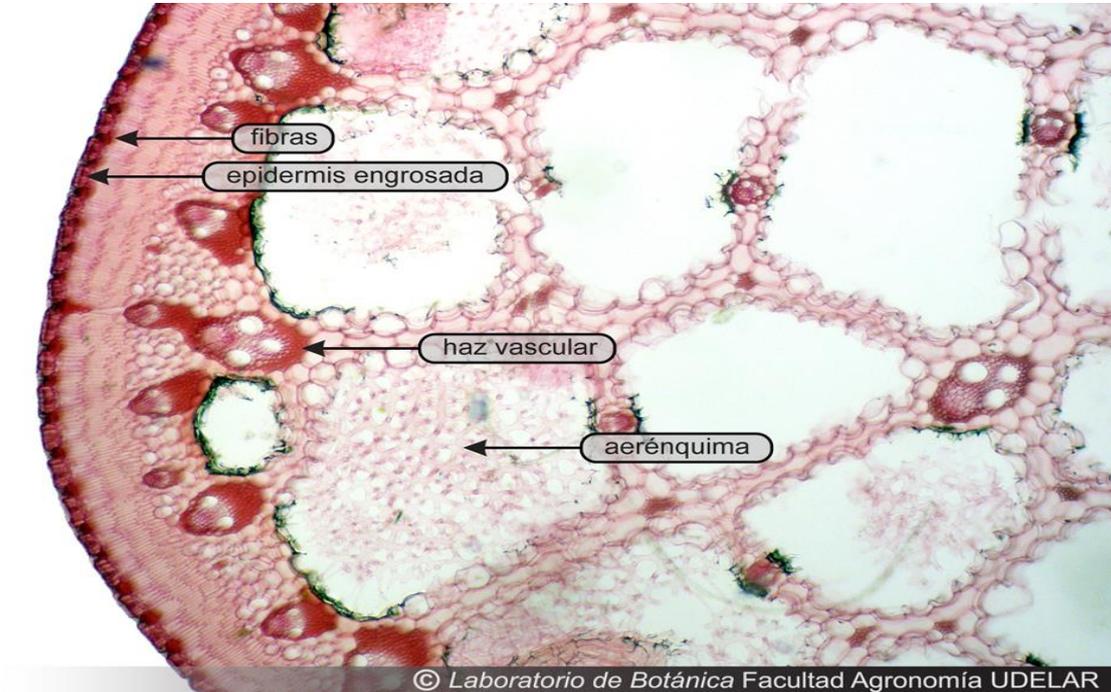
Categorías de uso	# especies x país			total especies por categoría
	Ecuador	Perú	Bolivia	
Cestería	12	11	17	35
Cordelería	10	6	6	19
Techado de casas	9	6	7	19
Fabricación de escobas	10	4	4	18
Material para relleno	3	0	5	8
Textil	2	1	2	2
Construcción de embarcaciones	1	1	1	1
Comercial	11	1	4	13

Fuente: MACIA (2006)

#### 2.2.5. Anatomía del tallo de monocotiledóneas

En las monocotiledóneas los tejidos vasculares están organizados generalmente en haces separados que, vistos en sección transversal, están dispersos en el tallo y no ordenados en un cilindro consecuencia de esta distribución, no hay una clara separación de médula y corteza. En algunas monocotiledóneas, como el bambú, el trigo y otras gramíneas, los entrenudos son huecos, pero aún en estas plantas los haces vasculares tienen una disposición irregular. Asimismo, todas las células de los cordones procambiales maduran en xilema y floema, con ausencia del cambium. Al carecer de meristema lateral, los tejidos del tallo de las monocotiledóneas son de origen primario, por lo que los tejidos primarios tienen mucha más importancia que en las dicotiledóneas y coníferas. La falta de crecimiento secundario hace que

los tallos de las monocotiledóneas, aún de las palmeras y las grandes especies de bambú, tengan forma de columna y no se estrechan (Wilson, C., & Loomis, 1968). En la Figura 1 se observa la imagen del corte transversal del tallo de una Cyperaceae.



**Figura 1: Corte transversal de tallo de *Cyperus papyrus*, Cyperaceae**

Fuente: Laboratorio de botánica UDELAR (2012)

#### **2.2.5.1. Componentes de los haces vasculares de las monocotiledóneas**

##### **a. Xilema**

Fahn (1978) describe a la xilema como un tejido vascular cuya función principal es transporte de agua y solutos. Contiene elementos traqueales o vasos, fibras y células parenquimatosas. Mientras que Wilson y Loomis (1968) mencionan que las células del xilema son lo primero que se forma, las que están hacia el centro del haz, se colapsan a consecuencia de la presión lateral y vertical durante el crecimiento y dejan un gran espacio de aire. El xilema en función consta de dos vasos grandes y varios más pequeños entre ellos.

## **b. Floema**

Es el tejido más importante para el transporte de sustancias alimenticias de las plantas vasculares producto de las fotosíntesis. Tiene como células elementales a los elementos cribosos, asociadas a células parenquimáticas típicas de almacén de sustancias de reserva y células parenquimáticas especializadas, como las células anexas; además de fibras (Esau, 1959; Fahn, 1978; Espinoza y Melandri, 2000; Ramón 2011).

### **2.2.6. Propiedades físicas mecánicas en tallo de Junco**

Arroyo (1983) sostiene que las propiedades físicas dependen de 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.

#### **2.2.6.1. *Absorción***

Es importante mencionar que la absorción de agua está influenciada por la cantidad y tamaño de partículas de madera en el compuesto (a mayor porcentaje de madera y mayor tamaño de las partículas, mayor absorción de humedad) (Stark, 2007). La capacidad de absorción de agua de las fibras se debe a las áreas amorfas en su estructura interna y a la presencia de grupos hidroxilos. Cuando una fibra textil, celulósica, se sumerge en el agua tiene tendencia a "hincharse", según los grupos hidrofílicos de la molécula. Los rayos X demuestran que los espacios de las cadenas cristalinas en las fibras no muestran variación cuando esta se encuentra en estado seco o húmedo y que, por consiguiente, es necesario buscar la razón del "hinchamiento" de la fibra en la sustancia amorfa (Lopez, 2001).

#### **2.2.6.2. *Densidad***

La densidad de la madera depende del tamaño de las células, espesor de las paredes celulares, las interrelaciones entre el número de células de diferentes clases en términos de tamaño (Gil y Prada 2008). Al respecto, Fahn (1978) agrega, que el número relativo de fibras, el lumen

estrecho y el alto porcentaje de fibras también influyen en dicha propiedad. Las variaciones en la densidad dependerán de cambios en la proporción de los vasos.

### **2.2.6.3. Resistencia mecánica**

Se denomina tensión mecánica al valor de la distribución de fuerzas por unidad de área en el entorno de un punto material dentro de un cuerpo o medio continuo. Si se considera un cuerpo sometido a tensión y se imagina un corte mediante un plano que lo divida en dos, sobre cada punto del plano de corte se puede definir un vector que depende del estado tensional interno del cuerpo, de las coordenadas del punto escogido y del vector unitario normal al plano. En ese caso, el vector tensión y el vector unitario normal están relacionados por una aplicación lineal o campo tensorial llamado tensor tensión. La tensión capaz de producir la destrucción o desintegración del cuerpo se denomina tensión de rotura (Delgado Viera, 2005).

La resistencia de las fibras, es definida como la capacidad para resistir tensión (Hollen et al, 1979); y también como el promedio de la fuerza de tracción por unidad de sección a realizar al fin de alcanzar la rotura (Elvira y Jacob, 2004). La parte de la línea recta muestra la proporcionalidad directa entre esfuerzo y deformación, esta es la que define el comportamiento elástico del material, el área bajo esta porción representa la energía potencial y mide la capacidad del material de recuperar su forma natural, es decir, reestablecer la elasticidad mas no su resistencia. A partir del límite de proporcionalidad, la deformación producida no es recuperable, el material sufre una deformación permanente la que se conoce como deformación plástica (Arroyo, 1983).

Las propiedades que pueden deducirse a partir del ensayo tensión – deformación son alargamiento y TEA (absorción de energía de tracción):

- 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.

- Según Quiroz et al (2013) cuando la fibra demuestra tener una menor elongación en porcentaje y baja tensión, se debe a su fineza o delicadeza. Una alta elongación en las fibras compensará la baja resistencia de estas y las hacen parecer como fibras durables. El esclerénquima es vital para resistir estiramientos en el material (Quiroz et al 2008).
- Absorción de energía por tensión (TEA), definido como 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 somete a esfuerzos repetitivos (TAPPI 1996).

#### **2.2.6.4. Envejecimiento**

El envejecimiento es entendido como la exposición de materiales directamente al aire libre, provocando la degradación de la superficie, la cual se manifiesta tanto física como químicamente (Goes *et al.*, 2005). Al respecto, estas pruebas se realizan por ciclos específicos de acuerdo al material y a la característica del material que desea evaluarse en el tiempo. Es importante mencionar que ningún programa de intemperismo acelerado puede considerarse completo sin la confirmación del intemperismo natural o sin su analogía con él y que no existe equivalencia predefinida para las cámaras de intemperismo acelerado respecto a las condiciones cambiantes. Si se desea equiparar tiempos y condiciones climáticas, estas podrán correlacionarse después de efectuadas las pruebas- tanto exposición natural como artificial – para un determinado producto, para una característica específica y para una localidad. ” (Kloyosov, 2007).

De otro lado, es necesario tener en cuenta que los efectos del medioambiente sobre los materiales pueden simularse utilizando cámaras de envejecimiento diseñadas para acortar los largos intervalos de tiempo de exposición al exterior. Estas cámaras cuentan con mecanismos que simulan los tres principales agentes de deterioro: La radiación, la temperatura y la humedad (Q-Lab 2015).

Las condiciones de envejecimiento también pueden ser simuladas por aplicación de calor húmedo, que es considerado como un medio hostil para los materiales al igual que algunos tipos de radiación o ataques químicos aplicados por un tiempo determinado. Estos tratamientos

brindan información sobre cambios que pueden ocurrir naturales en el transcurso de varios años; dentro de estos tratamientos, la aplicación del calor seco o húmedo se realiza con luz visible o ultravioleta y con dióxido de azufre (TAPPI T544).

Un estudio con fibras de cashavara (*Desmoncus polyacanthos* Martius) aplicando calor húmedo, como tratamiento de envejecimiento acelerado, demuestra el efecto negativo en sus propiedades de resistencia. Los cambios a causa del intemperismo (efectos de la temperatura y humedad) se deben principalmente al hidrólisis (despolimerización) de la celulosa, es decir una disminución en el tamaño de las cadenas (López, 2016).

### **2.2.7. Propiedades químicas de las fibras vegetales**

Según (Sakohan T. 1951) la celulosa constituye el componente químico sostén de las plantas, formando las paredes de sus células; la celulosa pura, solo se encuentra en las células jóvenes, pues a medida que van envejeciendo se depositan incrustaciones (especialmente lignina). Para poder medir y analizar dichas propiedades, la metodología empleada ha conllevado a realizar ensayos químicos para los procesos de holocelulosa, agua caliente, solubilidad en NaOH y cenizas. A continuación, se describen brevemente cada uno de los ensayos mencionados.

- Holocelulosa: "Es un agregado heterogéneo de carbohidratos, compuesto por celulosa y hemicelulosa integrados a la pared celular en conjunto con la lignina. Esta biomasa resulta ser un recurso natural importante debido a que la holocelulosa que posee puede ser degradada a sus constituyentes monoméricos (azúcares) para su posterior conversión a etanol. A pesar de este reactivo, su transformación en azúcares fermentables es problemática. La mayor dificultad radica en la baja accesibilidad a la pared celular por parte de los agentes químicos." (Guarnizo, 2012).
- Solución en agua caliente: es un proceso por el cual se obtiene, por solubilidad en agua, mayor cantidad de sales orgánicas, azúcares, gomas, pectinas tales como galactanos, porciones de taninos y pigmentos la madera contiene productos de tipo orgánico llamados componentes extraños (numerosas proteínas y sustancias pécticas).
- Hidróxido de Sodio (NaOH), es un álcali utilizado en la industria del papel ya que tiene la propiedad de disolver y/o separar la lignina de la celulosa en los vegetales. El

hidróxido de sodio rompe enlaces de hidrógeno de la celulosa volviéndola en una estructura más simple, que ayuda a la microfloculación de las microfibras de celulosa debido a la forma y composición de los cristales el cual permite una mayor deslignificación (Quispe, 2005).

- Determinación de cenizas: en este método toda la materia orgánica se oxida en ausencia de flama a una temperatura que fluctúa entre los 550 -600°C; el material inorgánico que no se volatiliza a esta temperatura se conoce como ceniza. (Nollet, 1996).

### 2.2.8. Antecedentes de la evaluación de propiedades con fibras naturales

A modo comparativo, evalúa las propiedades químicas de diferentes fibras vegetales, ver Tabla 4: la solubilidad en agua, en sosa al 1% los contenidos extraíbles con etanol-benceno, ceniza, holocelulosa, lignina, celulosa y hemicelulosa y longitud de la fibra, los valores son presentados en la Tabla 6. (Jiménez *et al.*, 2005)

**Tabla 4: Porcentaje de propiedades químicas de diversas fibras vegetales**

Materia prima	SAF	SAC	SS1%	EEB	CEN	HOL	LIG	&CE	HEM
Paulownia	8,60	9,60	31,52	5,46	2,41	70,69	22,40	37,44	33,25
Paja de trigo	10,13	12,49	41,49	4,01	6,49	76,20	17,28	39,72	36,48
Tallo de girasol	22,66	22,72	47,81	4,07	7,90	71,76	13,44	42,10	29,66
Tallo de sorgo	22,34	21,70	41,64	7,99	4,85	65,93	15,64	41,50	24,43

SAF=Solubles en agua fría, %; SAC=Soluble en agua caliente, %; SS1=Solubles en sosa el 1%, %;EEB=Extraíbles con etanol-benceno,%; CEN=Cenizas, %; HOL=Holocelulosa, % ;&CE=&-Celulosa, % ;HEM=Hemicelulosa,%

Fuente: Jimenez *et al.* (2005)

En un estudio de aptitud papelera, evaluó determinar la mejor época de crecimiento fenológico de las fibras de totora (*Schoenoplectus totora*) en la que se encuentre mayor porcentaje de celulosa y su contenido en lignina. Se evaluaron las propiedades físicas (gramaje, espesor, densidad, índice de rotura), química (pH). Quispe (2010).

Un estudio determinó los valores de los componentes de la biomasa de la paja del trigo; lignocelulosa; celulosa, hemicelulosa y lignina, para su posterior pretratamiento biológico con el objetivo de evaluar el comportamiento de los principales componentes de la paja, mediante una caracterización química; ver Tabla 5. (Romero *et al.*, 2014). En la investigación se concluye la importancia de la caracterización química del sustrato, ya que la unión que existe entre estos los principales componentes de la biomasa otorga una alta resistencia frente a los ataques microbiológicos, los que afectan directamente en los procesos de descomposición como la hidrólisis enzimática (Romero *et al.*, 2014).

**Tabla 5: Características químicas de la paja de trigo**

<b>Tipo de Análisis</b>	<b>% S.P.S Obtenidos</b>	<b>% S.P.S Reportados</b>
Humedad	5,35	6,5
Cenizas	10,30	7,0
Ph	6,50	5,5
Nitrógeno	0,002	–
Extractos	20,45	18,65
Lignina Klason	19,10	14,38
Holocelulosa	73,91	63,85

*S.P.S=El porcentaje sobre paja seca*

Fuente: Romero et at. (2014)

En otro estudio se evaluó el grado de reforzamiento de las fibras de rastrojo de piña sin tratamiento, aplicando una matriz de resina poliéster no saturado de uso comercial, preparando materiales compuestos con fibra de distinta longitud, y con diferente porcentaje de la misma. Se evaluaron sus propiedades a través de la densidad, resistencia a la ruptura por tensión, flexión y energía de impacto. Los resultados de las propiedades químicas fueron: Cenizas 4,60 por ciento, solubilidad en agua caliente 38,45 por ciento, solubilidad en agua fría 36,90 por ciento, extractos ciclohexano/ etanol 8,74 por ciento, holocelulosa 42,70 por ciento, lignina 27,72 por ciento y alfa-celulosa 45,12 por ciento. (Quesada *et al.*, 2005)

Las fibras de cabuya y plátano fueron evaluadas con el fin de estandarizar un proceso tecnológico destinado a la elaboración de pulpa y papel. Esta investigación cubrió los procesos básicos de la industrialización de las fibras naturales, para la elaboración de pulpa para papel: extracción mecánica de las fibras, cocción de las fibras (pulpeo alcalino), preparación de pulpa, formación y secado del papel. Se optimizó experimentalmente la extracción química de las fibras de cabuya y banano. Se obtuvo rendimientos de pulpeo del 81,22 por ciento para la fibra de cabuya y del 81,4 por ciento para la fibra de banano. (Aguilar *et al.*, 2007).

En una investigación *de fibras vegetales como refuerzo de plásticos industriales*, determinó las posibilidades de aprovechar residuos fibrosos para obtener compuestos de polietileno de alta densidad (HD-PE); para ello se procesaron las fibras para obtener una buena interface con la matriz, determinando sus propiedades a tracción, flexión e impacto. Se procedió a analizar principalmente fibras procedentes de residuos textiles de algodón y lino, y fabricación de cuerdas como sisal, cáñamo, fique y kenaf. Con cada fibra estudiada se analizó su morfología a nivel microscópico; las características de las fibras se presentan en la Tabla 6. El estudio concluye que la incorporación de fibras aumenta ligeramente las propiedades resistentes del polímero base, pero a cambio, disminuyen sus propiedades plásticas y la tenacidad, aunque todavía mantienen unas resistencias. (Amigó *et al.*, 2008)

**Tabla 6: Propiedades físicas y químicas de distintas fibras vegetales**

<b>Fibra</b>	<b>Densidad (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>Celulosa (%)</b>	<b>Hemicelulosa (%)</b>	<b>Lignina (%)</b>	<b>Humedad (%)</b>
Cañamo	1,48	88-90	7-10	1,5-2,0	3,5-8,0
Sisal	1,45	65	12	9,9	10
Plátano	1,35	63-64	19	5	10-11
Piña	1,53	81	–	12,7	13,5

Fuente: Amigó *et al.* (2008)

Estudió las fibras de *Eleocharis pseudoalbibracteata* S. González & Guagl. (Cyperaceae); *Juncus balticus* Willd. subsp. *mexicanus* (Willd. ex Roem. & Schult. f.) Snogerup (Juncaceae), ambas especies endémicas forrajeras de alta calidad; y *Schoenoplectus californicus* (C. A. Mey.) Soják var. *californicus* (Cyperaceae), nativa no forrajera. Estas especies registran antecedentes de uso medicinal (Barboza y col., 2009; Lahitte y col., 1998; Verettoni, 1990). En el estudio se concluye que los haces vasculares son estables entre sí, la cual las dos vainas vasculares, una interna de fibra y otra externa de parénquimática están presente en las 3 especies. Las tres especies presenta clorénquima, pero la especie *Sch. californicus* presenta la cutícula más gruesa con la sección transversal del tallo aéreo triangular a cilíndrico, con espacios aeríferos. De otro lado, Moreno *et al.* (s.f.) en un estudio para caracterizar fibras naturales de comunidades nativas provenientes de Argentina, Chile y Perú: quiscal, topa, chaguar, chagual, chambira y atadijo entre otras. Luego de evaluar las características de masa lineal, diámetro, tensión, comportamiento térmico, contenido de grasas y ceras, y humedad, concluyen que estas fibras naturales presentan buenas aptitudes para realizar trabajos artesanales y cuyos resultados brindados permiten mejorar la comercialización. (Barrientos *et al.*, 2013).

En una investigación de fibras de *Desmoncus polyacanthos Martius*. En el estudio se concluye que en la absorción de energía de tracción de material en láminas de *cashavara* en estado seco (12%) sin ser sometidas al envejecimiento acelerado es en promedio de 981,44 J/m<sup>2</sup>, este valor mide la capacidad para absorber energía que tiene el material e indica la durabilidad del material cuando se somete a esfuerzos repetitivos según lo mencionado en la norma TAPPI. (Lopez, 2016).

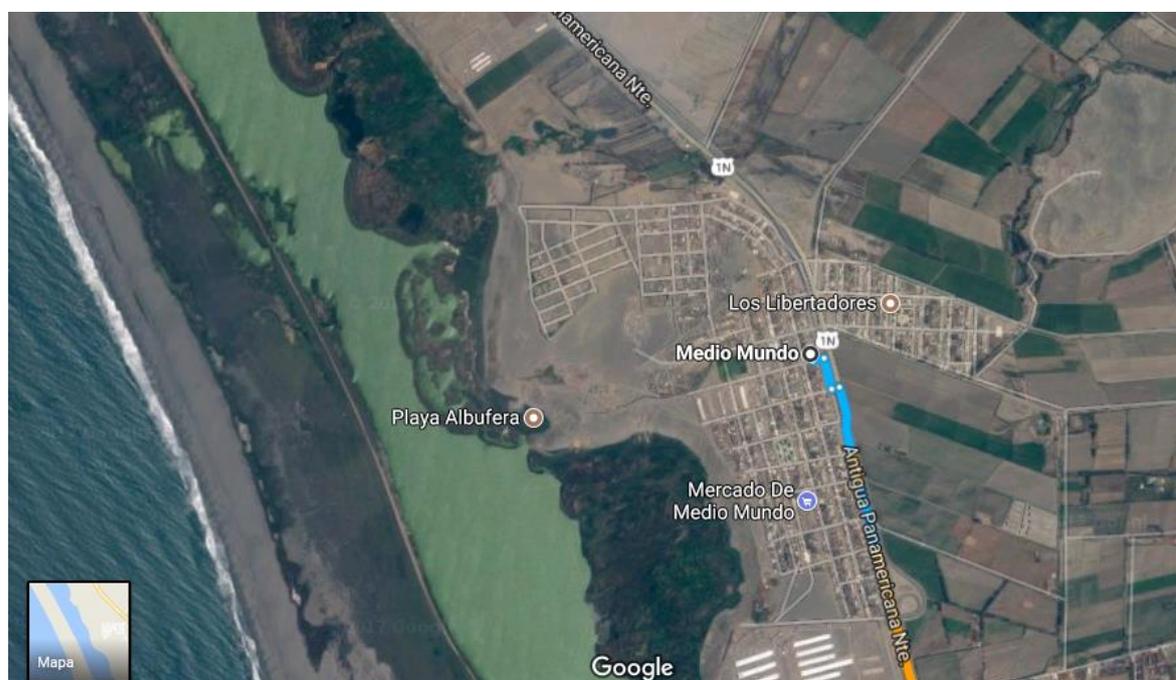
### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Zona de estudio

##### 3.1.1. Lugar de cosecha

###### 3.1.1.1. Ubicación

La Albufera de Medio Mundo está situada entre los kilómetros 150 y 175 de la carretera Panamericana Norte, en el distrito de Végueta, provincia de Chancay ( $10^{\circ}56'S$ ;  $77^{\circ}41'O$ ). Tiene aproximadamente un largo de 6,5 km y un ancho de 165 y 525 m, con un área total de 261,5 ha, de las cuales, 206 ha corresponden al espejo de agua y 55,5 ha a la parte pantanosa (Velit, 1974).



**Figura 2: Imagen de la ubicación de la zona de muestreo de junco, en Medio Mundo, Huaura**

Fuente: Google Earth (2017)

### 3.1.1.2. Descripción del ecosistema

La albufera se encuentra formada en su mayor parte por agua proveniente del mar; como actividad productiva en este humedal se realiza la extracción de junco (*Schoenoplectus americanus*) y carrizo (*Arundo donax*) así como el ecoturismo. Por otro lado, hacia el lado este del humedal se encuentra una granja de crecimiento de pollos. Esta área cuenta con la categoría de Área de Conservación Regional (Ubillús H. y Ramirez, D. 2011).



**Figura 3: Zona de extracción de las muestras de 1, 3 y 6 meses de edad**

### 3.1.2. Lugar de ensayos

La preparación y evaluaciones físico mecánicas a partir de la materia prima (el junco), recolectada en Nuevo Mundo, se realizaron en los Laboratorios del Área de Transformación Química, Pulpa y Papel, del Dpto. de Industrias Forestales de la UNALM. La caracterización anatómica se llevó a cabo en el Laboratorio de Anatomía de la Madera de la UNALM.

### 3.1.3. Materia prima

Se utilizó el junco “*Schoenoplectus americanus*”, extraído de la albufera de Nuevo Mundo, llevándose a cabo de manera manual por los lugareños, se tomó en cuenta aquellas que tenían uno, tres y seis meses de desarrollo. En la Figura 5 se presentan imágenes de junco colectado en la zona de Medio Mundo. Distrito Végueta, provincia Huaura.



**Figura 4: Junco colectado en la zona de Medio Mundo, Huaura, Lima**

## 3.2. Materiales y equipos

### 3.2.1. Materiales

- Wincha de 15 m
- Machete
- Plumón indeleble
- Cámara fotográfica
- Desecador
- Vernier (marca Absoluti Digimatic)
- Cinta métrica metálica y de tela
- Probetas, pipetas, matraces, vasos

- Crisoles de porcelana
- Termómetro
- Erlenmeyer de tubulador lateral
- Condensador de flujo
- Cuchilla
- Tijera
- Papel platino
- Cuchilla (*Cutter*)
- Porta objetos standar
- Cubre objetos de 18x18 y 22x 22 mm
- Pincel pelo de Martha

### **3.2.2. Equipos**

- Mufla
- Baño maría capacidad 20 L
- Dinamómetro TINIUS OLLSEN capacidad 30 kg
- Balanzas (Ohaus) de de 0,1 mg y 0,1 g de precisión
- Estufa
- Triturador (Molino de discos)
- Bomba de vacío
- Potenciómetro
- Microscopio con cámara fotográfica incorporado
- Cronómetro

### 3.2.3. Reactivos

- Clorito de sodio
- Ácido acético concentrado (+- 96%)
- NAOH concentración al 1%
- Acido actico al 10%
- Safranina
- Agua destilada

### 3.3. Metodología

Un esquema gráfico de la metodología siguiente en el presente estudio se muestra en la Figura 5.

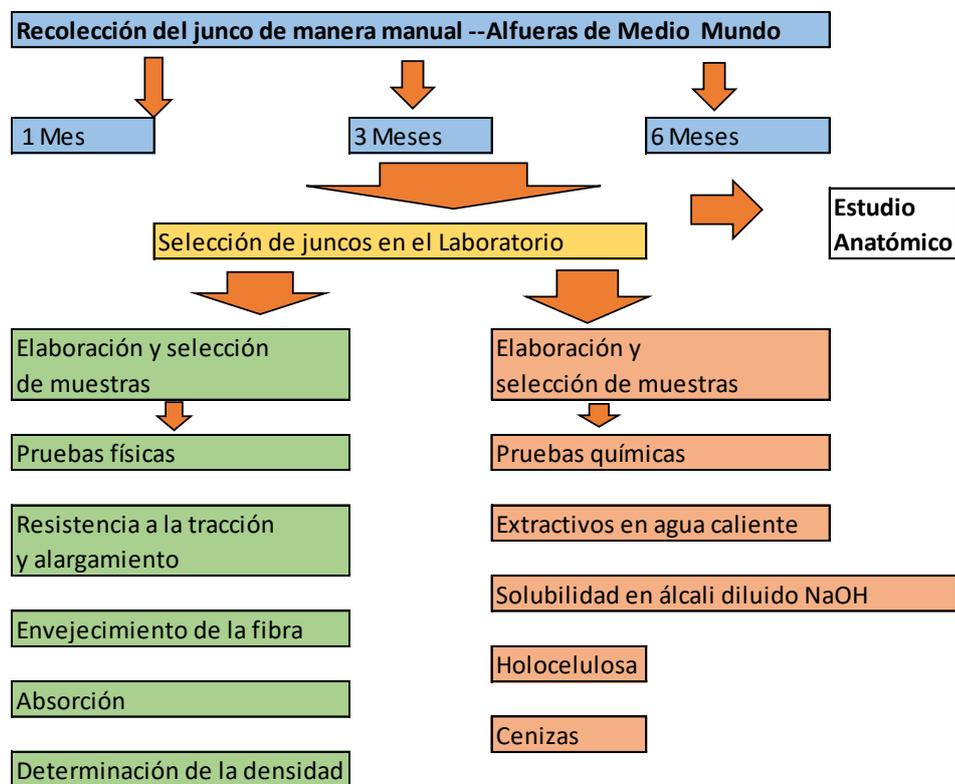


Figura 5: Esquema metodológico seguido en el presente estudio

### 3.3.1. Primera etapa: Medio Mundo - Vegueta

#### 3.3.1.1. Fase de campo

##### Cosecha de junco

La fase de campo se realizó en la zona de Medio Mundo, Vegueta. Huaura – Lima, donde se realizó la extracción de los tallos de junco en forma aleatoria de los meses 1, 3 y 6 meses. En el lugar de colección se identificaron zonas con las edades de planta en estudio. En la zona de colección, con ayuda de una hoz, se colectaron los tallos de junco, casi al ras del suelo y estas se diferencian por el tamaño y color aproximado de 1, 3 y 6 meses. Las muestras colectadas luego fueron transportadas hacia una zona, fuera de la reserva para su acopio. En la Figura 6 se observa una imagen de la zona de extracción del junco, en Medio Mundo, Huaura; cabe mencionar, el nivel de agua alcanzado en el lugar de colección, dando lugar a una mayor presencia de totora.



**Figura 6: Zona de extracción de tallos de junco, en medio Mundo, Huaura: zona de junco (izq.) y zona de totora (der)**

El junco colectado es acopiado en una zona cerca de la reserva, extendido, en pendiente, para su secado, en período de 7-10 días; posteriormente, el junco es amarrado en atados (mano) y transportado, en costalillos, hacia la zona de estudio, el laboratorio de la UNALM. La longitud promedio de los tallos fue de 1,2 m aproximadamente, valores obtenidos por los pobladores del lugar. En la Figura 7 se presenta una imagen de la zona de colección a los 6 meses, edad de la planta; se observa en la imagen el junco colectado, cerca al poblador, diferenciado del

junco no cosechado, de color marrón, parte baja de la Figura 7. En la Figura 8 se presenta la forma como se realiza el secado de los tallos de junco, luego de la cosecha.



**Figura 7: Extracción de junco, de 6 meses de edad, en la zona de Medio Mundo, Huaura**



**Figura 8: Zona de secado natural del junco, luego de 6 meses, en Medio Mundo, Huaura**

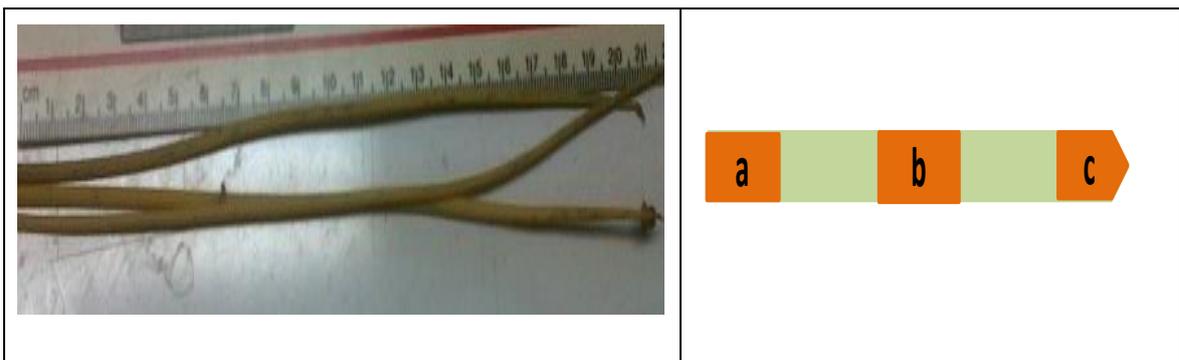
### 3.3.2. Segunda etapa: Preparación de muestras

Las muestras de junco, dentro de costalillos, fueron trasladados al laboratorio, siendo almacenados, hasta alcanzar la humedad de equilibrio, aproximadamente 12-14 por ciento. Posteriormente, en el laboratorio, las muestras de tallos, fueron sometidas, con una cuchilla, a corte transversal para su dimensionamiento, eliminando los extremos de los tallos a cada lado.

De acuerdo al plan de investigación, se prepararon las muestras, conforme al diseño experimental, seleccionadas por edad de colección del junco: de 1 mes, de 3 meses y de 6 meses. De la muestra colectada, se realizó una pre-selección de muestras de manera aleatoria, para cada edad, con las cuales se procedió luego a elegir individuos según los siguientes criterios:

- Sin presencia de hongos.
- Que no presenten orificios, no doblados, sin deformaciones

Las muestras seleccionadas fueron finalmente cortadas en tres secciones, tal como se muestra en la Figura 9.



**Figura 9: Corte en muestras del junco, en 3 niveles: (a) basal; (b) media; (c) alta**

La realización de los cortes se llevó a cabo, identificando las partes o niveles que conforman el tallo del junco:

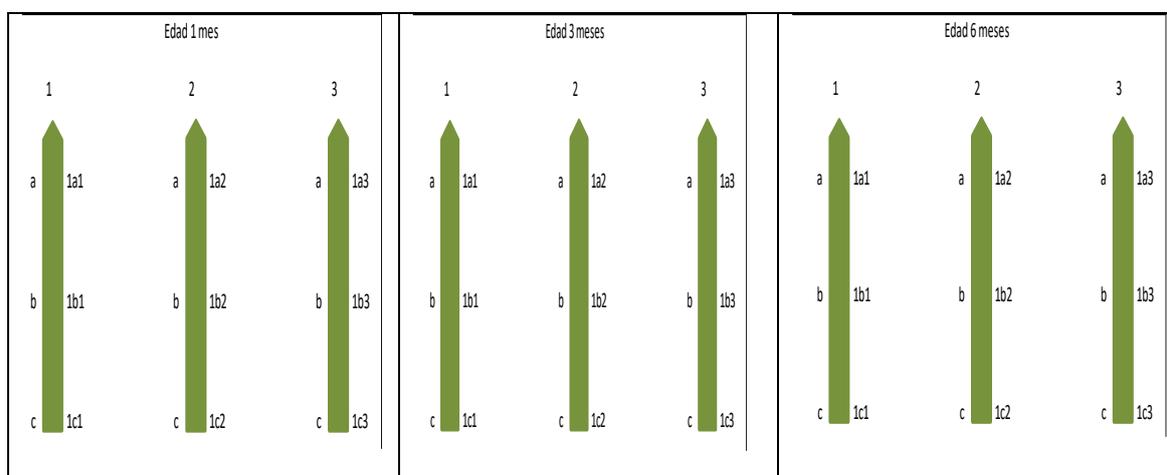
- Corte a, corresponde a la parte apical, o zona más elevada del tallo;
- Corte b, corresponde a la parte media del tallo;
- Corte c, parte basal, cercana a la zona de corte cuando se extrajo la muestra;

Los cortes se realizaron, con un total de 3 repeticiones por edad para cada corte; en la Tabla 7 se presenta el esquema de la codificación de las muestras de junco cortadas por edad y nivel en el tallo.

**Tabla 7: Codificación según edad y altura del tallo del junco por edad (1, 3, 6 meses) y nivel en el tallo (a,b,c)**

Edad(meses)	Repeticion	Apice	Medio	Base
		a	b	c
1	1	1a1	1b1	1c1
1	2	1a2	1b2	1c2
1	3	1a3	1b3	1c3
3	1	3a1	3b1	3c1
3	2	3a2	3b2	3c2
3	3	3a3	3b3	3c3
6	1	6a1	6b1	6c1
6	2	6a2	6b2	6c2
6	3	6a3	6b3	6c3

De manera gráfica, la representación de las muestras cortadas se presenta en la Figura 10.



**Figura 10: Esquema gráfico señalando la ubicación de las muestras cortadas, por tallo y su codificación correspondiente, como probeta**

Luego del corte, se obtuvieron un total de 27 probetas distribuidas de la siguiente manera:

Total, probetas = 3 edades x 3 niveles x 3 repeticiones

- 9 de 1 mes (3 ápice, 3 medio, 3 base).
- 9 de 3 meses (3 ápice, 3 medio, 3 base).
- 9 de 6 meses (3 ápice, 3 medio, 3 base).

Las probetas obtenidas fueron almacenadas en ambiente acondicionado, 23 °C y 50 por ciento de humedad relativa, conforme a la norma NTP-ISO 187-2001, por un tiempo mínimo de 48 horas, antes de los ensayos.

### **3.3.3. Determinación de ensayos físicos y mecánicos del Junco**

Con las muestras seleccionadas, se procedió a realizar los ensayos de las siguientes propiedades: resistencia a la tracción y alargamiento (TAPPI T231 cm 96); Envejecimiento (TAPPI T544); Espesor y densidad aparente (TAPPI T411).

#### ***3.3.3.1. Resistencia a la tracción, alargamiento (TAPPI T231 Om-96) y absorción de energía por tensión***

Se adaptó la norma de tracción y alargamiento TAPPI T231, utilizada para papel. En el ensayo, se prepararon probetas de junco, de cada edad y sección, de 150 mm de largo, aplicando una luz de ensayo de 100 mm (Figura 11); la probeta fue emplazada en el dinamómetro, a una velocidad de ensayos de 2 cm/min. Durante el ensayo se fue registrando simultáneamente valores de rotura y alargamiento. Con los valores obtenidos se trazó la curva carga-deformación, cuyo valor en superficie corresponde a valores de energía (kg-m). Con estos valores se obtuvo el valor de Absorción de Energía por Tensión (Tensile Energy Absorption TEA) descrito en la norma TAPPI T-494 om-96. El valor de TEA es:

$$TEA \left( \frac{J}{m^2} \right) = \frac{A (J)}{(\text{ancho} \times \text{espesor}) mm^2}$$

Siendo A: área bajo la curva carga-deformación, expresada en J.



**Figura 11: Forma de colocación de probeta para ensayo de tracción y alargamiento**

#### ***3.3.3.2. Envejecimiento acelerado (NORMA TAPPI T544)***

En esta prueba se simuló el envejecimiento natural de la fibra, aplicando condiciones de temperatura y humedad, según la norma TAPPI T544; las condiciones de ensayo de la norma fueron modificadas a los valores de 90 °C y 98 por ciento de humedad relativa, con el fin de aumentar la velocidad de envejecimiento, según se plantea en la norma, con un tiempo de tratamiento de 24 horas. Para el tratamiento, las probetas de junco, de 200 mm de longitud fueron colocadas dentro de una estufa, de puerta hermética, con humedad saturada (ver Figura 12). Este tratamiento se llevó a cabo con un total de 27 probetas, previamente pesadas, y luego del tratamiento hasta masa constante. Las probetas tratadas (envejecidas) fueron llevadas al laboratorio de ensayos para su acondicionamiento y posterior ensayo.



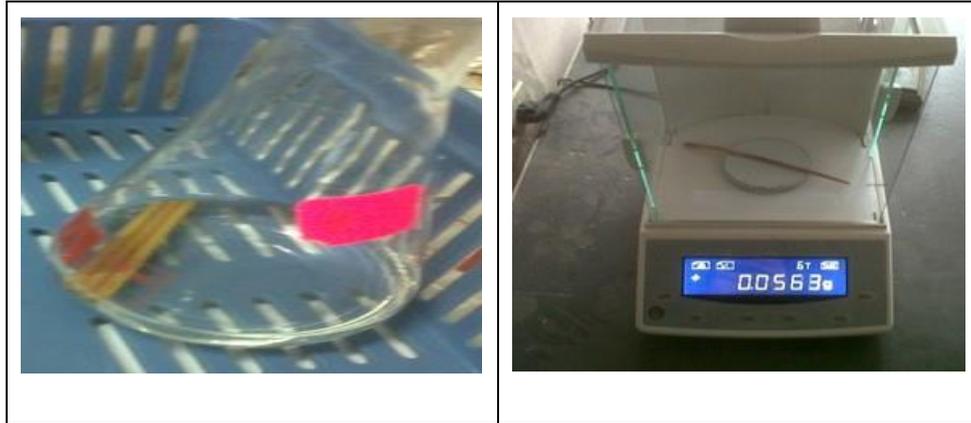
**Figura 12: Estufa hermética, interior, para ensayo de envejecimiento del junco**

### **3.3.3.3. *Absorción***

La absorción de agua por las fibras se determinó conforme al método UNE-EN 13543-2002, adaptando la metodología para las muestras estudiadas. Para este ensayo, se prepararon muestras de 50 mm obtenidas de los niveles a, b y c, de los tallos de junco de cada edad estudiada, más las repeticiones correspondientes. Las muestras fueron pesadas y luego sumergidas en un matraz, con agua destilada; luego de 24 horas de inmersión, se retiraron las probetas, separando el agua libre, por escorrentía y luego por transferencia con papel secante; la absorción se determinó relacionando la masa de la probeta con agua retenida por absorción, mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Absorción} = \frac{\text{Masa final} - \text{masa inicial}}{\text{masa inicial}} \times 100$$

En la Figura 13 se observa dos etapas realizadas durante el ensayo de absorción de agua, con las fibras de junco.



**Figura 13: Operaciones durante la absorción de agua en fibras de junco: (izq.) muestra sumergida en agua; (der) pesado de probeta**

#### **3.3.3.4. Determinación de densidad aparente (NORMA TAPPI T411)**

La medida de la densidad aparente se realizó aplicando la norma TAPPI T411; se tomaron los valores de masa seca al aire y en el volumen, se consideró el promedio del espesor de la probeta evaluada en la parte media y los extremos; por la aparente forma circular de los tallos de junco, el espesor se consideró como diámetro; con los valores de longitud y masa de la probeta se estimó el valor de la densidad aparente de la fibra de junco, aplicando la siguiente fórmula: la altura

$$\text{Densidad} = \frac{\text{masa de probeta}}{\pi \times \frac{\text{diámetro}^2}{4} \times \text{largo probeta}} \text{ g/cm}^3$$

#### **3.3.4. Características Químicas**

A las muestras de junco se les determinó sus características, en este caso en función de la edad de las probetas; en el presente estudio, no se tomó en cuenta la sección del tallo, que es una variable menos influyente que la edad del mismo. Previo al análisis, las muestras fueron secadas y luego sometidas a molienda, con molino de cuchilla, y tamizadas en zaranda vibratoria, para separar las fracciones 40/60 mesh; ver Figura 14. Con las muestras tamizadas se procedió a realizar los siguientes análisis:

- Extractivos en agua caliente, TAPPI T207 om93

- Solubilidad en álcali diluido NaOH TAPPI T212.
- Holocelulosa, método Jayme-Wise.
- Cenizas, ISO R-1762.



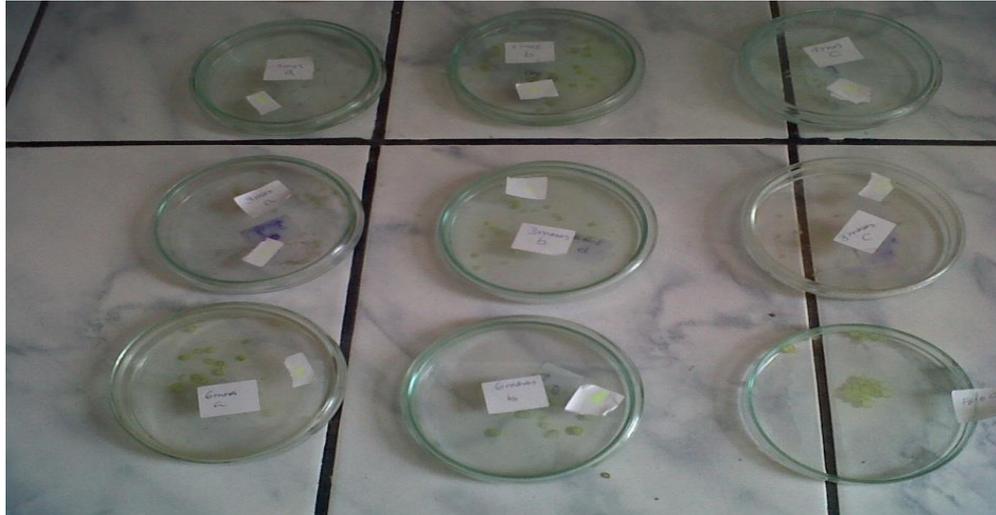
**Figura 14: Imagen de molienda de muestra de junco: (izq) ingreso de muestra a molino disco; (der) muestra molida**

### **3.3.5. Características anatómicas**

Para la caracterización anatómica del tallo de junco se utilizaron partes del tallo para obtener reacciones al tratamiento que fueron procesadas conforme a la metodología empleada por el laboratorio de Anatomía de la Madera de la UNALM.

Los cortes transversales se realizaron con ayuda de una cuchilla (lámina de acero delgada) delgada las que fueron colocadas en placas Petri y cubiertas con agua, debidamente rotuladas.

Figura 15



**Figura 15: Placas Petri con láminas obtenidas a partir de tallos de junco**

Las láminas obtenidas fueron coloreadas con safranina para luego obtener las imágenes respectivas, del junco; ver Figura 16.



**Figura 16: Etapa de teñido de las láminas de tallo de junco: (izq) reactivo de coloración, safranina; (der) láminas teñidas**

Los tejidos obtenidos fueron colocados en láminas porta objetos debidamente codificados para su posterior toma de fotografía, en un microscopio estereoscopio 9: Leica DM 500 con cámara digital incorporada ICC-HD50; se prepararon 9 láminas portaobjetos.

### **3.4. Diseño experimental**

En el presente estudio se utilizó completamente al azar (DCA) correspondiendo a la aplicación de las variables (ver Tabla 8):

Edad del junco (3) x Nivel del tallo (3) x repeticiones (3) = 27 ensayos.



El estudio siguió un modelo aditivo lineal, donde la predicción de los resultados obtenidos (variable dependiente Y) son representados por la ecuación:

$$Y_{ij} = m + t_i + b_j + e_{ij}$$

$$i = 1, 2, 3 \quad j = 1, 2, 3$$

Donde :

$Y_{ij}$  : Es el diámetro promedio en el i-ésimo mes de edad y en la j-ésima parte.

$m$  : Es el efecto de la media general del diámetro promedio.

$t_i$  : Es el efecto del i-ésimo mes de edad.

$b_j$  : Es el efecto de la j-ésima parte.

$e_{ij}$  : Es el efecto del error experimental en el i-ésimo mes de edad y en la j-ésima parte.

Los resultados obtenidos corresponden a los valores obtenidos en los ensayos de propiedades mecánicas, químicas y de envejecimiento. El análisis de los resultados se realizó aplicando el software estadístico Statistical Analysis System (SAS), a través del análisis de varianza (ANOVA) para verificar la existencia de diferencias estadísticamente significativas. La identificación de las diferentes entre medias y la conformación de grupos se llevó a cabo a través de pruebas de medias de Tukey.

Las variables dependientes fueron espesor, densidad, envejecimiento de la fibra, -absorción, Contenido de humedad, Resistencia a la tracción y alargamiento, TEA, extractivos, solubilidad en alcalí diluido en NAOH, holocelulosa y cenizas.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Propiedades físico mecánicas

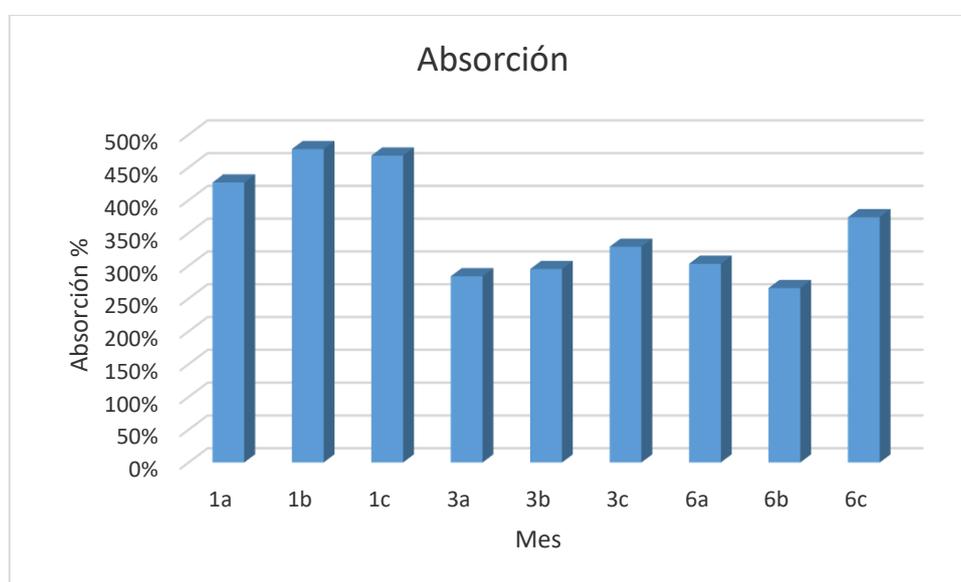
Se debe considerar que, al trabajar con materiales de origen natural, la cual, que gran parte de las propiedades de las fibras se ven influenciadas por aspectos como la variedad de la planta, el clima, la altitud y las condiciones de las zonas de cultivo. Los resultados de los ensayos obtenidos se encuentran en la Tabla 9.

**Tabla 9: Resultados obtenidos en las propiedades físico-mecánicas del junco**

Edad (mes)	Parte	Absorción %	Diámetro (m m)	Área sección mm <sup>2</sup>	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	Sin envejecimiento			envejecimiento acelerado		
						Tracción (kg)	Alargamiento (%)	TEA (J/mm <sup>2</sup> )	Tracción (kg)	Alargamiento (%)	TEA (J/mm <sup>2</sup> )
1	10	427	2,85	6,38	0,039	4,33	4,66	116,0	4,00	3,5	78,5
1	30	478	2,98	6,95	0,068	5,66	5,16	135,3	7,00	2,7	186,7
1	50	468	2,84	6,32	0,11	6,0	3,5	108,7	5,33	4,83	101,3
3	10	284	2,75	5,93	0,09	4,0	3,66	76,4	4,00	3,5	69,9
3	30	295	2,54	5,05	0,13	7,0	4,66	135,3	5,66	3,33	85,4
3	50	329	2,96	6,86	0,24	5,0	2,73	73,4	4,66	3,06	73,6
6	10	303	3,63	10,36	0,09	8,33	4,66	85,4	5,00	3,5	74,8
6	30	266	4,09	13,11	0,04	11	2,2	123,0	6,00	2,7	91,9
6	50	374	3,21	8,10	0,36	9,66	3,63	170,0	9,66	4,83	141,4

### 4.1.1. Absorción de agua

Los valores promedios de absorción obtenidos para las muestras de junco de 1, 3 y 6 meses, en la Tabla 9 revelan que hay una diferencia altamente significativa en absorción entre los tallos del rango de edades: es mayor la absorción de agua en tallos de 1 mes, aparentemente influenciado por la composición del tejido, más absorbente y menos lignificado, comparado con los tallos de 3 y 6 meses, siendo este último el de menor capacidad absorción. Por otro lado, en base a los valores representados en la Figura 17, es notorio que las muestras de corte basal (c), oscila entre valores de porcentaje de absorción más altos, sin embargo, no se muestra una tendencia clara para el caso de los cortes a nivel apical(a) y medio(b).



**Figura 17: Variación de valores de absorción de 3 edades (1-3-6) de tallos de junco**

Según López (2001) la fibra textil cuando es sumergido en el agua la fibra tiende a hincharse obteniendo un contenido de humedad de 1 mes número más alto obtenido es de 478%, de 3 meses de 329 por ciento y finalmente de 6 meses de 329 por ciento, la cual se observa en la sección anatómica en el corte transversal. Lo antes mencionado se puede deber a una variabilidad tal como lo mencionan algunos autores quienes describen variaciones en la anatomía del tallo como resultado de las condiciones ambientales xéricas o hídricas (Metcalf, 1971). Según Barrientos *et al.* (2013) en el corte transversal del tallo *Sch. californicus* presenta espacios aeríferos la cual, en un mes el tallo del junco presenta mayor cantidad de células parenquimatosas y estas varían a través de la estructura del tallo y si es más cercano ápice o a

la base, la diferencia del porcentaje de absorción es notoria, también manifestada con la edad de la planta.

**Tabla 10: Valores de absorción de agua en diferentes fibras celulósicas**

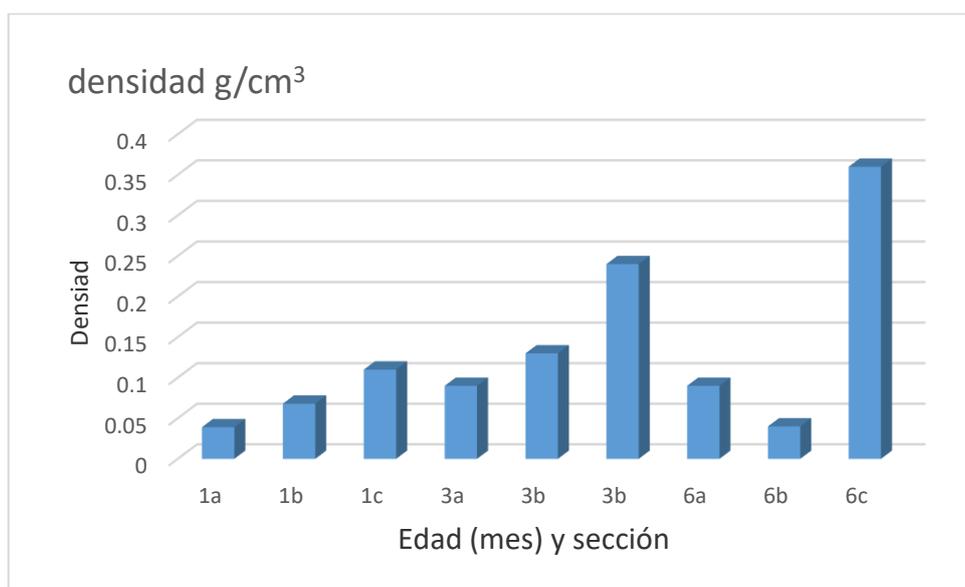
<b>Fibra</b>	<b>Gramos de agua/100g de fibra Referencia López (2001)</b>
Rayón viscosa	95
Algodón americano mercerizado	46-56
Lino	46
Algodón americano	42
Ramio	42
Junco (presente estudio)	Máximo: 374    Mínimo: 284

Comparando los valores obtenidos con los de otras fibras, mostrado en la Tabla 10, López (2001), se observa un valor menor de absorción de agua en las otras fibras, que se relaciona con los grupos hidroxilos; estos grupos son químicamente reactivos, corresponden a los sitios principales de adsorción de agua. El agua adsorbida directamente es quimio-adsorbida firmemente en los grupos hidroxilos celulósicos mediante los enlaces de hidrogeno (Cotton Incorporated, 2007). Los valores elevados obtendios con los tallos de junco, del presente estudio, es que, en este caso, el análisis considera agua absorbida, debido a la porosidad y estructura del tallo.

Según el análisis estadístico ANVA (Tabla 10), el contenido de absorción en la propiedades físico mecánicas de fibra de junco resulto no significativo,  $p=0,202 (\geq 0,05)$ , lo que indica que no hubo influencia de la edad o sección del tallo sobre los valores de absorción. Pero al comparar los valores entre edades, las diferencias entre valores de medias comprobadas mediante la prueba de Tukey con un valor de  $p$  ajustado de 3 meses de 0,0080 y 6 meses un valor de 0.0105 lo que indica una diferencia altamente significativa entre los valores de absorción, por edades.

#### 4.1.2. Densidad

Según los resultados obtenidos, Tabla 9, la densidad del tallo varía de forma directamente proporcional a la edad del junco; en la Figura 18 se presenta la variación de los valores de densidad en función de la edad del tallo y sección. De manera general se observa que la densidad aumenta con la edad y también los valores son mayores en la parte basal (c) del junco comparados con las demás secciones.



**Figura 18: Variación de los valores de densidad del tallo, en función de la edad del junco**

Se observa en la Figura que tiene mayor contenido de densidad promedio las plantas de 6 meses, siendo mayor valor en la parte basal (6c) con un valor de 0.36. Este resultado puede deberse a las características en el momento de la extracción del tallo de junco donde la planta absorbió agua, lo que puede estar influenciado por el volumen irregular del tallo o por la cantidad de tejido parenquimatoso o de hemicelulosas, que influyen en los valores de densidad. En un tallo de edad de 1 mes, la sección de ápice obtuvo un valor mucho menor, 0.039, ver Figura 18, y en los tallos (códigos 1c, 3c, 6c; 1-3-6 meses), parte basal, se obtuvieron valores de 0,11, 0,24 y 0,36 respectivamente. Los resultados obtenidos, sin embargo, no tuvieron influencia significativa de las variables en estudio ( $\geq 0,05$ ), p value 0,8105.

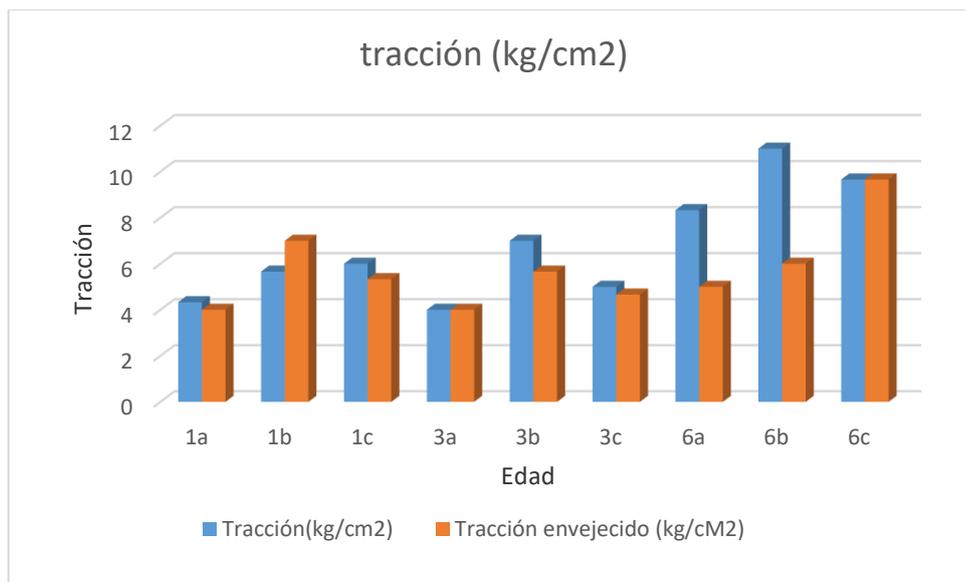
Los valores antes obtenidos entre 0,039 a 0,36 g /cm<sup>3</sup> da una idea de la cantidad variable de biomasa que se obtendría por unidad de volumen. Estos valores son mayores en el caso de madera de 0,3 a 0,9 dependiendo de la especie, p.e. lupuna =0,25 y pino 0,45; comparando con la totora, esta presenta un valor promedio en el tallo de 0,15 g /cm<sup>3</sup>. Cabe anotar que estos valor de densidad son diferentes a los valores de las fibras propiamente dichas tal como es el caso de fibras comerciales, usadas también en la elaboración de cordelería, bolsas, tales como el jute, fique, sisal, cáñamo, plátano y piña, ver Tabla 11 (Moreno *et al.*, AÑO), donde la mayoría de sus fibras, por estar unidas de la corteza vegetal , poseen una microestructura porosa la cual la diferencia de la densidad del tallo. En este caso la densidad e la fibra se puede asemejan a los valores de las celulosas puras que es 1,51 (Stamm ,1977). En la Tabla 11 se observa que los valores de varias fibras varían entre 1,3 para el yute y 1,53 para la fibra.

**Tabla 11: Valores de densidad de diferentes fibras vegetales**

<b>Especie</b>	<b>Referencia</b>	<b>Densidad (G/Cm3)</b>
Jute	(Kelly& ZWEBEN, 2000),(Gañan	1.3-1.5
Fique	&Mondragón , 2004)	1.3 -1.5
Sisal		1.45
Cañamo	(Amigó et, al , 2008)	1,48
Platano		1,35
Piña		1,53

#### **4.1.3. Tracción**

A variación de los valores promedio de la resistencia máxima a la tracción, de los tallos de junco, meses de 1 ,3 y 6 meses, empleando las secciones ápice medio, base se presentan en la Figura 19.



**Figura 19: Variación de los valores de tracción, de 3 edades, con tallos de junco**

Según el análisis estadístico, la resistencia a la tracción de los tallos de junco está influenciada de manera significativa por las partes del tallo y además es altamente significativa por la edad de la planta.

Con relación a los valores obtenidos de tracción, se observan valores mayores en el tallo de 6 meses, donde la mayor resistencia se debería al desarrollo de las fibras y a la lignificación de la planta con la edad. Esta mayor resistencia en los tallos de plantas de 6 meses es debido también a la presencia de fibras de esclerénquima las que tienen propiedades elásticas, a comparación de las fibras xilemáticas y floemática.

Al comparar los resultados del presente estudio con otras fibras vegetales (Tabla 12), se observa que los valores del junco son menores que los de la totora, cáñamo o sisal, aunque cabe mencionar que estas fueron evaluadas como tallo entero. La propiedad de tracción es una característica que se considera para evaluar su comportamiento en uso para cestos, cordelería y artesanías (Gonzales,2016). Las fibras consideradas en la Tabla 12 se utilizan para realizar artesanías canastas, tapetes, adornos, variedad de productos como material transable naturales está representada por la carga unitaria que soporta la fibra.

**Tabla 12: Valores de tracción de diferentes tipos de fibras vegetales**

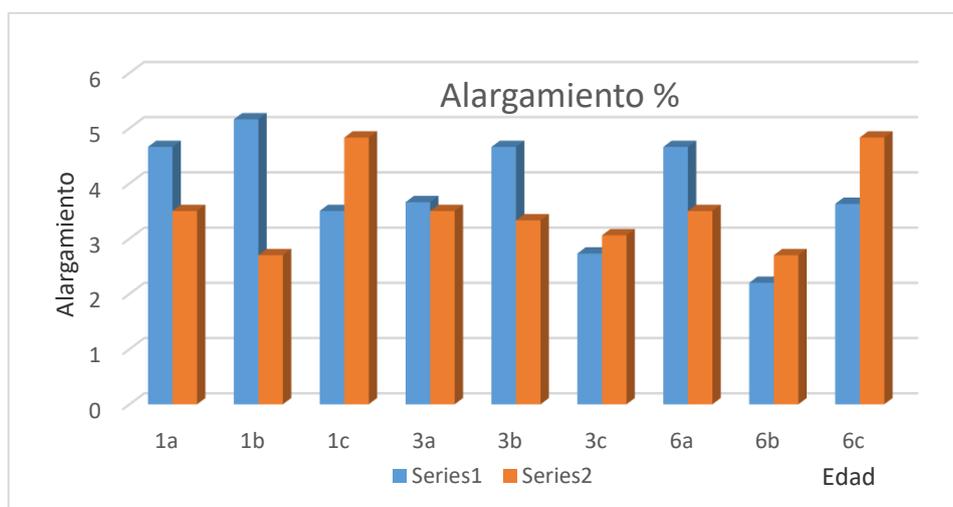
Especie	Procedencia	Referencia	Forma	Tracción (Mpa)
Cañamo		<i>Amigó V et,al</i> 2008	Entero	285
Sisal		<i>Amigó V et,al</i> 2008	entero	444-552
Thypa dominguensis (totora)	Lurin_Lima	<i>Sato(1993)</i>	entero	413
Salix sp (mimbre)	Chile	<i>Muñiz y</i> <i>Cardio(1995)</i>	tira	26,3
junco	Medio Mundo, Huaura		tira	4-1,2

Los valores de tracción fueron comparados, en la Figura 19, con los valores obtenidos luego del envejecimiento. El análisis estadístico demuestra la misma influencia de las variables en estudio, observándose además el efecto del envejecimiento sobre los valores de tracción. La disminución promedio en los valores de tracción por efecto del envejecimiento es reducida en tallos de 1 mes (-1,6 %), aumenta en tallos de 3 meses (8,6 %) y se eleva en los de 6 meses (28,5 %). Cabe mencionar, que el efecto de envejecimiento sobre las fibras es muy marcado en las plantas maduras, lo que coincide con lo expuesto por varios autores. El efecto de envejecimiento, de temperatura y humedad, son muy influyentes sobre las características de las fibras, afectando la parte física y química (Goes et al, 2005). Otro estudio demuestra el efecto negativo del envejecimiento sobre la tracción, en fibras de cashavara (López, 2016).

#### 4.1.4. Elongación o alargamiento

En la Figura 20 se presenta la variación de los valores porcentuales de alargamiento, de las 3 partes del tallo y 3 edades evaluadas, del junco, con y sin envejecimiento acelerado. El mayor valor obtenido fue de 5,16 por ciento, parte media de 1 mes, y el menor valor 2,2 por ciento, tallo medio de 6 meses. Según el análisis estadístico (ANVA), el porcentaje de alargamiento de la fibra de junco no tuvo influencia significativa ( $\geq 0.5$ ) de las variables estudiadas. P value

de 0.537 y 0,573 por efecto de la sección del tallo y su edad, respectivamente. Si bien no se obtuvo efecto significativo, se observa que los valores de alargamiento disminuyen con la edad de la planta; el efecto probable de la composición, mayor lignificación y madurez de la fibra, que reducen su elasticidad. Al respecto, Lockuan (2012) menciona que la fibra vegetal presenta una rotura brusca a comparación con las fibras animales que son más plásticas y tiene una deformación difícilmente recuperable. Según Quiroz *et al.* (2013) menciona que dentro de las causas de la elongación de las fibras vegetales se encuentra su fineza y delicadeza, evidenciando además el comportamiento elástico según su composición.



**Figura 20: Variación de los valores de alargamiento de las fibras del tallo de junco, de 3 edades y 3 secciones; (serie 1: sin envejecer; serie envejecida)**

Al comparar los porcentajes de alargamiento del presente estudio con los de otras fibras comerciales, ver Tabla 13, se observa valores en junco que son mayores a los obtenidos en otras plantas, aunque los valores son mayores en fibra animal como la lana (25%).

**Tabla 13: Valores de alargamiento de diferentes tipos de fibras vegetales**

<b>Especie</b>	<b>Zona evaluada</b>	<b>Alargamiento (%)</b>	<b>Fuente</b>
Lino	Fibra de tallo	2	Lockuán (2013)
Cáñamo	Fibra del tallo	1.8	Moreno et al (-)
Yute	Fibra de tallo	1.7-2	Lockuán (2013)
Lana	Fibra animal	25	Lockuán (2013)
	Fibra de tallo 1 mes	4,44	
Junco (promedio)	Fibra de tallo 1 mes	3,68	
	Fibra de tallo 1 mes	3,50	

#### **4.1.5. Absorción de energía por tensión (TEA)**

La absorción de energía por tracción (TEA) del tallo de junco se evaluó según la metodología descrita), para dos condiciones: con y sin envejecimiento. Según los valores de la Tabla 9, ensayos sin envejecimiento, el mayor valor obtenido fue de 170 J/mm<sup>2</sup>, para los tallos de 6 meses, parte basal; el menor valor fue de 73,4 J/mm<sup>2</sup>, en tallos de 3 meses parte basal. En el caso de los ensayos con envejecimiento acelerado, el mayor valor fue J/mm<sup>2</sup> obteniendo valores menores en el primer mes en la parte de ápice con 78.45 J/m<sup>2</sup>, en la sección del tercer mes área de ápice obtuvo un valor de 69.87 J/m<sup>2</sup> y finalmente en la de 6 meses obtuvo el valor de 74.78 J/m<sup>2</sup>.

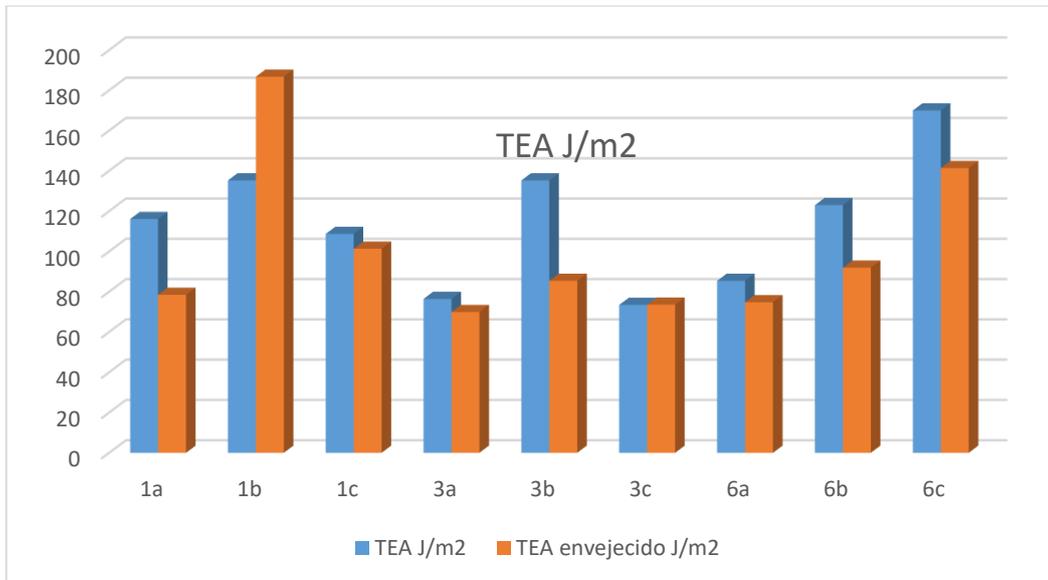
El análisis estadístico (ANVA), sin embargo, demostró que no hubo influencia significativa de las variables edad y sección del tallo sobre los valores de TEA, tanto antes del envejecimiento y posterior al envejecimiento; valores de p value de 0.444 y 0.385 respectivamente. La variación gráfica de los valores promedios de TEA, del presente, sin y

con envejecimiento, se encuentran en la Figura 21; en este gráfico se nota valores menores de TEA de los tallos envejecidos.

Cabe mencionar que los valores de TEA obtenidos miden la capacidad que tienen las fibras para absorber energía cuando son sometidos a esfuerzos de carga o tracción. Los valores de TEA obtenidos demuestran la capacidad del material indicando la resistencia, durabilidad del material cuando se somete a esfuerzos repetitivos según lo mencionado en la norma TAPPI (1996).

El efecto significativo de la edad y de la sección del tallo no fue demostrado en los resultados, pero en el caso del envejecimiento sí se observó diferencia, ver Figura 21. Las fibras envejecidas, luego del tratamiento, son afectadas por la humedad y temperatura de exposición, siendo esta exposición acelerada, que provoca mayores daños sobre las fibras de mayor edad: se estimaron valores de reducción de TEA, luego del envejecimiento, bajo en tallos de 1 mes (1,6 %), se eleva en tallos de 3 meses (8,6 %) hasta alcanzar valores notorios de diferencia (28,5 %) en plantas de 6 meses. El efecto marcado del envejecimiento se debe, en apariencia a la modificación de sus componentes químicos, afectados por la exposición de 24 horas, en un ambiente saturado a una temperatura cercana a los 100 °C.

Los valores de TEA combinan las propiedades de tracción y alargamiento; en este caso, el efecto del envejecimiento podría dirigirse sobre los carbohidratos, como las hemicelulosas, reduciendo su capacidad de alargamiento.



**Figura 21: Variación de los valores de TEA, de las fibras de junco, antes y luego de envejecimiento acelerado**

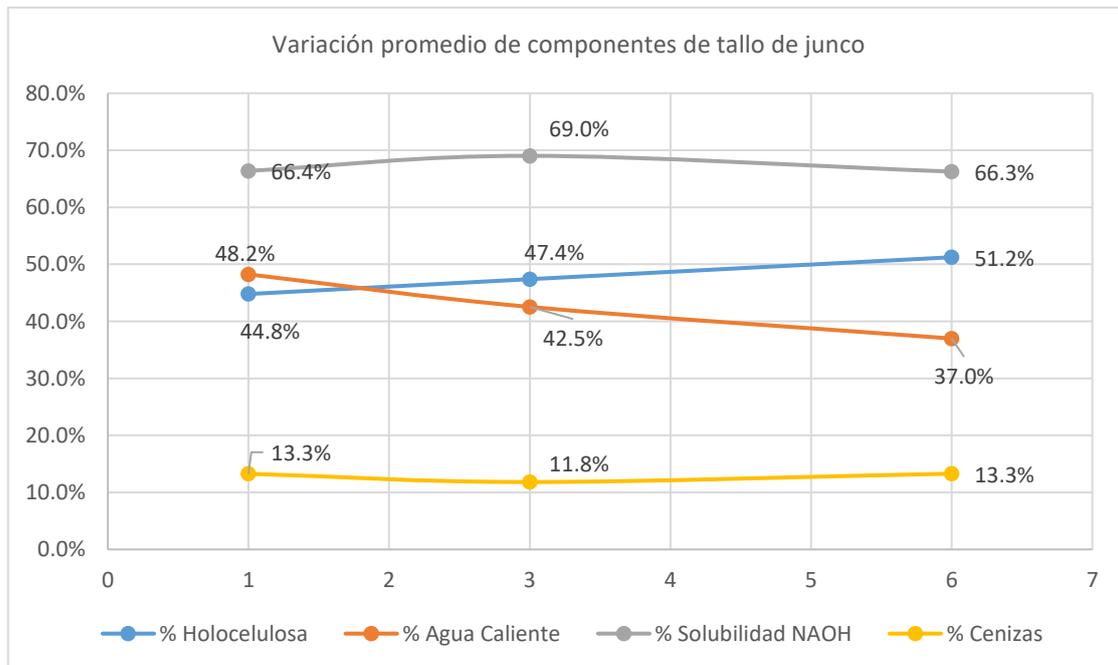
Los valores de TEA son mayormente aplicados a materiales de papeles y cartones, y es poco aplicado en el ámbito de las fibras vegetales, a pesar de que los resultados obtenidos pueden brindar información sobre el comportamiento dinámico de las fibras en uso, p.e. cuando se usan en la elaboración de canasta, bolsas (productos que contienen carga y están en movimiento). Al comparar los valores de TEA del presente estudio, con la fibra de “cashavara” (*Desmocus polyacanthos Martius*), se observaron valores altos de TEA, promedio de 981 J/mm<sup>2</sup>, muy superiores al de junco (valor máximo 180 J/mm<sup>2</sup>); esta comparación demuestra la gran resistencia de las fibras de cashavara con las del presente estudio. Otro valor de TEA de una fibra comercial es del mimbre *Salix sp.*(minbre) con un valor de 603 J/mm<sup>2</sup>.

#### 4.2. Propiedades químicas

Los resultados de las características químicas (cenizas, solubilidad en NaOH, solubilidad en agua caliente y holocelulosa) del tallo de junco son presentados en la Tabla 14; la representación gráfica de los valores obtenidos se encuentra en la Figura 22.

**Tabla 14: Características químicas del tallo de junco, de 3 edades**

Edad (mes)	% Holocelulosa	% Agua Caliente	% Solubilidad NAOH	% Cenizas
1	45.2	56.18	63.70	13.2
1	44.41	44.91	67.37	13.15
1	44.75	43.61	68.09	13.46
3	45.88	42.31	69.83	12.00
3	48.91	42.43	67.01	12.38
3	47.39	42.84	70.23	11.08
6	49.86	37.01	65.00	13.57
6	52.47	36.34	65.73	13.26
6	51.39	37.61	68.02	13.04



**Figura 22: Variación de los valores promedio de las características químicas del tallo de junco**

Sobre la variación de los resultados obtenidos con holocelulosa, se observa que sus valores porcentuales aumentan con la edad de la planta; al respecto se menciona que la consolidación del tejido, con estabilización de carbohidratos es demostrada por los valores de la holocelulosa en el tallo, que suben con la edad de la planta; el valor más alto se obtuvo a los 6 meses, con 52,47 por ciento y el menor valor de 44,41 por ciento, a 1 mes. La holocelulosa está conformada por celulosa y hemicelulosas: en plantas de 6 meses, este componente alcanza, en los tejidos de muchas plantas, valores superiores al 50 por ciento. El mayor contenido de celulosa y hemicelulosa en tallos de 6 meses es requerido por la necesidad del soporte, conducción y presencia de tejidos maduros y con mejores propiedades de resistencia.

Con estos valores se puede deducir que el tallo de la planta de junco de un mes, con menor contenido de holocelulosa, presenta una estructura frágil, poco fibrosa, en apariencia con alto contenido de parénquima (monocotiledónea) y carbohidratos solubles; con el tiempo, la planta con carbohidratos, son más estables y su estructura es más estable, consolidando el tejido fibroso.

Lo mencionado para la holocelulosa, está demostrado por la solubilidad de sus componentes: en el caso de los resultados obtenidos con extractivos solubles en agua caliente, se comprueba el alto valor de estos componentes en los tallos de un mes, 48,2 por ciento, en comparación con los de 6 meses, 37,0 por ciento; los extractivos solubles en agua caliente están conformados por azúcares solubles, almidones, y algunas hemicelulosas (pentosanos) y flavonoides de bajo peso molecular. De los resultados obtenidos, se observa el valor de 1 mes tiene un menor valor promedio de 48,2 por ciento de solubles agua caliente y este va decreciendo con los de 3 y 6 meses llegando hasta un promedio de 37 por ciento.

El ensayo de solubilidad en álcali NaOH, permite además solubilizar otros componentes como las hemicelulosas y/o otras fracciones de carbohidratos; el valor obtenidos de solubles en álcali tiene un valor promedio ligeramente superior en tallos de 1 mes, 66,4 por ciento, que, de 6 meses, 66,3 por ciento. Según (Quispe, 2005) el NaOH rompe enlace de hidrógeno de la celulosa volviéndola una estructura más simple para romper y separar la lignina. Cabe mencionar que los extractivos solubles en álcali no son considerados extractivos solubles, ya que el agente de solubilidad actúa más como un reactivo que como un solvente inerte, atacando la pared celular de las fibras y otras células, lo que aumenta la cantidad extraída luego del

análisis (Wise 1967). La información de la masa soluble en álcali, sin embargo, brinda información sobre la estabilidad de la estructura química de los carbohidratos que conforman el tejido y evalúa su comportamiento de la materia prima frente a diferentes tipos de reacciones químicas.

La variación de los valores promedios de cenizas del tallo de junco, Figura 22, muestra un valor importante, mayor a 11 por ciento en las 3 edades; sin embargo, las diferencias entre los valores de un mes y 6 meses son mínimas. Los valores de cenizas en las plantas, además de ser un carácter genético, pueden estar influenciadas por las condiciones de desarrollo. Las plantas de junco toman nutrientes directamente de las zonas inundadas (pantanos) que rodean la planta; las plantas jóvenes, en mayor actividad fisiológica, aparentemente toman mayor cantidad de nutrientes, que las plantas adultas (6-7 meses).

los valores de composición química del junco fueron comparados con los resultados de otras plantas; estos valores se encuentran en la Tabla 15.

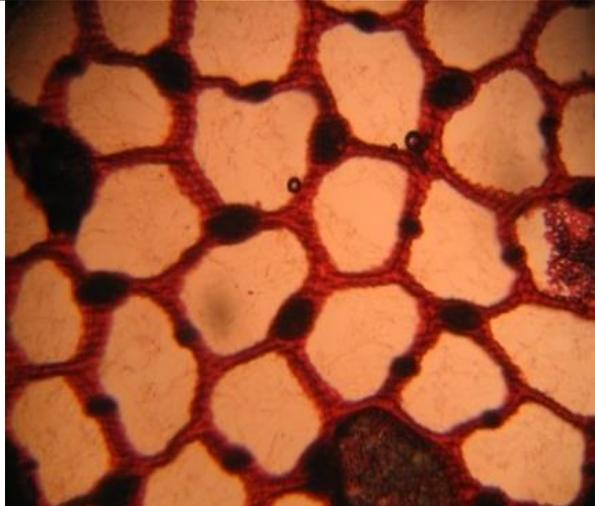
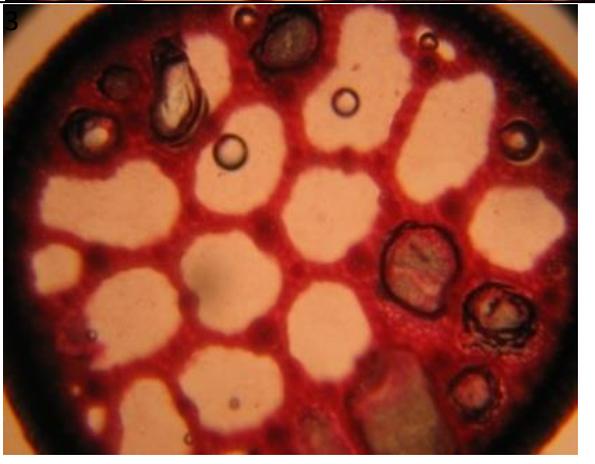
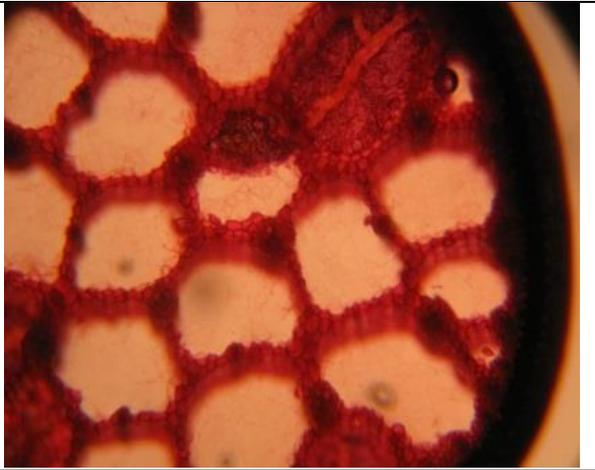
**Tabla 15: Composición química de diversas fibras vegetales**

<b>Especie</b>	<b>Holocelulosa</b>	<b>Solubles en agua caliente</b>	<b>Solubilidad en NaOH 1%</b>	<b>Cenizas %</b>	<b>Referencias</b>
Rastrojo de piña	42.70	38,45		4,60	Quezada et al .,2005
Paolownia	70.69	9,6	31,52	2.41	Jiménez et, al 2005
Paja de trigo	76.2	12,49	41,49	6.49	Jiménez et , al .1991
Caranday				3.5	Kohan.1951

En la Tabla 15 se observa, para el caso de la holocelulosa, comparando los valores de junco con los de rastrojo de piña que presentan un valor de 42,70 por ciento, menor al del junco; en cambio, los valores de holocelulosa en paja de trigo y Paolownia son mayores a los del junco. Con referencia a los extractivos solubles en agua caliente, se encontraron valores en rastrojo de piña, 38,35 por ciento, Paulonia con 9,6 por ciento y paja de trigo 12,49 por ciento, todos valores muchos menores a las del tallo del junco. Los valores altos de solubles en agua caliente del tallo de junco, de un mes, se podrían deber a que estas poseen esclerénquima, que además de ser el sostén a la planta, y aunque son tejidos débiles, protegen al tallo formando barreras con paredes lignificadas, que aumentan con la edad de la planta, aumento su resistencia a agentes externos. En el caso de solubles en álcali, los valores del tallo del junco, 69 por ciento, respecto al de la Paulonia y paja de trigo, 31,52 y 41,49 por ciento respectivamente. Con relación a las cenizas, los valores del junco comparados con los resultados en otras plantas son muy diferentes. Se observa en la Tabla 15 que valores de cenizas de la paja de trigo es 6,46 por ciento y el menor valor con de la Paulonia con un valor de 2.41 por ciento. El resultado obtenido con junco podría deberse a las características edáficas absorbiendo mayor contenido de sales minerales del humedal ya que el junco es una planta de humedales costeros según no dices (Cronky Fennessy, 2001) por ello la diferencia de los porcentajes estudiados.

#### **4.3. Propiedades Anatómicas**

En la Figura 23, para los tallos de 1, 3 y 6 meses, se observa que la zona de los entrenudos son huecos, y la disposición de haces vasculares de estas plantas son irregulares.

	<p>1 mes</p>
	<p>3 meses</p>
	<p>6 meses</p>

**Figura 23: Imágenes de sección transversal del tallo de junto de 3 edades: 1, 3, 6 meses**

#### **4.3.1. Descripción anatómica de tallo de 1 mes**

Se observa en la Figura 23, sección transversal de tallos de 1 mes, que las paredes de 1 mes son delgadas, son células jóvenes y se observa además que son turgentes y los contornos son más definidos. además, se aprecia el parénquima de forma esponjoso con numerosos espacios

intercelulares lleno de aire, llamados aerénquima En las familias Cyperaceae desarrollan un parénquima esponjoso con numerosos espacios intercelulares llenos de aire, denominado aerénquima, tal como se aprecia en las imágenes de los cortes en tallos un mes, tres y 6 meses.

#### **4.3.2. Descripción anatómica de tallo de tres meses**

Se observa en las imágenes de la Figura 23, cortes transversales del tallo de junco, colectado a los 3 meses; se observan las paredes de las fibras, en sección transversal, son de un mayor espesor que las de un mes, se puede observar que son más turgentes y los contornos de las células son definidos, más regular, ordenados.

#### **4.3.3. Descripción anatómica de tallo de seis meses**

En los tallos de la planta de junco a los seis meses Figura 23, presentan paredes con un espesor mucho mayor; además, la cantidad de los espacios presentan la forma del contorno forma irregular con tendencia a forma cilíndrica. Los espacios de las interfaces son más espaciados, y el tallo presenta una mayor cantidad de haces vasculares en comparación con los de 1 y 3 meses.

## V. CONCLUSIONES

1. En las propiedades físicas se pudo concluir que la absorción de los tallos de un mes tiene mayor capacidad de absorción que lo de tres y seis meses.
2. Concerniente a la densidad, se presenta un mayor valor en tallos de seis meses que los de uno y tres meses.
3. En tracción y alargamiento, se obtuvieron mayores valores en tallo de seis meses que los de menores edades. El mismo comportamiento se obtuvo en la absorción de energía por tensión.
4. Con referencia al envejecimiento acelerado donde se obtuvo influencia significativa, sobre los valores de las propiedades de resistencia evaluadas: Tracción, alargamiento y TEA. Asimismo, los valores de seis meses fueron mayores que lo de uno y tres meses.
5. Con respecto a las propiedades químicas, se obtuvieron valores mayores de Holo celulosa en tallo se seis meses que en los de menor edad.
6. Con relación a los extractivos, el porcentaje de solubles en agua caliente, en NAOH en tallos de un mes que en los de tres y seis meses.
7. Con relación a la ceniza, no se encontró variaciones significativas.
8. Según el estudio anatómico, las paredes de las células en tallos de seis meses son más gruesas.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Para futuras investigaciones se debería realizar investigaciones antes de la floración y durante la floración y post floración en la cual se pueda determinar el contenido de celulosa y lignina.
- Se necesita mayor apoyo de asociaciones para que los trabajos artesanales que se elaboran del junco no se pierda a través de los años y se pueda conservar y mantener obteniendo mayor beneficio económico.

## VII. BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, M. *et al.* (1996) Manual general de técnicas histológicas y citogenéticas. Facultad de Ciencias, UNAM. México.
- Aguilar, S., Ramirez, J., & Malagón, O (2007). Extracción de fibras no leñosas: Cabuya (*Furcraea andina paradisiaca* L.) para estandarizar un proceso tecnológico destinado a la elaboración de pulpa y papel. *Revista Iberoamericana de Polímeros* Volumen 8(2), Marzo de 2007 Aguilar et al. Extracción de fibras no leñosas. Ecuador.
- Aponte, H. (2009). El junco: clasificación, biología y gestión. Perú
- Aponte, H. (2007) Respuesta de *Schoenoplectus americanus* (Pers.) Vol. ex Sch. & R. SÉLL. (Cyperaceae) “junco” a diferentes concentraciones de nutrientes. Tesis para optar por el título profesional de Biólogo con mención en Botánica. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Aponte, H. & Cano, A. (2007) Estudio preliminar de la distribución de *Schoenoplectus americanus* en el Perú. Libro de resúmenes de la XVI Reunión Científica del Instituto de Investigaciones en Ciencias Biológicas Antonio Raimondi. 154 pp.
- Aponte, H.; A. Delgado & E. Mondragón (2007). Respuesta de la Floración de *Schoenoplectus americanus* (Cyperaceae) en la costa central del Perú. Libro de Resúmenes del IV Congreso Peruano de Ecología. 18-22 de noviembre 2007. Arequipa. Dilloniana. Edición especial. *Revista de Investigación*. Noviembre, 2007 5(1).146 pp.

- Amigó V., Salvador M.D., Sahuquillo O., Llorens R., Martí F. Valorización de residuos de fibras vegetales como refuerzo de plásticos industriales. I Simposio Iberoamericano de Ingeniería de Residuos, 2008
- Azcarraga, R. M., Jacques-Ríos, M.A., Bonfil-Campos, A. y Sandoval-Zapotitla, E. (2010). Atlas de Anatomía Vegetal. Universidad Nacional Autónoma de México. 279p
- Barrientos, E., Feijóo M., Peneff R., Laztra E., &Gratti A. (2014). Estudios anatómicos y análisis fitoquímicos preliminares de Monocotiledóneas hidrófitas en “mallines” de la estepa patagónica(PP.28-32). Comodoro,c
- Benazco, A. (2015). *Preparación y caracterización de fibras naturales* (Grado en Ingeniería Mecánica). Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología Sección de Ingeniería Industrial.
- Castro Revilla, A. (2007). Estudio de las propiedades de la fibra vegetal ("Kapok") de Ceiba trichistandra en función a clase diamétrica y nivel altitudinal, proveniente del bosque seco de Bolívar, Cajamarca. Perú:Unalm
- Castillo, Polo. (2010). “Humedales Costeros de la región Lima. Lima”. Gobierno Regional de Lima. Gerencia de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente.
- Cortés B., F. (1986) Cuadernos de histología vegetal. Marban. España
- Corte, M. (2009).Propiedades mecánicas a tensión de las fibras de bagazo del *Agave angustifolia haw*, residuo proveniente de la producción artesanal de mezcal .México :Instituto Politecnico Nacional.Recuperado de <http://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/7288/100.pdf?sequence=1> [16 de Diciembre de 2015]

- Cruz, Z. (2002). Evaluación del estado de conservación de las Lagunas El Paraíso, provincia de Huaura, Departamento de Lima, Perú. Tesis para optar el grado de Magíster Scientiae. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Delgado, A; H. Aponte & E. Mondragón (2007). Fecundidad de *Schoenoplectus americanus* (Cyperaceae) en la Costa Central del Perú. Libro de Resúmenes del IV Congreso Peruano de Ecología. 18-22 de noviembre 2007. Arequipa. Dilloniana. Edición especial. Revista de Investigación. Noviembre, 2007 5(1). 129 pp.
- Diego, N. (2012) Flora de veracruz. *Cyperaceae*. México: Instituto de Ecología, A.C., Xalapa, Veracruz y el Centro de Investigaciones Tropicales .Recuperado de [file:///C:/Users/KARTUCHOS/Desktop/articulos%20tesis%202017/157\\_Cyperacea\\_e.pdf](file:///C:/Users/KARTUCHOS/Desktop/articulos%20tesis%202017/157_Cyperacea_e.pdf)[Consulta:[15 de diciembre de 2015]
- Escutia, Y., Barrera, E., Martínez, Y., & Lindig, R. (2010). Respuestas a la adición de nitrógeno y fósforo en el crecimiento de *Typha domensis* y *shoenoplectus americanus* Bol.Soc.Bot.Méx. 87: 83-87
- Flores -Verdugo F., Moreno-Casasola P., Agraz-Hernández M.C., López-Rosas H., Benítez-Pardo D. y Travieso-Bello A.C. 2007. La topografía y el hidrorperiodo: dos factores que condicionan la restauración de humedales costeros. Boletín de la Sociedad Botánica de México 80s:33-47.
- García E., L. *et al.* (2003) La madera y su anatomía. Fundación Conde del Valle de Salazar Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.
- GOBIERNO REGIONAL DE LIMA. (2011). “Albufera de Medio Mundo. Plan Maestro 2009 – 2013”. Lima: Gobierno Regional de Lima. Gerencia de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente.
- GOBIERNO REGIONAL DE LIMA. “Diagnóstico Agencia de Huacho”. Disponible en: [http://www.agrolima.gob.pe/agencia\\_huacho/diagnostico\\_aa\\_huacho.pdf](http://www.agrolima.gob.pe/agencia_huacho/diagnostico_aa_huacho.pdf). Revisado el 23/06/11.

- Jimenez, L., Rodriguez, A., Ferrer, JL., Paez, A., & Angulo, V. (2005). La paulownia : una planta de rápido crecimiento como materia prima para la fabricación de papel
- Jimenez, L., Sanchez, I & Lopez, F (1991). Wheat Strain pulping .Revve .A. T.I.P.(45)(7),(297).
- Klyosov, A, 2007. Wood-Plastic Coposite. 1 ed. New Jersey, Estados Unidos. Jhon Wiley & Sons. 690 p.
- La fibra sensible. (2009). Catálogo de la exposición fibras vegetales, tejiendo plantas. Recuperado de [https://botanico.gijon.es/multimedia\\_objects/download?object\\_id=79985&object\\_type=document](https://botanico.gijon.es/multimedia_objects/download?object_id=79985&object_type=document) [Consulta : [ 5 de enero de 2015]
- Llamas, F., C. Acedo, J. Andrés, R. Carbo, M. A. Pérez & Á. Penas (1993). Anatomía de las especies europeas de Carex L. sect. Unciniiformes Kük. (Cyperaceae). Anales Jard. Bot. Madrid 51(1): 97-109.
- Lockuám, F. 2012. La industria textil y su control de calidad. 272pp. Consulado Feb. 2016.
- López, M. (2016). Caracterización histológica y evaluación de propiedades físico mecánicas de la fibra de Cashavara (*Desmoncus polyacanthos Martius*) proveniente de una plantación del distrito Jenaro Herrera, Iquitos- Perú. Tesis Ing. Forestal, Fac. CC. Forestales, UNALM. 98 pp. y anexos.
- López, P. (2001). Cinética y extracción de colorantes naturales para la industria textil. Tesis Ing. Quím. México. Udl.
- Macek P. y Rejmánková E. 2007. Response of emergent macrophytes to experimental nutrient and salinity additions. Functional Ecology 21:478-488.
- Maiti, M. R. (1995) Fibras vegetales en el mundo. Trillas. México

- Mejía, Martín .(2010). Extracción y caracterización mecánica de las fibras de bambú (Guadua angustifolia) para su uso potencial como refuerzo de materiales compuestos. Bogotá. Universidad de los Andes.
- Manuel J. Macía. (2006). *Las plantas de fibra* (pp. 370-383). Madrid, España
- Muñoz, F., & Carpio, I. 1995. uso potencial de la palma de Bayal como sustituto del Ratán Proyecto: Conservación par el desarrollo sostenible .OLAFO-CATIE. Costa Rica.
- NOLLET, L. M. L (Ed).; Handbook of Food Analysis; M. Dekker, Nueva York 1996.
- 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*. n 486:291-295.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (1992). *Productos forestales no madereros; posibilidades futuras* .Recuperado de (<http://www.fao.org/docrep/019/t0431s/t0431s.pdf>) [Consulta: 15 de enero de 2016]
- PELT Y ADESU (2001). Técnicas de reimplante de Totora. Programada de capacitación sobre el manejo de la Totora. Disponible en: [http://www.alt-perubolivia.org/Web\\_Bio/PROYECTO/Docum\\_peru/21.03%20P1.pdf](http://www.alt-perubolivia.org/Web_Bio/PROYECTO/Docum_peru/21.03%20P1.pdf). Revisado el 23 de junio, 2011.
- Quedada, K., Alavarado, P., Sibaja, R., & Vega, J. (2005) Utilización de las fibras del rastrojo de piña (*Ananas comusus*, variedad champaka) como material de refuerzo en resinas de poliéster. Laboratorio de Polímeros-POLIUNA, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica 2) Laboratorio de Adhesión y Adhesivos, Universidad de Alicante. (pp.157-166). España
- Q-LAB (Q-Lab Corporation, US). 2008. Cámaras de ensayo de intemperismo acelerado. Technical Bulletin LU-0801

- Stark, N.; Matuana, L.2004. Surface chemistry changes of weathered HDPE/wood-flour composites studied by XPS and FTIR spectroscopy. *Polymer degradation and stability*, 86(1): 1-9.
- Sato, C.1993.Analisis de las características mecánicas y químicas de dos fibras naturales totora (**typha Dominguensis** Pers. (-T americana L.C.Rich))y Cabuya(*Furcroya Andina* Trelease) . Tesis Ing. Agrícola. Lima, PE.Universidad Nacional Agraria La Molina. 53p.
- Suarez, E. 2016.Efecto del intemperismo acelerado en las propiedades físico - mecánicas de compuestos plástico-bambú. (Tesis para optar el título de Ingeniero Forestal). Universidad Nacional Agraria la Molina.
- Zedler J.B. 2003. Wetlands at your service: reducing impacts of agriculture at the watershed scale. *Frontiers in Ecology and the Environment* 1:65-72.
- Zedler J.B. y Kercher S. 2004. Causes and Consequences of Invasive Plants in Wetlands: Opportunities, Opportunists, and Outcomes. *Critical Reviews in Plant Sciences* 23:431-452.

## VIII. ANEXOS

### Anexo 1: Constancia de determinación botánica

#### CONSTANCIA DE IDENTIFICACION DE ESPECIE EN ESTUDIO

#### CONSTANCIA DE DETERMINACION BOTANICA

A solicitud de la Srta. Romina Helena Armesto Céspedes se proporciona la identidad del espécimen, el cual ha sido revisado a fin de verificar su clasificación taxonómica

Localidad : Humedales de Medio Mundo, Distrito de Vegueta,  
Provincia de Huaura

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	FAMILIA
<i>Schoenoplectus americanus</i>	Junco	Cyperaceae

Determinador :

Rocio Del Pilar Gamarra Chevarria  
BIÓLOGO  
C.B.P. 7804

**Anexo 2: Medidas de los extremos del junco por medio del Vernier**

Edad	Medida 1	Medida 2	Medida 3	Medida 4
6a1	2.59	2.42	2.22	2.17
6a2	2.68	2.14	2.23	2.01
6a3	2.13	2.85	2.54	2.8
6b1	2.83	2.78	2.69	2.7
6b2	2.87	2.83	2.62	2.51
6b3	2.63	2.83	2.69	2.28
6c1	2.55	2.6	2.01	1.93
6c2	2.67	2.09	1.57	1.91
6c3	1.91	1.6	2.04	2.23
3a1	2	2	1.75	2.08
3a2	1.91	1.46	1.46	1.67
3a3	1.88	1.88	1.88	1.88
3b1	1.69	1.5	1.48	1.48
3b2	1.48	1.48	1.42	1.6
3b3	2.11	1.99	1.99	1.95
3c1	2.16	2.45	2.47	2.06
3c2	1.6	1.84	1.18	1.15
3c2	2.3	2.3	1.54	1.77
1a1	2.28	2.28	1.48	1.49
1a2	1.62	2.07	1.75	1.74
1a3	1.66	2.22	1.74	1.74
1b1	2.11	2.05	1.64	2.59
1b2	2.05	1.98	1.46	1.8
1b3	1.84	1.83	2.01	2.48
1c1	1.48	1.38	1.52	2.47
1c2	2.14	2.37	2.19	2.19
1c3	1.7	2.15	1.6	1.63