

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES**



**APTITUD DEL ENDOCARPIO DEL  
FRUTO DE CASTAÑA  
(*BERTHOLLETIA EXCELSA*), A  
DIFERENTES PROCESOS DE TEÑIDO  
PARA BOTONES.**

Presentado por:

**Paola Angélica Matayoshi Agustí**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO FORESTAL

---

Lima - Perú  
2018

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos para calificar la sustentación del Trabajo de Tesis, presentado por la ex-alumna de la Facultad de Ciencias Forestales, Bach. PAOLA ANGÉLICA MATAYOSHI AGUSTÍ, intitulado “**APTITUD DEL ENDOCARPIO DEL FRUTO DE CASTAÑA (*BERTHOLLETIA EXCELSA*), A DIFERENTES PROCESOS DE TEÑIDO PARA BOTONES.**”.

Oídas las respuestas a las observaciones formuladas, lo declaramos:

.....

con el calificativo de .....

En consecuencia queda en condición de ser considerada APTA y recibir el título de INGENIERO FORESTAL.

La Molina, 14 de mayo de 2014

.....  
Mg. Sc. Miguel Meléndez Cárdenas  
Presidente

.....  
Ing. Martín Araujo Flores  
Miembro

.....  
Mg. Sc. Graciela Egoavil Cueva Gálvez  
Miembro

.....  
PhD. Héctor Enrique González Mora  
Asesor

## *DEDICATORIA*

*A alguien que lamentablemente ya no está conmigo, pero que desde que tengo memoria y hasta sus últimos días confió plenamente en mí y me apoyó de manera incondicional, a mi abuelita...a ti “mamita”.*

## AGRADECIMIENTOS

*Agradezco sinceramente a todas aquellas personas que se involucraron de una u otra manera con el desarrollo de este proyecto:*

*En primer lugar a mi familia, Nestor, Mary, Aki, Tada, quienes siempre estuvieron pendientes de la elaboración de este trabajo, me dieron ánimos para seguir adelante cuando se presentaron algunas adversidades y se alegraron conmigo al haber culminado esta extenuante etapa.*

*A mi asesor, PhD. Enrique Gonzáles Mora por su constante apoyo, consejos, paciencia y entera disposición para resolver cualquier tipo de pregunta y/o duda durante la elaboración de la tesis.*

*A mis amigos y compañeros David Flood y Lourdes Durand, con quienes hicimos un excelente equipo de trabajo y también enfrentamos algunas complicaciones en el camino, apoyándonos siempre.*

*A Amazon Ivory EIRL por brindarme la oportunidad de llevar a cabo este trabajo, a través del financiamiento del mismo.*

*A Pedro Vásquez, Fernando Regal, Rocío Vásquez, Germán Castillo y todo el equipo del Centro de Datos para la Conservación, con quienes trabajé, por el apoyo y comprensión a lo largo del tiempo que desarrollé esta investigación y más aún en la última etapa de la misma.*

*A Zuni, Rolo, Froy, amigos con quienes vimos la manera de culminar lo más pronto posible nuestras investigaciones, apoyándonos como podíamos.*

*A Germán y Jose Carlos, amigos y prácticamente hermanos con los que comparto además del gusto por el mundo forestal, el gusto por la música, amigos con quienes me escapaba en momentos de estrés, cólera o frustración a través de notas musicales y regresaba con la actitud y ánimos necesarios para seguir adelante.*

*Por último, a todas aquellas personas que no menciono en esta hoja pero que me ayudaron de diversas maneras en la culminación de este trabajo.*

## *RESUMEN*

Se estudió la afinidad de botones elaborados a partir del endocarpio del fruto de la castaña (*Bertholletia excelsa*), como respuesta al tratamiento de coloración empleando nueve familias de colorantes sintéticos. Estos botones fueron elaborados con el endocarpio procedente de frutos de una plantación ubicada en Tamshiyacu, región Loreto.

Los botones teñidos fueron sometidos a ensayos de solidez al frote, solidez a la luz, solidez al lavado, para los cuales se aplicaron normas técnicas de uso textil ISO y NTP, adaptándose éstas al producto en estudio. Asimismo, se realizaron análisis de absorción y penetración de los colorantes en el botón; todos estos ensayos y la coloración se realizaron en los laboratorios del Dpto. de Industrias Forestales, de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Una evaluación de colorimetría también fue realizada, comparando el color de los botones sometidos a las pruebas de solidez con una muestra testigo.

En los resultados obtenidos se observó que en el análisis de absorción, los colorantes sulfurosos, reactivos y ácidos fueron los más absorbidos por la materia prima; en el análisis de penetración, los colorantes con muy buenos resultados fueron los básicos, seguidos de los ácidos, sulfurosos, de complejo metálico, reactivos y directos. Finalmente, en los ensayos de solidez, los colorantes que presentaron afinidad con los botones fueron los colorantes reactivos y los colorantes sulfurosos, siendo este último grupo el que presentó mayor afinidad al endocarpio del fruto de castaña.

Palabras clave: *Bertholletia excelsa*, castaña, endocarpio, botones orgánicos, teñido, colorantes sintéticos, colorantes reactivos, colorantes sulfurosos.

# ÍNDICE GENERAL

	Página
<b>I. Introducción</b> .....	<b>1</b>
<b>II. Revisión de Literatura</b> .....	<b>3</b>
<b>1. Descripción de la Especie</b> .....	<b>3</b>
1.1. Distribución Geográfica .....	4
1.2. Descripción Botánica .....	4
1.3. Ecología.....	6
1.4. Silvicultura .....	7
1.4.1. Bosques Naturales .....	7
1.4.2. Plantaciones .....	7
1.5. Aprovechamiento .....	8
1.6. Usos e Importancia.....	9
<b>2. Materia prima: Endocarpio del fruto de castaña</b> .....	<b>10</b>
2.1. Características generales .....	10
2.2. Composición química.....	11
2.3. Producción .....	11
2.4. Usos .....	12
<b>3. Botones orgánicos</b> .....	<b>13</b>
<b>4. Color</b> .....	<b>14</b>
4.1. Percepción del color .....	14
4.2. Teoría del color .....	15
4.3. Constituyentes del color .....	15
4.4. Sistemas de medición de color .....	16
<b>5. Teñido</b> .....	<b>19</b>
5.1. Proceso.....	19
5.2. Cinética .....	20
5.2.1. Difusión del colorante.....	20
5.2.2. Velocidad de tintura.....	21
5.3. Colorantes artificiales .....	21
5.3.1. Colorantes Ácidos.....	22
5.3.2. Colorantes Básicos.....	23
5.3.3. Colorantes directos .....	24
5.3.4. Colorantes a la Tina.....	25
5.3.5. Pigmentos.....	25
5.3.6. Colorantes Dispersos.....	26
5.3.7. Colorantes Sulfurosos .....	26
5.3.8. Colorantes de Complejo Metálico .....	27
5.3.9. Colorantes Reactivos .....	28
5.4. Productos auxiliares.....	29
5.5. Impacto ambiental del proceso de teñido.....	30
<b>6. Antecedentes de coloración en botones de origen vegetal</b> .....	<b>30</b>
<b>III. Materiales y Métodos</b> .....	<b>33</b>
<b>1. Lugar de estudio</b> .....	<b>33</b>
<b>2. Materia prima</b> .....	<b>33</b>
<b>3. Materiales y equipos</b> .....	<b>34</b>
3.1. Materiales .....	34
3.1.1. Botones.....	34
3.1.2. Colorantes .....	34
3.1.3. Productos Auxiliares (ver características en anexo 1) .....	34
3.1.4. Materiales de laboratorio .....	35
3.2. Equipos .....	36

3.2.1.	Ensayo .....	36
3.2.2.	Medición y control .....	36
3.2.3.	Procesamiento de datos e imágenes .....	36
<b>4.</b>	<b>Metodología .....</b>	<b>36</b>
4.1.	Determinación del contenido de humedad .....	37
4.2.	Determinación del pH.....	37
4.3.	Teñido.....	38
4.3.1.	Colorantes ácidos .....	38
4.3.2.	Colorantes básicos .....	38
4.3.3.	Colorantes directos .....	39
4.3.4.	Colorantes a la tina .....	39
4.3.5.	Pigmentos.....	40
4.3.6.	Colorantes dispersos .....	41
4.3.7.	Colorantes sulfurosos.....	41
4.3.8.	Colorantes de complejo metálico .....	42
4.3.9.	Colorantes reactivos .....	42
4.4.	Evaluación de absorción.....	43
4.5.	Evaluación de penetración .....	44
4.6.	Evaluación de la solidez del color al frote .....	45
4.7.	Evaluación de la solidez del color a la luz.....	48
4.8.	Evaluación de la solidez del color al lavado .....	49
4.9.	Determinación de la pérdida de color.....	50
4.10.	Elección de Colorantes Afines al Sustrato de Castaña.....	51
<b>IV.</b>	<b>Resultados y discusión .....</b>	<b>55</b>
1.	Contenido de humedad y pH de los botones de castaña .....	55
2.	Potencial de hidrógeno (pH) por grupo de colorante .....	55
3.	Absorción del colorante.....	56
4.	Penetración de colorante .....	57
5.	Evaluación de los procesos de teñido .....	59
5.1.	Colorantes afines.....	62
5.2.	Solidez a la luz .....	63
5.3.	Solidez al frote.....	64
5.4.	Solidez al lavado .....	65
<b>V.</b>	<b>Conclusiones.....</b>	<b>66</b>
<b>VI.</b>	<b>Recomendaciones .....</b>	<b>67</b>
<b>VII.</b>	<b>Referencias bibliográficas .....</b>	<b>71</b>
<b>VIII.</b>	<b>Anexos.....</b>	<b>77</b>

## *Índice de tablas*

	Página
Tabla 1: Taxonomía de la castaña. ....	3
Tabla 2: Componentes químicos del endocarpio de castaña. ....	11
Tabla 3: Masa del fruto de castaña. ....	12
Tabla 4: Valores de tolerancias admitidas para la diferenciación del color. ....	52
Tabla 5: Diseño experimental de los tratamientos empleados. ....	54
Tabla 6: Contenido de humedad y pH de los botones de castaña. ....	55
Tabla 7: pH por grupo de colorante. ....	56
Tabla 8: Absorción por grupo de colorantes. ....	57
Tabla 9: Valores de penetración por grupo de colorante. ....	57
Tabla 10: Resultado de pérdida de color de los botones teñidos mediante método colorimétrico. ....	59
Tabla 11: Análisis de varianza para la prueba de solidez a la luz. ....	64
Tabla 12: Promedio y desviación estándar de los colorantes compatibles a la castaña en la prueba de solidez a la luz. ....	64
Tabla 13: Análisis de varianza para la prueba de solidez al frote. ....	64
Tabla 14: Promedio y desviación estándar de los colorantes compatibles a la castaña en la prueba de solidez al frote. ....	65
Tabla 15: Análisis de varianza para la prueba de solidez al lavado. ....	65
Tabla 16: Promedio y desviación estándar de los colorantes compatibles a la castaña en la prueba de solidez al lavado. ....	65



## Índice de figuras

	Página
Figura 1: <i>Bertholletia excelsa</i> . .....	5
Figura 2: Recolección de Castaña. ....	9
Figura 3: Diversas vistas del fruto de castaña. ....	10
Figura 4: Vasija elaborada con el fruto de castaña. ....	13
Figura 5: Sistema de medición CIE, valores triestímulo XYZ. ....	17
Figura 6: Representación del sólido de colores para el espacio CIE L*a*b* .....	18
Figura 7: Espacio de color CIE L*a*b* .....	19
Figura 8: Ubicación de la localidad de Tamshiyacu .....	33
Figura 9: Determinación del pH de las muestras. ....	38
Figura 10: Codificación de botones para la evaluación de penetración. ....	44
Figura 11: Penetración del tinte desde una vista radial del botón .....	45
Figura 12: Calibración del resorte. ....	46
Figura 13: Evaluación de resistencia al frote. ....	47
Figura 14: Evaluación de solidez del color a la luz.....	48
Figura 15: Escala de grises N o Schweingruber.....	49
Figura 16: Evaluación de solidez del color al lavado. ....	50
Figura 17: Colorímetro KONIKA MINOLTA modelo CM2600D. ....	50
Figura 18: Penetración de los colorantes.....	59
Figura 19: Valores del $\Delta E^*_{ab}$ por prueba de solidez para cada grupo de colorante.....	60

## *Índice de anexos*

	Página
Anexo 1 Naturaleza y uso de auxiliares comerciales utilizados. ....	77
Anexo 2 Resultados de la prueba de penetración .....	78
Anexo 3 Resultados de la prueba de absorción .....	79
Anexo 4 Cuadro de calibración del resorte para la prueba de frote .....	79
Anexo 5 Código de botones para la prueba de colorimetría .....	80
Anexo 6 Resultados de las pruebas de colorimetría .....	82
Anexo 7 Imagen penetración colorante ácido.....	84
Anexo 8 Imagen penetración colorante ácido.....	84
Anexo 9 Imagen penetración colorante directo .....	85
Anexo 10 Imagen penetración colorante disperso.....	85
Anexo 11 Imagen penetración colorante de complejo metálico .....	86
Anexo 12 Imagen penetración de pigmentos.....	86
Anexo 13 Imagen penetración de colorantes reactivos .....	87
Anexo 14 Imagen penetración de colorantes sulfurosos .....	87
Anexo 15 Imagen penetración colorante a la tina.....	88
Anexo 16 Condiciones para realizar DCA luz.....	89
Anexo 17 Condiciones para realizar DCA frote.....	90
Anexo 18 Condiciones para realizar DCA lavado.....	91
Anexo 19 Intervalo de confianza de la prueba de solidez a la luz .....	92
Anexo 20 Intervalo de confianza de la prueba de solidez al frote .....	92
Anexo 21 Intervalo de confianza de la prueba de solidez al lavado .....	92
Anexo 22 Fotografía de botones sin tratamientos. ....	93
Anexo 23 Fotografías de botones sometidos a los diferentes tratamientos de teñido. ..	94
Anexo 24 Norma técnica NTP-ISO 105-C01 2006.....	95
Anexo 25 Norma técnica NTP-ISO 105-C06 2006.....	105
Anexo 26 Norma técnica NTP-ISO 105-X12 2006 .....	119
Anexo 27 Norma técnica NTP-ISO 105-X16 2007 .....	129
Anexo 28 Norma técnica NTP-ISO 105-X16 2007 .....	138

# I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, grande es la preocupación y el esfuerzo por lograr un uso sostenible del bosque como fuente de una gran cantidad de bienes y servicios entre los cuales podemos encontrar además de la madera, una gran variedad de alimentos, fibras, recursos genéticos, biodiversidad, etc. El Perú tiene la ventaja de contar con un gran número de especies dentro de su territorio debido a los diversos ecosistemas que posee, uno de éstos es el bosque tropical, principalmente en Madre de Dios. En esta región, una especie de gran importancia es la Castaña (*Bertholletia excelsa*), árbol del cual se obtienen semillas con un alto valor nutricional. Estas semillas también son procesadas para elaborar aceite, subproductos para la alimentación de animales domésticos y en la industria de la confitería.

La actividad castañera va de la mano con la conservación y si se realiza de una forma rentable se mejorarán los beneficios socioeconómicos y la conservación de los bosques. Una forma de lograr dicha rentabilidad es utilizando el endocarpio del fruto, que actualmente no tiene valor comercial y se deja en el bosque al coleccionar las semillas.

El empleo de productos orgánicos en los últimos años ha mostrado una tendencia creciente y particular tanto en la industria textil como en la industria de la moda, donde la utilización de botones “orgánicos” es cada vez mayor. Amazon Ivory (2009) indica que, en estudios de mercado realizados en el Perú, así como en países de Europa y Asia, se observa que ya existe una demanda considerable de botones naturales, orgánicos o no sintéticos, como tagua, concha de perla, coco de castaña, jebe y madera.

La utilización de los frutos de castaña dejados en el bosque al realizar la extracción de las semillas para la elaboración de botones, podría ser una industria innovadora en nuestro país, pero no cuenta con estudios previos ni una tecnología para el teñido ni fijación de colores en dicho material. Por lo tanto, es necesaria la disposición de protocolos para lograr alta solidez y fijación en colores y así poder cumplir con la demanda interna y externa de dicho producto.

Además de una buena calidad, se sabe que en la industria textil es importante la gama de colores de los botones que puedan ser utilizados, por lo que se requiere someterlos a un proceso de teñido.

El presente estudio tiene por finalidad evaluar la aptitud al teñido del endocarpio del fruto de castaña como botón orgánico, de esta manera se busca promover el uso de residuos forestales y contribuir a la información existente sobre este tema.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 1. DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE

La taxonomía del árbol de Castaña es:

**Tabla 1: Taxonomía de la castaña.**

<b>Reino</b>	Plantae
<b>División</b>	Angiospermas
<b>Clase</b>	Dicotiledónea
<b>Orden</b>	Lecythidales
<b>Familia</b>	Lecythidaceae
<b>Género</b>	Bertholletia
<b>Especie</b>	excelsa
<b>Nombre Científico</b>	<i>Bertholletia excelsa</i> Humb. &Bonpl

*Fuente: ITIS, 2011*

Humboldt y Bonplant denominaron a esta especie en honor al botánico Bertholletia. El nombre específico de excelsa es debido a la gran magnitud de este árbol a libre crecimiento (Comisión Nacional de Fruticultura 2000).

Se le conoce internacionalmente también como Nuez del Brasil, Castaña de Marañón, Castaña de América, Castaña do Pará (INRENA - OIMT 1998).

Las semillas fueron denominadas como *nhá*, *niá*, *invia*, *tcari* y *tucari*, por diferentes grupos amazónicos y como juvia, en el Orinoco. Los hombres de occidente la llamaron al principio castanha-do-Pará porque la principal fuente de la castaña era el estado de Pará en Brasil. El fruto fue llamado luego castanha-do-Brasil. En el Perú la semilla es llamada castaña, y en Bolivia almendra. El fruto es conocido internacionalmente, como Noix du Brésil (en Francia) y más comúnmente Brasil nut (en inglés). Desde que Bolivia empezó a aumentar fuertemente la exportación del producto se ha propuesto un nuevo nombre para la semilla: Nuez del Amazonas o Amazonia nut (Dominguez 1995).

## 1.1. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

La Castaña es oriunda de la Región Amazónica, encontrándose de forma natural desde el Alto Orinoco (5° Latitud Norte) hasta el Alto Beni (14° Latitud Sur) incluyendo territorios de Venezuela, Colombia, Perú, Brasil, Bolivia y Guyanas. (Figuroa 1976). La mayor densidad de castaña se encuentra en el Brasil, en sus estados de Mato Grosso, Acre, Amapa, Rondonia, Roraima y especialmente en el Estado de Pará. En el Perú y Bolivia, los castañales que surgieron por acción de la naturaleza, se encuentran en la región limítrofe de estos dos países con el Brasil. (Comisión Nacional de Fruticultura 2000)

En el Perú se distribuye en Selva Baja, principalmente en el departamento de Madre de Dios en estado natural, y en los departamentos de Loreto y Ucayali pero sólo en estado cultivado. (Flores citado por Sangay 2010)

## 1.2. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

Árbol grande de 40 – 60 m de alto; el fuste alcanza con frecuencia 2 m de diámetro y en ocasiones más de 4 m de perímetro, muy recto a menudo en los primeros 20 m o más, la corteza de color gris – pardo de 1,5 cm de espesor, resinosa, con fisuras profundas, estrechas, longitudinales y de color rojizo en su interior; la copa abierta y globular o en forma de parasol, de 10 - 20 m de diámetro y con frecuencia sobresaliendo 10 - 20 m por encima de la cubierta de copas; los plantones y los árboles adultos con raíz principal profunda y fuerte que puede penetrar 3 m o más en suelos arcillosos pesados. (FAO 1987). Ver Figura 1.

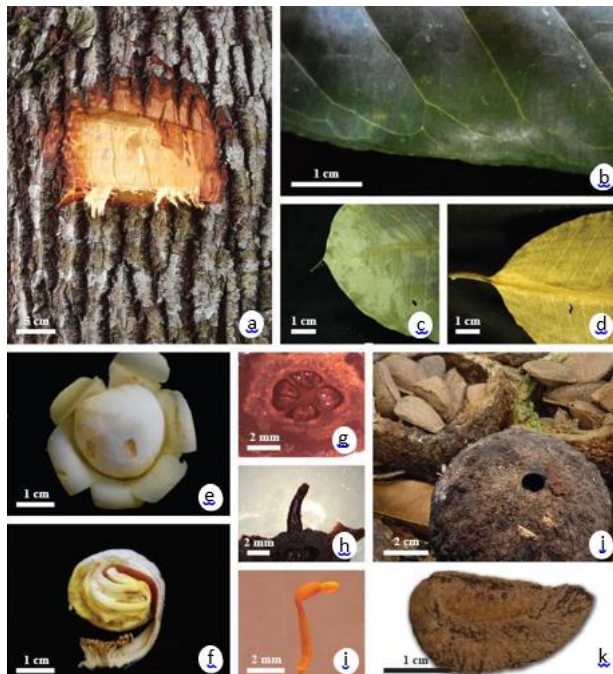
Las hojas son deciduas, con pecíolos de 5 a 6 cm de longitud, en forma cóncava, con tomento suave; lámina cartáceo-coriácea, verde brillante en el haz y verde pálido en el envés, color marrón rojizo cuando son jóvenes, con 25 a 35 cm de longitud y 8 a 12 cm de ancho, oblongas o elíptico-oblongas, base aguda, ápice obtuso-redondeado y ligeramente acuminado, márgenes ondulados, nervadura central prominente en la cara inferior y de sección rectangular; nervaduras laterales abundantes, delicadas y rectas, en ángulos de 60° con la nervadura central. (Corvera *et al.* 2010)

Inflorescencias espiciformes, axilar o en panículas terminales, de pocas ramas, erectas, raquis anguloso de 12 a 16 cm de longitud. Flores zigomórficas, con dos o tres sépalos y seis pétalos amarillos, no adherentes e imbricados, levemente desiguales, gruesos y carnosos en la base; andróforo con la parte superior hemisférica, conteniendo interiormente numerosas escamas arqueadas, con ápice acuminado, numerosos estambres dispuestos alrededor del orificio de la

lígula; ovario ínfero, tetracular o pentacular, lóculos generalmente con cuatro a seis óvulos, estilete subulado, deflexo para el lado del andróforo, estigma capitado y multipapiloso. (Villachica *et al.* 1996)

El fruto es una cápsula de tipo pixidio incompleto, llamado popularmente “coco”, en español y “ourico”, en portugués. Es esférico o ligeramente achatado, con cáscara dura y leñosa; ápice del fruto con una región diferenciada de 7 a 10 cm de diámetro, en cuyo centro se encuentra un orificio de 1 cm de diámetro, correspondiendo al opérculo. El peso de cada fruto varía entre 200 y 1500 g con un peso promedio de aproximadamente 750 g, diámetro de 10 a 25 cm (Corvera *et al.* 2010).

El peso promedio de una semilla se encuentra alrededor de 8,2 g, tienen forma triangular-angulosa con un promedio de 18 semillas de 4 a 7 cm de longitud, con cáscara coriácea y rugosa, conteniendo en su interior una almendra blanco lechosa, recubierta por una epidermis de color marrón. El polo radicular (base de la semilla), de donde se origina la raíz primaria, es más largo que el caulinar, responsable de la formación de la parte aérea de la planta (Corvera *et al.* 2010).



a) Corteza externa e interna. b) Nervaduras laterales. c) Ápice. d) Base. e) Vista apical de la flor. f) Sección longitudinal del androceo. g) Ovarios loculares. h) Estilo geniculado y diferenciado del ápice. i) Estambre. j) Fruto. k) Semilla

**Figura 1: *Bertholletia excelsa*.**

*Fuente: Viana L. & Vizoni V*

### 1.3. ECOLOGÍA

La castaña crece en un ambiente de temperatura relativamente uniforme característico de la Región Amazónica, con una humedad relativa alta. La temperatura durante el año varía de 38,3 a 17,7°C, oscilando los promedios mensuales de 5 a 10°C (Figuroa 1976).

En áreas de dispersión natural la precipitación total anual varía entre 1 400 y 2 800mm, con ocurrencia, en determinadas áreas, de períodos de hasta seis meses con precipitaciones mensuales inferiores a 100 mm. La humedad relativa anual media se sitúa en el rango de 79 a 91 por ciento. En estas áreas el total anual de horas de brillo solar varía entre 2,0 y 2,5 horas (MINAG 2008).

La castaña se desarrolla bien en áreas de tierra firme, no soportando tierras encharcadas. En las áreas de castañales nativos, los suelos son arcillosos o arcillo-arenosos, (Müller citado por Sangay 2010). Así también Munine, citado por Bueno *et al.* (1998) menciona que esta especie se encuentra situada básicamente en tierras altas, drenables y no inundables; estudiosos de la especie han estimado que en estado natural en la mayoría de los casos se puede encontrar hasta 15 árboles por ha., mientras en otros sectores sólo se pueden ubicar un árbol por cada 2 has. En Brasil se han reportado hasta 15-20 árboles/ha (Prance & Mor, citado por Calderón *et al.* 2002). Con respecto a la densidad, Cornejo (2003) sostiene que el número de árboles en un área, varía enormemente según el sitio, desde muy bajas con 0,2 hasta 26 árboles por hectárea; esta variación se debe muchas veces a que se utilizan diferentes tipos de muestreo y se consideran diferentes categorías de diámetros en los estudios, así también afirma que en sitios con mayor densidad, los árboles tienen diámetros más pequeños.

Prance & Mori citado por Calderón *et al.* (2002) coincide con Cornejo (2003) en que los frutos de castaña son dispersados por roedores terrestres como los agutíes (*Dasyprocta spp.*), los cuales después de consumir unas pocas semillas, transportan y entierran los frutos hasta 50 m de distancia del árbol madre.

La castaña amazónica al estado natural proviene de semillas que germinan después de 12 a 18 meses. Es una planta de crecimiento lento, con un periodo juvenil que supera los 12 años. En la región de Madre de Dios los árboles de castaña pierden sus hojas maduras al inicio de la época seca, lo cual generalmente sucede entre los meses de Agosto y Septiembre. El periodo de floración abarca de los meses de Diciembre a Febrero y está relacionada directamente con el periodo de mayor precipitación pluvial. La relación entre floración y fructificación de la



castaña es baja, cerca 0,4 por ciento lo que equivale a decir que se necesitan más de 200 flores para la formación de un fruto. Los frutos necesitan un promedio de 15 meses para madurar. El periodo de dispersión de frutos (caída) ocurre entre los meses de Diciembre y Marzo (Corvera *et al.* 2010).

#### 1.4. SILVICULTURA

##### 1.4.1. BOSQUES NATURALES

En el Perú, los bosques de castaña se ubican solamente en la franja oriental del departamento de Madre de Dios, cubriendo un total de 2,5 millones de hectáreas. De ese total, aproximadamente un millón de hectáreas están actualmente bajo un aprovechamiento castañero. Las zonas castañeras son las del Bajo Madre de Dios (incluyendo Lago Valencia), el Tambopata, las cuencas de los ríos Paríamianu, Paríamarca y Las Piedras, a lo largo de las carreteras hacia Brasil y Mazuko. Los bosques de castaña también se extienden hacia el norte hasta la provincia del Tahuamanu y al oeste hasta el Parque nacional del Manu, y que actualmente no están siendo aprovechados comercialmente por estar muy alejados y por sus bajas densidades de *Bertholletia excelsa*. (CP-FVP<sup>1</sup> 2001)

##### 1.4.2. PLANTACIONES

El Comité de Reforestación de Madre de Dios durante los años 1993-1995, así como también el proyecto “Repoblación forestal con especies tropicales valiosas en sistemas agroforestales en Tambopata” realizado por el INRENA durante el período 1996-1999 gracias al financiamiento de la Organización Internacional de Maderas Tropicales (OIMT), tuvieron como objetivo desarrollar la economía rural mediante productos maderables y no maderables con demanda en mercados, así como recuperar la fertilidad natural de los suelos. Como estrategias para el logro de dicho objetivo, ambas experiencias promovieron la reforestación con especies maderables y no maderables como la Castaña (*Bertholletia excelsa*), tanto en macizos como en fajas dentro de parcelas de productores, así como también el establecimiento de sistemas agroforestales. (Rehab-CIFOR 2010)

El Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), entre 1987 y 1995, desarrolló entre sus líneas de investigación la agroforestería, teniendo como componente principal la castaña asociada con frutales nativos y exóticos, tales como pastos leguminosos, pacaé,

---

<sup>1</sup> Consejo Peruano para la Certificación Forestal Voluntaria

mango, marañón, palta, coco y pijuayo. En el año 2000 se estudió sistemas agroforestales asociados de castaña-caoba y castaña-pasto brizanta (Cuculiza 1999 citado por Sangay 2010).

En la localidad de Tamshiyacu (Loreto) los campesinos han desarrollado un modelo agroforestal que se basa en la replicación en la chacra de la estructura del bosque amazónico, sólo que reemplazando los árboles originales por otros domesticados y con uso comercial. El modelo agroforestal de Tamshiyacu no es muy antiguo, pues ha sido desarrollado en los últimos 40 o 45 años (Álvarez 2012).

Las plantaciones de castaña en Tamshiyacu, de donde se colectaron los frutos de castaña para el presente estudio, son de densidad irregular existiendo en promedio entre 20 y 30 árboles por hectárea, sembradas a una distancia de 15 x 15 m, de un área total promedio de 5 hectáreas. Actualmente, se estima que el total de árboles adultos es de aproximadamente de 300 a 500 con una producción anual de 30 t que se consumen localmente en Iquitos, no existiendo reportes de exportación. No obstante, la población local ha ido reforestando en base a la regeneración natural, en especial en la zona de Tamshiyacu colindante con Panguana, es allí en Tamshiyacu donde se pueden ubicar la mayor cantidad de árboles de toda la zona (Carrasco 2009 citado por Sangay 2010).

#### 1.5. APROVECHAMIENTO

El proceso de aprovechamiento consiste en el recojo y recolección de los cocos que se encuentran bajo los árboles, los cuales se desprenden por maduración natural. (MINAG 2008). El porte elevado de las plantas, particularmente en los castañares nativos, no permite que los frutos (cocos) sean cosechados directamente de la planta. Además, existe el riesgo que sean colectados inmaduros. Por este motivo, los frutos son colectados del suelo, después de desprenderse naturalmente del árbol. La operación de quiebra de los cocos, para extraer las semillas, se inicia solamente después que se ha juntado un número suficiente de frutos. Esta operación se efectúa en el mismo castañar, con ayuda de un "machete". Los operarios hábiles consiguen abrir el fruto con un solo golpe. Después, las castañas son lavadas en agua corriente, ocasión en que se eliminan las vanas y aquellas que sufrieron heridas durante el corte del coco (Villachica 1996).

La recolección de castaña se realiza en la época de lluvias, entre los meses de diciembre y abril. La calidad de la cosecha depende del tiempo de madurez del árbol y de la posición de cómo caen los frutos. Por lo general las castañas de mejor calidad se colectan hasta fines de

enero (92 por ciento de semillas sanas); cuando la recolección se efectúa durante el mes de abril la pérdida es aproximadamente el 50 por ciento, esto se debe al ingreso del agua por el opérculo del fruto (Lleellish *et al.* 2005).



a) y c) Extracción de semillas de castaña del fruto; b) Colecta del fruto de castaña.

**Figura 2: Recolección de Castaña.**

*Fuente: CIFOR, Gallice, Muller*

## 1.6. USOS E IMPORTANCIA

La castaña tiene valor económico por sus semillas que se consumen principalmente como nueces al estado fresco, procesado para usar su aceite y otros subproductos para la alimentación de animales domésticos y en la industria de la confitería (Figuroa 1976).

Aunque las castañas contribuyen apenas con el 1 ó 2 por ciento del volumen total del comercio internacional en nueces comestibles, proveen una base para el sustento de decenas de miles de hogares involucrados en su extracción, comercialización y procesamiento (Stoian 2004).

Las hojas maduras son usadas para bajar la presión arterial de quienes sufren hipertensión. (INRENA - OIMT 1998). El aceite, procedente de almendras deshidratadas, presenta un buen coeficiente de digestibilidad, pudiendo ser empleado también como lubricante y en la fabricación de jabones finos, champus, acondicionadores y cosméticos. Del residuo de la

extracción de aceite se obtiene una harina rica en proteína, que puede ser utilizada mezclada con harina de trigo para la fabricación de pan. La madera es excelente para el aserrío debido a sus características posibilitan su uso en la construcción civil y naval y en la fabricación de muebles y de madera prensada. La cáscara del tronco es fuente de estopa que puede ser empleada en el calafateo de embarcaciones y en la fabricación de esteras (Lleellish *et al.* 2005).

## 2. MATERIA PRIMA: ENDOCARPIO DEL FRUTO DE CASTAÑA

### 2.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES

El fruto según Calzada, citado por Bueno *et al.* (1998) es un pixidio o cápsula leñosa de forma de una naranja de 8 a 15 cm. de diámetro; tiene de 15 a 20 semillas, de 4 a 5cm. de largo, con un lado cóncavo y los otros dos planos, el primero está inmediato a la pared interna del fruto, los otros dos se aplanan por la presión entre ellas, ver Figura 3. Además Figueroa (1976) menciona que la testa de consistencia dura, oscura cubierta de estrías longitudinales, se compone de dos capas: una externa en empalizada, de esclereidas que presentan el lumen muy abierto hacia al superficie, miden alrededor de 1 mm de largo; y una interna, oscura que está formada por varios estratos de células muy pequeñas y compactas. El fruto también presenta una abertura en la parte opuesta a su inserción con el pedúnculo, la cual constituye la puerta de entrada a los factores adversos como lluvia, insectos, etc. y su peso de 0,5 a 1 kg (Salhuana 1973).



**Figura 3: Diversas vistas del fruto de castaña.**

*Fuente: Do Vale, Kummel, Paine*

La cáscara del fruto o pixidio es dura y resistente, y al interior las semillas están cubiertas por una envoltura ligniforme, también dura. Las almendras de castaña tienen un alto contenido de aceite, el que forma alrededor del 65 por ciento de la semilla, y de proteínas que constituyen del 15 al 18 por ciento (Moritz citado por Bueno *et al.* 1998). El fruto alcanza su madurez usualmente un año después de la antesis floral, produciéndose su desprendimiento del árbol (Shereiber citado por Figueroa 1976). Este desprendimiento puede darse por la acción del viento, las lluvias o animales (Salhuana 1973).

## 2.2. COMPOSICIÓN QUÍMICA

La composición química porcentual del endocarpio de castaña está representada en el cuadro 1.

**Tabla 2: Componentes químicos del endocarpio de castaña.**

Componente químico	Porcentaje %
Holocelulosa	68,0
Lignina	21,2
Cenizas	7,7
Extractivos	0,9
Sílice	2,2

*Fuente: Gonzáles, 2004*

## 2.3. PRODUCCIÓN

En cuanto a la producción de frutos, el árbol que crece en la selva virgen comienza su producción recién a los 12 ó 14 años; sin embargo, en los castañales bajo cultivo puede comenzar a producir a los 8 años. La máxima producción se obtiene después de los 25 años. Normalmente la planta en un año da una buena producción y al año siguiente su producción es baja. Una buena producción se considera de 300 a 400 frutos por planta y, una producción pobre cuando ésta alcanza a 50 o menos frutos por planta. También se considerará como buena producción cuando de un solo árbol se obtenga dos “barricas” de castaña con cáscara, equivalentes a 120 kg de producto bruto. Sin embargo ACCA (2010) sostiene que a partir del décimo octavo año de vida comienzan a producir frutos, los cuales necesitan un promedio de 15 meses para poder madurar, también menciona que cada árbol produce en promedio 70 kilos de frutos anualmente por cosecha o zafra. La fase de recolección se inicia en el mes de diciembre y concluye en marzo. La producción en forma natural es alternativa, las flores son, aparentemente fecundadas en bajo porcentaje en un año y no fructifican hasta el siguiente año. Luego de la floración se desprenden los frutos maduros (cocos) correspondientes a la cosecha

normal del año (Salhuana 1973). En el cuadro 2 se observan los valores promedio de porcentaje de endocarpio que se obtiene de los frutos de castaña, los cuales dan una idea de la cantidad de masa de fruto que puede tener algún tipo de utilidad.

**Tabla 3: Masa del fruto de castaña.**

Frutos	Peso total del fruto (g)	Peso del coco vacío (g)	Endocarpio porcentaje (%)
1	720	600	83,3
2	580	440	75,9
3	660	530	80,3
4	620	480	77,4
5	540	380	70,4
6	760	580	76,3
7	600	370	61,7
8	560	410	73,2
9	580	460	79,3
10	600	460	76,7
Promedios	622	471	75,4

*Fuente: Salhuana 1973*

#### 2.4. USOS

Los frutos de castaña colectados para consumo como alimento, son considerados un producto forestal no maderable (PFNM), cuya recolección produce bajo impacto en el ecosistema. (ACCA 2010)

El fruto de la castaña tiene propiedades astringentes y es muy utilizado por los pobladores para combatir diarreas, inflamaciones y acidez de estómago. La cubierta coriácea de la almendra también posee propiedades similares (Salhuana 1973). La cáscara del fruto y de la semilla tiene alto poder calórico, siendo usada para precalentar calderos. También se usan en la fabricación artesanal de adornos y objetos de decoración (Leellish *et al.* 2005), ver figura 4.



**Figura 4: Vasija elaborada con el fruto de castaña.**

*Fuente: Amazon Ivory, 2010*

### **3. BOTONES ORGÁNICOS**

Los botones son objetos que han venido siendo utilizados desde eras prehistóricas. Se usaron en los comienzos eran de conchas de moluscos talladas y perforadas, posteriormente en distintas épocas los botones, así como los materiales con los que han sido elaborados han variado notablemente. Durante el siglo XV se fabricaron artesanalmente magníficos botones, muy trabajados y elaborados con oro, plata e incrustaciones de joyas, en el siglo XVII comenzaron a realizarse forrados de tela y decorados con bordados. En América se empezaron a fabricar alrededor de 1800, se realizaban en bronce o hueso, pero posteriormente se los hizo en porcelana, marfil, metales, madera, vidrio, perlas y plástico (Azahara 2009).

En Sudamérica, Ecuador es uno de los principales países que abastece mundialmente botones de Tagua, especie conocida comúnmente como “marfil vegetal”. La tagua es un producto eminentemente del sector ecuatorial, es rentable económica y socialmente, en la actualidad existe producción de “ánimelas de tagua”. La Tagua alcanzó su época dorada entre los años 1900 y 1920, cuando se exportaba desde América grandes cantidades a Hamburgo, Londres, otros mercados europeos y de Estados Unidos para la fabricación de botones y prendedores de alta calidad. La revolución del plástico terminó con el liderazgo de la Tagua. Sin embargo, 58 años después, la naturaleza vuelve a imponerse sobre lo artificial; esta corriente ha hecho que compradores europeos y estadounidenses estén dispuestos a sancionar o premiar a las industrias que atentan o preservan la naturaleza, lo que coloca el dilema de usar productos naturales o perder mercado. Los grandes diseñadores europeos utilizan en sus prendas de

vestir la llamada etiqueta verde que garantiza que sus productos son naturales (Quispe *et al.* 2005).

En el Perú, el sector de confecciones textiles se abastece con botones sintéticos y naturales. Los sintéticos son producidos por cuatro fábricas nacionales (Filasur SA, La Casa del Botón SAC, Gustavo Sánchez SAC e industria botonera SAC) e importados por aproximadamente 19 empresas consumidoras y distribuidoras minoristas de botones. En cuanto a los botones orgánicos como tagua, nácar, coco, madera, jebe, son 30 las empresas importadoras, de las cuales son 9 las distribuidoras mayoristas y minoristas del mercado nacional y registradas por SUNAD<sup>2</sup>. Se estima también que las fábricas nacionales de botones pueden incursionar en la fabricación de botones de madera y tagua. A nivel nacional no existen fábricas de botones orgánicos de madera, coco y jebe (Amazon Ivory 2009).

En un estudio de mercado realizado entre los años 2000 y 2009 se evaluó la demanda nacional de botones no sintéticos como tagua, cuerno, coco, concha de perla, cuero, jebe y madera. En este periodo, la mayor demanda ocurrió entre los años 2001 al 2005 con un promedio de 22 673 gruesas anuales siendo el principal material la concha de perla con el 83,3 por ciento de la demanda principalmente para camisas, siguiendo en importancia los botones de tagua y los de madera (Amazon Ivory 2009).

## **4. COLOR**

### **4.1. PERCEPCIÓN DEL COLOR**

De Perinat (2008) define al color como una sensación, producto conceptual elaborado por el cerebro a partir de los datos emitidos por el ojo que ve un objeto, sobre el que incide una energía llamada luz. Christie (2003) sostiene que la existencia del color exige la conjunción de tres circunstancias: una fuente de iluminación, un objeto que interactúe con la luz procedente de dicha fuente y el ojo humano para observar el efecto resultante. En ausencia de cualquiera de éstos, podría decirse que el color no existe. El ojo humano solo es sensible a un rango muy reducido de longitudes de onda (360-780 nm) dicho rango hace referencia a la “luz visible”, más allá de los extremos de este rango se encuentra la región ultravioleta (UV) del espectro y por encima de 780 nm, la región infrarroja (IR).

---

<sup>2</sup> SUNAD: Superintendencia Nacional de Aduanas.



## 4.2. TEORÍA DEL COLOR

EcuRed (2012) coincide con Red Textil Argentina (2011) al definir la teoría del color como un grupo de reglas básicas en la mezcla de percepción de colores para conseguir el efecto deseado combinando colores de luz o combinando colores reflejados en pigmentos. Así también Red Textil Argentina (2011) agrega que las últimas alternativas son muy importantes porque la suma de la combinación de colores de luz genera el blanco, mientras que la suma de combinación de colores reflejados por pigmentos y colorantes, dan negro.

El requisito más evidente para que un tinte o pigmento sea útil en sus aplicaciones es que debe tener un color adecuado. De los muchos modos en que la luz puede interaccionar con los objetos, los dos más importantes desde el punto de vista de su influencia en el color son la absorción y la difusión. La absorción es el proceso por el cual la energía radiante se utiliza para promocionar las moléculas en el objeto a estados de energía superiores. La difusión es la interacción por la cual la luz es redirigida como consecuencia de refracciones y reflexiones múltiples. En general, cuando en la interacción de la luz con un objeto sólo interviene la absorción, éste será transparente ya que la luz que no es absorbida es transmitida a través del objeto. Si hay presentes centros de difusión, el objeto aparecerá o bien traslúcido o bien opaco, dependiendo del grado de difusión, según la luz es reflejada hacia el observador (Christie 2003).

Los compuestos que presentan coloración pueden tener una estructura química muy variada, todos mantienen en común que son capaces de absorber y emitir radiación en el rango visible (rango de longitudes de onda de 380-750 nm). El color que presenta una sustancia es realmente el complementario del de la radiación que absorbe, ya que corresponde a la radiación que refleja. Así, una sustancia que absorbe radiación correspondiente al color azul (430-480 nm) tiene color amarillo, mientras que otra que absorbe radiación amarilla, presenta color azul (Mamani *et al.* 2011).

## 4.3. CONSTITUYENTES DEL COLOR

Para que una sustancia orgánica presente color es necesario que contenga un grupo con un doble enlace o pares de electrones de no enlace, formando parte de un sistema conjugado de dobles enlaces C=C, al que se denomina grupo cromóforo. Además de los grupos cromóforos, los colorantes suelen tener otros grupos, capaces de extender el sistema conjugado, y desplazar el color hacia el azul o el amarillo, a estos grupos se les llama grupos auxócromicos. Los

grupos auxocrómicos pueden producir un efecto batocrómico o un efecto hipsocrómico. El efecto batocrómico consiste en el desplazamiento de la radiación absorbida hacia valores mayores de  $\lambda$  (menor energía) o, lo que es lo mismo, el desplazamiento de la radiación reflejada hacia valores menores de  $\lambda$ , lo que producen los grupos que poseen pares de electrones de no enlaces (amino, hidroxilo, halógeno, etc.), capaces de extender el sistema conjugado como donadores de electrones. El efecto hipsocrómico es justo el contrario y se traduce en un desplazamiento del color hacia la zona amarilla del espectro visible. Lo producen los grupos que atraen electrones por resonancia (nitro, carboxilo, éster, etc.). (Mamani *et al.* 2011).

Christie (2003) por su lado, define al cromóforo como un grupo de átomos principalmente responsable del tinte y a los auxócromos como grupos de átomos “formadores de sales” cuya función consistiría en proporcionar un imprescindible “realce” del color. Considera también que los grupos más importantes de cromóforos son los azo (-N=N-), carbonilo (C=O), metino (-CH=) y nitro (NO<sub>2</sub>). Los auxócromos habitualmente encontrados, grupos que normalmente aumentan la intensidad del color y desplazan la absorción a longitudes de onda mayores de la luz, incluyen los grupos hidroxilo (OH) y amino (NR<sub>2</sub>).

#### 4.4. SISTEMAS DE MEDICIÓN DE COLOR

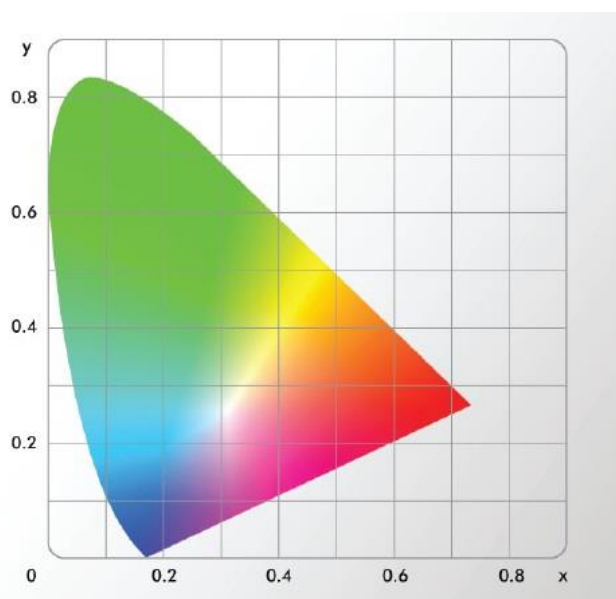
Como solución a los problemas de evaluación del color se crearon sistemas de medición para poder cuantificarlo y expresarlo numéricamente, cuyo principio está basado en la cantidad de luz reflejada por el objeto (Konica Minolta, 2012).

La organización internacional de luz y color CIE (Comission Internationale de L'Eclairage) desarrolló dos importantes sistemas para la evaluación de color en términos de números basados en la medición de reflectancia espectral de la muestra.

##### a. **Sistema de medición CIE 1931, Valores triestímulo (XYZ) y coordenadas de cromaticidad (x, y)**

Para tener en cuenta los tres aspectos que intervienen en la visión del color de un objeto, la luz lo ilumina, la reflexión de la luz por el objeto observado y la respuesta del ojo, se integra el efecto conjunto de las tres funciones de distribución. En el caso de una muestra determinada, cuya curva de reflectancia se haya medido, se puede calcular los valores triestímulos X, Y, Z para distintas clases de iluminantes. Los valores triestímulo caracterizan unívocamente un determinado color, de acuerdo a las condiciones dadas, fuente luminosa,

observador, etc. Cada color puede describirse median coordenadas X, Y, Z. Estas letras representan un sistema de coordenadas ortogonales, llamado también sistema tridimensional o espacial; donde a cada color le corresponde un punto. Así todos los colores posibles constituyen un espacio CIE y se ubican en el cuadrante positivo (XYZ) dentro del cono mostrado en la Figura 5. Si se aumenta claridad de un color, aumenta la cantidad de luz necesaria que hace alta de cada primario para igualar el color. El aumento es proporcional, de modo que XYZ permanece constante a medida que el color se aleja del origen, esto permite construir un diagrama de color bidimensional, independiente de la claridad (Maldonado 2005).



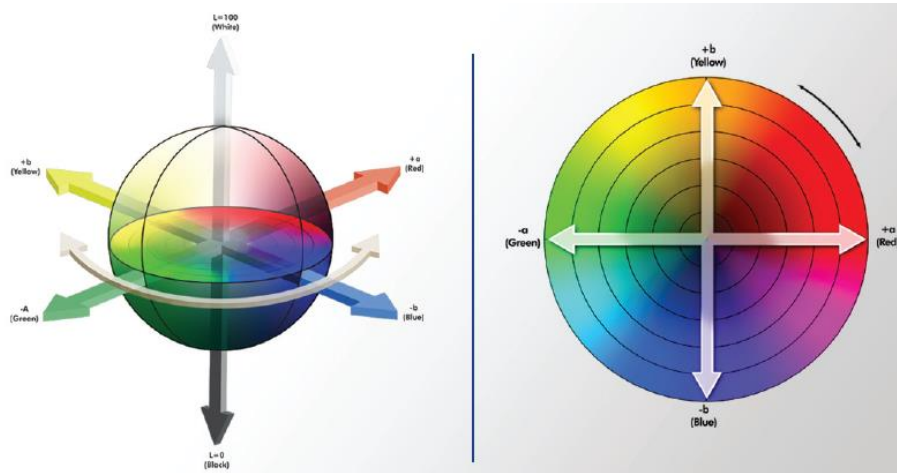
**Figura 5: Sistema de medición CIE, valores triestímulo XYZ.**

*Fuente: LaCie, 2007*

**b. Sistema de medición CIE 1976, Espacios de color L\*a\*b**

El espacio CIELab, establecido por la Comisión Internacional de L'Eclairage (CIE 1978), define las magnitudes colorimétricas que se derivan matemáticamente de los valores triestímulo y pueden considerarse una respuesta de los observadores patrones a un estímulo luminoso. Tratando de imitar a los observadores reales, estas respuestas se hacen depender del tipo de estímulo y del blanco de referencia. Los estímulos dependientes aparecen a los observadores reales como estímulos no autoluminosos, es el caso de cualquier superficie o material no emisor de luz. (Sánchez-Marañón *et al.* 1995 citado por Domínguez *et al.* 2012).

Las coordenadas colorimétricas  $a^*$  y  $b^*$  forman un plano perpendicular a la claridad. La coordenada  $a$  define la desviación del punto acromático correspondiente a la claridad, hacia el rojo si  $a^* > 0$ , hacia el verde si  $a^* < 0$ . Análogamente la coordenada  $b$  define la desviación hacia el amarillo si  $b^* > 0$ , hacia el azul si  $b^* < 0$ , como se puede apreciar en la Fig. 6.



**Figura 6: Representación del sólido de colores para el espacio CIE  $L^*a^*b^*$**

*Fuente: LaCie, 2007*

En el documento “Libro blanco de la gestión del color 3: espacios de color y conversión de colores”, la empresa LaCie<sup>3</sup> menciona que las diferencias de color que se perciben como iguales en este espacio de color tridimensional, tienen distancias iguales entre ellas. Esta diferencia se expresa mediante el valor delta-E ( $\Delta$ ).

El delta-E permite medir los cambios de matriz y densidad. Es la descripción matemática de la distancia entre dos colores. Para calcular el delta-E de dos colores, se necesitan sus valores  $L^*a^*b^*$ . El delta-E es la distancia entre los dos puntos dentro del espacio de color  $L^*a^*b^*$  (ver figura 7).

<sup>3</sup> LaCie, empresa informática de hardware. Web: [http://www.lacie.com/download/whitepaper/wp\\_colormangement\\_3\\_es.pdf](http://www.lacie.com/download/whitepaper/wp_colormangement_3_es.pdf)



**Figura 7: Espacio de color CIE L\*a\*b\***

*Fuente: Konica Minolta, 2012*

La fórmula de diferencia de color entre dos estímulos distintos se calcula según Ochoa (1997):

$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

La dimensión L\* especifica la luminosidad y para cada L\* constante tenemos una gráfica de cromaticidad (a\*, b\*) distinta.

## 5. TEÑIDO

### 5.1. PROCESO

La tinción se basa en una combinación de productos químicos o en una fuerte afinidad física entre el tinte y la fibra empleada. Se utiliza una amplia gama de tintes y procesos, según la materia y el acabado que se persigue (Atrother y Niyogi 2001).

De Perinat (1998) define a la tintura como el proceso en que la materia, al ser puesta en contacto con una solución de colorante, absorbe éste de manera que habiéndose teñido ofrece resistencia a devolver el colorante al baño. En torno a esta definición de tintura, se establecen dos principios fundamentales:

- La tintura consiste en una compenetración entre colorante y fibra, que no es el recubrimiento exterior de una fibra con un colorante, sino absorción de colorante al interior de la fibra.
- Es un proceso de efecto durable, si una fibra se destiñe fácilmente es que no ha sido teñida.

Ullman (2008) indica tres formas de introducción del colorante dentro o encima de la fibra:

- Por agotamiento, difusión de tinte soluble en las fibras.
- Por Pigmentación, deposición del tinte insoluble sobre las fibras.
- Masa y Gel, incorporación del tinte durante la producción de fibras sintéticas.

El mismo autor afirma que el teñido por agotamiento es el método más importante utilizado en el mercado, coincidiendo así con De Dios (2007), quien manifiesta que la manera convencional de realizar la tintura es por agotamiento. El colorante es absorbido por la materia, quedando fijado sobre la misma. Se coloca el material en baño y se mide la cantidad de colorante que se agota; el agotamiento se mide en el baño sobrante del proceso. En el baño inicial se disuelve agua, colorantes y sustancias químicas, tales como: fijador, dispersante, lubricante, etc. Durante el proceso se mantienen constantes la temperatura y presión.

## 5.2. CINÉTICA

De Perinat (1998) considera como cinética tintórea al proceso tintóreo a nivel molecular, en el cual se observa las diferentes fases por las que atraviesa una molécula de colorante. Siendo las siguientes:

Difusión: Movimiento de la molécula a través del líquido en el que se deposita, acercándose a la fibra textil.

Absorción: Contacto de la molécula del colorante con la fibra y penetración en su cuerpo físico.

Difusión sólida: Difusión del colorante a través del interior de la fibra.

Fijación: Establecimiento de enlaces estables entre las moléculas de la fibra y el colorante.

### 5.2.1. DIFUSIÓN DEL COLORANTE

La difusión del colorante se encuentra condicionada por varios factores, los mismos que pueden retardar o acelerar el proceso. Esos factores pueden ser, por ejemplo: el estado de agregación del colorante, la estructura cristalina de las moléculas del colorante, las fuerzas de repulsión que se presentan en las fibras, así como también el tamaño de los “poros” amorfos en la estructura cristalina molecular de la fibra. Las moléculas de colorante se pueden presentar tanto como macromoléculas o monomoléculas, siendo éstas últimas las únicas

absorbidas por la fibra a teñir. Mientras más alto es el índice de agregación del colorante, más bajo es la velocidad de difusión del mismo (De Perinat 1998).

El flujo de moléculas de colorante es directamente proporcional a la gradiente de concentración, esto debido a que el colorante se distribuye alrededor de la fibra, lo que origina una alta concentración de colorante alrededor de ésta y muy escasa o nula en su interior, siendo esa alta concentración exterior lo que provoca el flujo de las moléculas de colorante hacia el centro del cuerpo a teñir (De Perinat 1998).

Los factores más influyentes en el coeficiente de difusión son los siguientes: concentración del colorante, afinidad, electrolito, temperatura, substrato, peso molecular del colorante, constitución del colorante (De Perinat 1998).

### **5.2.2. VELOCIDAD DE TINTURA**

De Perinat (1998) define como velocidad de tintura al peso de colorante absorbido por la fibra en una unidad de tiempo, midiendo el peso de colorante absorbido por defecto del porcentaje de agotamiento en el baño. El tiempo considerado es el necesario para que la fibra absorba la mitad de colorante que debiera absorber para el estado de equilibrio; es decir, que en el interior de la fibra haya tanto colorante como para saturar la fibra y que la tintura no se detenga.

### **5.3. COLORANTES ARTIFICIALES**

Se denominan colorantes a las diferentes sustancias que son capaces de rechazar longitudes de ondas específicas, correspondientes a un color en particular y absorber las demás (Red Textil Argentina 2012). Para que el tinte sea constante, estas sustancias deben presentar resistencia al lavado y a la acción de los fenómenos abrasivos y erosivos (De Dios 2007).

El término colorante se utiliza para abarcar a los tipos de materiales que colorean (tintes y pigmentos). Es de importancia fundamental establecer la distinción entre los tintes y pigmentos como dos tipos muy diferentes de materiales colorantes. Los tintes son solubles, los pigmentos son insolubles (Christie 2003). Sin embargo, la más elemental división de los colorantes es la que distingue entre colorantes naturales y artificiales. Los empleados actualmente en la industria textil son artificiales, en tan alto porcentaje que muy bien podría decirse que lo son en su totalidad. Aparte de que las características de los colorantes artificiales son superiores a las de los naturales, éstos, además, resultan ahora mucho más caros de obtener (De Perinat 1998).

Las características de los colorantes artificiales sintéticos son superiores a las de los naturales tanto por las propiedades físico-químicas como por las ventajas funcionales que éstos muestran tanto en su aplicación como una vez teñidos, especialmente en lo que respecta a las pruebas de solidez (Red Textil Argentina 2012).

### **5.3.1. COLORANTES ÁCIDOS**

Lockuan (2012) y Hunger (2003) afirman que los tintes ácidos pueden ser de los siguientes tipos: antraquinónicos, azos, trifenilmetánicos pero poseen como característica común el ser solubles en agua y contener sustituyentes iónicos.

Christie (2003) sostiene que el nombre de tintes ácidos procede, históricamente, del hecho de que son aplicados a las fibras proteínicas, tales como la lana, bajo condiciones ácidas. Hunger (2003) también menciona que el término “colorante ácido” proviene del proceso de teñido que se lleva a cabo generalmente en una solución acosa ácida (pH 2-6), medio de carácter ácido en el cual las fibras proteínicas poseen afinidad con las sales de sodio de ácidos sulfónicos.

Los tintes ácidos pueden ser clasificados como “acid-leveling” o como “acid-milling”. El primer grupo son un conjunto de tintes que muestran una afinidad sólo moderada por las fibras ya que las fuerzas intermoleculares entre el tinte y las moléculas de la fibra no son fuertes, es así que los tintes son capaces de migrar a través de la fibra, permitiendo producir teñidos homogéneos. El segundo grupo en cambio, presentan una afinidad mucho mayor por las fibras debido a que las fuerzas intermoleculares involucradas son mucho mayores, teniendo una capacidad de migración del tinte mucho menor, lo cual origina dificultades para producir teñidos uniformes. Sin embargo, proporcionan una mayor resistencia al lavado (Christie 2003).

Los tintes ácidos tienen un grupo cromóforo que es aniónico y presenta diferentes características en su estructura, teniendo como principales a los azoicos, los antraquinónicos y los trifenilmetánicos. Los azoicos son aquellos tintes amarillos, anaranjados, rojos, escarlatas, marinos sólidos, algunos verdeoscuros y marrones. Los antraquinónicos son los azules, que presentan buena solidez a la luz y a tratamientos en húmedo, pero corren peligro de oxidarse nuevamente con la humedad ambiental luego de haber sido teñidos. Y por último, los trifenilmetánicos son los violetas, azules y verdes de tonos muy brillantes, moderadamente sólidos a la luz (De Perinat 2008).



Un rasgo característico de los tintes ácidos para las fibras de proteína y de poliamida es la presencia de uno o más grupos sulfonato ( $-\text{SO}_3^-$ ), normalmente como sales de sodio ( $\text{Na}^+$ ). Estos grupos desempeñan un doble papel. En primer lugar, proporcionan solubilidad en el medio acuoso. Además, aseguran que los tintes sean aniónicos; esto principalmente debido a la protonación de los grupos amino ( $-\text{NH}_2$ ) e imino ( $=\text{NH}$ ) lo que origina  $-\text{NH}_3^+$  y  $=\text{NH}_2^+$ , respectivamente, ya que la carga positiva sobre el polímero atrae los aniones del tinte ácido por medio de fuerzas iónicas (Christie 2003).

Lockuan (2012) coincide con Christie (2003) al manifestar que estos colorantes se unen a las fibras por puentes de hidrógeno, fuerzas de Van der Waals y enlaces iónicos.

### **5.3.2. COLORANTES BÁSICOS**

Lockuan (2012) considera que estos colorantes son generalmente hidrocloruros de sales o bases orgánicas, así mismo sostiene que los cromóforos se encuentran en el catión, por lo cual se suele llamarlos tintes catiónicos.

Christie (2003) y Lockuan (2012) coinciden en que estos tintes aplicados a fibras naturales muestran propiedades de solidez bastante bajas, en especial frente a la luz. Lockuan (2012) explica que fue por ese motivo que éstos fueron prácticamente descontinuados hasta que se descubrió que servían para teñir fibras acrílicas. El mismo autor agrega que en la práctica, a pesar de no ser las fibras celulósicas afines con los tintes básicos, pueden aplicarse a la celulosa si las fibras son mordentadas antes del teñido (pretratamiento). Hunger (2003) menciona que dicho mordentado se realiza con ácido tánico (que contiene grupos fenólicos OH), lo cual produce un alto brillo y fuerza en el color pero baja solidez a la luz y al lavado. Dicho tanino, agrega el mismo autor, es insolubilizado con sales de antimonio (tártaro emético) en un medio débilmente ácido, formando así una sal como enlace con los grupos ácidos hidroxilo fenólicos.

Muchos de estos colorantes pueden convertirse en colorantes bases insolubles al agua con la adición de un álcali, siendo por esta razón denominados “básicos”, sin embargo a pesar de aún mantenerse en uso, sugiere que este término debe de ser abandonado (Hunger 2003).

Estos tintes son especies catiónicas coloreadas, generalmente como consecuencia de la presencia de átomos de nitrógeno cuaternarios cargados positivamente (como  $-\text{NR}_3^+$ , o  $=\text{NR}_2^+$ ). A diferencia de los colorantes ácidos, estos grupos, gracias a su carácter iónico, proporcionan la solubilidad en agua necesaria para la aplicación de los tintes y en segundo

lugar, como resultado de la atracción iónica entre los cationes del tinte y los grupos aniónicos ( $-\text{SO}_3^-$  y  $-\text{CO}_2^-$ ) que están presentes en las moléculas polímeras de la fibra acrílica, proporcionan afinidad hacia éstas. Por lo que se podría decir que el modo de unión de los tintes catiónicos a las fibras acrílicas es inverso de lo ocurrido en el teñido ácido de las fibras de proteína (Christie 2003).

### **5.3.3. COLORANTES DIRECTOS**

Estos tintes son reconocidos en el uso para teñir fibras celulósicas, históricamente debe su nombre al hecho de que fueron los primeros tintes en aplicarse sin la necesidad del proceso de fijado por medio de mordientes. Las moléculas de estos tintes son parecidas estructuralmente a las moléculas de los tintes ácidos. Por ejemplo, son tintes aniónicos como resultado de la presencia de grupos sulfonatos ( $-\text{SO}_3^-$ ). Sin embargo en los tintes directos, el papel de los grupos sulfonatos es simplemente el proporcionar solubilidad en agua. Además, la atracción iónica no interviene en el teñido directo de las fibras celulósicas (Christie 2003).

Algunos parámetros son considerados por Hunger (2003) en el teñido con esta familia de tintes: La concentración de electrolitos (cloruro de sodio o sulfato de sodio), y la velocidad de adición, que controla el comportamiento absorptivo del tinte y el grado de agotamiento. Otro parámetro mencionado por el autor es el valor del pH, ya que influye en la solubilidad, la afinidad y la estabilidad del tinte en el baño, valores bajos de pH mejoran el agotamiento, sin embargo, la nivelación se da preferentemente a valores altos de pH. Por último, la temperatura que generalmente determina la posición del equilibrio de tintura ya que a mayores temperaturas (usualmente  $80^\circ\text{-}95^\circ\text{C}$ ) el equilibrio se logra más rápidamente.

Son solubles en agua y se unen por atracción química (puentes de hidrógeno y fuerzas de Van der Waals). Existe afinidad del hidrógeno de la molécula del colorante a los grupos hidroxilo de la celulosa. Después de que el colorante se disuelve en el agua, se añade sal para controlar el porcentaje de absorción del colorante por la fibra. No son tan caros y están disponibles en una gran variedad de tonos (Lockuan 2012).

Los tintes directos, comparados con los tintes de tina y los tintes reactivos (que también son considerados afines a fibras celulósicas) proporcionan una solidez al lavado sólo moderada (Christie 2003).

#### **5.3.4. COLORANTES A LA TINA**

Son colorantes que tienen entre sí diferente constitución química pero todos son insolubles en agua. Por su reducción en un medio alcalino se transforman en leuco derivados hidrosolubles. El proceso de reducción se fundamenta en la acción reductora del hidrógeno sobre el grupo carbonilo, transfiriéndolo al grupo alcohólico. En este estado se aplica sobre el sustrato y luego se le oxida para insolubilizarlo nuevamente, pero esta vez ya dentro de la fibra de la celulosa, como resultado de las fuerzas de Van Der Waals y de las fuerzas dipolares (Lockuan 2012 y Christie 2003).

Para realizar nuevamente la insolubilización, se utiliza el peróxido de hidrógeno como agente oxidante aunque también puede hacerse con oxígeno, en condiciones apropiadas. El pigmento o agregado obtenido queda atrapado mecánicamente dentro de la fibra y su insolubilidad da lugar a unas propiedades de solidez al lavado excelentes, características de los tintes de tina. El proceso de teñido con tina se completa con una saponificación (tratamiento acuoso surfactante de alta temperatura), el cual aumenta el proceso de agregación molecular y desarrolla cristalinidad (Christie 2003).

#### **5.3.5. PIGMENTOS**

Los pigmentos son materiales colorantes de los que se exige que sean completamente insolubles en el medio en el cual se hallen incorporados. Las principales aplicaciones tradicionales de los pigmentos son las pinturas, las tintas de imprenta y los plásticos. En la mayoría de casos, la aplicación de los pigmentos supone su incorporación a un medio líquido, por ejemplo a una pintura o a una tinta húmedas, o a un material termoplástico fundido, mediante un proceso de dispersión en el que los cúmulos o aglomerados de partículas del pigmento se disgregan en partículas primarias y pequeños agregados (Christie 2003).

A diferencia de los tintes textiles, donde cada una de las moléculas de tinte son fuertemente atraídas por cada una de las moléculas de los polímeros de las fibras sobre las que se aplican, se considera que los pigmentos tienen sólo una ligera afinidad por el sustrato al que se aplican y únicamente en la superficie, donde la partícula de pigmento está en contacto con el soporte (Christie 2003).

Hunger (2003) sostiene que al ser los pigmentos productos insolubles, éstos solo pueden ser fijados a la superficie de la fibra con ayuda de un aglutinante, así también menciona que debido a que los pigmentos no muestran afinidad por las fibras textiles, en el proceso de

coloración las piezas a teñir son impregnadas continuamente con un baño ácido que contiene el pigmento, el aglutinante, un agente antimigrante y un suavizante.

Los pigmentos se incorporan para modificar las propiedades ópticas de un substrato, siendo la consecuencia más obvia la de proporcionarle color (Christie 2003).

### **5.3.6. COLORANTES DISPERSOS**

Son compuestos orgánicos no iónicos casi insolubles en agua que se aplican en dispersión acuosa y que contienen grupos básicos libres (De Perinat 2008).

Surgieron de la necesidad de encontrar una manera fácil y satisfactoria para teñir el acetato. Las fibras hidrofóbicas, como el acetato de celulosa (secundaria o terciaria) y las fibras sintéticas con frecuencia se teñirán mejor con tintes insolubles que con aquellos que se disuelven en agua. Un baño de teñido con colorantes dispersos contiene al colorante en tres estados: colorante en solución, colorante en miscelas y colorante sólido. Sólo el colorante en solución es absorbido por la fibra. El colorante disperso se fija en la fibra mediante fuerzas físicas o llamadas fuerzas de Van der Waals ya que no poseen iones o cargas eléctricas (Lockuan 2012).

Una de las características de los tintes dispersos es, en primer lugar, que se encuentran formados por moléculas relativamente pequeñas y planas para que puedan penetrar entre las cadenas del polímero y dentro del grueso de la fibra. Además de esto, poseen varios grupos polares, aunque no iónicos. Estos grupos polares habitualmente presente incluyen a los grupos nitro (NO<sub>2</sub>), ciano (CN), hidroxilo, amino, éster, amida (NHCO) y sulfona (SO<sub>2</sub>) y son los que proporcionan a las altas temperaturas a las que normalmente se aplican estos tintes, un grado de solubilidad en agua adecuado, otra de las funciones de estos grupos polares es la de aumentar la afinidad con los grupos éster de la molécula de poliéster, como resultado de las fuerzas intermoleculares dipolares. Por lo tanto, se puede considerar que los tintes dispersos son moléculas en laas que se alcanza un grado de carácter polar (hidrófilo) y no polar (hidrófobo) equilibrado (Christie 2003).

### **5.3.7. COLORANTES SULFUROSOS**

De constitución química no muy bien definida, reciben este nombre porque contienen azufre, siendo éste fácilmente oxidado a ácido sulfúrico. En medio alcalino y en presencia de reductores, se transforman en leuco derivados solubles que son fácilmente absorbibles por las fibras (CAR/PL 2002).

La operación de tintura con estos colorantes consta de las siguientes etapas (CAR/PL 2002):

Disolución del colorante empleando un agente reductor: sulfuro sódico, bisulfuro sódico, sulfuro amónico, hidrosulfito sódico o glucosa.

Tintura con adición de un electrolito neutro, como cloruro sódico y agentes humectantes.

Oxidación del colorante absorbido en la fibra con sistemas oxidantes basados en bromatos, yodatos, cloritos, dicromato potásico peróxido u oxígeno.

Tratamientos posteriores con sales metálicas, detergente, acetato sódico o con dicromato sódico y ácido acético para aumentar la solidez de los colores a la luz, lavado, frote, etc.

Su proceso es parecido al de los colorantes a la tina; tiñen las fibras en estado reducido y se oxidan para volverse insolubles. Al igual que los colorantes a la tina, también son insolubles en agua pero solubles en medio alcalino y en presencia de sulfuro de sodio como agente reductor (Lockuan 2012). El sulfuro de sodio (NaSH) reacciona con los enlaces disulfuro, obteniendo de esa forma un grupo tiol (-SH) que son solubles en medio básico y tiñen las fibras de celulosa de manera directa; la cantidad de colorante que es absorbido va a depender de la concentración de sal en el baño, la temperatura y la concentración del colorante (De Perinat 2008).

La ventaja más destacada de los tintes sulfurosos, como una familia de tintes para fibras celulósicas, es que proporcionan un comportamiento técnico razonable a bajo coste. Sin embargo, desafortunadamente, estos tintes presentan algunos problemas medioambientales, en gran parte asociados con los residuos azufrados presentes en el efluente de las empresas que se dedican a teñir (Christie 2003).

### **5.3.8. COLORANTES DE COMPLEJO METÁLICO**

Lockuan (2012) expone en relación a los colorantes de complejo metálico que fueron desarrollados para poder teñir directamente la lana sin necesidad de recurrir al mordentado en una etapa de tratamiento posterior. Se aplican con mayor rapidez, son fáciles de combinar y en algunos colores tiene más brillo que los colorantes mordentables. La molécula del colorante es una estructura típica monoazo, conteniendo grupos adicionales hidroxilos, carboxilos o aminos, capaces de formar complejos con metales de transición como cromo, cobalto, níquel y cobre.

Prácticamente todos los sustratos, con excepción de unas pocas fibras sintéticas, pueden ser teñidos y estampados con esta clase de tinte. Los complejos de níquel son usados principalmente como pigmentos orgánicos. Los complejos de cromo, cobalto y cobre son los adecuados para el teñido de fibras textiles ya que cumplen con los requisitos técnicos. Los resultados de la tinción con complejos de cromo y cobalto, son en general opacos pero presentan una gran solidez, principalmente a la luz. Debido a la poca afinidad de estos complejos (cromo y cobalto) con las fibras celulósicas, su uso se restringe a sustratos que contienen nitrógeno, como la lana el nailon y el cuero. En cambio los complejos de cobre tienen poca o ninguna aplicación en el teñido de lana y nailon debido a su insuficiente estabilidad en tratamientos ácidos, sin embargo, el cuero que tiene condiciones de teñido más leves, puede ser teñido también con complejos de cobre con la adición de los complejos de cromo, cobalto y hierro (Hunger 2003).

El mismo autor (Lockuan 2012) sostiene que la clasificación de los colorantes pre-metalizados está basada según el número de moléculas de colorante que forman complejo con el ion metálico, pueden ser:

- Pre-metalizados 1:1. Donde una molécula de colorante forma complejo con un ión de metal.
- Pre-metalizados 2:1. Donde dos moléculas de colorante forman complejo con un ión metálico.

Christie (2003) manifiesta que los tintes premetalizados se aplican a las fibras de proteína como tintes ácidos. Así también sostiene que gracias a la estabilidad de los complejos de cromo, proporcionan teñidos con excelentes propiedades de solidez, coincidiendo con Hunger (2001), quien menciona que debido a su alta solidez, resulta favorable para su aplicación en artículos que se encuentran expuestos a un uso intenso.

### **5.3.9. COLORANTES REACTIVOS**

Los colorantes reactivos son una de las familias de colorantes más utilizados para la tintura de tejidos de algodón, rayón y lino. Por sus características químicas inherentes, sólo una parte del colorante que se introduce en el baño de tintura reacciona químicamente con la fibra mediante un enlace covalente (CAR/PL 2002). Esta unión covalente se forma entre un átomo de carbono de la molécula del tinte y un átomo de oxígeno, nitrógeno o azufre de un grupo hidroxilo, amino o tiol del polímero, es debido a la fortaleza de este enlace covalente que los

tintes reactivos muestran unas propiedades de solidez al lavado muy buenas (Christie 2003). La molécula del colorante contiene grupos funcionales específicos que pueden someterse a reacciones de adición o sustitución con los grupos OH, SH, y NH<sub>2</sub> presentes en las fibras textiles (Hunger 2003). El resto del colorante reacciona con el agua y se denomina colorante hidrolizado. Una parte de éste queda en las aguas residuales de la tintura y otra parte queda en el interior de la fibra pero sin buenas propiedades de solidez. Son colorantes reactivos las familias de diclorotriazínicos, monoclorotriazínicos, tricloropirimidínicos, monoclorodifluoropirimidínicos, vinilsulfónicos, etc. CAR/PL (2002).

La estructura de un colorante reactivo está compuesto principalmente por las siguientes moléculas: el cromógeno, el grupo que proporciona la solubilidad en agua, el grupo puente y el grupo que reacciona con la fibra. El cromógeno es la parte de la molécula que confiere color y también contribuye a otras características como la de resistencia a la luz, estos grupos cromógenos pertenecen a las familias químicas azo, carbonilo o ftalocianina. La solubilidad en agua está dada por la presencia de uno o más grupos iónicos (frecuentemente el grupo sulfonato en forma de sal de sodio) Christie (2003).

#### 5.4. PRODUCTOS AUXILIARES

En el proceso de teñido, además de los colorantes, se necesitan una serie de productos especiales conocidos como auxiliares de tintura o teñido. Estos productos forman un grupo muy heterogéneo de compuestos químicos, constituidos principalmente por tensioactivos, polímeros solubles y otros agentes químicos (Red Textil Argentina 2012).

En el documento elaborado por el Centro Nacional de Producción más Limpia de Honduras (2009) se manifiesta que estos materiales constituyen una parte integral de los procesos de teñido, incrementando las propiedades de los productos terminados y mejorando la calidad del teñido, la suavidad, la firmeza, la textura, estabilidad dimensional, resistencia a la luz y al lavado. Además, la Red Textil Argentina (2012) explica que existen diversas alternativas en relación a los productos auxiliares que dependen del tipo de colorante o fibras que se estén utilizando. Por ejemplo, un igualante utilizado en la tintura del algodón no tiene relación alguna con el igualante empleado para el teñido de poliéster a alta temperatura, así cumplan la misma función en el proceso.

## 5.5. IMPACTO AMBIENTAL DEL PROCESO DE TEÑIDO

La industria química desde sus inicios ha generado polémica en relación a sus consecuencias medioambientales y en los últimos años esta preocupación se ha visto elevada en gran proporción debido a que la sociedad se ha ido sensibilizando cada vez más hacia la protección del medio ambiente. La industria de la fabricación del color representa una parte relativamente pequeña del conjunto de la industria química, sin embargo es un proceso que puede generar contaminación ya que requiere no solo el uso de colorantes, sino también de productos conocidos como auxiliares (Christie, 2003 y MMAC<sup>4</sup> s.f.).

La fuente principal del problema medioambiental de la industria del color está dada por las aguas residuales, debido a que el proceso genera una incorporación incompleta de los tintes sobre la materia prima en la que se esté trabajando (Christie 2001). Las sustancias contaminantes de las aguas residuales pueden tener su origen en las características de los tintes (toxicidad, metales, color), en los productos auxiliares que contiene la formulación del tinte (agentes dispersantes o antiespumantes, etc.) y en los auxiliares básicos que se utilizan en los procesos de tintura (álcalis, agentes reductores y oxidantes, etc.); los niveles de emisión están muy relacionados con la composición de la materia a teñir, la técnica de tintura y las máquinas utilizadas (Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes 2012).

Con el objetivo de encarar específicamente el problema del color en el efluente se han ido desarrollando métodos de tratamiento del mismo: químicos, físicos y procesos biológicos; por ejemplo, degradación oxidante, adsorción de tintes y biodegradación, respectivamente. En general, para contrarrestar los efectos contaminantes del proceso en sí se recomiendan diversas medidas correctoras, tales como la optimización y mejora de los diferentes procesos de tintura, reutilización de las aguas residuales, desarrollo de nuevos productos, etc. (Christie 2003).

## 6. ANTECEDENTES DE COLORACIÓN EN BOTONES DE ORIGEN VEGETAL

Según Durand (2013), la madera de capirona (*Calycophyllum spruceanum*) es susceptible de ser teñida con colorantes sintéticos de uso textil. Así también que los colorantes ácidos, básicos y sulfurosos son compatibles con la madera de capirona por su buena penetración en la madera y buena solidez al frote, luz y lavado. Concluye en que los colorantes ácidos poseen

---

<sup>4</sup> Ministerio del Medio Ambiente de Colombia



mayor afinidad a la madera de capirona que los colorantes básicos y sulfurosos, ya que presenta los menores valores de pérdida de color dentro del rango de aceptación.

Por otra parte, Flood (2013) precisa que la tagua (*Phytelephas macrocarpa*) puede ser teñida con colorantes sintéticos destinados al teñido textil, destacando por su mayor penetración los colorantes básicos, de complejo metálico y sulfurosos; por su mayor absorción, los colorantes ácidos, básicos y de complejo metálico; por su mayor afinidad al endospermo de la semilla de tagua, los colorantes sulfurosos, de complejo metálico y básicos. Concluye que el colorante afín significativamente mejor frente a las evaluaciones de solidez al frote, luz y lavado fue el colorante sulfuroso; mientras que el colorante de complejo metálico sólo fue significativamente mejor frente a las evaluaciones de lavado y frote.



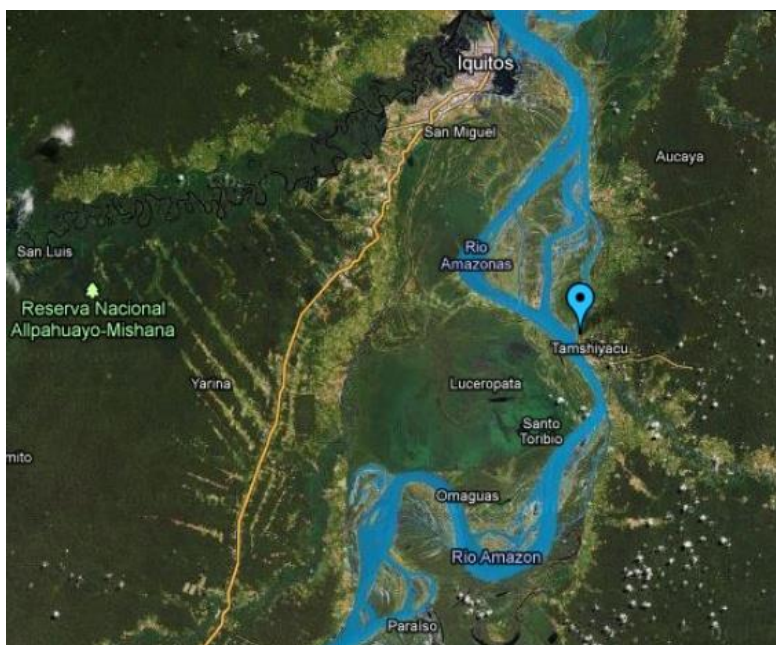
### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 1. LUGAR DE ESTUDIO

La investigación se realizó en los Laboratorios de Transformación Química, Anatomía de la Madera y Trabajabilidad de la Madera del Departamento de Industrias Forestales de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

#### 2. MATERIA PRIMA

La recolección de los endocarpios de castañas utilizados para la elaboración de los botones a evaluarse en la presente investigación se realizó en la localidad de Tamshiyacu, pueblo situado a 30 km al sur de la ciudad de Iquitos. Políticamente se ubica en el Distrito de Fernando Lores, Provincia de Maynas, Región Loreto y geográficamente se localiza entre los paralelos 73° 04' 10'' de longitud Oeste y 4° 00' 16'' de latitud Sur, ver figura 8.



**Figura 8:** Ubicación de la localidad de Tamshiyacu

*Fuente: Google Earth, 2014.*

### **3. MATERIALES Y EQUIPOS**

#### **3.1. MATERIALES**

##### **3.1.1. BOTONES**

Se utilizaron 2 gruesas de botones (288 unidades) de línea<sup>5</sup> 24 (15mm de diámetro) elaborados a partir del endocarpio de la castaña por la empresa Amazon Ivory EIRL.

##### **3.1.2. COLORANTES**

- Directos: Azul solofenil en polvo
- Ácidos: Azul lanaset en polvo
- Reactivos: Azul reactivo 2B en polvo
- De complejo metálico: Azul marino amsacrolan en polvo
- Básicos: Azul amsacryl en polvo
- Sulfurosos: Negro al azufre en polvo
- A la tina: Azul vat en polvo
- Dispersos: Azul marino disperso en polvo
- De pigmento: Pigmento azul en líquido

##### **3.1.3. PRODUCTOS AUXILIARES (VER CARACTERÍSTICAS EN ANEXO 1)**

- Amsawet INA
- Amsaquest TR
- Amsasoap NS
- Amsamig XR Perlas
- Amsasoap RS
- Amsaper SM Conc

---

<sup>5</sup> Unidad de medida convencional utilizada en la industria de botones

- Amsalevel CT
- Amsacat 5000
- Amsabinder HE
- Cloruro de sodio (NaCl); concentración empleada en tintes reactivos: 80gr/lt, en tintes directos: 20gr/lt.
- Carbonato de sodio (NaCO<sub>3</sub>); concentración empleada en tintes sulfurosos: 2gr/lt, en tintes reactivos: 5gr/lt y en tintes directos: 0,5gr/lt.
- Hidróxido de Sodio (NaOH)
- Ácido acético glacial (CH<sub>3</sub>-COOH)
- Ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)
- Sulfuro de sodio (Na<sub>2</sub>S)
- Ditionito de sodio (Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>4</sub>)

#### **3.1.4. MATERIALES DE LABORATORIO**

- 10 frascos Erlenmeyerde 250 mL
- 5 Vasos de precipitadosde 250 mL
- 2 Vasos de precipitados de 1000 mL
- 4 Pipetas de 10 mL
- 2 Pipetas de 100 mL
- 4 Baguetas
- 2 Espátulas
- 12 Botellas de plástico etiquetadas
- Bolsas herméticas (Ziploc)
- Papel periódico

- Agua destilada y blanda

- Agua potable

### 3.2. EQUIPOS

#### 3.2.1. ENSAYO

- Cámara de Amarillamiento con lámpara de vapor de Mercurio de 500 W.

- Aparato de Frote de 11N de Fuerza

- Lavadora DAEWOO modelo TROMM de 5 kg de capacidad

#### 3.2.2. MEDICIÓN Y CONTROL

- 1 Cocina eléctrica

- 1 Balanza digital 500 g

- Estereoscopio con cámara digital 10x

- Vernier analógico de 0,1 mm de precisión

- Potenciómetro de 0,01 de precisión

- Colorímetro portátil KONICA MINOLTA, modelo CM-2600d

#### 3.2.3. PROCESAMIENTO DE DATOS E IMÁGENES

- Programa Image Pro Plus

- Programa Minitab

- Programa ON-COLOR

## 4. METODOLOGÍA

El presente estudio, al ser preliminar para el teñido de botones de origen vegetal, tuvo como referencia la metodología utilizada en la industria textil. Es así que para el proceso de tintura se utilizó las familias de tintes empleadas en dicha industria y para las pruebas de solidez del color (solidez al lavado, solidez a la luz, solidez al frote) se modificaron y adaptaron las normas técnicas elaboradas para productos textiles.

Se determinó además algunas condiciones propias del botón como el contenido de humedad y el pH, debido a la posibilidad de que dichas características sean factores que afecten los resultados de los procesos de teñido.

Por último, luego de realizado los diferentes procesos de teñido y de obtenidos los resultados de la prueba de colorimetría, se discriminó a aquellos tratamientos que tuvieron una penetración nula o no visible, un coeficiente de variabilidad alto y un  $\Delta E^*a^*b$  mayor a 4,5.

#### 4.1. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

El contenido de humedad de los botones de castaña se determinó por el método gravimétrico, para lo cual se realizó lo siguiente:

- Registro del peso inicial de cinco botones por separado
- Secado de botones en horno por 3 días a 50°C
- Extracción de botones del horno y registro del peso final de cada uno

#### 4.2. DETERMINACIÓN DEL PH

El pH de los botones de castaña se obtuvo utilizando un potenciómetro, como lo indica la norma TAPPI 252 om-98. Utilizando una escofina se desbastó los botones hasta obtener aproximadamente 3g de viruta que fueron distribuidos en 3 vasos de precipitado, se agregó a cada vaso 10mL de agua destilada, mezclando bien el contenido de cada uno, se dejó reposar por una hora, posteriormente se procedió a realizar la medición respectiva a cada muestra, ver figura 9.



a) Muestras de viruta distribuidos en 1g b) Vista en primer plano de la muestra de viruta c) Calibración del potenciómetro

**Figura 9: Determinación del pH de las muestras.**

*Fuente: Elaboración propia*

#### 4.3. TEÑIDO

**a**

Los procesos de teñido utilizados fueron los descritos por Hunger (2003) con algunas modificaciones de Gutierrez (2011).

##### 4.3.1. COLORANTES ÁCIDOS

- Llenar en un vaso de precipitado 450 mL de agua destilada y colocar dentro 30 botones pesados previamente.
- Añadir 24 mL de amsawet INA al 10 por ciento y 2 mL de ácido acético al 10 por ciento.
- Medir el pH de la solución.
- Agregar 2 por ciento del peso de los botones equivalentes en mL de colorante ácido (Azul lanacet 2R) al 1 por ciento.
- Agregar agua destilada hasta completar 600 mL.
- Calentar el vaso de precipitado, revolviendo hasta alcanzar 98 °C y mantener a esa temperatura durante una hora.
- Enfriar el vaso y luego enjuagar los botones.
- Secar las muestras de cada repetición durante un día por separado sobre una tela blanca y luego guardarlas en una bolsa.

##### 4.3.2. COLORANTES BÁSICOS

- Llenar en un vaso de precipitado 600 mL de agua destilada y colocar dentro 30 botones pesados previamente.
- Añadir 12 mL de ácido acético al 10 por ciento
- Medir el pH de la solución.



- Agregar 1 por ciento del peso de los botones equivalentes en mL de colorante básico (Azul amsacril en polvo) al 1 por ciento.
- Calentar rápidamente hasta 80°C y luego elevar lentamente la temperatura hasta 98°C. Mantener la temperatura durante una hora.
- Enfriar el vaso y luego enjuagar los botones.
- Secar las muestras de cada repetición durante un día por separado sobre una tela blanca y luego guardarlas en bolsas.

#### **4.3.3. COLORANTES DIRECTOS**

- Llenar en un vaso de precipitado 450 mL de agua destilada y colocar dentro 30 botones pesados previamente.
- Añadir en el vaso 12 mL de amsawet INA al 10 por ciento, 3 mL de carbonato de sodio al 10 por ciento
- Medir el pH de la solución.
- Agregar 0,5 por ciento del peso de los botones equivalentes en mL de colorante directo (Azul solofenil) al 1 por ciento.
- Agregar agua destilada hasta completar 600 mL.
- Calentar el vaso removiendo constantemente hasta alcanzar los 98 °C, agregar 12g de cloruro de sodio. Mantener la temperatura durante 30 minutos.
- Enfriar el vaso de precipitado y luego enjuagar los botones.
- Secar las muestras de cada repetición por separado durante un día sobre una tela blanca y luego guardarlas en bolsa ziploc.

#### **4.3.4. COLORANTES A LA TINA**

- Llenar en un vaso de precipitado 600 mL de agua destilada y colocar dentro 30 botones pesados previamente.
- Añadir 2,4 g de soda cáustica; 1,8 g de hidrosulfito de sodio, 12 mL de amsaquest TR al 10 por ciento.

- Medir el pH de la solución.
- Agregar 1 por ciento del peso de los botones equivalentes en mL de colorante sulfuroso (Azul amsavat en polvo) al 1 por ciento.
- Calentar hasta 85°C aproximadamente y mantener la temperatura durante 20 minutos, luego disminuir hasta 60°C y mantener por 20 minutos más.
- Enjuagar los botones en agua potable, volver a colocar en el vaso de precipitado con 600 mL de agua destilada, poner a calentar hasta 60°C, mantener la temperatura durante 15 minutos y añadir 1,8 g de amsamig XR Perlas, enjuagar otra vez con agua potable.
- Llenar los vasos con los botones hasta 600 mL con agua destilada, calentar hasta 98°, mantener la temperatura durante 15 minutos. Durante el calentamiento, añadir 0,6 g de amsasoap RS.
- Enfriar el vaso y luego enjuagar los botones.
- Secar las muestras de cada repetición durante un día por separado sobre una tela blanca y luego guardarlas en bolsas.

#### **4.3.5. PIGMENTOS**

- Llenar en un vaso de precipitado 600 mL de agua destilada y colocar dentro 30 botones pesados previamente.
- Añadir 0,9 g de Amsacat 5000 y tres mL de ácido acético glacial al 10 por ciento.
- Calentar hasta 80°C y mantener durante 30 minutos, luego enjuagar los botones con agua potable.
- Llenar el vaso de precipitado con los botones hasta 600 mL, otra vez, 0,3 g de amsaper SM Conc y 6 mL de ácido acético al 10 por ciento.
- Medir el pH de la solución.
- Agregar 3 por ciento del peso de los botones equivalentes en mL de pigmento (Minerprint) al 1 por ciento

- Calentar hasta 70°C y mantener durante 30 minutos. Luego enjuagar los botones en agua potable y volver a llenar el vaso con 600 mL de agua destilada, introducir los botones y añadir 12 mL de amsabinder HE.
- Calentar hasta 60°C y mantener durante 20 minutos.
- Enfriar el vaso y luego enjuagar los botones.
- Secar las muestras de cada repetición durante un día por separado sobre una tela blanca y luego guardarlas en bolsas.

#### **4.3.6. COLORANTES DISPERSOS**

- Llenar en un vaso de precipitado 600 mL de agua destilada y colocar dentro 30 botones pesados previamente.
- Añadir 6 mL de amsaper SM Conc. Al 10 por ciento, 6 mL de ácido acético glacial al 10 por ciento y 18 mL de amsalevel CT al 10 por ciento.
- Medir el pH de la solución.
- Agregar 1 por ciento del peso de los botones equivalentes en mL de colorante disperso (Azul novacrom) al 1 por ciento.
- Calentar hasta 98°C y mantener la temperatura durante 45 minutos.
- Enfriar el vaso y luego enjuagar los botones.
- Secar las muestras de cada repetición durante un día por separado sobre una tela blanca y luego guardarlas en bolsas.

#### **4.3.7. COLORANTES SULFUROSOS**

- Llenar en un vaso de precipitado 600 mL de agua destilada y colocar dentro 30 botones pesados previamente.
- Añadir 12 mL de amsalevel OL al 10 por ciento, 4 mL de carbonato de sodio al 10 por ciento y 7,5 g de sulfuro de sodio al 10 por ciento.
- Medir el pH de la solución.

- Agregar 5 por ciento del peso de los botones equivalentes en mL de colorante sulfuroso (Negro lanasulfur) al 1 por ciento.
- Calentar hasta 98°C y mantenerla durante 50 minutos. Luego enjuagar los botones en agua potable.
- Llenar el vaso de precipitado con 600 mL de agua destilada, colocar los botones y agregar 12 mL de amsamig XR Perlas al 10 por ciento.
- Calentar hasta 80°C y mantener la temperatura por 20 minutos.
- Enfriar el vaso y luego enjuagar los botones.
- Secar las muestras de cada repetición durante un día por separado sobre una tela blanca y luego guardarlas en bolsas.

#### **4.3.8. COLORANTES DE COMPLEJO METÁLICO**

- Llenar en un vaso de precipitado 600 mL de agua destilada y colocar dentro 30 botones pesados previamente.
- Añadir 12 mL de ácido sulfúrico al 10 por ciento.
- Medir el pH de la solución.
- Agregar 1 por ciento del peso de los botones equivalentes en mL de colorante de complejo metálico (Azul marino amsacrolan en polvo) al 1 por ciento.
- Calentar el vaso hasta 98°C y mantenerla durante 50 minutos.
- Enfriar el vaso y luego enjuagar los botones.
- Secar las muestras de cada repetición durante un día por separado sobre una tela blanca y luego guardarlas en bolsas.

#### **4.3.9. COLORANTES REACTIVOS**

- Llenar en un vaso de precipitado 600 mL de agua destilada y colocar dentro 30 botones pesados previamente.

- Añadir 12 mL de amsaquest TR al 10 por ciento y 24 mL de amsawet INA al 10 por ciento, dejar reposar durante 10 minutos.
- Medir el pH de la solución.
- Agregar 2 por ciento del peso de los botones equivalentes en mL de colorante reactivo (Azul reactivo 2R en polvo) al 1 por ciento, remover durante 10 minutos.
- Calentar el vaso hasta llegar a los 60°C.
- Mientras se alcanza la temperatura deseada, agregar sal en dos partes iguales, en intervalos de 20 minutos (para un litro de agua se utilizan 80g de sal). En el presente ensayo se utilizará 48g, lo equivalente para 600 mL.
- Luego de alcanzar los 60°C, se mantiene la temperatura y se añaden cinco porciones de 6 mL de carbonato de sodio al 10 por ciento con un intervalo de tres minutos, luego añadir 0,72 g de soda caustica en escamas. La temperatura se mantiene constante durante una hora más.
- Enjuagar los botones con agua potable, volver a colocar en el vaso de precipitado con 600 mL de agua destilada, añadir 6 mL de ácido acético glacial al 10 por ciento, calentar hasta 50°C durante 10 minutos. Luego enjuagar los botones con agua potable.
- Colocar nuevamente los botones en el vaso de precipitado con 600 mL de agua destilada con 3 mL de amsasoap NS al 10 por ciento y calentar durante 10 minutos más hasta 98°C y mantener durante 10 minutos.
- Enfriar el vaso y luego enjuagar los botones.
- Secar las muestras de cada repetición durante un día por separado sobre una tela blanca y luego guardarlas en bolsas.

#### 4.4. EVALUACIÓN DE ABSORCIÓN

Se determinó el peso inicial (botón sin teñir) y el peso final (botón teñido) de una muestra de 5 botones de cada tratamiento, utilizando la siguiente expresión (JUNAC, 1998):

$$\text{Abs} = \frac{(\text{Pf} - \text{Pi}) \times \text{C}}{100 \text{ V}}$$

Donde: Abs: absorción ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )  
Pf: Masa final (kg)  
Pi: Masa inicial (kg)  
C: Concentración del colorante (%), y  
V: Volumen del botón ( $\text{m}^3$ )

#### 4.5. EVALUACIÓN DE PENETRACIÓN

De cada tratamiento se escogió al azar cinco botones para determinar la penetración del colorante. Enseguida, se procedió a cortar los botones por la mitad con ayuda de una sierra de arco, luego de obtenidas las dos mitades, se realizó el lijado de las mismas, primero con una lija de grano 100 y a continuación con una lija de grano 200 hasta conseguir una cara perfectamente lisa. Posteriormente, se escogió una de las mitades de cada botón para su codificación, numerándolos del uno al cinco y colocándolas en bolsas rotuladas indicando el tratamiento al que pertenecen (ver figura 10).



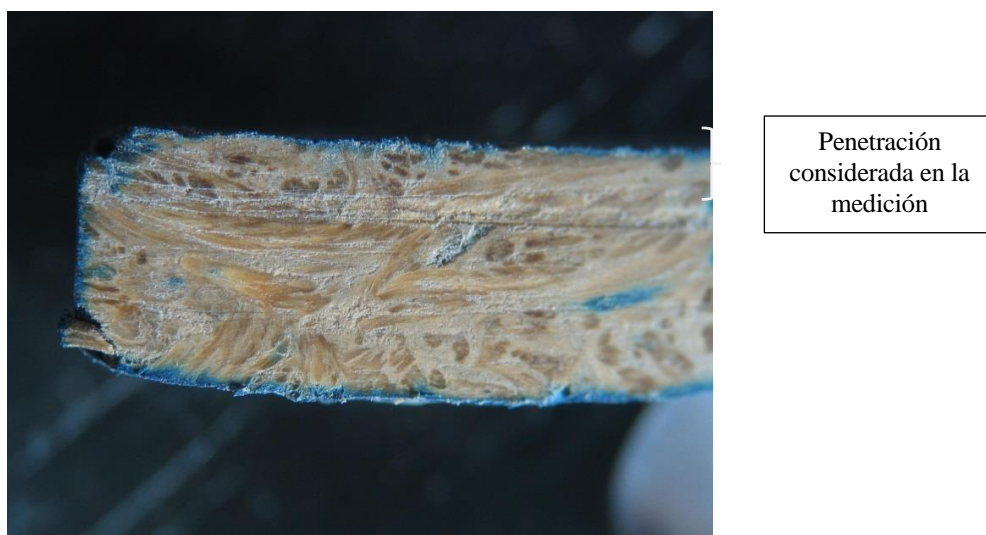
Izq: Botones cortados por la mitad; der: Codificación de total de botones cortados por la mitad.

**Figura 10: Codificación de botones para la evaluación de penetración.**

*Fuente: Elaboración propia*

La prueba de penetración se realizó de acuerdo al siguiente procedimiento:

- Toma de fotografías de la mitad de cada botón utilizando un estereoscopio con una cámara digital incorporada en el mismo, utilizando el programa Remote Capture.
- Calibración del programa Image Pro Plus, el cual realiza las mediciones de la penetración en milímetros. Esta calibración se realiza con ayuda de la escala del estereoscopio (10x) utilizado en la toma de las fotografías.
- Medición de la penetración (en mm) en la base del botón, debido a que la zona superior del botón al ser curvada, conlleva a mayores errores en la medición. Se realizaron tres mediciones por fotografía (Ver fig. 11).



**Figura 11: Penetración del tinte desde una vista radial del botón**

*Fuente: Elaboración propia*

- La información obtenida es exportada a Excel para su posterior análisis.

#### 4.6. EVALUACIÓN DE LA SOLIDEZ DEL COLOR AL FROTE

Para esta evaluación se adaptaron las Normas Técnicas Peruanas NTP-ISO 105-X12 (2006) y NTP-ISO 105-X16 (2007). En primer lugar, se procedió a calibrar la fuerza de la pinza de soporte del botón con el objetivo de obtener una fuerza resultante hacia debajo de  $11 \pm 0,5\text{N}$  utilizando la ley de Hooke para resortes:

$$F = -k \cdot x$$

Donde: F: Fuerza

-k: Coeficiente de elasticidad

X: Deformación

La calibración se realizó de la siguiente manera (ver figura 12):

- Se midió la longitud inicial del resorte con ayuda de un vernier, sin aplicar alguna fuerza que lo comprima.
- Se deformó el resorte con pesas de 600g, midiendo la deformación por pesa colocada.
- Se obtuvo el coeficiente de elasticidad (-k) de cada resorte promediando la variación de la deformación por cada variación del peso.
- Utilizando la constante de elasticidad del resorte se procedió a ajustarlo hasta obtener una fuerza resultante hacia abajo igual a  $11\text{N} \pm 0,5$ .



Izq: Medición de la deformación del resorte; Der: Medición de longitud del resorte.

**Figura 12: Calibración del resorte.**

*Fuente: Elaboración propia*

Luego de que el resorte fue calibrado se realizaron las pruebas de solidez al frote a cinco botones escogidos al azar de cada tratamiento de la siguiente manera:

- Sacando previamente los seguros, se abre el aparato y se introduce un botón en la pinza empujando el resorte más largo hacia arriba.



- Se coloca una lija de grano 120 en la base del aparato y sobre la misma, una tela blanca de algodón 1/30 de aproximadamente 20 x 40 cm humedecida con agua destilada en un 95 por ciento, luego se asegura el aparato.
- Teniendo el aparato completamente cerrado y asegurado se procede a realizar el movimiento de la pinza sobre la tela haciendo un recorrido de 10 ciclos, es decir, 104 mm aproximadamente (ver figura 13).
- Se abre el aparato, se extrae el botón sometido a la prueba y se procede a rotular dicho botón. A continuación se procede a realizar la evaluación de otro botón con otro pedazo de tela.
- Los pedazos de tela con las huellas de los recorridos de cinco botones de un tratamiento son secados en un ambiente seco y bajo sombra.
- Los botones sometidos a la evaluación (previamente rotulados) son almacenados en bolsas herméticas para luego ser sometidos a pruebas de colorimetría.
- Se evalúa la diferencia de color entre botones sometidos a frote con botones que no han sido sometidos a evaluación alguna.



Izq: Frote del botón sobre la tela blanca; Der: Huella de recorrido del botón sobre la tela.

**Figura 13: Evaluación de resistencia al frote.**

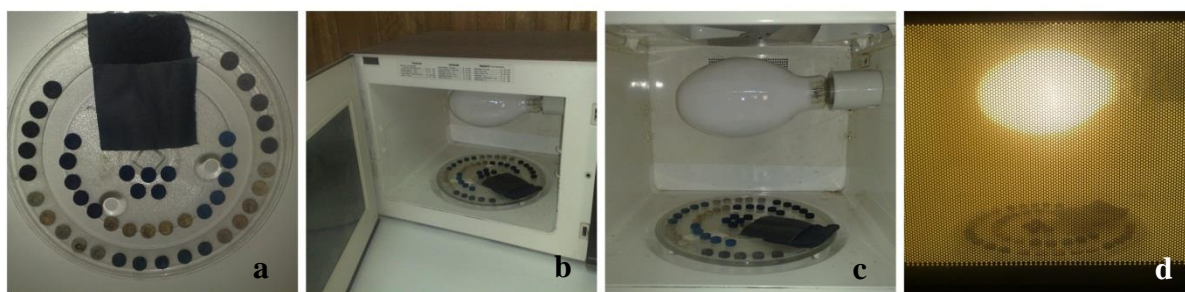
*Fuente: Elaboración propia*

#### 4.7. EVALUACIÓN DE LA SOLIDEZ DEL COLOR A LA LUZ

Para esta evaluación, se adaptó la norma NTP 231.170 1984 (Solidez del color de los materiales textiles. Solidez del color a la luz artificial. Lámpara de Xenón) para ser usada en botones, donde se utilizó una cámara de amarillamiento reemplazando la lámpara de Xenón por una de vapor de Mercurio de 500W que emitía rayos UV.

La evaluación se realizó de la siguiente manera (ver figura 14):

- Se seleccionan cinco botones al azar de cada tratamiento
- Se colocan los botones agrupados por tratamiento, con la cara curva hacia arriba, sobre el plato giratorio dentro de la cámara.
- De manera simultánea, colocar un pedazo de tela de 10 cm x 10 cm teñido con colorante a la tina color azul (testigo), el cual fue cubierto en un 50 por ciento por un pedazo de cartulina negra, para observar el cambio de color.
- Se enciende el aparato monitorando cada dos horas el cambio de color de la mitad expuesta de la tela testigo comparándola con la mitad cubierta por la cartulina negra hasta encontrar un contraste similar al nivel 4 de la escala de grises, momento en el cual se apaga el aparato. (ver figura 15)
- Se procede a rotular y almacenar los botones para luego ser sometidos a pruebas de colorimetría.



a) Botones de los diferentes tratamientos y tela teñida con colorante (testigo) cubierta con cartulina negra colocados en el plato de la cámara de amarillamiento b) y c) Colocación de botones dentro de la cámara de amarillamiento d) Exposición de los botones a la lámpara de Mercurio de 500W

**Figura 14: Evaluación de solidez del color a la luz.**

*Fuente: Elaboración propia*



**Figura 15:** Escala de grises N o Schweingruber

*Fuente: Programa de software CRAD y CERD*

#### 4.8. EVALUACIÓN DE LA SOLIDEZ DEL COLOR AL LAVADO

Se adaptó la norma NTP-ISO 105-C06 2006 (Solidez del color al lavado doméstico y comercial) para ser usada en botones. Se utilizó una lavadora automática, capaz de adecuarse a pesos inferiores y detergente para lavadoras que cumplía con las especificaciones de la norma indicada en cuanto a su composición: alquisulfonato de sodio de cadena lineal: 14 por ciento, alcohol etoxilado: 2,3 por ciento, jabón de elevado peso molecular: 2,5 por ciento, tripolifosfato de sodio: 48 por ciento, silicato de sodio: 9,7 por ciento, sulfato de sodio: 15,4 por ciento, carboximetilcelulosa: 0,25 por ciento, agua: 7,85 por ciento.

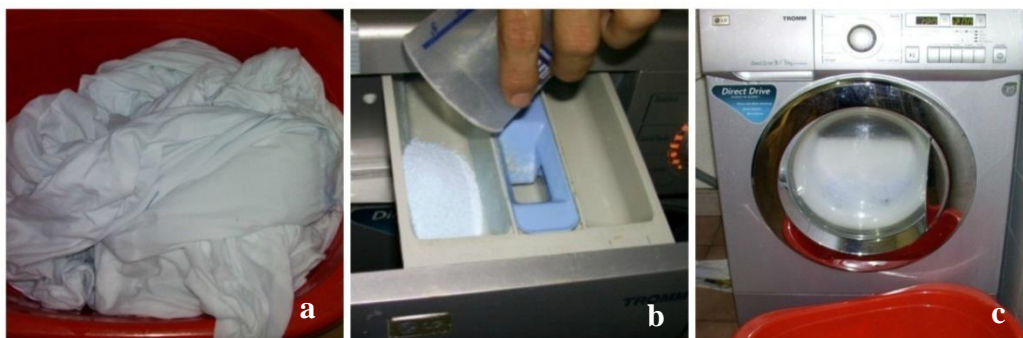
El procedimiento se realizó de la siguiente manera:

- Se seleccionaron cinco botones al azar de cada tratamiento para la prueba y se colocan dentro de una bolsa de tela de 100 por ciento algodón 30/1<sup>6</sup>, cerrada con hilo blanco.
- Se introdujo la bolsa de tela con los botones dentro de la lavadora acompañada de dos kilogramos de tela (ver figura 16a).
- Se añadieron 250g de detergente en el compartimento para detergente (ver figura 16b).
- Se programó el lavado en 45 minutos y a 40°C (ver figura 16c).
- Concluido el tiempo de lavado se retiraron los botones y se secaron a temperatura ambiente durante aproximadamente cuatro horas sobre una tela blanca de algodón seca.

---

<sup>6</sup> Calibre o grosor del hilo con el cual fue tejida la prenda, mientras más alto sea el numerador, más delgado es el hilo

- Los botones fueron rotulados y almacenados en bolsas herméticas para luego ser llevados al laboratorio y ser sometidos a pruebas de colorimetría.



a) 2kg de tela; b) Colocación de 200gr de detergente; c) Programación de lavado

**Figura 16: Evaluación de solidez del color al lavado.**

*Fuente: Durand, 2013*

#### 4.9. DETERMINACIÓN DE LA PÉRDIDA DE COLOR

Para determinar la pérdida de color en los botones luego de cada prueba, los botones ensayados de un mismo tratamiento, se realizó la prueba utilizando el programa informático ON-COLOR para procesar la información obtenida del colorímetro<sup>7</sup> portátil utilizado (ver figura 17). Los botones sometidos a las pruebas de solidez fueron comparados con cinco botones “patrón” de cada tratamiento que no fueron sometidos a ninguna prueba de solidez.



**Figura 17: Colorímetro KONIKA MINOLTA modelo CM2600D.**

<sup>7</sup> Prueba realizada en el laboratorio de la empresa IVER S.A.C.

*Fuente: IVER S.A.C*

El proceso se realizó de la siguiente manera:

- Se realizó la calibración del colorímetro en negro apuntando la lente a 1,5m del suelo, a continuación se realizó la calibración en blanco con un filtro hecho de cerámica de color blanco colocado sobre el lente.
- Se colocó cada botón sobre el lente y con el software se procedió a realizar las mediciones, las cuales se almacenaban directamente en el ordenador.
- Cada medición realizada se guardó con un código para luego poder ser identificada.
- Las mediciones fueron exportadas en archivos pdf con los registros CIELab y su respectivo valor de  $\Delta E$ .

#### 4.10. ELECCIÓN DE COLORANTES AFINES AL SUSTRATO DE CASTAÑA

La elección inició con los resultados obtenidos en las pruebas de penetración, determinando los promedios de penetración para cada tratamiento en milímetros, descartando aquellos colorantes con penetración nula.

Los colorantes que resultaron favorables en la prueba de penetración, se clasificaron por su solidez al frote, a la luz y al lavado según los resultados de colorimetría de las pruebas de solidez, teniendo de referencia el rango de aceptación de color de la empresa IVER, mostrado en el cuadro 3, donde se considera que una diferencia de color ( $\Delta E^*a^*b$ ) mayor a 12 indica que dos colores son diferentes y que una diferencia de color mayor a 3 es cuando ocurren las quejas relacionadas al color.

Los colorantes seleccionados fueron sometidos a un análisis estadístico. Se determinó el coeficiente de variabilidad de las pruebas para cada colorante y se consideró que el coeficiente de variabilidad no sea mayor a 65 por ciento, límite establecido en base a la poca homogeneidad que presentan los botones sin teñir.

**Tabla 4: Valores de tolerancias admitidas para la diferenciación del color.**

<b>Escala</b>	<b>Diferencia de Color <math>\Delta E^*ab</math></b>	<b>Percepción del ojo humano</b>
1	Hasta 0,1	No hay diferencia evidente entre los colores
2	0,1 a 0,2	Límite de diferencia perceptible por un experto
3	0,2 a 0,4	Límite de diferencia perceptible por una persona
4	0,4 a 0,8	Rango usado donde estrictas diferencias de color son necesarias
5	0,8 a 1,5	Rango usado a menudo en control de color de productos
6	1,5 a 3	Rango en el cual los productos parecen del mismo si están separados (sin tocarse)
7	más de 3	Rango donde ocurren las quejas relacionadas con el color
7,1	3 a 7,5	*Máximo rango de color aceptado
7,2	7,5 a 12	**Rango de diferencia de color rechazado
8	más de 12	Color de nombre diferente

*Fuente: Konika Minolta, IVER (2012)*

Los botones de Castaña, por ser un producto orgánico presenta una variabilidad bastante alta y notoria a simple vista, la misma que justifica el valor límite aceptable establecido para el descarte de colorantes en este sustrato de hasta 4,5.

Las hipótesis planteadas fueron las siguientes:

**a.1. Prueba de Solidez al Lavado**

Ho: Los colorantes experimentan igual pérdida de color al ser sometidos al lavado

H1: Los colorantes experimentan diferente pérdida de color al ser sometidos al lavado

**a.2. Prueba de Solidez a la Luz**

Ho: Los colorantes experimentan igual pérdida de color al ser expuesto a la luz

H1: Los colorantes experimentan diferente pérdida de color al ser expuestos a la luz

### **a.3. Prueba de Solidez al Frote**

Ho: Los colorantes experimentan igual pérdida de color al ser sometidos a frote

H<sub>1</sub>: Los colorantes experimentan diferente pérdida de color al ser sometidos a frote

La codificación de las muestras se presenta en la tabla 5:

**Tabla 5: Diseño experimental de los tratamientos empleados.**

Total de botones teñidos	Variables		$\Delta E$ de prueba de Solidez a la Luz					Penetración					$\Delta E$ de prueba de Solidez al frote					$\Delta E$ de prueba de Solidez al lavado				
			a1	a2	a3	a4	a5	b1	b2	b3	b4	b5	c1	c2	c3	c4	c5	d1	d2	d3	d4	d5
30	A la tina	C1	a1	a2	a3	a4	a5	b1	b2	b3	b4	b5	c1	c2	c3	c4	c5	d1	d2	d3	d4	d5
30	Ácidos	C2	a1	a2	a3	a4	a5	b1	b2	b3	b4	b5	c1	c2	c3	c4	c5	d1	d2	d3	d4	d5
30	Básicos	C3	a1	a2	a3	a4	a5	b1	b2	b3	b4	b5	c1	c2	c3	c4	c5	d1	d2	d3	d4	d5
30	Directos	C4	a1	a2	a3	a4	a5	b1	b2	b3	b4	b5	c1	c2	c3	c4	c5	d1	d2	d3	d4	d5
30	Dispersos	C5	a1	a2	a3	a4	a5	b1	b2	b3	b4	b5	c1	c2	c3	c4	c5	d1	d2	d3	d4	d5
30	De complejo metálico	C6	a1	a2	a3	a4	a5	b1	b2	b3	b4	b5	c1	c2	c3	c4	c5	d1	d2	d3	d4	d5
30	Reactivos	C7	a1	a2	a3	a4	a5	b1	b2	b3	b4	b5	c1	c2	c3	c4	c5	d1	d2	d3	d4	d5
30	Sulfurosos	C8	a1	a2	a3	a4	a5	b1	b2	b3	b4	b5	c1	c2	c3	c4	c5	d1	d2	d3	d4	d5
30	Pigmentos	C9	a1	a2	a3	a4	a5	b1	b2	b3	b4	b5	c1	c2	c3	c4	c5	d1	d2	d3	d4	d5

*Fuente: Elaboración propia*

Donde: C = Tratamiento con las diferentes familias de teñido

a= Muestras de las pruebas de solidez a la luz

b= Muestras de las pruebas de penetración

c= Muestras de las pruebas de solidez al frote

d= Muestras de las pruebas de solidez al lavado



## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 1. CONTENIDO DE HUMEDAD Y PH DE LOS BOTONES DE CASTAÑA

La tabla 5 muestra que el lote a utilizar en el presente trabajo alcanzaron en promedio un contenido de humedad en base seca de 11,1 por ciento, lo cual indica que el agua de saturación presente en las paredes celulares se ha perdido por evaporación, encontrándose en equilibrio higroscópico, condición que facilitaría el proceso de teñido si este se realizara al vacío pero que debido a que es realizado por difusión, lo que requiere de presencia de agua, podría ser un factor limitante en el teñido de los botones.

En el mismo cuadro se aprecia que el valor promedio de pH fue de 4,52 (ver cuadro 5), valor ácido que indicaría una posible afinidad por grupos de colorantes de tendencia alcalina.

**Tabla 6: Contenido de humedad y pH de los botones de castaña.**

Muestra	Contenido de Humedad (%)	pH
1	11,5	4,5
2	10,7	4,59
3	11,0	4,47
4	10,9	-
5	11,3	-
Promedio	11,1	4,47

*Fuente: Elaboración propia*

### 2. POTENCIAL DE HIDRÓGENO (PH) POR GRUPO DE COLORANTE

En la tabla 6 se muestra los valores de pH de los baños de tintura utilizados por cada grupo de colorante, siendo el complejo metálico el más ácido de todos, seguido por los colorantes dispersos. Los colorantes ácidos, básicos y los pigmentos presentan un valor de pH cercano al 3, perteneciendo también al grupo de los dos colorantes con pH ácido. Barroso (2010) asegura que un medio ácido provoca la ruptura de los polisacáridos ya que los enlaces

glicosídicos se rompen con facilidad, permitiendo de esta forma su enlace con otros compuestos. En el mismo cuadro se observa que valores alcalinos son obtenidos para los colorantes directos, reactivos, sulfurosos y a la tina, pudiendo indicar de esta forma una mayor afinidad con la materia prima utilizada debido a la acidez de la misma (ver cuadro 5). Sin embargo la Red Textil Argentina (2012) menciona que un valor de pH mayor a 11,5, como el que presenta el colorante a la Tina (pH = 12,4), reduce la velocidad de reacción así como también la eficiencia de la fijación, condición que explicaría la prácticamente nula afinidad de dicho tinte por los botones de castaña.

**Tabla 7: pH por grupo de colorante.**

<b>Grupo de colorante</b>	<b>pH</b>
<b>Complejo Metálico</b>	1,52
<b>Dispersos</b>	2,86
<b>Ácidos</b>	3,08
<b>Básicos</b>	3,38
<b>Pigmentos</b>	3,48
<b>Directos</b>	9,07
<b>Reactivos</b>	9,31
<b>Sulfurosos</b>	10,01
<b>A la Tina</b>	12,4

*Fuente: Elaboración propia*

### **3. ABSORCIÓN DEL COLORANTE**

En la tabla 7 se observan los resultados de la prueba de absorción de colorante para cada tratamiento. Agrupando los resultados según los valores obtenidos en tres condiciones de absorción (alta, media y baja) se aprecia que dentro del grupo de colorantes con alta absorción se encuentran los sulfurosos, reactivos y ácidos, siendo el colorante sulfuroso el más notorio debido a la gran afinidad entre el sustrato y dicho colorante ya que además su comportamiento frente a las pruebas de solidez es bastante bueno, situación que se presenta de manera similar con los colorantes reactivos a pesar de tener un valor de absorción mucho más bajo que el de los colorantes sulfurosos. En el segundo grupo (absorción media) encontramos a los dispersos, directos y básicos; condición que explicaría los resultados del comportamiento de estos colorantes frente a las diferentes pruebas de solidez. Por último, dentro del grupo que presentan una baja absorción se encuentran los colorantes a la tina, de pigmentos y de complejo metálico; la baja absorción del colorante de complejo metálico explicaría la gran pérdida de color luego de realizadas las pruebas de solidez.

**Tabla 8: Absorción por grupo de colorantes.**

<b>Colorante</b>	<b>Peso inicial (g)</b>	<b>Peso final (g)</b>	<b>Absorción (kg/m3)</b>
<b>Sulfurosos</b>	4,36	4,92	6,25
<b>Reactivos</b>	4,36	4,67	1,38
<b>Ácidos</b>	4,36	4,60	1,09
<b>Dispersos</b>	4,36	4,62	0,58
<b>Directos</b>	4,36	4,77	0,46
<b>Básicos</b>	4,36	4,55	0,43
<b>A la tina</b>	4,36	4,52	0,36
<b>Pigmentos</b>	4,36	4,48	0,18
<b>De Complejo Metálico</b>	4,36	4,38	0,06

*Fuente: Elaboración propia*

#### **4. PENETRACIÓN DE COLORANTE**

En la tabla 8 se presentan los resultados de las mediciones de penetración realizadas para cada familia de colorantes.

**Tabla 9: Valores de penetración por grupo de colorante.**

<b>Colorantes</b>	<b>Promedio (mm)</b>	<b>Desv. Est.</b>	<b>CV (%)</b>	<b>Min (mm)</b>	<b>Max (mm)</b>
<b>Básicos</b>	0,2620	0,0219	8,4	0,2195	0,2949
<b>Ácidos</b>	0,1763	0,0205	11,7	0,1455	0,1954
<b>Sulfurosos</b>	0,1470	0,0110	7,5	0,1212	0,1714
<b>De Complejo Metálico</b>	0,1368	0,0114	8,3	0,1212	0,1474
<b>Reactivos</b>	0,1056	0,0118	11,1	0,0970	0,1236
<b>Directos</b>	0,0940	0,0171	18,2	0,0727	0,1212
<b>Dispersos</b>	0,0477	0,0057	12,0	0,0342	0,0542
<b>Pigmentos</b>	0,0032	0,0082	0	0	0,0242
<b>A la Tina</b>	0	-	-	0	0

*Fuente: Elaboración propia*

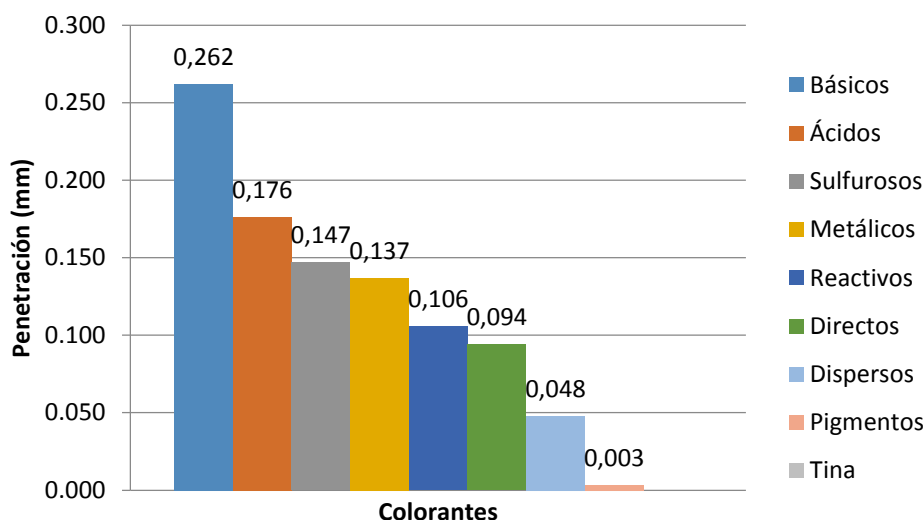
Como se observa en la tabla 8 y figura 18, los colorantes con muy buena penetración fueron los básicos, seguidos de los ácidos, sulfurosos, de complejo metálico, reactivos y directos, con una buena penetración; dejando a los dispersos con una baja penetración y por último pigmentos y a la tina con una nula penetración.

El colorante básico presentó la mayor penetración luego del proceso de teñido, esto a pesar de que este grupo de colorante es conocido por su baja afinidad a la celulosa, lo que se explica

porque tal como menciona Hunger (2003) al aplicar un pre-tratamiento con ácido acético, se activan los grupos aniónicos atrayendo y fijando así el colorante a la fibra, comportamiento que es traducido en la buena penetración obtenida.

La buena penetración obtenida por los colorantes ácidos se explica debido a la afinidad de estos tintes con los compuestos celulósicos, además que según menciona De Perinat (2008) al realizar el proceso en un medio ácido se obtienen tinturas bastante igualadas, es decir una distribución bastante homogénea del colorante sobre la superficie que se está tiñendo. En el caso de los tintes sulfurosos, el resultado obtenido es debido a que luego de éstos ser reducidos en el proceso, ingresan sin dificultad en el interior de los botones. Los colorantes de complejo metálicos al ser de naturaleza aniónica (similar a los colorantes ácidos) tienen también cierta afinidad con los compuestos celulósicos, generándose así enlaces iónicos entre los componentes ácidos del colorante y los botones. La buena penetración obtenida por los colorantes reactivos y directos se da debido a la afinidad natural de estos tintes por los compuestos celulósicos.

Debido a la prácticamente nula penetración de los pigmentos y colorantes a la tina, se descartó inmediatamente la afinidad de éstos con los botones de castaña y su composición. La nula penetración del colorante a la tina se explicaría debido al medio bastante alcalino en el que se realizó el proceso de tinción ya que como se mencionó anteriormente, según la Red Textil Argentina (2012) esto reduce la eficiencia en la fijación así como también la velocidad de reacción, lo que se traduce en un bajo grado de reacción entre el grupo reactivo y la fibra a teñir. Los Pigmentos presentan la más baja penetración ya que según mencionan Christie (2003) y Hunger (2003) debido a su insolubilidad, éstos sólo pueden ser fijados a la superficie de la fibra con un aglutinante además que no presentan afinidad por las fibras celulósicas.



**Figura 18: Penetración de los colorantes.**

*Fuente: Elaboración propia*

## 5. EVALUACIÓN DE LOS PROCESOS DE TEÑIDO

La evaluación de los procesos de teñido se realizó según las pruebas de solidez al color: a la luz, al frote y al lavado. El cuadro 9 muestra los valores promedio del  $\Delta E^*ab$  y Coeficiente de Variabilidad (CV) para las pruebas de solidez efectuadas con obtenidos por grupo de colorantes, con excepción de los pigmentos y los colorantes a la tina que ya fueron descartados debido a la nula penetración. Los valores del diferencial de  $\Delta E^*ab$  indican la pérdida de color a causa del tratamiento en comparación con muestras “testigo”.

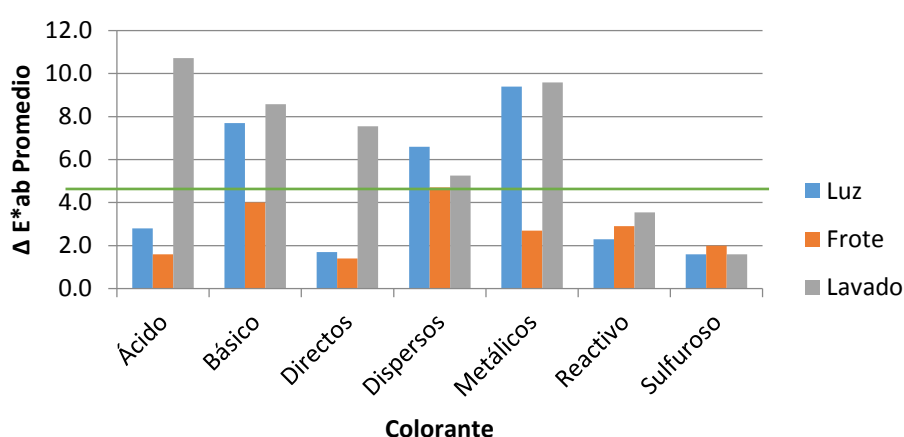
**Tabla 10: Resultado de pérdida de color de los botones teñidos mediante método colorimétrico**

Colorante	Luz		Frote		Lavado	
	$\Delta E^*ab$ Promedio	CV	$\Delta E^*ab$ Promedio	CV	$\Delta E^*ab$ Promedio	CV
Ácido	2,8	56,3	1,6	36,8	10,6	24,9
Básico	7,7	6,3	4	30,1	6,4	19,9
Directos	1,7	7,5	1,4	29,6	6,8	6,5
Dispersos	6,6	43,9	4,7	31,7	8,4	34,7
De Complejo Metálico	9,4	33,4	2,7	56	6,4	48,4
Reactivo	2,3	35,3	2,9	29,1	3,5	54,7
Sulfuroso	1,6	22,9	2	41,9	1,3	62,3
Pigmento	9,1	23	6,5	45,6	7,8	13
A la tina	4,6	80,1	4,1	43,8	4,1	59

*Fuente: Elaboración propia*

En la tabla 9, se aprecia que los valores del coeficiente de variabilidad correspondiente a la prueba de solidez a la luz se encuentran entre 6,3 por ciento para el colorante básico y 56,3 por ciento para el colorante ácido, en la prueba de solidez al frote entre 29,1 por ciento para el colorante Reactivo y 41,9 por ciento para el colorante sulfuroso y finalmente, en la prueba de solidez al lavado entre 6,5 por ciento para los colorantes directos y 62,3 por ciento para los colorantes sulfurosos. Los altos coeficientes de variabilidad obtenidos se explican por el color natural de los botones de castaña bastante variable visualmente, es decir, sin llevar a cabo algún tipo de procedimiento tintóreo se observa una gran variabilidad. También, se observa en el mismo cuadro que dentro de las pruebas de colorimetría realizadas, la prueba de solidez al lavado presenta un mayor rango de variación según tipo de colorante.

Según se observa en la figura 19, respecto al diferencial de  $E^*_{ab}$  y considerando 4,5 como valor máximo de aceptación se puede afirmar que los colorantes ácidos y directos presentan un buen comportamiento frente a las pruebas de luz y frote mas no a la de lavado, los dispersos al igual que los básicos no presentan buen comportamiento frente a ninguna de las tres evaluaciones de solidez realizadas y los tintes metálicos solo responden bien a la prueba de frote. En el caso de los colorantes dispersos, se podría relacionar el mal comportamiento frente a la prueba de frote con los bajos resultados obtenidos en la prueba de penetración, lo mismo que se aplicaría, pero de manera inversa, al buen resultado del colorante metálico frente a la misma prueba (frote) ya que para este grupo, a diferencia de los colorantes dispersos, la penetración fue buena.



**Figura 19: Valores del  $\Delta E^*_{ab}$  por prueba de solidez para cada grupo de colorante**

*Fuente: Elaboración propia*

Es así que los únicos tintes que se consideran afines a los botones de castaña son los reactivos y los sulfurosos, ya que además de obtener buenos resultados en las pruebas de absorción y penetración, responden con muy buen comportamiento a las tres pruebas de solidez realizadas.

Aunque Christie (2003) asegura que los colorantes ácidos no son afines a la celulosa, Lockuan (2012) afirma que debido a su semejanza con los tintes directos en cuanto a su composición química, un grupo de ellos tiñe la celulosa bastante bien. Esto explicaría el comportamiento de estos tintes frente a los botones de castaña, además que al adicionar ácido acético en el proceso, el sustrato se carga positivamente y según Christie (2003) esto atrae a los grupos sulfonato ( $-\text{SO}_3^-$ ) usualmente con sales de sodio ( $\text{Na}^+$ ), los cuales aportan una carga negativa al tinte (aniones) originando así enlaces iónicos entre el sustrato y el tinte, enlace no muy fuerte que explicaría su mala respuesta frente a la prueba de solidez al lavado. Sin embargo la poca pérdida de color frente a la prueba de solidez a la luz y al frote coincide con lo afirmado por De Perinat (2008), quien menciona que los grupos cromóferos antraquinónicos (azules) presentan buena solidez a la luz y a tratamientos en húmedo (frote). Este comportamiento típico de un “acidmilling” coincidiría con lo descrito por Christie (2003) ya que el autor caracteriza a este tipo de tinte ácido por mostrar afinidad sólo moderada por las fibras a causa de fuerzas moleculares no son fuertes siendo el tinte capaz de migrar a través de la fibra.

Los colorantes Básicos son conocidos por ser afines a fibras acrílicas, sin embargo según Hunger (2003) se aplican a compuestos celulósicos si las fibras reciben un pre-tratamiento con ácido acético que en condiciones de altas temperaturas y una solución acuosa se ioniza en  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  y  $\text{H}^+$ , este ión acetilo se une al hidrógeno del grupo hidroxilo de la celulosa formándose de esta forma un enlace puente de hidrógeno, es así que debido a la carga negativa dada por el ión acetilo, el sustrato atrae a los cationes del tinte (generalmente átomos cuaternarios cargados positivamente), formándose de esta forma enlaces covalentes. Los colorantes básicos, según Christie (2003) y Lockuan (2012) muestran propiedades de solidez bastante bajas cuando se aplican a fibras naturales, especialmente frente a la luz, hecho que se refleja en los resultados obtenidos.

Los colorantes directos son conocidos por ser afines a compuestos celulósicos, sin embargo en el presente estudio no se consideró como afin a los botones de castaña debido a que sobrepasó el valor del límite establecido para las pruebas de pérdida de color en la prueba de solidez al lavado, lo cual confirma lo dicho por Christie (2003) y Hunger (2003) al afirmar que sólo proporcionaba una solidez moderada a esta prueba ya que los enlaces puentes de

hidrógeno y las fuerzas de Van der Waals son rotos fácilmente con el lavado. Christie (2003) explica que no se encuentran enlaces iónicos en el caso de los tintes directos ya que las fibras celulósicas pueden presentar una pequeña carga negativa que repelen a los tintes debido a su naturaleza aniónica, además la alcalinidad del medio ( $\text{pH}=9,07$ ) en el ensayo, permite un aumento del ión  $\text{OH}^-$  que favorece dicha repulsión.

Los tintes dispersos según mencionan Christie (2003) y Hunger (2003) no son afines a las fibras celulósicas, siendo utilizados en poliéster. Esto se observa en los resultados tanto de la prueba de penetración como en las evaluaciones de solidez ya que su pérdida de color en las tres pruebas fue mayor al valor de tolerancia. Dichos tintes tienen una muy baja solubilidad en agua y son aplicadas como una dispersión acuosa, según explica Christie (2003). Por otro lado, Lockuan (2012) menciona que un baño de este colorante presenta tres estados: colorante en solución que es absorbido por la fibra, colorante en miscelas y colorante sólido; el colorante disperso se ubica en las zonas amorfas de la celulosa y según considera Christie (2003) la afinidad tinte-fibra en las disoluciones sólidas formadas está dada por una combinación de fuerzas de Van der Waals, fuerzas dipolares y enlaces de hidrógeno, enlaces no muy fuertes que explicarían también su baja solidez al color.

Las pruebas de solidez realizadas a los colorantes de complejo metálico han descartado la afinidad por los botones de castaña ya que la única prueba en la que se obtuvo un valor aceptable fue en la prueba de solidez al frote, esto probablemente por la buena penetración que presentó. Estos resultados se explicarían en parte por la naturaleza aniónica del tinte, ya que al tener la celulosa una leve carga negativa se podría presentar una ligera repelencia. También dependerá, según explica Hunger (2003), de cuales sean los complejos del colorante que se esté aplicando ya que por ejemplo los complejos de cromo y cobalto presentan una buena solidez a la luz, principalmente; pero debido a la poca afinidad de dichos complejos con fibras celulósicas, su uso se encuentra restringido a sustratos que contienen nitrógeno.

### 5.1. COLORANTES AFINES

Los colorantes que tuvieron un comportamiento adecuado frente a las tres pruebas de solidez al color fueron los colorantes reactivos y sulfurosos, de los cuales luego del análisis estadístico se infiere que el de mejor comportamiento es el sulfuroso. Resultado que confirmaría una hipótesis inicial planteada en relación al contenido de  $\text{pH}$  tanto del sustrato a teñir como de la



solución, la cual abordaba la idea de que debido a la acidez del sustrato, la afinidad sería con un colorante medianamente alcalino.

Los colorantes reactivos obtuvieron resultados satisfactorios en las diversas pruebas realizadas, ya que tanto su absorción como la penetración fue buena, además de responder favorablemente a las tres pruebas de solidez realizadas, lo que confirma lo establecido por diversos autores consultados para el presente estudio, quienes mencionan que este grupo de colorante es bastante afín a los compuestos celulósicos. Esto es posible ya que según explica Christie (2003) una vez son aplicados sobre la fibra, los tintes reactivos son inducidos a reaccionar químicamente para formar un enlace covalente entre el tinte y la fibra, dicha unión se da entre un átomo de carbono de la molécula del tinte y un átomo de oxígeno, nitrógeno o azufre de un grupo hidroxilo, amino o tiol del polímero. Este enlace es el que proporciona buenas propiedades de solidez. Lockuan (2012) menciona que generalmente se componen de dos elementos fundamentales: la parte cromófora que determina el matiz del colorante y también parte en la que se encuentran los grupos solubilizantes (confieren solubilidad en medio acuoso) y los sustituyentes (confieren sustentividad a las fibras celulósicas), y la parte auxócroma o reactiva que es responsable del tipo y la velocidad de reacción entre la fibra celulósica y el colorante.

Finalmente, el grupo de colorante con mayor afinidad a los botones de castaña es el de los sulfurosos. Este colorante presentó un valor aceptable de absorción de colorante, una buena penetración y resultados satisfactorios en las pruebas de solidez, teniendo como mayor valor de pérdida promedio del  $\Delta E^*_{ab, 2}$  (cuadro 9). Se confirma de esta forma lo dicho por Hunger (2003) y Christie (2003), al mencionar que los colorantes sulfurosos presentan buena afinidad con las fibras celulósicas. Se emplea un agente reductor para convertir el colorante sulfuroso a una forma leuco hidrosoluble, proceso que implica la reducción de los enlaces disulfuro (-S-S-) por el anión sulfuro y su conversión a grupos tiol (-SH) que reaccionan con los grupos OH de la celulosa, según explica Christie (2003).

## 5.2. SOLIDEZ A LA LUZ

En el cuadro 10 se observa el análisis de varianza realizado con un  $\alpha=5$  por ciento, un valor P mayor al nivel de significancia, por lo que se acepta la hipótesis nula. Es decir, no existe diferencia significativa entre los colorantes sulfurosos y reactivos cuando son sometidos a la prueba de solidez a la luz.

**Tabla 11: Análisis de varianza para la prueba de solidez a la luz.**

Fuente	GL	SC	MC	F	P
C	1	1,096	1,096	2,29	0,169
Error	8	3,828	0,479		
Total	9	4,924			

*Fuente: Elaboración propia*

Si bien no existe diferencia significativa entre los colorantes, en el cuadro 11 se observa que el colorante sulfuroso pierde menos color que el colorante reactivo frente a la prueba de solidez a la luz.

**Tabla 12: Promedio y desviación estándar de los colorantes compatibles a la castaña en la prueba de solidez a la luz.**

Colorantes	Número de muestras	Media	Desviación Estándar
Sulfuroso	5	1,592	0,4083
Reactivos	5	2,254	0,8890

*Fuente: Elaboración propia*

### 5.3. SOLIDEZ AL FROTE

En el cuadro 12 se observa el análisis de varianza realizado con un  $\alpha=5$  por ciento, un valor P mayor al nivel de significancia, por lo que se acepta la hipótesis nula. Es decir, no existe diferencia significativa entre los colorantes sulfurosos y reactivos cuando son sometidos a la prueba de solidez al frote.

**Tabla 13: Análisis de varianza para la prueba de solidez al frote.**

Fuente	GL	SC	MC	F	P
C	1	1,689	1,689	1,90	0,206
Error	8	7,119	0,890		
Total	9	8,808			

*Fuente: Elaboración propia*

Si bien no existe diferencia significativa entre los colorantes, en el cuadro 13 se observa que el colorante sulfuroso pierde menos color que el colorante Reactivo frente a la prueba de solidez al frote.

**Tabla 14: Promedio y desviación estándar de los colorantes compatibles a la castaña en la prueba de solidez al frote.**

Colorantes	Número de muestras	Media	Desviación Estándar
Sulfuroso	5	2,038	0,9557
Reactivos	5	2,860	0,9308

*Fuente: Elaboración propia*

#### 5.4. SOLIDEZ AL LAVADO

En el cuadro 14 se observa el análisis de varianza realizado con un  $\alpha=5$  por ciento, un valor P mayor al nivel de significancia, por lo que se acepta la hipótesis nula. Es decir, no existe diferencia significativa entre los colorantes sulfurosos y reactivos cuando son sometidos a la prueba de solidez al lavado.

**Tabla 15: Análisis de varianza para la prueba de solidez al lavado.**

Fuente	GL	SC	MC	F	P
C	1	11,79	11,79	4,43	0,068
Error	8	21,30	2,66		
Total	9	33,10			

*Fuente: Elaboración propia*

Si bien no existe diferencia significativa entre los colorantes, en el cuadro 15 se observa que el colorante sulfuroso pierde menos color que el colorante Reactivo frente a la prueba de solidez al lavado.

**Tabla 16: Promedio y desviación estándar de los colorantes compatibles a la castaña en la prueba de solidez al lavado.**

Colorantes	Número de muestras	Media	Desviación Estándar
Sulfuroso	5	1,298	0,9050
Reactivos	5	3,470	2,1230

*Fuente: Elaboración propia*

## V. CONCLUSIONES

- Los colorantes usados en la industria textil pueden ser también utilizados en la tinción de botones obtenidos del endocarpio del fruto de la castaña.
- Los colorantes con mayor absorción fueron los sulfurosos, los reactivos y los ácidos.
- Los colorantes básicos experimentaron muy buena penetración, a diferencia de los ácidos, sulfurosos, metálicos, reactivos y directos que presentaron buena penetración.
- La penetración del colorante no tiene relación con la afinidad del colorante y el sustrato.
- El pH, la temperatura y el tiempo son parámetros limitantes dentro del proceso de teñido.
- Los colorantes más afines a los botones obtenidos del endocarpio del fruto de castaña son los reactivos y los sulfurosos.
- Los colorantes sulfurosos son más afines que los colorantes reactivos, por la solidez del color demostrada, frente a la luz, frote y lavado.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Considerar la variabilidad natural del fruto de la castaña para cualquier estudio relacionado al color que se realice con este material.
- Realizar análisis más amplios en relación a la composición tanto química como física del fruto de la castaña.
- Establecer parámetros óptimos de temperatura, tiempo, pH y presión para los procesos de teñido de los botones de castaña con los colorantes afines: reactivos y sulfurosos.
- Probar el teñido de botones de castaña con colorantes a la tina, utilizando un sustituyente de la soda cáustica.
- Realizar investigaciones en relación a los residuos azufrados que se encuentran en las aguas utilizadas en el teñido con tintes sulfurosos para determinar los daños puntuales ocasionados por estos, así como también analizar la forma de reutilizar las aguas.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACCA (Asociación para la Conservación de la Cuenca Amazónica, PE). 2010. Información y Experiencias sobre el Manejo de Castaña, *Bertholletia excelsa* del Programa - Conservando Castañales PCC, Periodo 1993 - 2010. Lima- Perú. 42p.
- Amazon Ivory. 2009. Proyecto de tecnología de uso industrial para el teñido de botones de yarina (*Phytelephas macrocarpa*), cocos de castaña (*Bertholletia excelsa*) y madera de capirona (*Callycophyllum guianensis*) y fijación de colores en botones de madera palisangre (*Brosimum rubescens*), Mari mari (*Hymenolobium excelsum*) y Pona (*Ireartea exorrhiza*) provenientes de Madre de Dios y Loreto. Perú. FINCyT. 21p.
- Arana, A; Sequeira, V; Torres, J. 2002. Mejoramiento del Sistema de Cosecha de Castaña (*Bertholletia excelsa*) en Madre de Dios y sus Impactos en la Economía del Productor Castañero. Perú. ACCA. 77p.
- Atrother, J. y Niyogi, A. 2001. Tinción, estampado y acabado. Capítulo “Confección y productos textiles acabados” Parte XIV “Industria de Productos Textiles”, Volumen III de la Enciclopedia OIT. (En línea). España. Consultado el 26 de setiembre 2011. Disponible en: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo3/87.pdf>
- Azahara. 2009. Paseando por la Historia: La historia del Botón. (En línea). Barcelona, España. Consultado el 23 de setiembre 2011. Disponible en: <http://paseandohistoria.blogspot.com/2009/03/la-historia-del-boton.html>
- Bueno, M; García, L; Requejo, L. 1998. Estudio de Prefactibilidad para la Instalación de una Planta trializadora de Castaña en Madre de Dios. Tesis del ciclo optativo de profesionalización de gestión agrícola empresarial. Perú. UNALM. 293 p.

- Calderón, E; Galeano, G; García, N. 2002. Libro rojo de plantas fanerógamas de Colombia: Chrysobalanaceae, Dichapetalaceae y Lecythydaceae. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. Universidad Nacional de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales – Museo de Historia Natural. Ministerio del Medio Ambiente. Colombia. v. 1, 220p.
- Calzada, J. 1969. Introducción a la estadística. Perú. Editorial Jurídica. 244 p.
- Castillo, A y Nalvarte W. 2007. Descripción dendrológica de 26 especies forestales de importancia forestal: zonas de Tahuamanu y Alto Huallaga. Cámara Nacional Forestal. Lima-Perú. 75 p.
- Cornejo, F. 2003. Historia Natural de la Castaña (*Bertholletia excelsa* Humb. &Bonpl.) y Propuestas para su Manejo. ACCA. 54 p.
- Corvera, R; Del Castillo, D; Suri, W; Cusi, E; Canal, A. 2010. La Castaña Amazónica (*Bertholletia excelsa*). IIAP. Perú. 71 p.
- IRG (International Resources Group); CNP+LH (Centro Nacional de Producción más Limpia de Honduras). 2009. Guía de Buenas Prácticas Ambientales para la industria textil. Honduras. USAID. 173 p.
- CAR/PL (Centro de Actividad Regional para la Producción Limpia). 2002. Prevención de la contaminación en la Industria textil en los países del Mediterráneo. UNEP. Barcelona-España. 248p.
- CP-CFV (Consejo Peruano para la Certificación Forestal Voluntaria). 2001. Estándar para la certificación del manejo forestal con fines de producción de castaña (*Bertholletia excelsa*) en Perú. Lima, Perú. 59 p.
- INIA (Instituto Nacional de Innovación Agraria). 2000. Cultivo de la castaña: Aspectos de la producción, manejo en post cosecha y comercialización. Boletín Técnico N°27. 3-8. Lima-Perú. 6p.
- Christie, R. 2003. La Química del Color. Editorial Acribia. España. 211 p.
- De Dios, AC. 2007. Aplicación del diseño de Experimentos en el proceso de tintura de poliéster. Tesis de licenciatura en Ingeniería Industrial con área de manufactura (En Línea). Puebla-México. UDLAP. Consultado el 26 de setiembre. Disponible en: [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lmnf/de\\_d\\_ac/](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lmnf/de_d_ac/)

- De Perinat, M. 1998. Tecnología de la Confección Textil. España (En Línea). EDYM. Consultado 24 de setiembre 2011. Disponible en <http://www.edym.com/CD-tex/2p/index2p.htm>
- Domínguez, J; Román, A; Prieto, F; Acevedo, O. 2012. Sistema de Notación Munsell y CIELab como herramienta para evaluación de color en suelos. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 3(1):141-155.
- V Congreso Nacional Forestal (I Asamblea de capítulos de Ing. Forestal). 1995. Perú. Precios y Costos en la Producción de Castaña. Dominguez, J.
- Duchelle, A; Guariguata M; Less G; Albornoz M; Chavez A; Melo T. 2012. Evaluating the opportunities and limitations to multiple use of Brazil nuts and timber in Western Amazonia. Forest, Ecology and Management no. 268: 39-48.
- EcuRed. 2012. Teoría del color. (En Línea). Cuba. Consultado en Junio del 2013 Disponible en: [http://www.ecured.cu/index.php/Teor%C3%ADa\\_del\\_color](http://www.ecured.cu/index.php/Teor%C3%ADa_del_color).
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 1987. Especies forestales productoras de frutas y otros alimentos: Ejemplos de América Latina (En Línea). Roma, IT. Consultado 9 de setiembre 2011. 269 p. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/015/an785s/an785s00.pdf>
- Simposio Internacional sobre plantas de interés económico de la Flora Amazónica. 1976. Belém, BR. La Castaña (*Bertholletia Excelsa* H.B.K.). Figueroa, R.IICA. pp. 257-263.
- Hunger, K. 2003. Industrial Dyes: Chemistry, properties, applications. Alemania. WILEY-VCH. 680 p.
- Gonzales, IA. 2004. Obtención de carbón activado a partir del endocarpo del fruto de castaña (*Bertholletia excelsa* H.B.K) empleando el método químico con ZnCl<sub>2</sub>. Tesis de Ing. Forestal. Lima, PE. Universidad Nacional Agraria La Molina. 108 p.
- Integrated Taxonomic Information System (ITIS). (s.f.). *Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl. : Taxonomic Serial No. 21989 (En Línea). Consultado en Setiembre del 2011. USA. Disponible en: [http://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search\\_topic=TSN&search\\_value=21989](http://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=21989).



- INRENA-ITTO. 1998. Producción de plantas y evaluación de crecimiento de la castaña en la provincia de Tambopata. Puerto Maldonado, PE. INRENA; OIMT. 37 p.
- KONICA MINOLTA. 2012. Teoría del Color (diapositivas). Lima, PE. 121 diapositivas.
- Lazarte, J. 1998. Estudio de Mercado de Especies Seleccionadas: Productos evaluados. Lima, PE. INRENA; OIMT. 78p.
- Leellish, M; Silva, I; Martínez, C; Del Pozo, P. 2005. Criterios de cobertura geográfica para el establecimiento de áreas prioritarias para el desarrollo del biocomercio (En Línea). Lima, PE. Consultado 11 Diciembre 2011. Disponible en: <http://www.ibcperu.org/doc/isis/11121.pdf>
- LaCie. 2007. Libro Blanco de la Gestión Del Color 3: Espacios de color y conversión de colores (En Línea). Consultado en Junio del 2013. Disponible en: [http://www.lacie.com/download/whitepaper/wp\\_colormangement\\_3\\_es.pdf](http://www.lacie.com/download/whitepaper/wp_colormangement_3_es.pdf)
- Mamani, M; Mondango, L; Naula, V. 2011. Color, firmeza de los colorantes, colorantes de lanas, colorantes de fibras celulósicas, colorantes para fibras sintéticas. Universidad Nacional del Centro del Perú. Facultad de Ingeniería química. Huancayo. Perú.
- Maldonado, F. 2005. Optimización del Proceso de Teñido de Telas. Tesis para obtener el grado de Doctor en Ciencias Básicas. Quilmes, AR. Universidad Nacional de Quilmes. 115p.
- MMAC (Ministerio de Medio Ambiente de Colombia, CO) y FUNDES (Fundación para el Desarrollo Sostenible, CO). S.f. Guía de Buenas Prácticas para el Sector Textiles. Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo. Colombia.
- MINAG (Ministerio de Agricultura, PE). 2008. Ficha técnica “Nueces del Brasil”. En línea. Consultada el día 17 de setiembre 2011. Disponible en: [http://www.minag.gob.pe/download/pdf/sectoragrario/agricola/lineasdecultivosem ergentes/NUECES\\_DEL\\_BRASIL.pdf](http://www.minag.gob.pe/download/pdf/sectoragrario/agricola/lineasdecultivosem ergentes/NUECES_DEL_BRASIL.pdf)
- Montenegro A. y CIA S.A.C., PE. 2010. Información de productos de la empresa Montenegro (en línea). Consultado el día 11 de octubre del 2011. Disponible en: <http://www.montesac.com>.
- NTP-ISO 105-C01 (Norma Técnica Peruana, PE). 2006. Textiles: Ensayos de solidez del color. Parte C01: Solidez del color al lavado. Ensayo 1

- NTP-ISO 105-N01 (Norma Técnica Peruana, PE). 2007. Textiles: Ensayos de solidez del color. Parte N01: Solidez del color al blanqueo: Hipoclorito
- NTP-ISO 105-C06 (Norma Técnica Peruana, PE). 2006. Textiles: Ensayos de solidez del color. Parte C06: Solidez del color al lavado doméstico y comercial
- NTP 231.170. (Norma Técnica Peruana, PE). Textiles: Solideces de los colores de los materiales textiles. Solidez del color a la luz artificial. Lámpara de Xenón
- NTP-ISO 105-X12 (Norma Técnica Peruana, PE). 2006. Textiles: Ensayos de solidez del color. Parte X12: Solidez del color al frote
- NTP-ISO 105-X16 (Norma Técnica Peruana, PE). 2007. Textiles: Ensayos de solidez del color. Parte X16: Solidez del color al frote. Áreas pequeñas
- NTP 251.015 (Norma Técnica Peruana, PE). 2004. Madera: Método de determinación de la dureza
- Ochoa, M. 1997. Incorporación de Interfaces Gráficas a la Simulación de Tejidos Jacquard mediante hardware estándar. Tesis Doctoral para la obtención del Título de Doctor Ingeniero Industrial. Universidad Politécnica de Catalunya. España.
- Perez, O. 2001. Cinética y extracción de colorants Naturales para la Industria Textil. Tesis para obtener el título en Maestría de Ciencias con Especialidad en Ingeniería Química. Universidad de las Américas Puebla. México.
- Quinde, A. s.f. Fundamentos de la Química de la Madera. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima - Perú.
- Quispe, J; Carvajal, J. 2005. Producción y comercialización de animelas (rodelas) de Tagua, para la elaboración de botones destinadas a la exportación al mercado Europeo básicamente Italia. Tesis para optar el Título Master en Alta Gerencia. Quito-Ecuador. Instituto de Altos Estudios Nacionales.
- Red Textil Argentina. Colorantes textiles. Consultado el 24 de setiembre 2011. Disponible en:  
[http://www.redtextilargentina.com.ar/index.php?option=com\\_content&view=article&id=185&Itemid=1](http://www.redtextilargentina.com.ar/index.php?option=com_content&view=article&id=185&Itemid=1)

- Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes. 2012. Resumen Ejecutivo BREF de la Industria Textil. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. España.
- Salhuana, J. 1973. Explotación y comercialización de la Castaña en Madre de Dios. Ministerio de Agricultura. Lima- Perú.
- Sandermann, H. 1968. Las Industrias Químicas de la Madera. Publicación Miscelánea No. 59. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA. Turrialba, Costa Rica. 88 p.
- Sangay, Sh. 2010. Obtención y evaluación de carbón activado del endocarpo de castaña (*Bertholletia excelsa*) procedente de plantación y de bosque natural empleando un método químico. Tesis para obtener el título de Ing. Forestal. Lima- Perú. UNALM. 80 p.
- Stoian, D. 2004. Cap. 5 Cosechando lo que cae: la economía de la Castaña (*Bertholletia excelsa* H.B.K) en la Amazonía Boliviana. Libro: Productos Forestales, Medios de Subsistencia y Conservación (En Línea). CIFOR. Consultado el 19 de setiembre. Disponible en: [http://www.cifor.org/publications/pdf\\_files/Books/NTFPLatin\\_America/TOC-Chapter5.PDF](http://www.cifor.org/publications/pdf_files/Books/NTFPLatin_America/TOC-Chapter5.PDF)
- Ullmann, F. 2008. Ullmann's Fibers: Textile and dyeing technologies, high performance and optical fibers. Volúmen 2. (En Línea). WILEY-VCH, Alemania. Consultado el 24 de setiembre 2011. Disponible en: [http://books.google.com.pe/books?id=OKBKwGV5rSsC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](http://books.google.com.pe/books?id=OKBKwGV5rSsC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)
- Viana, L; Vizoni, V. 2012. LecythidaceaePoit. In the Tupé Sustainable Development Reserve, Manaus, Brazil. *Brazilian Journal of Botany*. 35(2): 195-217.
- Villachica, H. 1996. Frutales y Hortalizas promisorias de la Amazonía. Tratado de Cooperación Amazónica. 84-95. 12p.

## VIII. ANEXOS

### ANEXO 1

#### NATURALEZA Y USO DE AUXILIARES COMERCIALES UTILIZADOS.

<b>Nombre comercial</b>	<b>Descripción</b>	<b>Sustancias aportada para el teñido</b>	<b>Modo de aplicación</b>
<b>Amsawet INA</b>	Humectante rápido con poder detergente	Mezcla de tensoactivos	Se diluye en agua fría y caliente
<b>Amsaquest TR</b>	Producto secuestrante y dispersante de iones alcalinotérreos y metálicos, haciéndolos precipitar evitando que reaccionen durante el teñido	Fosfonato	Se diluye en agua fría y caliente
<b>Amsasoap NS</b>	Producto especial para el jabonado posterior de prendas teñidas con colorantes reactivos	Composición de compuestos orgánicos e inorgánicos	Predisuelto en agua blanda caliente
<b>Amsamig XR Perlas</b>	Agente oxidante débil que impide efectos reductores no deseados durante el teñido	Nitrobenzolsulfonato meta sódico	Se diluye en agua caliente
<b>Amsasoap RS</b>	Producto especial para el jabonado posterior de prendas después de teñidas	Sistema de coloide, libre de tensoactivos, con poder de dispersión pigmentaria y de suspensión de la suciedad	Se diluye en agua caliente.
<b>Amsaper SM Conc</b>	Agente de dispersión de aplicación universal	sulfonatos aromáticos	Se disuelve en agua fría o a 30°C, agregando lentamente y con buena agitación.
<b>Amsalevel CT</b>	Agente acelerador del teñido con colorantes dispersos que modifica la estructura del sustrato para permitir el ingreso de la cadena polimérica del colorante y su posterior dispersión al interior del material a teñir	Mezcla propietaria (no iónico)	Recomendable preparar una dilución del producto con 5 a 10 partes de agua y añadir al baño de tintura entre 20°C y 40°C
<b>Amsacat 5000</b>	Agente cationizador	Polímero catiónico libre de formaldehído	Se diluye en agua fría y caliente
<b>Amsabinder HE</b>	Fijador a manera de barniz para el teñido con pigmentos	Dispersión copolimera de tipo acrílico autorreticulable con la temperatura	Se diluye en agua fría y caliente.

## ANEXO 2

### RESULTADOS DE LA PRUEBA DE PENETRACIÓN

Valores (mm)									
Row:Block	Ácidos	Básicos	Directos	Dispersos	Metálico	Pigmentos	Reactivo	Sulfuroso	Tina
1: 1	0,1954	0,2678	0,0727	0,0485	0,1305	0	0,0970	0,1455	0
2: 1	0,1697	0,2949	0,0727	0,0542	0,1212	0	0,1000	0,1714	0
3: 1	0,1954	0,2909	0,0727	0,0485	0,1455	0	0,0970	0,1455	0
4: 2	0,1455	0,2436	0,0727	0,0485	0,1212	0	0,0970	0,1455	0
5: 2	0,1939	0,2195	0,0970	0,0343	0,1236	0	0,0970	0,1414	0
6: 2	0,1455	0,2472	0,0767	0,0485	0,1455	0	0,0970	0,1475	0
7: 3	0,1954	0,2195	0,0970	0,0343	0,1455	0	0,0970	0,1455	0
8: 3	0,1475	0,2531	0,1212	0,0542	0,1455	0	0,0970	0,1212	0
9: 3	0,1893	0,2667	0,0970	0,0542	0,1212	0	0,0970	0,1455	0
10: 4	0,1455	0,2678	0,0970	0,0485	0,1475	0	0,1212	0,1697	0
11: 4	0,1939	0,2667	0,0970	0,0485	0,1455	0	0,1236	0,1455	0
12: 4	0,1697	0,2667	0,0970	0,0485	0,1455	0	0,1212	0,1455	0
13: 5	0,1939	0,2678	0,0970	0,0485	0,1212	0,0242	0,1212	0,1455	0
14: 5	0,1697	0,2909	0,1212	0,0485	0,1455	0	0,1236	0,1455	0
15: 5	0,1939	0,2678	0,1212	0,0485	0,1475	0	0,0970	0,1455	0
Estadísticas									
Min	0,1455	0,2195	0,0727	0,0343	0,1212	0	0,0970	0,1212	0
Max	0,1954	0,2949	0,1212	0,0542	0,1475	0,0242	0,1236	0,1714	0
Mean	0,1763	0,2620	0,0940	0,0477	0,1368	0,0032	0,1056	0,1470	0
Std.Dev.	0,0205	0,0219	0,0171	0,0057	0,0114	0,0082	0,0118	0,0111	0
Sum	2,6443	3,9307	1,4100	0,7160	2,0521	0,0485	1,5835	2,2057	0
# Samples	15	15	15	15	15	15	15	15	15
# Blocks	5	5	5	5	5	5	5	5	5
CV	11,6541	8,3586	18,2078	12,0118	8,3053	0	11,1607	7,5164	0

### ANEXO 3

#### RESULTADOS DE LA PRUEBA DE ABSORCIÓN

Colorante	Pi (kg)	Pf (kg)	(Pf - Pi)	Volumen (m3)	Concentración	Absorción (kg/m3)
Ácidos	0,043570	0,046000	0,002430	0,00000448	2	1,085554
Básicos	0,043570	0,045500	0,001930	0,00000448	1	0,431095
Directos	0,043570	0,047667	0,004097	0,00000448	0,5	0,457526
A la tina	0,043570	0,045167	0,001597	0,00000448	1	0,356640
Pigmentos	0,043570	0,044833	0,001263	0,00000448	3	0,846554
Dispersos	0,043570	0,046167	0,002597	0,00000448	1	0,580005
Sulfurosos	0,043570	0,049167	0,005597	0,00000448	5	6,250498
De Complejo Metálico	0,043570	0,043833	0,000263	0,00000448	1	0,058819
Reactivos	0,043570	0,046667	0,003097	0,00000448	2	1,383374

### ANEXO 4

#### CUADRO DE CALIBRACIÓN DEL RESORTE PARA LA PRUEBA DE FROTE

Peso (N)	Deformación (m)	Coefficiente de elasticidad (K)
0,6*9,8	A	Peso/deformación A
1,2*9,8	B	Peso/deformación B
1,8*9,8	C	Peso/deformación C
2,4*9,8	D	Peso/deformación D
Promedio		

## ANEXO 5

### CÓDIGO DE BOTONES PARA LA PRUEBA DE COLORIMETRÍA

Tratamiento	Testigo	Solidez a la Luz	Solidez al Frote	Solidez al Lavado
A la tina	C1T	C1a1	C1c1	C1d1
		C1a2	C1c2	C1d2
		C1a3	C1c3	C1d2
		C1a4	C1c4	C1d3
		C1a5	C1c5	C1d3
Ácidos	C2T	C2a1	C2c1	C2d1
		C2a2	C2c2	C2d2
		C2a3	C2c3	C2d3
		C2a4	C2c4	C2d4
		C2a5	C2c5	C2d5
Básicos	C3T	C3a1	C3c1	C3d1
		C3a2	C3c2	C3d2
		C3a3	C3c3	C3d3
		C3a4	C3c4	C3d4
		C3a5	C3c5	C3d5
Directos	C4T	C4a1	C4c1	C4d1
		C4a2	C4c2	C4d2
		C4a3	C4c3	C4d3
		C4a4	C4c4	C4d4
		C4a5	C4c5	C4d5
Dispersos	C5T	C5a1	C5c1	C5d1
		C5a2	C5c2	C5d2
		C5a3	C5c3	C5d3
		C5a4	C5c4	C5d4
		C5a5	C5c5	C5d5
De complejo metálico	C6T	C6a1	C6c1	C6d1
		C6a2	C6d2	C6d2
		C6a3	C6c2	C6d3
		C6a4	C6d2	C6d4
		C6a5	C6c3	C6d5
Reactivos	C7T	C7a1	C7c1	C7d1
		C7a2	C7c2	C7d2
		C7a3	C7c3	C7d3
		C7a4	C7c4	C7d4
		C7a5	C7c5	C7d5

(Continuación)

Tratamiento	Testigo	Solidez a la Luz	Solidez al Frote	Solidez al Lavado
Sulfurosos	C8T	C8a1	C8c1	C8d1
		C8a2	C8c2	C8d2
		C8a3	C8c3	C8d3
		C8a4	C8c4	C8d4
		C8a5	C8c5	C8d5
Pigmentos	C9T	C9a1	C9c1	C9d1
		C9a2	C9c2	C9d2
		C9a3	C9c3	C9d3
		C9a4	C9c4	C9d4
		C9a5	C9c5	C9d5



**ANEXO 6**

**RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE COLORIMETRÍA**

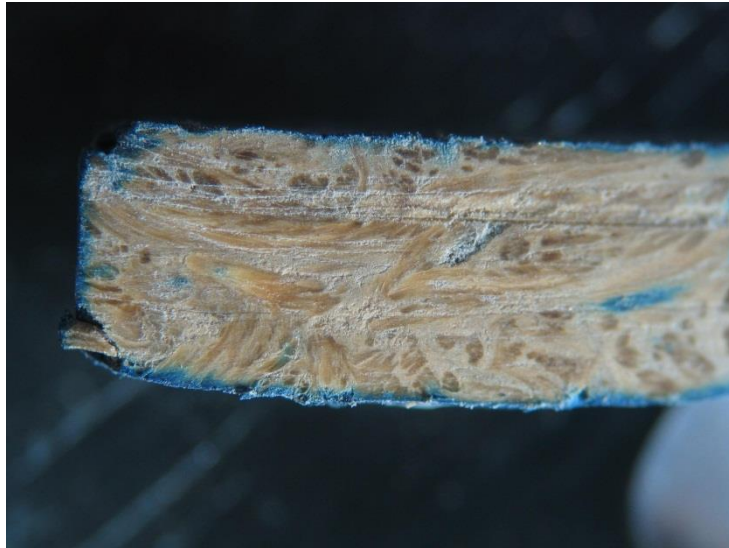
TRATAMIENTO		Δ E*ab Promedio								
		ÁCIDO	BÁSICO	DIRECTOS	DISPERSOS	METÁLICOS	PIGMENTOS	REACTIVO	SULFUROSO	TINA
LUZ	A1	1,07	7,91	1,68	5,37	13,16	11,02	1,95	2,01	2,77
	A2	1,02	7,48	1,75	3,47	11,46	7,49	3,39	1,73	1,56
	A3	3,48	7,75	1,81	4,87	10,7	6,95	1,01	0,97	3,05
	A4	3,4	6,95	1,75	7,5	4,82	7,72	2,19	1,83	11,76
	A5	5,19	8,41	1,45	11,78	6,61	12,07	2,73	1,42	3,72
FROTE	C1	1,35	4,82	1,66	3,9	1,89	2,73	2,29	3,1	6,52
	C2	2,09	4,04	1,22	7,59	3,16	8,83	4,12	0,96	1,61

(Continuación)

TRATAMIENTO		Δ E*ab Promedio								
		ÁCIDO	BÁSICO	DIRECTOS	DISPERSOS	METÁLICOS	PIGMENTOS	REACTIVO	SULFUROSO	TINA
FROTE	C3	0,56	3,75	0,77	3,92	4,2	10,63	2,42	1,09	4,02
	C4	1,99	1,88	2,04	3,67	0,19	3,88	1,92	2,52	2,76
	C5	2,07	5,4	1,53	4,2	4,19	6,28	3,55	2,52	5,64
LAVADO	D1	9,22	7,04	6,71	13,77	7,84	8,83	1,25	2,36	2,47
	D2	10,72	8,57	7,55	5,26	9,58	6,76	3,55	1,59	4,4
	D3	9,99	5,03	6,26	8,38	2,77	8,98	1,53	0,36	0,63
	D4	15,43	5,49	6,75	6,44	2,54	6,54	4,8	0,35	7,73
	D5	7,59	5,88	6,49	8,29	9,07	7,7	6,22	1,83	5,36

**ANEXO 7**

**IMAGEN PENETRACIÓN COLORANTE ÁCIDO**



**ANEXO 8**

**IMAGEN PENETRACIÓN COLORANTE ÁCIDO**



**ANEXO 9**

**IMAGEN PENETRACIÓN COLORANTE DIRECTO**



**ANEXO 10**

**IMAGEN PENETRACIÓN COLORANTE DISPERSO**



**ANEXO 11**

**IMAGEN PENETRACIÓN COLORANTE DE COMPLEJO METÁLICO**



**ANEXO 12**

**IMAGEN PENETRACIÓN DE PIGMENTOS**



**ANEXO 13**

**IMAGEN PENETRACIÓN DE COLORANTES REACTIVOS**



**ANEXO 14**

**IMAGEN PENETRACIÓN DE COLORANTES SULFUROSOS**



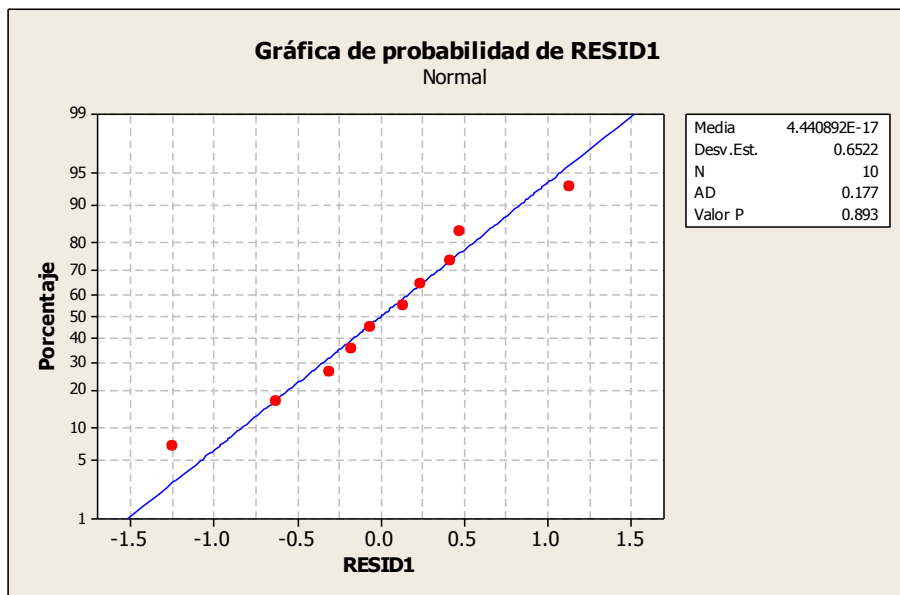
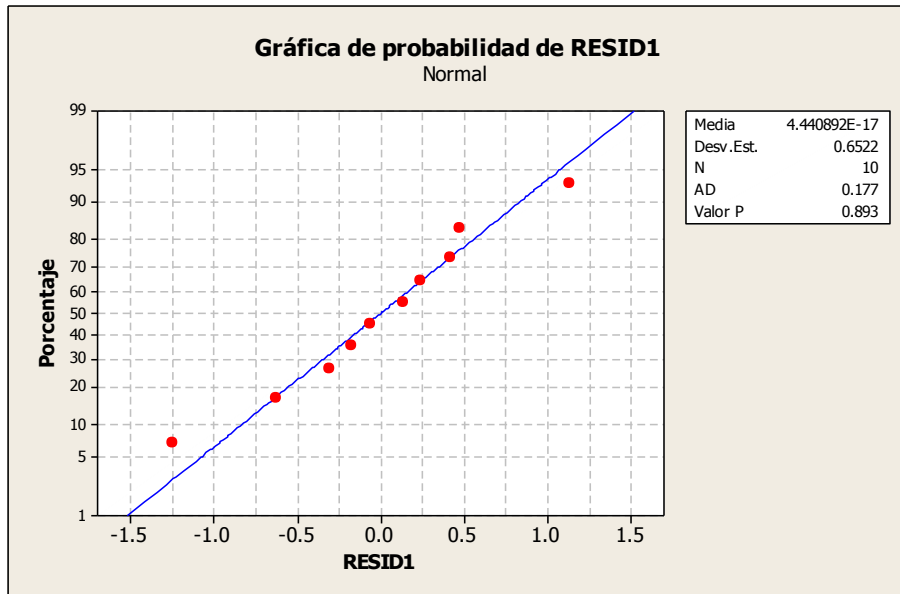
**ANEXO 15**

**IMAGEN PENETRACIÓN COLORANTE A LA TINA**



## ANEXO 16

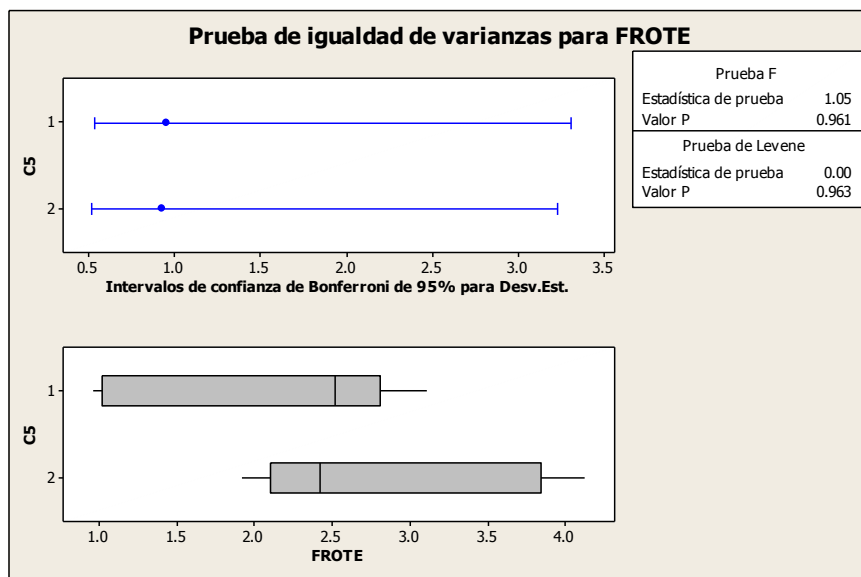
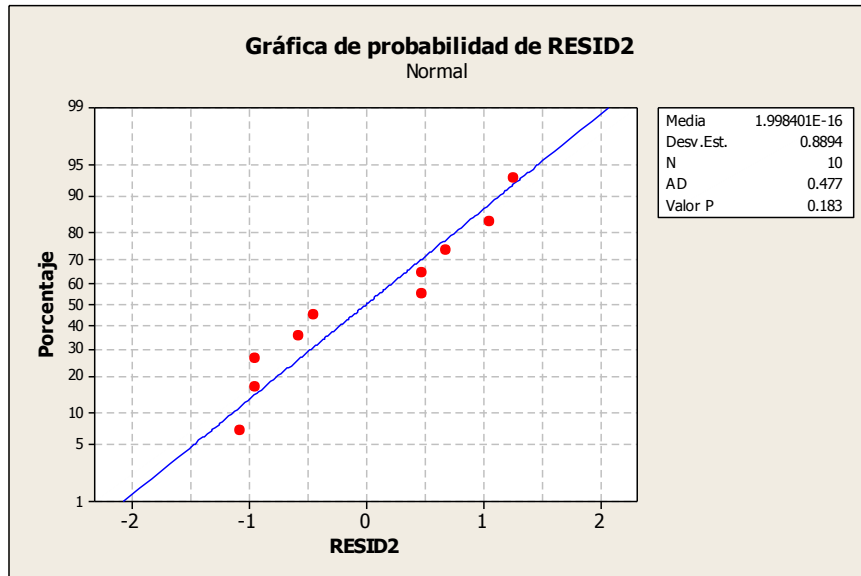
### CONDICIONES PARA REALIZAR DCA LUZ





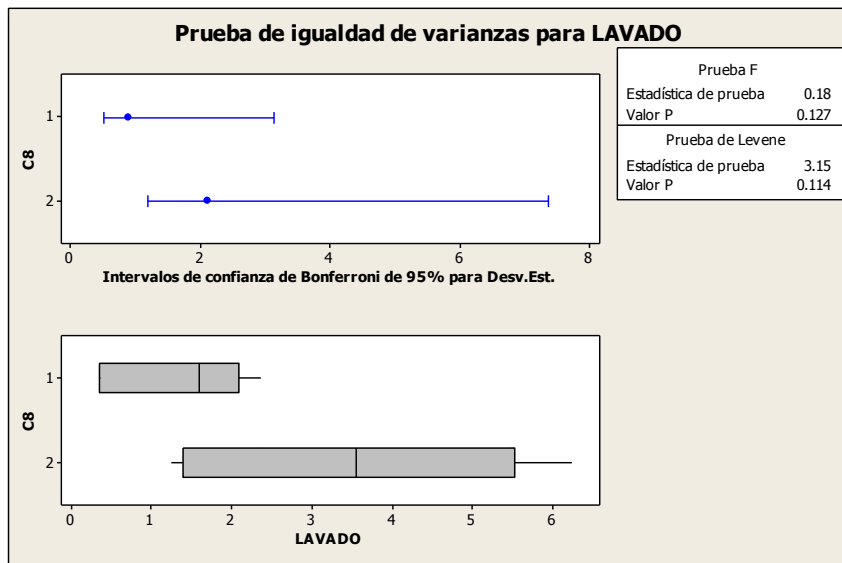
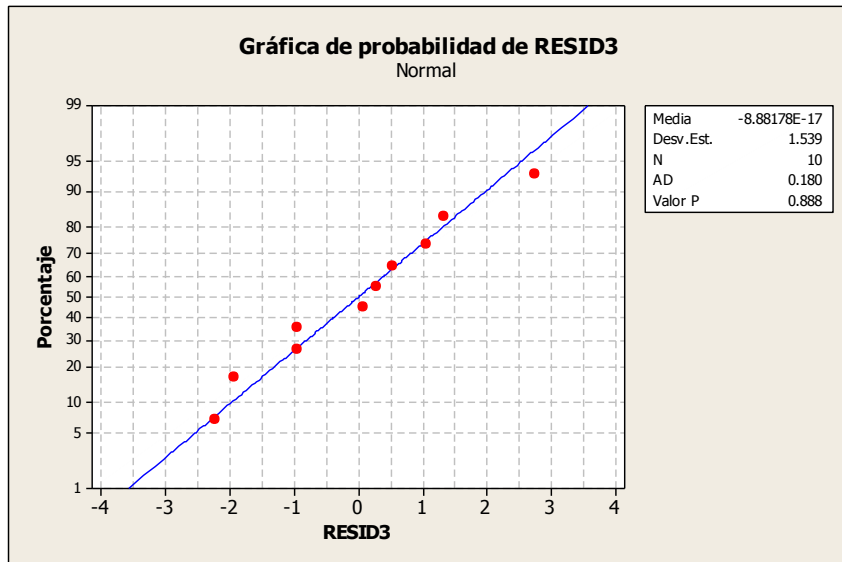
## ANEXO 17

### CONDICIONES PARA REALIZAR DCA FROTE



## ANEXO 18

### CONDICIONES PARA REALIZAR DCA LAVADO



## ANEXO 19

### INTERVALO DE CONFIANZA DE LA PRUEBA DE SOLIDEZ A LA LUZ

ICs de 95% individuales para la media  
basados en Desv.Est. agrupada

Nivel	N	Media	Desv.Est.	
1	5	1.5920	0.4083	(-----*-----)
2	5	2.2540	0.8890	(-----*-----)

-----+-----+-----+-----+-----  
1.20          1.80          2.40          3.00

Desv.Est. agrupada = 0.6917

## ANEXO 20

### INTERVALO DE CONFIANZA DE LA PRUEBA DE SOLIDEZ AL FROTE

ICs de 95% individuales para la media  
basados en Desv.Est. agrupada

Nivel	N	Media	Desv.Est.	
1	5	2.0380	0.9557	(-----*-----)
2	5	2.8600	0.9308	(-----*-----)

-----+-----+-----+-----+-----  
1.40          2.10          2.80          3.50

Desv.Est. agrupada = 0.9433

## ANEXO 21

### INTERVALO DE CONFIANZA DE LA PRUEBA DE SOLIDEZ AL LAVADO

ICs de 95% individuales para la media  
basados en Desv.Est. agrupada

Nivel	N	Media	Desv.Est.	
1	5	1.298	0.905	(-----*-----)
2	5	3.470	2.123	(-----*-----)

-----+-----+-----+-----+-----  
0.0          1.5          3.0          4.5

Desv.Est. agrupada = 1.632

**ANEXO 22**

**FOTOGRAFÍA DE BOTONES SIN TRATAMIENTOS.**



ANEXO 23

FOTOGRAFÍAS DE BOTONES SOMETIDOS A LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS DE TEÑIDO.



ANEXO 24

NORMA TÉCNICA NTP-ISO 105-C01 2006

---

NORMA TÉCNICA	NTP-ISO 105-C01
PERUANA	2006

---

Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales  
Calle De La Prosa 138, San Borja (Lima 41) Apartado 145

Lima, Perú

**TEXTILES. Ensayos de solidez del color. Parte C01:  
Solidez del color al lavado. Ensayo 1**

TEXTILES. Test for colour fastness. Part C01: Colour fastness to washing. Test 1

(EQV. TEXTILES. Test for colour fastness. Part C01: Colour fastness to washing. Test 1)

**2006-08-10**

**1ª Edición**

R.0061-2006/INDECOPÍ-CRT. Publicada el 2006-08-24

Precio basado en 06 páginas

I.C.S: 59.080.01

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptores: Textiles, ensayos de la solidez del color al lavado, ensayos de lavado, jabones, muestras de referencia

## ÍNDICE

	<b>página</b>
ÍNDICE	i
PREFACIO	ii
1. OBJETO	1
2. REFERENCIAS NORMATIVAS	1
3. PRINCIPIO DEL MÉTODO	2
4. APARATOS Y REACTIVOS	2
5. PREPARACIÓN DE LAS PROBETAS	4
6. PROCEDIMIENTO	5
7. INFORME DEL ENSAYO	5
8. ANTECEDENTE	6

## PREFACIO

### A. RESEÑA HISTÓRICA

A.1 La presente Norma Técnica Peruana fue elaborada por el Comité Técnico de Normalización de Textiles y Confecciones, Sub Comité de Hilados, mediante el Sistema I o Adopción, durante los meses de marzo a mayo del 2006, utilizando como antecedente la Norma ISO 105-C01:1989 TEXTILES. Test for colour fastness. Part: C01: Colour fastness washing: Test 1.

A.2 El Sub Comité Técnico de Normalización de Hilados, presentó a la Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales – CRT-, con fecha 2006-06-06 el PNTP-ISO 105-C01:2006, para su revisión y aprobación, siendo sometida a la etapa de Discusión Pública el 2006-07-11. No habiéndose presentado observaciones fue oficializado como Norma Técnica Peruana **NTP-ISO 105-C01:2006 TEXTILES. Ensayos de solidez del color. Parté C01: Solidez del color al lavado. Ensayo 1**, 1ª Edición, el 24 de agosto de 2006.

A.3 La Norma Técnica Peruana es una adopción de la ISO 105-C01:1989. La presente NTP presenta cambios editoriales referidos principalmente a la terminología empleada y ha sido estructurada de acuerdo a las Guías Peruanas 001:1995 y 002:1995

### B. INSTITUCIONES QUE PARTICIPARON EN LA ELABORACIÓN DE LA NORMA TÉCNICA PERUANA

Secretaría	Comité Textil de la Sociedad Nacional de Industrias
Secretario Técnico	Alfredo Ortiz Chamorro
<b>ENTIDAD</b>	<b>REPRESENTANTE</b>
CREDITEX	Gladys Sonia Urcia Misari
PRODUCE	Milagros Huaranga Aguirre
PROMPEX	Marcos del Solar Labarthe



Comité Textil. Sociedad Nacional de Industrias	Yolanda Bonilla Gonzáles
CERTINTEX	John F. Gallagher
La Molina Calidad Total. Laboratorios	Jean Carlo del Rosario Cafferata
SENATI	Nelson Parra Villanueva José Palacios Convercio
UNI	Carmen Uribe Valenzuela
APTT	Paulino Escobar Moscoso

—0000000—

## TEXTILES. Ensayos de solidez del color. Parte C01: Solidez del color al lavado. Ensayo 1

### 1. OBJETO

Esta Norma Técnica Peruana tiene por objeto fijar las condiciones del Ensayo 1 de una serie de cinco ensayos de lavado que se establecen para determinar la solidez del color al lavado y cuyo conjunto comprende toda la gama de ensayos de lavado desde el más débil al más fuerte.

NOTA: Este método está destinado a la determinación del efecto del lavado exclusivamente sobre la solidez de color del textil; no está previsto para reproducir el resultado del proceso completo de lavado.

### 2. REFERENCIAS NORMATIVAS

Las siguientes normas contienen disposiciones que al ser citadas en este texto, constituyen requisitos de esta Norma Técnica Peruana.

Toda norma está sujeta a revisión, y las partes implicadas en acuerdos basados en este Esquema de Norma Técnica Peruana tienen la posibilidad de estudiar si las nuevas versiones de las normas indicadas pueden seguir siendo de aplicación. El organismo Peruano de Normalización posee en todo momento la información de las Normas Técnicas Peruanas en vigencia.

#### 2.1 Normas Internacionales

- |       |                  |                                                                                                      |
|-------|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2.1.1 | ISO 105-A01:1989 | Textiles. Ensayos de solidez del color. Parte A01. Principios generales del ensayo.                  |
| 2.1.2 | ISO 105-A02:1987 | Textiles. Ensayos de solidez del color. Parte A02: Escala de grises para evaluar el cambio de color. |

- |       |                  |                                                                                                                        |
|-------|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2.1.3 | ISO 105-A03:1993 | Textiles. Ensayos de solidez del color. Parte A03: Escala de grises para evaluar la transferencia de color (sangrado). |
| 2.1.4 | ISO 105-F:1985   | Textiles. Ensayos de solidez del color. Parte F: Tejidos testigo: Monofibra estándar.                                  |
| 2.1.5 | ISO 105-F10:1989 | Textiles. Ensayos de solidez del color. Parte F10: Especificación del tejido testigo: Multifibra.                      |

### 3. PRINCIPIO DEL MÉTODO

Una probeta del textil, en contacto con uno o dos tejidos testigo especificados, se agita por la acción de un dispositivo mecánico, en las condiciones que se indican de tiempo y temperatura, en una solución de jabón, seguidamente se enjuaga y se seca. El cambio del color de la probeta y la transferencia del color (sangrado) sobre el / los tejido(s) testigo se evalúa con la escala de grises.

### 4. APARATOS Y REACTIVOS

**4.1 Un dispositivo mecánico apropiado** (capítulo 8), compuesto por un baño de agua provisto de un rotor fijado a un eje, el cual lleva, dispuestos radialmente, varios recipientes de vidrio o de acero inoxidable con un diámetro de  $(75 \pm 5)$  mm x  $(125 \pm 10)$  mm de altura y de una capacidad aproximada de  $(550 \pm 50)$  mL. El fondo de los recipientes está situado a  $(45 \pm 10)$  mm del centro del eje. El conjunto eje y recipientes gira con una frecuencia de  $(40 \pm 2)$  min<sup>-1</sup> (vueltas por minuto). La temperatura del baño de agua se regula por medio de un termostato para mantener la solución de ensayo a la temperatura prescrita de  $(40 \pm 2)$  °C.

**4.2 Jabón**, que no deberá contener más del 5 % de humedad y sus características referidas a su masa en estado seco, serán las siguientes:

- Alkali libre, calculado como Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>: 0,3 % máximo

- Alkali libre, calculado como Na OH: 0,1 % máximo
- Materia grasa total: 850 g/kg mínimo
- Título de la mezcla de ácidos grasos preparados a partir del jabón: 30 °C máximo
- Índice de iodo: 50 máximo

El jabón estará exento de blanqueador óptico.

**4.3 Solución de jabón**, preparada con 5 g de jabón (4.2) más 2 g de carbonato sódico anhidro por litro de agua (4.6).

**4.4 Tejidos testigo** (véase la Norma ISO 105-A01:1989, párrafo 8.3).  
Pueden ser:

**4.4.1** Un tejido testigo multifibra (TV) que no contenga lana o acetato, que cumpla las especificaciones de la Norma ISO 105-F10 o, cuando así se especifique, un tejido multifibra (DW) que contenga lana y acetato, que cumpla asimismo las especificaciones de la Norma ISO 105-F10. Si se ha utilizado el tejido testigo multifibra (DW) se debe especificar en los resultados.

**4.4.2** Dos tejidos testigo multifibra que cumplan las especificaciones del párrafo F01 al F08 de la Norma ISO 105-F: 1985.

Uno de ellos, estará constituido por fibra de la misma naturaleza que la de la muestra que se ensaye o, en caso de la mezcla, por la fibra predominante y el segundo por el tipo de fibra que se especifica en la Tabla 1 o, en caso de mezcla, de la segunda fibra en importancia, o por la que se haya especialmente convenido.

**TABLA 1 - Tejidos testigo monofibra**

Si el primer tejido es de:	El segundo tejido deber ser de:
Algodón	Lana
Lana	Algodón
Seda	Algodón
Lino	Algodón
Viscosa	Lana
Acetato de celulosa	Viscosa
Poliamida	Lana o Viscosa
Poliéster	Lana o algodón
Acrílicas	Lana o algodón

**4.4.3** En caso sea necesario, un **tejido no teñible** (por ejemplo, de polipropileno).

**4.5** **Escala de grises** para evaluar el cambio de color, en cumplimiento con la Norma ISO 105-AO2, y escala de grises para evaluar la transferencia de color (sangrado), de acuerdo con la Norma ISO 105-A03.

**4.6** **Agua de grado 3** (véase la Norma ISO 105-A01:1989; párrafo 8.2).

## 5. PREPARACIÓN DE LAS PROBETAS

**5.1** Si el textil a ensayar está en forma de tejido, se procede según uno de los dos métodos siguientes:

a) Se unen una muestra de 40 mm x 100 mm y un trozo del tejido testigo multifibra, también de 40 mm x 100 mm, cosiéndolos a lo largo de uno de sus lados cortos, teniendo que estar el tejido testigo multifibra en contacto con la cara de la muestra.

b) Se coloca una muestra de 40 mm x 100 mm entre los dos tejidos testigo monofibra, también de 40 mm x 100 mm y se cosen por uno de sus lados menores.

**5.2** Si el textil a ensayar está en forma de hilo o en forma de floca, borra, mecha, etc., se toma una cantidad del hilo o de la fibra suelta que tenga una masa

aproximadamente igual a la mitad de la del conjunto de los tejidos testigo y se procede según una de las dos maneras siguientes:

- a) Se coloca la muestra entre un trozo de tejido testigo multifibra de 40 mm x 100 mm y un trozo de tejido no teñible, también de 40 mm x 100 mm y se cose a lo largo de sus cuatro lados (véase la Norma ISO 105 -A01:1989; párrafo 9.6);
- b) Se coloca la muestra entre los dos tejidos testigo monofibra de 40mm x 100 mm y se cose a lo largo de sus cuatro lados.

## 6. PROCEDIMIENTO

**6.1** La probeta compuesta se coloca en su correspondiente recipiente y se añade la cantidad necesaria de la solución de jabón (4.3), previamente calentada a  $(40 \pm 2)$  °C, con una relación de baño de 50:1.

**6.2** La probeta compuesta se trata a  $(40 \pm 2)$  °C durante 30 min.

**6.3** Se saca del baño la probeta compuesta, se enjuaga dos veces en agua fría de grado 3 (4.6) y seguidamente, durante 10 min en agua corriente fría de caño. Se escurre y se abre la probeta compuesta (descosiéndola, cuando sea necesario, excepto por uno de sus lados cortos). Se seca al aire a una temperatura no mayor de 60°C, con sus dos o tres partes en contacto solamente por la costura.

**6.4** Se evalúa el cambio del color de la probeta y la transferencia de color sobre los tejidos testigo con la escala de grises (4.5).

## 7. INFORME DEL ENSAYO

En los resultados se indican los siguientes aspectos:

- a) El número y la fecha de esta NTP-ISO 105-C01:2006;

- b) Todos los detalles precisos para una total identificación de la muestra ensayada;
- c) El índice de solidez del cambio de color de la probeta;
- d) Si se han usado tejidos monofibra, el índice de solidez del cambio de color sobre cada uno de ellos;
- e) Si se ha usado un tejido testigo multifibra, el índice de solidez de la transferencia de color (sangrado) sobre cada tipo de fibra de tejido multifibra y el tipo testigo multifibra utilizado.

NOTAS: Pueden utilizarse otros dispositivos mecánicos para este ensayo, siempre que se obtenga resultados idénticos a los obtenidos mediante el aparato descrito en el párrafo 4.1.

## 8. ANTECEDENTE

ISO105-C01:1989 TEXTILES. Test for colour fastness. Part: C01:  
Colour fastness washing: Test 1

ANEXO 25

NORMA TÉCNICA NTP-ISO 105-C06 2006

---

NORMA TÉCNICA  
PERUANA

NTP-ISO 105-C06  
2006

---

Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales  
Calle De La Prosa 138, San Borja (Lima 41) Apartado 145

Lima, Perú

TEXTILES. Ensayos de solidez del color. Parte C06:  
Solidez del color al lavado doméstico y comercial

TEXTILES. Test for colour fastness. Colour fastness to domestic and commercial laundering

**2006-08-10**  
**1ª Edición**

R.0061-2006/INDECOPI-CRT.Publicada el 2006-08-24

Precio basado en 10 páginas

I.C.S: 59.080.01

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptores: Textiles, ensayos de la solidez del color al lavado, ensayos de lavado, jabones, muestras de referencia



## ÍNDICE

	<b>página</b>
ÍNDICE	i
PREFACIO	ii
1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN	1
2. REFERENCIAS NORMATIVAS	1
3. PRINCIPIO DEL MÉTODO	2
4. APARATOS, REACTIVOS Y REACTIVOS	3
5. PROBETAS	7
6. PROCEDIMIENTO OPERATIVO	7
7. INFORME DEL ENSAYO	9
8. ANTECEDENTES	10

## PREFACIO

### A. RESEÑA HISTÓRICA

A.1 La presente Norma Técnica Peruana fue elaborada por el Comité Técnico de Normalización de Textiles y Confecciones, Sub Comité de Hilados, mediante el Sistema I o Adopción, durante los meses de marzo a mayo 2006, utilizando como antecedente la Norma ISO 105-C06:1994 TEXTILES Tests for colour fastness. Part: C06: Colour fastness to domestic and commercial laundering

A.2 El Sub Comité Técnico de Normalización de Hilados, presentó a la Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales – CRT -, con fecha 2006-06-06 el PNTP-ISO 105-C06:2006, para su revisión y aprobación, siendo sometido a la etapa de Discusión Pública el 2006-07-11. No habiéndose presentado observaciones fue oficializado como Norma Técnica Peruana **NTP-ISO 105-C06:2006 TEXTILES. Ensayos de solidez del color. Parte C06: Solidez del color al lavado doméstico y comercial**, 1ª Edición, el 24 de agosto de 2006.

A.3 La Norma Técnica Peruana es una adopción de la ISO 05-C06:1994. La presente NTP presenta cambios editoriales referidos principalmente a la terminología empleada y ha sido estructurada de acuerdo a las Guías Peruanas 001:1995 y 002:1995.

### B. INSTITUCIONES QUE PARTICIPARON EN LA ELABORACIÓN DE LA NORMA TÉCNICA PERUANA

Secretaría	Comité Textil de la Sociedad Nacional de Industrias
Secretario Técnico	Alfredo Ortiz Chamorro
<b>ENTIDAD</b>	<b>REPRESENTANTE</b>
CREDITEX	Gladys Sonia Urcia Misari
PRODUCE	Milagros Huaranga Aguirre
PROMPEX	Marcos del Solar Labarthe
Comité Textil. Sociedad Nacional de Industrias	Yolanda Bonilla Gonzáles

CERTINTEX

John F. Gallagher

La Molina Calidad Total. Laboratorios

Jean Carlo del Rosario Cafferata

SENATI

Nelson Parra Villantueva  
José Palacios Convecio

UNI

Carmen Uribe Valenzuela

APTT

Paulino Escobar Moscoso

—oooOooo—

## TEXTILES. Ensayos de solidez del color. Parte C06: Solidez del color al lavado doméstico y comercial

### 1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

1.1 Esta parte de la NTP-ISO 106 tiene por objeto especificar métodos para determinar la solidez del color en los textiles de cualquier naturaleza, y en todos sus estados de transformación, frente a los procedimientos del lavado doméstico y comercial utilizados para artículos de uso doméstico habitual. Por lo que a los artículos industriales o usados en hospitales se refiere, existe la posibilidad de que sean sometidos a procedimientos de lavado especiales que sean más severos en algunos aspectos.

1.2 En los ensayos tipo "S" (simples), la degradación y la descarga resultante de la desorción y/o acción abrasiva corresponden, con buena aproximación, a las que se producen en un solo lavado doméstico o comercial. Los ensayos tipo "M" (múltiples) pueden, en algunos casos, aproximarse a los resultados que se obtienen en hasta 5 lavados domésticos o comerciales a temperaturas no superiores a 70 °C. Los ensayos "M" son más severos que los ensayos "S" debido a un aumento de la acción mecánica.

1.3 Los ensayos de esta NTP no producen el efecto de los agentes de blanqueo óptico contenidos en los detergentes comerciales.

1.4 Estos métodos están diseñados para detergentes y sistemas de blanqueo dados en esta NTP. Otros detergentes y sistemas de blanqueo pueden requerir condiciones y niveles de ingredientes diferentes.

### 2. REFERENCIAS NORMATIVAS

Las normas que se mencionan a continuación contienen disposiciones válidas para esta Norma Técnica Peruana. En el momento de publicación las ediciones indicadas estaban en vigor. Toda norma está sujeta a revisión por lo que las partes que basen sus acuerdos en esta norma deben estudiar la posibilidad de aplicar la edición más reciente de las normas indicadas a continuación.

**2.1 Normas Internacionales**

- |       |                  |                                                                                                                       |
|-------|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2.1.1 | ISO 105-A01:1989 | Textiles. Ensayos de solidez del color. Parte A01. Principios generales del ensayo                                    |
| 2.1.2 | ISO 105-A02:1987 | Textiles. Ensayos de solidez del color. Parte A02: Escala de grises para evaluar el cambio de color                   |
| 2.1.3 | ISO 105-A03:1993 | Textiles. Ensayos de solidez del color. Parte A03: Escala de grises para evaluar la transferencia de color (sangrado) |
| 2.1.4 | ISO 105-F:1985   | Textiles. Ensayos de solidez del color. Parte F: Tejidos testigo: Monofibra estándar                                  |
| 2.1.5 | ISO 105-F10:1989 | Textiles. Ensayos de solidez del color. Parte F10: Especificación del tejido testigo: Multifibra                      |
| 2.1.6 | ISO 3696:1987    | Agua para uso en análisis de laboratorio. Especificación y métodos de ensayo                                          |

**3. PRINCIPIO DEL METODO**

Una probeta de textil, en contacto con el (los) tejido(s) testigo especificado(s), se lava, se enjuaga y se seca. Las probetas se lavan en condiciones de temperatura, alcalinidad, acción blanqueante y acción abrasiva tales que permiten obtener el resultado en un tiempo corto. La acción abrasiva se logra mediante una relación de baño baja y el empleo de un número apropiado de bolas de acero. La degradación del color de la probeta y la descarga sobre el (los) tejido(s) testigo se valoran con las escalas de grises.

#### 4. APARATOS, MATERIALES Y REACTIVOS

**4.1** Un dispositivo mecánico apropiado, compuesto por un baño de agua que contenga un rotor fijado a un eje, el cual lleva, dispuestos radialmente, varios recipientes de acero inoxidable de  $(75 \pm 5)$  mm de diámetro por  $(125 \pm 10)$  mm de altura de una capacidad de  $(550 \pm 50)$  mL. El fondo de los recipientes está situado a  $45 \text{ mm} \pm 10 \text{ mm}$  del centro del eje.

El conjunto eje y recipientes gira con una frecuencia de  $(40 \pm 2) \text{ min}^{-1}$ . La temperatura del baño de agua se regula por medio de un termostato. Para mantener la solución de ensayo a la temperatura especificada  $\pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ .

NOTA 1: Pueden utilizarse otros dispositivos mecánicos en este ensayo, siempre que den resultados comparables con los que se obtienen con el aparato descrito

**4.2** Bolas de acero inoxidable, de aproximadamente 6 mm de diámetro.

**4.3** Tejidos testigo (Véase la Norma ISO 105-A01:1994, apartado 8.3).

Tanto:

**4.3.1** Un tejido testigo multifibra, conforme con la Norma ISO 105-F10, elegido según la temperatura de ensayo utilizada:

a) Un tejido testigo multifibra (DW) que contenga lana y acetato (ensayos a  $40 \text{ }^\circ\text{C}$  y  $50 \text{ }^\circ\text{C}$ , y en ciertos casos a  $60 \text{ }^\circ\text{C}$  que deben indicarse en el informe del ensayo);

b) Un tejido testigo multifibra (TV) que no contenga lana ni acetato (para ciertos ensayos a  $60 \text{ }^\circ\text{C}$  y en todos los ensayos a  $70 \text{ }^\circ\text{C}$  y  $95 \text{ }^\circ\text{C}$ ).

Como:

**4.3.2** Dos tejidos testigo monofibra, conforme con la parte apropiada, F01 a F08 de la norma ISO 105-F: 1985 Uno de ellos debe estar constituido por fibra de la misma naturaleza que la de la muestra que se ensaya o, en caso de mezcla, por la fibra

predominante, y el segundo, por el tipo de fibra que se especifica en la Tabla 1 o, en caso de mezcla, por el segundo tipo de fibra en importancia, o por la que se haya convenido.

**TABLA 1 – Tejidos testigo monofibra**

Si el primer tejido es:	El segundo debe ser:	
	Para los ensayos A y B	Para los ensayos C, D y E
Algodón	Lana	Viscosa
Lana	Algodón	-
Seda	Algodón	-
Viscosa	Lana	Algodón
Lino	Lana	Viscosa
Acetato y triacetato	Viscosa	Viscosa
Poliamida	Lana o Algodón	Algodón
Poliéster	Lana o algodón	Algodón
Acrílicas	Lana o Algodón	Algodón

**4.3.3** En caso necesario, un tejido teñible (por ejemplo, polipropileno).

**4.4 Detergente**, exento de blanqueador óptico. Debe prepararse un volumen mínimo de 1 litro de la solución de detergente, a causa de la posible falta de homogeneidad del detergente en polvo.

Puede usarse uno u otro de los dos detergentes siguientes:

- a) El detergente de referencia AATCC-WOB, (sin blanqueador óptico) cuya composición se da a continuación.

El detergente es de bajo poder espumante; los tensoactivos que componen el detergente son aniónicos, con débil proporción de no iónicos. Son biodegradables

<b>Composición</b>	<b>Fracción en masa (%)</b>
Alquisulfonato de sodio de cadena lineal (LAS)	14,00 ± 0,02
Alcohol etoxilado	2,30 ± 0,02
Jabón de elevado peso molecular	2,50 ± 0,02
Tripolifosfato de sodio	48,00 ± 0,02
Silicato de sodio (SiO <sub>2</sub> Na <sub>2</sub> O = 2/1)	9,70 ± 0,02
Sulfato de sodio	15,40 ± 0,02
Carboximetilcelulosa (CMC)	0,25 ± 0,02
Agua	<u>7,85 ± 0,02</u>
	100,00

b) En los países donde se utilizan perboratos para el lavado, puede usarse el detergente de referencia ECE para el ensayo de solidez del color, excepto el blanqueador óptico.

NOTA: La información sobre la disponibilidad de detergente puede obtenerse en los organismos nacionales de normalización.

La composición del detergente ECE es la siguiente:

<b>Composición</b>	<b>Fracción en masa (%)</b>
Alquibencenosulfonato de sodio de cadena lineal (longitud media de la cadena alquílica C 11,5)	8,0 ± 0,02
Alcohol de sebo etoxilado (14EO)	2,9 ± 0,02
Jabón de sodio, longitud de la cadena:	
C <sub>12</sub> - C <sub>16</sub> : 13% - 26%	
C <sub>18</sub> - C <sub>22</sub> : 74% - 87%	3,5 ± 0,02
Tripolifosfato de sodio	43,7 ± 0,02
Silicato de sodio (SiO <sub>2</sub> Na <sub>2</sub> O = 3,3/1)	7,5 ± 0,02
Silicato de magnesio	1,9 ± 0,02
Carboximetilcelulosa (CMC)	1,2 ± 0,02
Sal sódica del ácido etilendiaminotetraacético (EDTA)	0,2 ± 0,02
Sulfato de sodio	21,2 ± 0,02
Agua	<u>9,9 ± 0,02</u>
	100,00

4.5 Carbonato sódico (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>), en caso que sea necesario.



**4.6 Hipoclorito de sodio o de litio:** En un buen número de soluciones comerciales de hipoclorito de sodio (NaOCl), el valor del pH varía de 9,8 a 12,8 y el contenido en cloro activo varía de 40 g/L a 160 g/L. El contenido en cloro activo real debe valorarse antes del uso y para ello se sugiere el método siguiente:

Se pipetea 1,00 mL de la solución comercial de hipoclorito de sodio y se introduce en un erlenmeyer, diluyéndolo hasta 100 mL con agua de calidad 3 (4.8). Se añaden 20 mL de una solución de ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) de 294 g/L y 6 mL de una solución de yoduro de potasio (KI) de 120 g/L. Se valora con solución volumétrica patrón de tiosulfato de sodio, de concentración  $c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 0,1 \text{ mol/L}$ .

El contenido en cloro activo (Cl<sub>t</sub>), en porcentaje en masa, se obtiene por la siguiente ecuación:

$$\frac{V \times c \times 0,035 \cdot 5}{V_0 \times \rho_0} \times 100$$

donde:

- V<sub>0</sub> es el volumen, en mililitros, de la solución de hipoclorito de sodio;
- ρ<sub>0</sub> es la densidad, en gramos por mililitro, de la solución de hipoclorito de sodio;
- V es el volumen, en mililitros, de la solución de tiosulfato de sodio utilizada;
- C es la concentración, en moles por litro, de la solución de tiosulfato de sodio.

**4.7 Perborato de sodio tetrahidrato** (NaBO<sub>3</sub> · 4H<sub>2</sub>O), en caso necesario.

**4.8 Agua de calidad 3**, conforme con la Norma ISO 3696

**4.9 Escala de grises para evaluar el cambio de color**, de acuerdo con la Norma ISO 105-A02, y **escala de grises para evaluar la transferencia de color (sangrado)**, de acuerdo con la Norma ISO 105-A03.

**4.10 Solución de ácido acético**, que contenga 0,2 g de ácido acético glacial por litro, en caso que sea necesario, para el tratamiento de acidulado.

## 5. PROBETAS

### 5.1 Si el textil a ensayar está en forma de tejido, bien

- a) Se unen una probeta de 100 mm x 40 mm y un trozo, también de 100 mm x 40 mm del tejido testigo multifibra (4.3.1), cosiéndose a lo largo de uno de sus lados cortos, con el tejido testigo multifibra en contacto con la cara de la muestra; o bien.
- b) Se coloca una probeta de 100 mm x 40 mm entre los dos tejidos testigo monofibra (4.3.2) y se cosen a lo largo de uno de sus lados cortos.

### 5.2 Si el textil a ensayar está en forma de hilo o en forma de floca, borra, mecha, etc., se toma una cantidad del hilo o de la fibra suelta que tenga una masa aproximadamente igual a la mitad la del conjunto de los tejidos testigo, y:

- a) Se coloca entre un trozo de 100 mm x 40 mm del tejido testigo multifibra (4.3.1) y un trozo, también de 100 mm x 40 mm, del tejido no teñible (4.3.3), y se cosen a lo largo de sus cuatro lados. (Véase la Norma ISO 105-A01:1994, apartado 9.6.3.4),  
o bien
- b) Se coloca entre dos trozos de 100 mm x 40 mm de los dos tejidos testigo monofibra especificados (4.3.2), y se cosen a lo largo de sus cuatro lados.

## 6. PROCEDIMIENTO

### 6.1 Se prepara la solución de lavado disolviendo 4 g de detergente (4.4) por litro de agua de calidad 3 (4.8).

Para todos los ensayos C, D o E, se ajusta el pH según se indica en la tabla 2, añadiendo, aproximadamente, 1 g de carbonato de sodio (4.5) por litro de solución. El baño debería enfriarse hasta 20 °C antes de medir el pH.

Para los ensayos A y B, no es necesario ajustar el pH.

**6.2** En los ensayos que precisan perborato (4.7), la solución de lavado que contiene perborato sódico debe prepararse en el momento que vaya a utilizarse, calentando la solución hasta una temperatura máxima de 60 °C durante un tiempo no superior a 30 min.

**6.3** En los ensayos D3S y D3M, se añade a la solución de lavado el volumen necesario de solución de hipoclorito de sodio, o de hipoclorito de litio (4.6), para obtener la concentración de cloro activo indicada en la Tabla 2.

**6.4** Se añade a cada recipiente de ensayo (4.1) el volumen de solución de lavado indicado en la Tabla 2. Excepto para los ensayos D2S y E2S, se ajusta la temperatura del baño de lavado a  $\pm 2$  °C de la temperatura especificada en la Tabla 2, y se añade a cada recipiente la probeta junto con el número de bolas de acero necesarias (4.2). Se cierra el recipiente y se hace funcionar el aparato de lavado (4.1) a la temperatura y el tiempo especificados en la Tabla 2.

**6.5** En los ensayos D2S y E2S, se coloca la probeta compuesta en el recipiente, a una temperatura de 60 °C aproximadamente, se cierra el recipiente y se eleva la temperatura, dentro de  $\pm 2$  °C de la temperatura especificada, por un tiempo inferior a 10 min. El tiempo del ensayo se empieza a contar cuando se cierra el recipiente. Se hace funcionar el aparato de lavado, a la temperatura y el tiempo especificados en la Tabla 2.

**6.6** En todos los ensayos, al final del tiempo de lavado, se saca la probeta compuesta del recipiente y se enjuaga dos veces, durante 1 min cada vez, en dos baños distintos de 100 ml de agua de calidad 3 (4.8) a 40 °C.

**6.7** En los países cuya práctica usual es acidular después del lavado, se puede operar opcionalmente de la siguiente manera:

Se enjuaga cada probeta compuesta en 100 ml de la solución de ácido acético (4.10), durante 1 min, a 30°C. Después se enjuaga cada probeta compuesta en 100 ml de agua de calidad 3 (4.8), durante 1 min, a 30 °C.

**6.8** En todos los métodos de lavado, se extrae el exceso de agua de la probeta compuesta.

**6.9** En todos los métodos de lavado, se seca la probeta suspendiéndola en el aire, a una temperatura no superior a 60 °C, de modo que las partes de dicha probeta estén en contacto solamente por la costura.

**6.10** Se valora el cambio de color de la probeta y la transferencia de color (sangrado) sobre los tejidos testigo con ayuda de las escala de grises (4.9).

**TABLA 2 – Condiciones de ensayo**

Ensayo N°	Temperatura °C	Volumen del baño de lavado ml	Cloro activo %	Perborato de sodio g/l	Tiempo min	N° de bolas de acero	Ajuste del pH
A1S	40	150	no	no	30	10 <sup>1)</sup>	sin ajustar
A1M	40	150	no	no	45	10	sin ajustar
A2S	40	150	no	1	30	10 <sup>1)</sup>	sin ajustar
B1S	50	150	no	no	30	25 <sup>1)</sup>	sin ajustar
B1M	50	150	no	no	45	50	sin ajustar
B2S	50	150	no	1	30	25 <sup>1)</sup>	sin ajustar
C1S	60	50	no	no	30	25	10,5 ± 0,1
C1M	60	50	no	no	45	50	10,5 ± 0,1
C2S	60	50	no	1	30	25	10,5 ± 0,1
D1S	70	50	no	no	30	25	10,5 ± 0,1
D1M	70	50	no	no	45	100	10,5 ± 0,1
D2S	70	50	no	1	30	25	10,5 ± 0,1
D3S	70	50	0,015	no	30	25	10,5 ± 0,1
D3M	70	50	0,015	no	45	100	10,5 ± 0,1
E1S	95	50	no	no	30	25	10,5 ± 0,1
E2S	95	50	no	1	30	25	10,5 ± 0,1

1) Para tejidos delicados y artículos de lana o seda, o mezclas que contengan estas fibras, no se utilizan bolas de acero en el ensayo. En el informe del ensayo se indicará si se han utilizado bolas de acero [Véase 7, g)].

S: Ensayo simple equivalente a un ciclo de lavado doméstico o comercial.

M: Ensayo múltiple equivalente a 05 ciclos de lavado doméstico o comercial.

## 7. INFORME DEL ENSAYO

El informe del ensayo debe incluir la información siguiente:

- a) Número y año de publicación de esta NTP-ISO 105-C06:2006.

- b) Todos los detalles necesarios para la completa identificación de la muestra sometida a ensayo.
- c) Índice de solidez para el cambio de color de la probeta.
- d) Si se ha utilizado tejidos testigo monofibra, el índice de solidez para la transferencia de color (sangrado) sobre cada tipo de tejido testigo utilizado.
- e) Si se ha utilizado tejido testigo multifibra, el tipo de tejido multifibra usado y el índice de solidez para la descarga sobre cada tipo de fibra componente del tejido testigo multifibra.
- f) Número del ensayo efectuado (tal como se indica en la tabla 2).
- g) Si se han usado bolas de acero en algunos de los ensayos A o B.
- h) Si se ha utilizado el tratamiento con ácido acético descrito en 6.7.
- i) Si se ha utilizado el detergente de referencia AATCC-WOB o el detergente de referencia ECE para ensayos de solidez del color sin blanqueador óptico.

**8. ANTECEDENTE**

ISO 105-C06:1994 TEXTILES. Test for colour fastness. Part: C06:  
Colour fastness to domestic and commercial laundering

## ANEXO 26

### NORMA TÉCNICA NTP-ISO 105-X12 2006

---

NORMA TÉCNICA PERUANA	NTP-ISO 105-X12 2006
--------------------------	-------------------------

---

Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales-INDECOPI  
Calle De La Prosa 138, San Borja (Lima 41) Apartado 145

Lima, Perú

---

### TEXTILES. Ensayos de solidez del color. Parte X12: Solidez del color al frote

TEXTILES. Test for colour fastness - Part X12: Colour fastness to rubbing

**2006-12-13**  
**1ª Edición**

R.0105-2006/INDECOPI-CRT. Publicada el 2006-12-30

Precio basado en 06 páginas

I.C.S.: 59.080.01

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptores: Textiles, ensayos de la solidez del color al lavado, ensayos de lavado, jabones, muestras de referencia

## ÍNDICE

	<b>página</b>
ÍNDICE	i
PREFACIO	ii
1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN	1
2. REFERENCIAS NORMATIVAS	1
3. PRINCIPIO DEL MÉTODO	2
4. APARATOS Y REACTIVOS	2
5. PREPARACIÓN DE LAS PROBETAS	4
6. PROCEDIMIENTO	4
7. EVALUACIÓN	5
8. INFORME DEL ENSAYO	6
9. ANTECEDENTE	6

## PREFACIO

### A. RESEÑA HISTÓRICA

A.1 La presente Norma Técnica Peruana ha sido elaborada por el Comité Técnico de Normalización de Textiles y Confecciones, mediante el Sistema 1 o Adopción, durante los meses de julio a agosto del 2006, utilizando como antecedente la Norma ISO 105-X12:1993 (E) TEXTILES. Test for colour fastness. Part: X12: Colour fastness to rubbing.

A.2 El Comité Técnico de Normalización de Textiles y Confecciones, presentó a la Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales – CRT-, con fecha 2006-09-11 el PNTP-ISO 105-X12:2006, para su revisión y aprobación, siendo sometido a la etapa de Discusión Pública el 2006-11-13. No habiéndose presentado observaciones fue oficializado como Norma Técnica Peruana **NTP-ISO 105-X12:2006 TEXTILES. Ensayos de solidez del color. Parte X12: Solidez del color al frote**, 1ª Edición, el 30 de diciembre de 2006.

A.3 Esta Norma Técnica Peruana es una adopción de la ISO 105-X12:1993 (E). La presente Norma Técnica Peruana presenta cambios editoriales referidos principalmente a la terminología empleada propia del idioma español y ha sido estructurada de acuerdo a las Guías Peruanas 001:1995 y GP 002:1995.

### B. INSTITUCIONES QUE PARTICIPARON EN LA ELABORACIÓN DE LA NORMA TÉCNICA PERUANA

Secretaría	Comité Textil de la SNI
Secretario Técnico	Alfredo Ortiz Chamorro
<b>ENTIDAD</b>	<b>REPRESENTANTE</b>
CREDITEX	Gladys Sonia Urcia Misari
Comité Textil. Sociedad Nacional de Industrias	Martín Reaño Vera Yolanda Bonilla Gonzáles
RGS PERU SAC	Rebeca Salas
PRODUCE	Milagros Huaranga Aguirre



PROMPEX

Marcos del Solar Labarthe

CERTINTEX

John F. Gallagher

UNI Facultad de Ingeniería Química y  
Textil

Carmen Uribe Valenzuela

SENATI

Nelson Parra Villanueva  
José Palacios Convecio

—oooOooo—

## TEXTILES. Ensayos de solidez del color. Parte X12: Solidez del color al frote

### 1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta Norma Técnica Peruana especifica un método para la determinación de la resistencia del color en los textiles de cualquier naturaleza, incluido las alfombras (revestimientos textiles de suelo) y otros tejidos de pelo, frente al frote y a la transferencia de color sobre otros materiales.

El método es aplicable a los textiles fabricados de cualquier fibra en forma de hilo o de tejido, incluyendo revestimiento de suelo textiles, tanto tintados como estampados.

Pueden realizarse dos ensayos, uno frotando con un tejido seco y otro frotando con un tejido húmedo.

### 2. REFERENCIAS NORMATIVAS

Las siguientes normas contienen disposiciones que al ser citadas en este texto constituyen requisitos de esta Norma Técnica Peruana. Las ediciones indicadas estaban en vigencia en el momento de esta publicación. Como toda norma está sujeta a revisión, se recomienda a aquellos que realicen acuerdos en base de ellas, que analicen la conveniencia de usar las ediciones recientes de las normas citadas seguidamente. El Organismo Peruano de Normalización posee la información de las Normas Técnicas Peruanas en vigencia en todo momento.

- |     |                  |                                                                                                                  |
|-----|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2.1 | ISO 105-A01:1994 | Textiles. Ensayos de solidez del color. Parte A01: Principios generales de los ensayos                           |
| 2.2 | ISO 105-A03:1993 | Textiles. Ensayos de solidez del color. Parte A03: Escala de grises para evaluar la descarga de color (sangrado) |

2.3	ISO 105-X16:2001	Textiles. Ensayos de solidez del color. Parte X16: Solidez del color al frote. Zonas pequeñas
2.4	NTP-ISO 139:2005	Textiles. Atmósfera estándar para acondicionamiento y ensayos

### 3. PRINCIPIO DEL MÉTODO

Se frota muestras del textil con un tejido seco y con un tejido húmedo. La máquina proporciona dos combinaciones de condiciones de ensayo mediante dos tamaños distintos de clavija frotadora: uno para tejidos de pelo; otro para los tejidos teñidos o tejidos con estampados de gran cobertura.

### 4. APARATOS Y REACTIVOS

**4.1 Dispositivo de ensayo adecuado para la determinación de la solidez del color al frote:** Utilizando un movimiento de frote de vaivén en línea recta y disponiendo de dos tamaños alternativos de clavija frotadora.

**4.1.1** Para tejidos de pelo, incluyendo las alfombras (revestimientos textiles de suelo) una clavija frotadora con superficie de frote rectangular y borde redondeado de 19 mm x 25,4 mm (placa frotadora).

La clavija frotadora debe ejercer una fuerza hacia abajo de  $(9 \pm 0,2)$  N, realizando un movimiento de vaivén en línea recta a lo largo de una longitud de carrera de  $(104 \pm 3)$  mm.

NOTA 1: Pueden presentarse dificultades al evaluar el grado de color sobre el tejido para el frote, cuando se ensayan tejidos de pelo utilizando la clavija frotadora de  $(16 \pm 0,1)$  mm de diámetro, debido a la mayor transferencia de color que se produce en el borde circular de la superficie de contacto, a modo de aureola. La clavija frotadora descrita en el párrafo 4.1.1 evitará la formación de aureola en la mayoría de tejidos de pelo.

Incluso con el uso de la placa frotadora, pueden presentarse ciertas dificultades al evaluar el grado de color cuando se ensayan tejidos de pelo largo.

NOTA 2: Un aparato adecuado para tejidos de pelo largo se describe en el Journal of the Society of Dyers and Colourists, 87 1971, 155; 88 1972, 259.

**4.1.2** Para el resto de los textiles una clavija frotadora que comprende un cilindro de  $(16 \pm 0,1)$  mm de diámetro, que realiza un movimiento de vaivén en línea recta, en una longitud de  $(104 \pm 3)$  mm en la muestra y ejerciendo una fuerza hacia abajo de  $(9 \pm 0,2)$  N.

NOTA: Un aparato adecuado se describe en el Technical Manual of the American Association of Textile Chemists and Colorists, Método de ensayo 8, apartado 4.1.2 ó Método de ensayo 165 apartado 4.1.1. Pueden utilizarse otros dispositivos, a condición de que den los mismos resultados que los obtenidos con el aparato descrito en el capítulo 4. No se conoce correlación de resultados entre los dos métodos descritos.

**4.2** **Tejido de algodón para el ensayo del frote**, desencolado, blanqueado, sin apresto, cortado en piezas cuadradas de  $50 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$  de lado para la clavija utilizada en el apartado 4.1.2. Para la clavija descrita en 4.1.1, debe utilizarse una pieza de medidas  $(25 \pm 2)$  mm x  $(100 \pm 2)$  mm.

**4.3** **Papel de lija al agua de grano fino** o rejilla de alambre de acero inoxidable de 1 mm de diámetro y un ancho de malla de 20 mm, aproximadamente.

NOTA: Debería prestarse atención a las características de la rejilla o del papel de lija utilizado para sujetar la muestra, ya que puede dejar una marca a lo largo del textil que podría afectar a los resultados. El uso del papel abrasivo puede ser preferible para ensayos sobre tejidos textiles.

**4.4** **Escala de grises**, para evaluar la transferencia de color, conforme la Norma ISO 105-A03.

La verificación del funcionamiento del ensayo y del aparato debe hacerse periódicamente, guardando los resultados en un registro. Se utiliza una muestra de frote interna o establecida y se llevan a cabo tres (3) ensayos en seco.

## 5. PREPARACIÓN DE LAS PROBETAS

**5.1** Si el textil que se va a someter a ensayo es un tejido o un revestimiento de suelo textil, se requieren dos piezas de, al menos, 50 mm x 140 mm para el ensayo de frote en seco, y otras dos para el frote en mojado. Pueden utilizarse muestras adicionales cuando se requiera mayor precisión en los resultados. Una muestra de cada par debe tener la dirección longitudinal paralela a los hilos de urdimbre (o en la dirección de producción del tejido), y la otra paralela a los hilos de trama (o perpendicular a la dirección de fabricación del tejido). Un método alternativo de cortar las muestras es cortar la dimensión longitudinal diagonalmente a la urdimbre y a la trama. Si se puede distinguir el sentido del pelo de una muestra, se corta esta en el sentido del pelo siguiendo la dirección longitudinal.

**5.2** Si el textil que se va a someter a ensayo es hilo, se prepara con el mismo un tejido de punto liso, para obtener probetas de al menos 50 mm x 140 mm, o se forma una capa de hilos paralelos, enrollando el hilo, en la dirección de la longitud mayor, sobre un rectángulo de cartón de medidas adecuadas.

**5.3** Antes del ensayo, se acondiciona la probeta y el tejido para el frote durante al menos 4 h en una atmósfera de  $(20 \pm 2)$  °C y  $(65 \pm 2)\%$  de humedad relativa dejando cada probeta y cada trozo de tejido de frote separados encima de una pantalla o de una superficie perforada. Algunos tejidos como el algodón o la lana pueden requerir periodos de acondicionamiento mayores.

**5.4** Para obtener mejores resultados, es conveniente efectuar los ensayos en atmósfera normalizada para ensayo de textiles (véase la NTP-ISO 139).

## 6. PROCEDIMIENTO

**6.1 Generalidades:** Se sujeta cada probeta a la base del dispositivo de ensayo, por medio de pinzas, de forma que la dirección longitudinal de la probeta siga la dirección del dispositivo. Entre la base del dispositivo de ensayo y la probeta, debe colocarse un trozo de rejilla de alambre o un papel de lija al agua impermeable de grano fino para ayudar a reducir el movimiento de la probeta. Se ensayan las probetas, preparadas según el capítulo 5, procediendo tal como se indica en 6.2 y 6.3.

Cuando se ensayan textiles multicolores, deberían tomarse las precauciones adecuadas, en cuanto a la disposición de la probeta, para que todos los colores del diseño queden sometidos al frote en el ensayo utilizando el dispositivo descrito en 4.1.2. Alternativamente, si las superficies de color son suficientemente grandes, pueden tomarse más probetas y evaluarse cada color individual por separado. Si las áreas de color son pequeñas y van muy juntas, es aconsejable llevar a cabo un ensayo utilizando un dispositivo rotatorio, como el descrito en la Norma ISO 105-X16.

**6.2 Frote en seco:** El tejido de algodón acondicionado para el frote (véase 4.2 y 5.3), se coloca plano sobre la extremidad de la clavija con el sentido paralelo a la dirección de la clavija frotadora. Se frota a una velocidad de un ciclo por segundo, con un movimiento de vaivén en línea recta 20 veces, 10 veces en un sentido y 10 veces en el otro, sobre la probeta seca, a lo largo de una longitud de  $(104 \pm 3)$  mm, y ejerciendo una fuerza de  $(9 \pm 0,2)$  N (véase 4.1.1 y 4.1.2). El tejido de algodón se seca y acondiciona como se indica en 5.3. Se elimina cualquier material fibroso extraño que pudiera interferir en la valoración.

**6.3 Frote en húmedo:** Se establece una técnica para preparar el tejido para el frote, mediante pesada de una pieza de tejido acondicionado, poniéndola en remojo completamente en agua destilada y volviéndola a pesar para asegurar una impregnación del 95% al 100%. Se siguen las instrucciones para el frote según 6.2.

NOTA: El grado de impregnación del tejido para el frote puede afectar notablemente a los resultados, pudiéndose utilizar otros niveles. Un ejemplo de otro porcentaje de impregnación utilizado normalmente es  $(65 \pm 5)\%$ .

**6.4 Secado:** Se seca el tejido de ensayo a temperatura ambiente.

## 7. EVALUACIÓN

**7.1** Durante la evaluación, se coloca cada trozo de tejido testigo ensayado sobre tres capas del mismo tejido sin ensayar.

**7.2** Se evalúa la transferencia de color sobre los tejidos de algodón para el frote con la escala de grises para descarga (véase 4.4) bajo una iluminación adecuada (véase el capítulo 13 de la Norma ISO 105-A01:1994).

**8. INFORME DEL ENSAYO**

El informe del ensayo debe incluir la siguiente información:

- a) el número y fecha de publicación de esta NTP-ISO 105-X12:2006;
- b) la clavija y la fuerza utilizadas durante el ensayo;
- c) el procedimiento seguido: frote en seco o en mojado, en cuyo caso se indicará el porcentaje de absorción aplicado;
- d) el tiempo de acondicionamiento de las probetas y los tejidos para el frote, así como las condiciones ambientales durante el ensayo;
- e) identificación de la dirección longitudinal de la probeta una vez preparada para el ensayo, es decir, urdimbre, trama u oblicua;
- f) el grado de descarga para cada probeta ensayada.

**9. ANTECEDENTE**

ISO 105-X12:1994

Ensayos de solidez del color. Parte 105-X12:  
Solidez del color al frote

## ANEXO 27

### NORMA TÉCNICA NTP-ISO 105-X16 2007

---

NORMA TÉCNICA PERUANA	NTP-ISO 105-X16 2007
--------------------------	-------------------------

---

Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales-INDECOPI  
Calle De La Prosa 138, San Borja (Lima 41) Apartado 145

Lima, Perú

---

### TEXTILES. Ensayos de solidez del color. Parte X16: Solidez del color al frote. Áreas pequeñas

TEXTILES. Test for colour fastness - Part: X16: Colour fastness to rubbing. Small areas

(EQV. ISO 105-X16 TEXTILES. Test for colour fastness - Part: X16: Colour fastness to rubbing. Small areas)

2007-03-21  
1ª Edición

R.0023-2007/INDECOPI-CRT. Publicada el 2007-04-05

Precio basado en 05 páginas

I.C.S.: 59.080.01

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptor: Textiles, ensayos de solidez, color, solidez del color al frote, áreas pequeñas



## ÍNDICE

	página
ÍNDICE	i
PREFACIO	ii
1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN	1
2. REFERENCIAS NORMATIVAS	1
3. PRINCIPIO DEL MÉTODO	2
4. APARATOS Y REACTIVOS	2
5. PREPARACIÓN DE LAS PROBETAS	3
6. PROCEDIMIENTO	4
7. EVALUACIÓN	4
8. INFORME DEL ENSAYO	5
9. ANTECEDENTE	5

## PREFACIO

### A. RESEÑA HISTÓRICA

A.1 La presente Norma Técnica Peruana ha sido elaborada por el Comité Técnico de Normalización de Textiles y Confecciones, mediante el Sistema I o de Adopción, durante los meses de setiembre a noviembre del 2006, utilizando como antecedente la Norma ISO 105-X16:2001 TEXTILES. Test for colour fastness. Part X16: Colour fastness to rubbing. Small areas.

A.2 El Comité Técnico de Normalización de Textiles y Confecciones, presentó a la Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales –CRT-, con fecha 2006-11-29, el PNTP-ISO 105-X16:2006, para su revisión y aprobación, siendo sometido a la etapa de Discusión Pública el 2007-02-15. No habiéndose presentado observaciones fue oficializado como Norma Técnica Peruana NTP-ISO 105-X16:2007 TEXTILES. Ensayo de solidez del color. Parte X16: Solidez del color al frote. Áreas pequeñas, 1ª Edición, el 05 de abril del 2007.

A.3 Esta Norma Técnica Peruana es una adopción de la ISO 105-X16:2001. La presente Norma Técnica Peruana presenta cambios editoriales referidos principalmente a la terminología empleada propia del idioma español y ha sido estructurada de acuerdo a las Guías Peruanas 001: 1995 y 002: 1995

### B. INSTITUCIONES QUE PARTICIPARON EN LA ELABORACIÓN DE LA NORMA TÉCNICA PERUANA

Secretaría	Comité Textil de la Sociedad Nacional de Industrias
Secretario Técnico	Alfredo Ortiz Chamorro
<b>ENTIDAD</b>	<b>REPRESENTANTE</b>
CREDITEX	Gladys Sonia Urcia Misari
Comité Textil: Sociedad Nacional de Industrias	Martín Reaño Vera Yolanda Bonilla Gonzáles
RGS PERU SAC	Rebeca Salas

PRODUCE

Milagros Huaranga Aguirre

PROMPEX

Marcos del Solar Labarthe

CERTINTEX

John F. Gallagher

UNI Facultad de Ingeniería Química y  
Textil

Carmen Uribe Valenzuela

SENATI

Nelson Parra Villanueva  
José Palacios Convecio

---oooOooo---

## TEXTILES. Ensayos de solidez del color. Parte X16: Solidez del color al frote. Áreas pequeñas

### 1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta Norma Técnica Peruana especifica un método para determinar la resistencia del color de los textiles al frote y la transferencia de color sobre otros materiales cuando la distancia entre las zonas más pequeñas a ensayar impide realizar el ensayo con el aparato detallado en la NTP-ISO 105-X12.

Pueden realizarse dos ensayos, uno frotando con un tejido seco y otro frotando con un tejido húmedo.

### 2. REFERENCIAS NORMATIVAS

Las siguientes normas contienen disposiciones que al ser citadas en este texto, constituyen requisitos de esta Norma Técnica Peruana. Las ediciones indicadas estaban en vigencia en el momento de esta publicación. Como toda norma está sujeta a revisión, se recomienda a aquellos que realicen acuerdos en base a ellas, que analicen la conveniencia de usar las ediciones recientes de las normas citadas seguidamente. El Organismo Peruano de Normalización posee la información de las Normas Técnicas Peruanas en vigencia en todo momento.

#### 2.1 Norma Técnica Peruana

- |       |                      |                                                                               |
|-------|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| 2.1.1 | NTP-ISO 105-X12:2006 | TEXTILES. Ensayos de solidez del color. Parte X12: Solidez del color al frote |
| 2.1.2 | NTP-ISO 139: 2005    | Textiles. Atmósfera estándar para acondicionamiento y ensayos                 |

## 2.2 Normas Técnicas Internacionales

- |       |             |                                                                                                                        |
|-------|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2.2.1 | ISO 105-A01 | Textiles. Ensayos de solidez del color. Parte A01: Principios generales de los ensayos                                 |
| 2.2.2 | ISO 105-A03 | Textiles. Ensayos de solidez del color. Parte A03: Escala de grises para evaluar la transferencia del color (sangrado) |
| 2.2.3 | ISO 105-F09 | Textiles. Ensayos de solidez del color. Parte F09: Especificaciones para tejidos testigo de algodón para el frote      |

## 3. PRINCIPIO DEL MÉTODO

Se frotran probetas del textil con un tejido seco y con un tejido húmedo. El método está especialmente diseñado para zonas pequeñas de tejido estampado o teñido donde la distancia entre las zonas más pequeñas a ensayar impide realizar el ensayo con el dispositivo de frote descrito en la NTP-ISO 105-X12.

## 4. APARATOS

**4.1 Dispositivo de ensayo apropiado para determinar la solidez del color al frote**, con un movimiento rotativo alternativo y una clavija simple de ensayo de  $(25 \pm 3)^\circ$  con una fuerza vertical de  $(11,1 \pm 0,5)$  N.

Otro dispositivo de ensayo tiene una clavija de  $(16 \pm 0,1)$  mm diámetro con la misma fuerza hacia abajo.

NOTA: Un dispositivo de ensayo adecuado se describe en el Technical Manual of the American of Textile Chemists and Colorists, Método de Ensayo N° 116. Pueden utilizarse otros dispositivos, siempre que den resultados idénticos a los obtenidos con el dispositivo descrito en 4.1 no se ha encontrado correlación de los resultados entre el aparato empleado en este método y los dos métodos descritos en el NTP-ISO 105-X12.

**4.2 Tejido testigo de algodón para el ensayo de frote**, descolado, blanqueado, sin apresto, cortado de piezas cuadradas de 50 mm x 50 mm ( $\pm 2$  mm) para la clavija descrita en el apartado 4.1 (véase la Norma ISO 105-F09).

**4.3 Papel de lija al agua** o rejilla de alambre de acero inoxidable de 1 mm de diámetro y un ancho de malla de 20 mm, aproximadamente.

NOTA: Debería prestarse atención a las características de la rejilla o del papel de lija que se utilicen para sujetar la probeta ya que podrían dejar una marca a lo largo del tejido que podría afectar a los resultados. El uso del papel de lija puede ser preferible en caso de ensayos sobre tejidos.

**4.4 Escala de grises para evaluar la transferencia de color**, conforme a la Norma ISO 105-A03.

NOTA: Periódicamente debería verificarse el ensayo y el funcionamiento del aparato, guardando los resultados de un registro. Se utiliza una muestra patrón de frote interna o establecida y se llevan a cabo tres (3) ensayos seco.

## 5. PREPARACIÓN DE LAS PROBETAS

**5.1** Si el textil sometido a ensayo es un tejido, las probetas deben tener un tamaño superior a 25 mm x 25 mm. Pueden utilizarse probetas adicionales cuando se necesite mayor precisión.

**5.2** Si el textil sometido a ensayo, es hilo se prepara con el mismo un tejido de punto liso, para obtener probetas de, al menos, 25 mm x 25 mm o se forma una capa de hilos paralelos, enrollando el hilo en la dirección de la longitud mayor, sobre un rectángulo de cartón de dimensiones adecuadas.

**5.3** Antes del ensayo, la probeta y el tejido testigo se acondicionan para el frote durante, al menos, 4 h en una atmósfera de  $(20 \pm 2)$  °C y  $(65 \pm 2)$  % humedad relativa dejando cada probeta y cada trozo de tejido de frote separados encima de una pantalla o una superficie perforada. Algunos tejidos como el algodón o la lana pueden requerir periodos de acondicionamiento mayores.

5.4 Para mejores resultados, el ensayo deberá llevarse a cabo en atmósfera estándar para ensayos de textiles (véase NTP-ISO 139).

## 6. PROCEDIMIENTO

6.1 **Generalidades:** Se inclina la parte superior de la máquina vertical rotatoria para abrir y hacer accesible la clavija rotatoria. Se sujeta la probeta en el punto en que la varilla vertical entre en contacto con la base y se pone el tejido testigo de frote encima de la clavija. Se retorna la parte superior de la máquina a la posición de ensayo con el tejido de frote de la clavija en contacto con la probeta. Se aplica el peso en el eje vertical para conseguir una fuerza hacia debajo de  $(11 \pm 0,5)$  N.

6.2 **Frote en seco:** El tejido testigo (véase 4.2 y 5.3), se coloca plano sobre el extremo de la clavija frotadora y se dan 20 vueltas a la manivela produciendo 40 giros en el eje vertical. La manivela debe girar a una velocidad de una revolución por segundo. Se saca el testigo y se acondiciona.

6.3 **Frote en húmedo:** Se establece una técnica para la preparación del tejido testigo para el frote, mediante pesada de una pieza de un tejido testigo de algodón para el frote en seco previamente acondicionada y volverlo a pesar una vez mojado completamente con agua destilada para comprobar que la impregnación ha sido del 95 % al 100 %. Se siguen las instrucciones para el frote descritas en el apartado 6.2.

NOTA: El grado de impregnación para el frote puede afectar notablemente a los resultados, pudiéndose utilizar otros niveles. Un ejemplo de otro porcentaje de impregnación utilizado normalmente es  $(65 \pm 5)$  %.

6.4 **Secado:** Se seca el tejido testigo a temperatura ambiente.

## 7. EVALUACION

7.1 Se elimina cualquier material fibroso extraño que pueda interferir en el resultado.

**7.2** Para la evaluación, debe colocarse cada tejido testigo de frote sobre tres capas de tejido blanco de frote.

**7.3** Se evalúa la transferencia de color sobre los tejidos testigo de algodón para el frote con la escala de grises para transferencia de color (véase el apartado 4.4) bajo una iluminación adecuada (véase el capítulo 13 de la Norma ISO 105-A01).

NOTA: Pueden presentarse ciertas dificultades al evaluar el grado de transferencia de color sobre el tejido testigo para el frote, ya que el dispositivo rotatorio normalmente provoca una transferencia de color superior en los bordes de la superficie circular ensayada que en el centro.

## **8. INFORME DEL ENSAYO**

El informe del ensayo debe incluir la siguiente información.

- a) el número y fecha de publicación de esta NTP-ISO 105-X16;
- b) si se ensayó el frote en seco o en húmedo, indicando el porcentaje de impregnación;
- c) El grado de transferencia de color para cada probeta,
- d) El tiempo de acondicionamiento de las probetas y el tejido testigo para el frote, así como las condiciones ambientales durante el ensayo.

## **9. ANTECEDENTE**

ISO 105-X16: 2001 TEXTILES. Ensayos de solidez del color. Parte X16: Solidez del color al frote. Áreas pequeñas



ANEXO 28

NORMA TÉCNICA NTP-ISO 105-X16 2007

<p>PERU NORMA TÉCNICA NACIONAL</p>	<p>TEXTILES Solídecos de los colores de los materiales textiles. Solidez del color a la luz artificial. Lámpara de xenón.</p>	<p>ITINTEC 231.170 Octubre, 1984</p>
<p style="text-align: right;">23 FEB. 1987</p> <p style="text-align: center;"><b>1. NORMAS A CONSULTAR</b></p> <p>ITINTEC 231.004 TEXTILES. Escala gris para valorar transferencias de color</p> <p>ITINTEC 231.005 TEXTILES. Escala gris para valorar cambios de color.</p> <p>ITINTEC 231.007 TEXTILES. Método de ensayo de la solidez del color a la luz del día.</p> <p style="text-align: center;"><b>2. OBJETO</b></p> <p>2.1 La presente norma establece las condiciones del ensayo para valorar la solidez de los colores en los materiales textiles de cualquier clase y en todos sus estados de transformación a la acción de la luz artificial (lámpara de xenón).</p> <p>2.2 En el caso de que la muestra esté teñida con un colorante fotocromático se somete la muestra a un ensayo de fotocromismo.</p> <p style="text-align: center;"><b>3. PRINCIPIO DEL METODO</b></p> <p>3.1 Se basa en exponer una muestra del material textil a la luz artificial de una lámpara de arco con gas xenón, en condiciones especificadas, junto a una gama de muestra patrón, materializada por ocho muestra azules de lana, determinándose la solidez del color por comparación del cambio del color de cada muestra con la que se observe en las correspondientes a las muestras patrón azules.</p> <p style="text-align: center;"><b>4. APARATOS</b></p> <p>4.1 <u>Muestra patrón.</u>- Las muestras patrón para este ensayo serán de tejido de lana, teñido de azul con los colorantes indicados a continuación. Se numerarán desde el N° 1 (muy poca solidez a la luz) al N° 8 (solidez a la luz muy elevada) (Ver 4.1.1 y la Nota a continuación). Cada muestra patrón será aproximadamente dos veces más sólida que la precedente.</p> <p>4.1.1 Las muestras patrón estarán preparadas especialmente de manera que correspondan exactamente con el matiz y el comportamiento a la luz de las muestras a ensayar (Ver 9.4)</p> <p><b>NOTA:</b> Se ha comprobado que al teñir una nueva serie de muestras tipo, la cantidad de colorante necesaria para obtener la intensidad es, a menudo diferente de la utilizada originalmente. Las concentraciones de colorantes no dan ninguna significación y, por esta razón, se han omitido intencionalmente de la presente norma.</p>		
<p>R.D. N° 328-84 ITINTEC DG/DN 84-10-09</p>		<p>10 PAGINAS</p>
<p>C.D.U.: 677.8</p>		<p>TODA REPRODUCCION INDICAR EL ORIGEN</p>

LIMA - PERU



Indice de Solidez	Designación del colorante	Nº
1	Color Index, 2a. edición, azul ácido 104	42735
2	Color Index, 2a. edición, azul ácido 109	42740
3	Color Index, 2a. edición, azul ácido 83	42660
4	Color Index, 2a. edición, azul ácido 121	50310
5	Color Index, 2a. edición, azul ácido 47	62085
6	Color Index, 2a. edición, azul ácido 23	61125
7	Color Index, 2a. edición, azul tina soluble 5	73066
8	Color Index, 2a. edición, azul tina soluble 8	73801

4.2 Testigo de control.- El testigo de control para la humedad, estará formado por un tejido blanqueado (popelina) de algodón mercerizado y el teñido se efectuará con colorantes azoicos (Ver 4.1.1 )

4.3 Termómetro de panel negro. El termómetro de panel negro estará constituido por una placa metálica de 4,5 cm x 10 cm como mínimo y cuya temperatura se medirá por medio de un termómetro o de un par termoelectrico cuyo elemento sensible se colocará en el centro de la placa y en estrecho contacto con ésta. La cara del panel orientada hacia el foco luminoso deberá ser negra con una reflectancia al infrarrojo inferior al 5% por todo el espectro que llegue a la muestra. La cara del panel opuesto al foco luminoso deberá estar aislada desde el punto de vista térmico.

4.4 Foco luminoso. Se compondrá de una lámpara de arco rellena de gas xenón, cuyo color se corresponda, con una temperatura cromática de 5 227°C a 6 227°C

#### 4.5 Filtro

4.5.1 Se colocará un filtro entre el foco luminoso y las muestras y la gama de muestras patrón a exponer, de modo que limite de manera regular las radiaciones ultravioleta que alcancen un color mínimo entre 310 mμ y 320 mμ. Podrá utilizarse un cristal de las mismas características de transmisión que el utilizado en la tapa de vitrina de exposición para el ensayo de solidez de los colores a la luz solar (ITINTEC 231.007)

4.5.2 El espectro del arco de gas xenón contiene unas radiaciones infrarrojas apreciables que pueden ser eliminadas por filtros de calor. Las condiciones de temperatura (ver 4.6) podrán entonces ser satisfechas. ~~Los filtros deberán limpiarse regularmente para evitar la reducción indeseable de la intensidad luminosa.~~

Para eliminar el exceso de radiaciones infrarrojas se utilizará un vidrio o filtro conveniente de modo que se cumplan las condiciones de temperatura especificadas en 4.4 Se deberán efectuar limpiezas frecuentes con el fin de evitar un filtraje inadecuado, originado por ensuciamientos grasos.

**4.6 Cámara de exposición.**- Las muestras se expondrán en una cámara de exposición bien ventilada.

**4.6.1 Condiciones normales.** (zona templada). Humedad efectiva moderada (ver 9.3). Solidez a la luz 5 del testigo de control de la humedad; temperatura máxima del tablero negro 45°C (ver 4.3).

**4.6.2 Condiciones límites.**- Para controlar la sensibilidad de las muestras a la humedad se deberán aplicar las condiciones límites siguientes:

**4.6.2.1 Humedad efectiva baja.**

Solidez a la luz 6-7 del testigo de control de la humedad.  
Temperatura máxima del tablero negro 60°C.

**4.6.2.2 Humedad efectiva alta.**-

Solidez a la luz 3 del testigo de control de la humedad  
Temperatura máxima del tablero negro 40°C

La tolerancia en la variación de la intensidad del foco luminoso sobre la superficie ocupada por las muestras y muestras patrón no deberá exceder del 20 %

**4.7 Tapas opacas.**- Para conseguir la opacidad necesaria sobre parte de las muestras, se empleará cartón opaco u otra materia fina, opaca, por ejemplo, una hoja de aluminio o cualquier clase de lámina de cartón recubierto por una hoja de aluminio.

**4.8 Escala gris para determinar el cambio de color,** según Norma ITINTEC 231.005

## 5. PREPARACION DE MUESTRAS

**5.1 Muestra.**- Se utilizará una muestra del material textil que se someterá al ensayo con 1 cm x 4,5 cm de medidas mínimas, cuando los diferentes períodos de exposición se realicen lado a lado, tal como se indicará en el método que se recomienda. La muestra podrá ser una tira de tejido, hilos enrollados colocados muy unidos paralelos y fijados sobre una cartulina, de las mismas medidas o fibras con las que se formará una napa de superficie uniforme al peinarlas y comprimirlas y que se fijarán asimismo sobre una cartulina.

**5.2 Colocación de las muestras.** Para facilitar la manipulación de las muestras que se han de examinar y de las muestras patrón semejantes, se colocarán sobre una cartulina tal como, por ejemplo, se indica en 6.2.1 y 6.2.2. Si las muestras expuestas son más grandes que las muestras patrón se deberá utilizar una tapa de color gris neutro (Munsell N/6 aproximadamente) para recubrir la superficie suplementaria de las muestras y dejar una superficie aparentemente igual a la de los patrones muestra para su valoración comparativa.

5.3 Medidas.- Las muestras a ensayar y las muestras azules de la gama deberán ser de las mismas medidas y de la misma forma, con el fin de evitar los errores de comparación debidos a una apreciación más elevada del contraste visual entre las partes expuestas de una muestra mayor que la muestra patrón. Las muestras del tejido deberán estar preparadas de modo que el lado mayor sea paralelo a la trama.

## 6. PROCEDIMIENTO

6.1 Exposición para el control de la humedad.- Se exponen simultáneamente y se recubren parcialmente muestras o tiras del tejido testigo de control de la humedad y de la gama de muestras patrón de tal modo que, por sucesivas comparaciones entre el tejido testigo de control de la humedad y de las muestras patrón se pueda valorar el momento exacto en que aparece un contraste igual al indicado para el grado 4 de la escala gris sobre el testigo de control de la humedad. Se valora la solidez a la luz y, en caso necesario, se ajusta el reglaje de la lámpara para cumplir las condiciones de exposición con el procedimiento elegido (Ver 4.6).

6.2 Exposición de muestras para la solidez a la luz.- Se expone simultáneamente la muestra (o una serie de muestras) y las muestras patrón en las condiciones indicadas en 4.3 y 4.6 con una duración suficiente y de tal modo que se pueda valorar completamente la solidez a la luz de cada muestra en relación con las muestras patrón por sucesivos recubrimientos de las muestras y muestras patrón, expuestas durante el ensayo (Ver en 6.2.1 y 6.2.2 los dos procedimientos operatorios posibles).

### 6.2.1 Método 1

6.2.1.1 Utilización.- Este método se considera como el más perfecto y debe utilizarse siempre en caso de litigio. Necesita una gama de muestras patrón para cada muestra sometida al ensayo y es, por tanto, Impracticable, cuando se tenga que ensayar simultáneamente un gran número de muestras: en este caso, se debe utilizar con preferencia el método 2 (Ver 6.2.2).

6.2.1.2 Exposición.- Se dispone la muestra y las muestras patrón tal como se indica en la Figura 1, con una tapa opaca dispuesta transversalmente en el tercio central de las muestras patrón. Se expone a la luz en las condiciones indicadas en 4.6. Se observa frecuentemente el cambio de color producido por la luz separando la tapa y examinando frecuentemente la muestra. En el momento en que inicialmente se perciba el cambio de color, se anota el número de la muestra patrón que presente un cambio de color semejante.

~~6.2.1.3 Continuación de la exposición hasta el grado 4.- Se continúa la exposición hasta que el contraste entre la parte expuesta y la parte cubierta de la muestra sea igual al contraste presentado por el grado 4 de la escala gris. Se recubre un segundo tercio de la muestra y de las muestras patrón con una segunda tapa CD como se observa en la Fig. 2.~~

### 6.2.1.4 Continuación hasta el grado 3.

a) Se prosigue la exposición hasta que el contraste entre la parte continuamente expuesta y la parte que no lo está sea igual al grado 3 de la escala gris. Si la muestra patrón N.º 7 presenta un cambio de color igual al grado 4 de la escala gris antes que la muestra, la exposición puede suspenderse en este punto.

b) Cuando una muestra presente una solidez a la luz de 7 ó más, la duración de la exposición necesaria para obtener un cambio de color análogo al contraste presentado por el grado 3 de la escala gris, debe ser mucho tiempo; con mayor razón, este contraste es imposible de obtener cuando la solidez a la luz sea de 8.

c) Las valoraciones en las zonas 7 y 8 son realizadas en consecuencia cuando el cambio de color producido en la muestra patrón N° 7 es igual al grado 4 de la escala gris. El tiempo necesario para producir este contraste se debe prolongar mientras haga falta, hasta eliminar todo error que resulte de una exposición insuficiente.

#### 6.2.2 Método 2

6.2.2.1 Utilización.- Este método, el más empleado generalmente, se utiliza cuando tienen que someterse simultáneamente al ensayo gran número de muestras. Esto nos permite anotar el índice de solidez a la luz de cada una de las muestras con diferentes índices de solidez a la luz disponiendo solamente, de una gama de muestras patrón.

6.2.2.2 Disposición de las muestras y muestras patrón.- Las muestras que se someten al ensayo y las muestras patrón, se disponen como se indica en la figura 2. La tapa AB cubre una cuarta parte de la longitud total de cada una de las muestras y muestras patrón. Se exponen a la luz en las condiciones indicada en 4.6 y se comprueba la acción de la luz retirando la tapa periódicamente y examinando las muestras patrón. En el momento en que se inicia el cambio de color perceptible sobre la muestra patrón N° 3 se examinan las muestras y se anota su solidez a la luz comparando su cambio de color con el de las muestras patrón número 1, 2 y 3.

6.2.2.3 Tapas AB y CD. Se vuelve a colocar la tapa AB, exactamente en la misma posición y se prosigue la exposición, hasta que sea inicialmente perceptible el cambio de color de la muestra patrón 4. En este momento, se fija una tapa suplementaria CD en la posición representada en la figura 2 y se dejan las otras tapas en su sitio y se prosigue la exposición hasta el momento justo en que se produzca.

a) Sobre la muestra patrón N° 7, un cambio de color, igual al contraste presentado por el grado 4 de la escala gris, o

b) Sobre la muestra de mayor solidez, un cambio de color igual al grado 3 de la escala gris.

De estas dos alternativas, a) o b), conviene adoptar la primera que se presente.

6.2.2.5 Separación de las tapas.- Se quitan las tres tapas, se comparan los cambios de color de las muestras con las producidas en las muestras patrón y se numera la solidez a la luz tal como se indica de 7.2 a 7.4 .

## 7. EXPRESION DE LOS RESULTADOS

7.1 Valoración preliminar de solidez a la luz. Cuando justamente pueda percibirse la indicación del cambio de color (ver 9.1) del color de la muestra sometida al ensayo, se anota el número de la muestra patrón que presente un cambio de color semejante. También puede valorarse del modo siguiente. Cuando el cambio de color de la muestra patrón N° 3 pueda justamente percibirse, se valora entonces el cambio de color eventual que se ha producido sobre la muestra por comparación con los cambios de color, de las muestras patrón 1, 2 y 3.

Después de esta valoración preliminar, se prosigue la exposición hasta que la valoración completa de solidez a la luz se haya conseguido.

**7.2 Valoración de la solidez a la luz.**- Se compara el cambio de color de la muestra con la producida en las muestras patrón (ver 9.1). Se da como índice de solidez a la luz de la muestra examinada el número de la muestra patrón, que tenga un cambio de color de un modo más semejante (contraste visual entre las partes expuestas y no expuestas de la muestra). Si la muestra presenta aproximadamente un cambio de color intermedio entre las dos muestras patrón, se le asigna un índice intermedio, por ejemplo 3-4.

**7.3 Coloración fugaz.**- Si la coloración de la muestra es más fugaz que la de la muestra patrón número 1, se le asignará el índice 1.

**7.4 Solidez 4 o mayor que 4.** En el caso de que la solidez a la luz sea 4 ó mas, se mantendrá la valoración preliminar del primer cambio de color perceptible (ver 7.2); si esta valoración preliminar es igual o inferior a 3, se indica en tre paréntesis, después del índice.

**7.4.1 Indicación de los resultados.**- Se indicará el índice de solidez a la luz. Si el índice es 4 ó superior y si la apreciación preliminar es igual o inferior a 3 se indicará éste entre paréntesis.

## 8. INFORME

8.1 En éste debe indicarse:

8.1.1 Las condiciones de exposición de las muestras.

8.1.2 La identificación completa de las muestras y muestras patrón utilizadas.

8.1.3 El tipo de lámpara de arco de gas xenón utilizado.

8.1.4 El método utilizado.

8.1.5 El índice de solidez obtenido.

## 9. APENDICE

**9.1 Cambio de color.**- El término "cambio de color" implica no solamente la verdadera decoloración, es decir, la destrucción del colorante, sino también los cambios de matiz, de intensidad y de brillantez o de cualquier otra variación, en las características de color del tejido. Si el cambio de color presenta uno de los cambios citados se puede precisar éste completando el índice con abreviaturas, de la significación indicada seguidamente.

Significado	Español	Francés	Inglés	Alemán
Más azul	Az	B	Bl	B
Más verde	V	V	G	G
Más rojo	R	R	R	R
Más amarillo	A	J	V	G
Más vivo	Br	P	Br	F

Si el cambio de matiz está acompañado de un cambio de intensidad, igualmente se puede indicar con las abreviaturas siguientes:

C = más claro                      O = más oscuro                      M = más apagado

9.2 Teñidos fototrópicos.- Las muestras teñidas con colorantes fototrópicos deberán acondicionarse durante 2 h a la temperatura ambiente en cámara oscura, antes de iniciar los ensayos para valorar el cambio de color.

### 9.3 Humedad efectiva, definiciones.

9.3.1 Cualitativa. El contenido en humedad de la superficie de la muestra durante la exposición es función del efecto combinado de varios factores como los siguientes: la humedad relativa del aire así como las temperaturas del aire y de la superficie de la muestra.

9.3.2 Cuantitativa.- La humedad efectiva no puede ser medida más que determinando la solidez a la luz de una muestra testigo característica para el control de la humedad tal como se indica en 4.2. Este testigo ha sido contrastado por haber sido expuesto cara al sur en varios lugares del oeste de Europa, en diferentes épocas del año, estas exposiciones han sido hechas en presencia de gamas de muestras patrón colocadas en recipientes cerrados herméticamente y el aire que contienen se mantiene con humedades constantes comprendidas entre 0-100%, los resultados presentan poca diferencia y sus valores medios se representan en la Figura N° 3. Cuando el testigo de control se ha expuesto en las condiciones indicadas en la Norma ITINTEC 231.007 se ha comprobado que su solidez a la luz en las regiones templadas, era 5 como valor medio.

### 9.4 Método de teñido para el testigo de control de la humedad

9.4.1 Teñido previo.- Se utilizarán 4,0 g por litro de Brenthol AN (Color Index Azoic Coupling Component 4).

9.4.2 Fase de desarrollo.- Se utilizan 20 g por litro de sal escarlata sólida Brentamina R (Color Index Azoic Diazo Component: 13).

9.4.3 Tejido sometido al teñido.- Tendrá 600 g de popelina blanqueado y mercerizada con una relación de baño 5:1

### 9.4.4 Procedimiento operatorio para el teñido previo

9.4.4.1 Se mezclan 12,0 de Brenthol AN con 6 cm<sup>3</sup> de Azomel A (y un poco de agua caliente). Se añaden 240 cm<sup>3</sup> de agua hirviendo. Se hace hervir y después se añaden 27 cm<sup>3</sup> de soda caustica (NaOH) a 34°Bé\*.

9.4.4.2 Se hacer hervir durante varios minutos hasta que la disolución que se forma esté clarificada.

9.4.4.3 Se enfría hasta unos 45°C aproximadamente y se añade una disolución de agua fría que contenga 6 cm<sup>3</sup> de soda cáustica a 34°Bé\*. Se añaden 12 cm<sup>3</sup> de formaldehído al 40%. Se deja reposar durante 5 min y se añade al baño de teñido. Se fija con agua fría y 1,5 cm<sup>3</sup> de Azomel A y se completa 3 000 cm<sup>3</sup> de agua en total a 30°C

\* °Bé = grados para medir la soda cáustica.

9.4.5 Desarrollo.- El tejido se impregna durante 30 min a 30°C, se exprime al 100 % e inmediatamente se desarrolla en el baño de la composición siguiente:

- 60 l de sal escarlata sódica B rentamina R.
- 15 cm<sup>3</sup> de Azomel A.
- 75 g de sal común.

Para tres litros de baño.

Una vez desarrollado se enjuaga el tejido en agua fría y, seguidamente, en agua a 40°C conteniendo 3 cm<sup>3</sup> de ácido clorhídrico a 20°Be por litro y posteriormente, otra vez se lava con agua fría. Finalmente se trata durante 30 min en un Jigger con un baño en ebullición conteniendo por cada tres litros 9 cm<sup>3</sup> de Lissapol ND, y 6 g de carbonato sódico anhidro. Se enjuaga el tejido cuidadosamente y se seca.

## 10. ANTECEDENTES

10.1 Norma UNE 40-187-73

10.2 Parte 2a. de la Quinta serie de la Recomendación ISO/R 105

\*\*\*\*\*



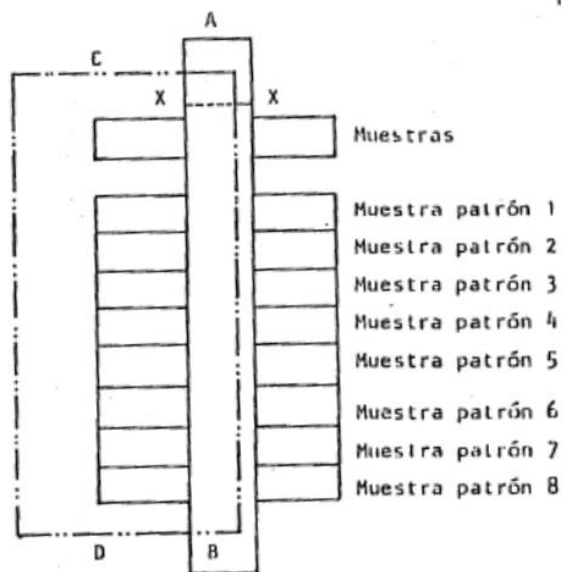


Figura 1. Exposición de muestra y muestra patrón

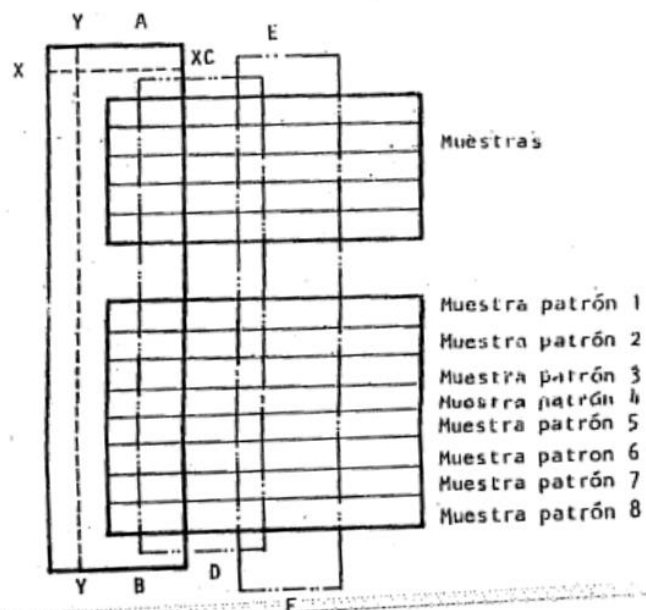


Figura 2. Disposición de las muestras y muestras patrón

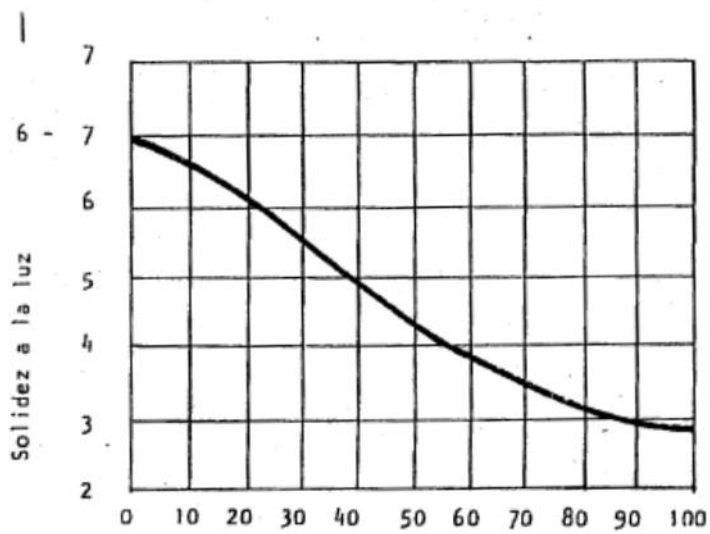


Figura 3 Humedad efectiva 2