

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**LA MOLINA**

*Facultad de Ciencias Forestales*



**Caracterización de las propiedades  
tintóreas del extracto de nogal (*Juglans  
neotropica* Diels) proveniente de la  
cuenca alta del río Zaña**

*Tesis para optar el Título de*  
**INGENIERO FORESTAL**

**Katia Masias Bröcker**

Lima – Perú  
2007

## *RESUMEN*

En los últimos años se observa un incremento en la demanda de los colorantes naturales, destacándose el uso del nogal (*Juglans neotropica* Diels), del cual es posible obtener una amplia variedad de matices para teñir telas a partir del colorante de hojas, fruto y corteza. A pesar de la importancia del colorante obtenido de nogal, la información técnica existente es únicamente a nivel artesanal, no habiendo información sobre las propiedades físicas químicas y rendimientos para su caracterización y aceptación. El presente estudio evaluó las propiedades tintóreas (porcentaje sólidos, índice refracción, pH y absorción luz ultravioleta) de extractos obtenidos de hoja, fruto y corteza de tres clases diamétricas, así mismo evaluó la calidad de tinción y los colores obtenidos en función al tipo de tela teñida. El área de estudio se ubico en la parte alta de la cuenca del Zaña en la provincia de San Miguel, región de Cajamarca. Para el estudio se recolectaron muestras de hojas, frutos y corteza de 15 árboles de diferentes clases diamétricas. Los resultados del análisis estadístico demostraron que el porcentaje de sólidos y el pH varían en función a la parte del árbol utilizada sin embargo no varían en función a la clase diamétrica; y el índice de refracción es utilizado como control del proceso. La absorción de luz varía en función a la clase diamétrica y la parte del árbol. Asimismo, la solidez del colorante a la luz varía en función a la parte del árbol y al tipo de tela usado. A partir de los resultados se concluyo que es preferible utilizar las hojas de nogal para la obtención de colorante y la lana de oveja para la tinción.

# ÍNDICE

	Página
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>3</b>
2.1 LOS PRODUCTOS FORESTALES NO MADEREROS.....	3
2.2 COLOR Y SU EVALUACIÓN.....	5
2.2.1 Teoría de color.....	5
2.2.2 Grupos cromóforos y auxocromos.....	5
2.2.3 Absorción de luz.....	5
2.3 COLORANTES NATURALES.....	7
2.3.1 Definición y generalidades.....	7
2.3.2 Clasificación de los colorantes naturales.....	8
2.3.3 Factores que afectan en la obtención de los colorantes naturales.....	9
2.3.4 Uso de colorantes naturales en textilera.....	10
2.3.5 Métodos de obtención de colorantes naturales para la tinción de telas.....	11
2.3.6 Importancia de los colorantes naturales.....	12
2.4 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DEL NOGAL.....	14
2.4.1 Descripción de la familia Juglandaceae.....	14
2.4.2 Descripción del género Juglans.....	14
2.4.3 Importancia y usos del género juglans.....	14
2.5 JUGLANS NEOTROPICA DIELS.....	15
2.5.1 Descripción taxonómica.....	15
2.5.2 Descripción botánica del nogal.....	16
2.5.3 Distribución natural del nogal.....	17
2.5.4 Fenología.....	18
2.5.5 Silvicultura.....	18
2.5.6 Crecimiento.....	19
2.5.7 Importancia y usos de juglans neotropica diels.....	20
2.5.8 Colorantes naturales de Juglans neotropica Diels.....	20
2.5.9 Compuesto químico de los colorantes de Juglans neotropica Diels.....	22
2.6 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL LUGAR DE ESTUDIO.....	23
2.6.1 Clima.....	23
2.6.2 Ecología.....	24
2.6.3 Uso actual y potencial de la tierra.....	25
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>26</b>
3.1 LUGAR.....	26
3.2 AREA DE ESTUDIO DE LA FASE DE CAMPO.....	26
3.2.1 Ubicación geográfica.....	26
3.3 MATERIA PRIMA ESTUDIADA.....	27
3.4 MATERIALES Y EQUIPOS.....	28
3.4.1 Materiales y equipos de campo.....	28
3.4.2 Materiales y equipos de laboratorio.....	28
3.5 METODOLOGÍA.....	29
3.5.1 Inventario exploratorio.....	29
3.5.2 Tamaño mínimo de muestra.....	32
3.5.3 Selección y marcación de los árboles a evaluar.....	32
3.5.4 Recolección de las muestras.....	33
3.5.5 Transporte y almacenamiento de muestras.....	34
3.5.6 Preparación de las muestras.....	34
3.5.7 Obtención del colorante.....	34
3.5.8 Teñido de telas de algodón y lana de oveja.....	35
3.6 ANALISIS DE LAS PROPIEDADES EN LABORATORIO.....	38

3.6.1	<i>Rendimiento: porcentaje de sólidos</i> .....	38
3.6.2	<i>Índice de refracción</i> .....	38
3.6.3	<i>ph</i> .....	39
3.6.4	<i>Absorción de luz ultravioleta (UV)</i> .....	39
3.6.5	<i>Pruebas de calidad o de tinción</i> .....	40
3.6.6	<i>Determinación cualitativa del color</i> .....	41
3.7	DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	42
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	<b>44</b>
4.1	INVENTARIO EXPLORATORIO .....	44
4.2	RENDIMIENTO .....	45
4.2.1	<i>Influencia de la parte del árbol en los valores de rendimiento</i> .....	46
4.2.2	<i>Influencia de la interacción clase diamétrica en hoja, fruto y corteza en los valores promedio de rendimiento</i> .....	47
4.3	ÍNDICE DE REFRACCION .....	48
4.4	PH .....	49
4.4.1	<i>Influencia de la parte del árbol en los valores de pH</i> .....	50
4.5	ABSORCION DE LUZ UV .....	51
4.5.1	<i>Influencia de la clase diamétrica en los valores de absorción de luz UV</i> .....	51
4.5.2	<i>Influencia de la parte del árbol en los valores de absorción de luz UV</i> .....	54
4.6	PRUEBAS DE CALIDAD O DE TINCION .....	55
4.6.1	<i>Influencia de la parte del árbol en los valores de solidez a la luz</i> .....	55
4.6.2	<i>Influencia del tipo de tela en los valores de solidez a la luz</i> .....	56
4.7	DETERMINACION CUALITATIVA DEL COLOR.....	58
4.7.1	<i>Influencia de la clase diamétrica en la determinación cualitativa del color</i> .....	59
4.7.2	<i>Influencia de la variable parte del árbol en la determinación cualitativa del color</i> .....	60
4.7.3	<i>Influencia de la variable tipo de tela en la determinación cualitativa del color</i> .....	60
<b>5.</b>	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>62</b>
<b>6.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>63</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>64</b>
	<b>ANEXO 1</b> .....	<b>69</b>
	CONSTANCIA DE IDENTIFICACION DE ESPECIE EN ESTUDIO .....	69
	<b>ANEXO 2</b> .....	<b>70</b>
	FORMATO UTILIZADO PARA REALIZAR EL INVENTARIO EXPLORATORIO .....	70
	<b>ANEXO 3</b> .....	<b>71</b>
	DATOS DE MUESTRAS RECOLECTADAS .....	71
	<b>ANEXO 4</b> .....	<b>72</b>
	DATOS CONTROLADOS DURANTE LA OBTENCION DEL EXTRACTO A PARTIR DE HOJAS.....	72
	<b>ANEXO 5</b> .....	<b>73</b>
	DATOS CONTROLADOS DURANTE OBTENCION DEL EXTRACTO A PARTIR DE FRUTOS .....	73
	<b>ANEXO 6</b> .....	<b>74</b>
	DATOS CONTROLADOS DURANTE OBTENCION DEL EXTRACTO A PARTIR DE CORTEZA .....	74
	<b>ANEXO 7</b> .....	<b>75</b>
	DATOS CONTROLADOS EN EL PROCESO DE TINCION .....	75
	<b>ANEXO 8</b> .....	<b>76</b>
	NORMA TECNICA PERUANA PARA DETERMINACION DE SÓLIDOS .....	76

<b>ANEXO 9</b> .....	<b>80</b>
NORMA TECNICA EMPLEADA PARA LA DETERMINACION DE INDICE DE REFRACCION.....	80
<b>ANEXO 10</b> .....	<b>82</b>
NORMA TECNICA EMPLEADA PARA LA DETERMINACION DE PH .....	82
<b>ANEXO 11</b> .....	<b>85</b>
NORMA TECNICA USADA PARA DETERMINACION DE LA ESTABILIDAD DEL COLOR A LA LUZ.....	85
<b>ANEXO 12</b> .....	<b>99</b>
DATOS OBTENIDOS DEL INVENTARIO EXPLORATORIO.....	99
<b>ANEXO 13</b> .....	<b>101</b>
DATOS ORIGINALES DE LA PRUEBA DE RENDIMIENTO (PORCENTAJE DE SÓLIDOS) DE HOJAS, FRUTOS Y CORTEZA .....	101
<b>ANEXO 14</b> .....	<b>102</b>
ANALISIS DE VARIANZA DE LOS RESULTADOS DE RENDIMIENTO (PORCENTAJE DE SÓLIDOS).....	102
<b>ANEXO 15</b> .....	<b>103</b>
DATOS ORIGINALES DE LA PRUEBA DE INDICE DE REFRACCION PARA HOJAS, FRUTOS Y CORTEZA .....	103
<b>ANEXO 16</b> .....	<b>104</b>
DATOS ORIGINALES DE LA PRUEBA DE PH PARA HOJAS, FRUTOS Y CORTEZA.....	104
<b>ANEXO 17</b> .....	<b>105</b>
ANALISIS DE VARIANZA DE LOS RESULTADOS DE PH.....	105
<b>ANEXO 18</b> .....	<b>106</b>
DATOS DE LA PICOS REPRESENTATIVOS OBTENIDOS EN LAS CURVAS DE ABSORBANCIA DE LUZ UV DE HOJAS, FRUTO Y CORTEZA .....	106
<b>ANEXO 19</b> .....	<b>107</b>
REPORTES DE ENSAYO DE SOLIDEZ A LA LUZ PARA LAS MUESTRAS DE LA CLASE DIAMETRICA 1 .....	107
<b>ANEXO 20</b> .....	<b>109</b>
REPORTES DE ENSAYO DE SOLIDEZ A LA LUZ PARA LAS MUESTRAS DE LA CLASE DIAMETRICA 2 .....	109
<b>ANEXO 21</b> .....	<b>111</b>
REPORTES DE ENSAYO DE SOLIDEZ A LA LUZ PARA LAS MUESTRAS DE LA CLASE DIAMETRICA 3 .....	111
<b>ANEXO 22</b> .....	<b>113</b>
ANALISIS DE VARIANZA DE LOS RESULTADOS DE SOLIDEZ A LA LUZ .....	113
<b>ANEXO 23</b> .....	<b>114</b>
TABLA MUNSELL 5YR .....	114
<b>ANEXO 24</b> .....	<b>115</b>
TABLA MUNSELL 7.5YR .....	115

## *Lista de cuadros*

	Página
<b>CUADRO 1</b> PRINCIPALES CATEGORÍAS PRODUCTOS NO MADEREROS (FAO, 2001) .....	4
<b>CUADRO 2</b> CLASIFICACIÓN DE LOS COLORANTES .....	7
<b>CUADRO 3</b> CLASIFICACIÓN DE LOS COLORANTES NATURALES SEGÚN SU NATURALEZA QUÍMICA. (LOCK, 1997) .	8
<b>CUADRO 4</b> VALORES FOB EN US\$ DE LAS EXPORTACIONES PERUANAS DE COLORANTES NATURALES.....	13
<b>CUADRO 5</b> CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE <i>JUGLANS NEOTROPICA</i> DIELS .....	16
<b>CUADRO 6</b> CRECIMIENTO DEL DIÁMETRO, ALTURA Y VOLUMEN DE DOS ÁRBOLES DE NOGAL .....	19
<b>CUADRO 7</b> EXPORTACIONES DE PRODUCTOS FORESTALES DIFERENTES A LA MADERA/ NUECES DE NOGAL .....	20
<b>CUADRO 8</b> COORDENADAS Y ALTITUD DE LA FLORIDA, EL NARANJO Y NIEPOS .....	30
<b>CUADRO 9</b> INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DE SOLIDEZ DEL COLOR A LA LUZ .....	41
<b>CUADRO 10</b> CUADRO RESUMEN DE LAS VARIABLES UTILIZADAS EN EL ESTUDIO PARA LOS ENSAYOS DE RENDIMIENTO Y PH .....	42
<b>CUADRO 11</b> .CUADRO RESUMEN DE LAS VARIABLES UTILIZADAS EN EL ESTUDIO PARA LOS ENSAYOS DE PRUEBAS DE CALIDAD O DE TINCIÓN.....	42
<b>CUADRO 12</b> NÚMERO DE ÁRBOLES POR CLASE DIAMÉTRICA.....	44
<b>CUADRO 13</b> MATICES OBTENIDOS DE LAS COMBINACIONES DE PARTE DEL ÁRBOL Y TIPO DE TELA.....	59

## Lista de figuras

	Página
<b>FIGURA 1</b> CURVA QUE EXPRESA LA LEY BEER-BOUGUER-LAMBERT .....	7
<b>FIGURA 2</b> EXPORTACIONES PERUANAS DE CARMÍN DE COCHINILLA EN EL PERIODO 2002-2006 .....	13
<b>FIGURA 3</b> HOJAS DE <i>JUGLANS NEOTROPICA</i> DIELS .....	17
<b>FIGURA 4</b> DISTRIBUCIÓN DEPARTAMENTAL DE <i>JUGLANS NEOTROPICA</i> DIELS EN PERÚ .....	18
<b>FIGURA 5</b> POBLADOR DEL CASERÍO EL NARANJO (SR. ASCENCIO BECERRA), MOSTRANDO PONCHO DE LANA TEÑIDO CON COLORANTE DE NOGAL .....	21
<b>FIGURA 6</b> OXIDACIÓN DE LA A-HIDROJUGLONA .....	22
<b>FIGURA 7</b> UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO EN MAPA FORESTAL DEL PERÚ (1995) .....	24
<b>FIGURA 8</b> UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO EN MAPA DE CAPACIDAD DE USO MAYOR DE LAS TIERRAS DEL PERÚ (1981) .....	25
<b>FIGURA 9</b> MAPA FÍSICO POLÍTICO DEL DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA .....	27
<b>FIGURA 10</b> CARRETERA ENTRE LA FLORIDA Y NIEPOS .....	30
<b>FIGURA 11</b> RECOLECCIÓN DE FRUTOS DE NOGAL CON TALLO DE BAMBÚ CON CORTE EN EL EXTREMO .....	33
<b>FIGURA 12</b> DIAGRAMA DE COLECCIÓN DE MUESTRA Y OBTENCIÓN DE COLORANTE DE NOGAL .....	35
<b>FIGURA 13</b> DIAGRAMA DE TEÑIDO DE TELA DE ALGODÓN Y DE LANA .....	36
<b>FIGURA 14</b> METODOLOGÍA SEGUIDA EN LA CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES TINTÓREAS DEL EXTRACTO DE NOGAL <i>JUGLANS NEOTROPICA</i> DIELS .....	37
<b>FIGURA 15</b> DISTRIBUCIÓN DE ÁRBOLES POR CLASE DIAMÉTRICA .....	45
<b>FIGURA 16</b> VARIACIÓN DEL RENDIMIENTO PROMEDIO DE HOJA, FRUTO Y CORTEZA DEL NOGAL .....	46
<b>FIGURA 17</b> VARIACIÓN DE LAS MEDIAS DE LOS RESULTADOS DE RENDIMIENTO EN FUNCIÓN A LAS INTERACCIONES ENTRE CLASE DIAMÉTRICA Y PARTE DEL ÁRBOL .....	47
<b>FIGURA 18</b> VARIACIÓN DE LOS VALORES MEDIOS DE LOS RESULTADOS DEL ÍNDICE DE REFRACCIÓN DE HOJA, FRUTO Y CORTEZA DE NOGAL .....	48
<b>FIGURA 19</b> ÍNDICE REFRACCIÓN VS. PORCENTAJE DE SÓLIDOS DE EXTRACTOS DE NOGAL .....	49
<b>FIGURA 20</b> VARIACIÓN DEL pH DE HOJA, FRUTO Y CORTEZA DE NOGAL .....	50
<b>FIGURA 21</b> CURVA DE ABSORCIÓN VS. LONGITUD DE ONDA DE EXTRACTO OBTENIDO DE LAS HOJAS DE NOGAL DE DIFERENTES CLASES DIAMÉTRICAS .....	51
<b>FIGURA 22</b> CURVA DE ABSORCIÓN VS. LONGITUD DE ONDA DE EXTRACTO OBTENIDO DEL FRUTO DE NOGAL DE DIFERENTES CLASES DIAMÉTRICAS .....	52
<b>FIGURA 23</b> CURVA DE ABSORCIÓN VS. LONGITUD DE ONDA DE EXTRACTO OBTENIDO DE LA CORTEZA DE NOGAL DE DIFERENTES CLASES DIAMÉTRICAS .....	53
<b>FIGURA 24</b> CURVAS LONGITUD DE ONDA VS. ABSORBANCIA DE EXTRACTO DE HOJAS, FRUTO Y CORTEZA DE NOGAL DE LA CLASE DIAMÉTRICA 1 .....	54
<b>FIGURA 25</b> VARIACIÓN DE LAS MEDIAS SOBRE LOS RESULTADOS DE LA SOLIDEZ A LA LUZ DE HOJA, FRUTO Y CORTEZA DE NOGAL .....	56
<b>FIGURA 26</b> VARIACIÓN DE LAS MEDIAS SOBRE LOS RESULTADOS DE LA SOLIDEZ A LA LUZ POR TIPO DE TELA .....	57
<b>FIGURA 27</b> COLORES OBTENIDOS DE LAS MUESTRAS ENSAYADAS EN BASE A LA COMPARACIÓN CON LA TABLA MUNSELL .....	58
<b>FIGURA 28</b> TEJIDOS TEÑIDOS CON COLORANTE DE FRUTOS DE NOGAL .....	59
<b>FIGURA 29</b> . TEJIDOS TEÑIDOS CON COLORANTE DE HOJAS, FRUTO Y CORTEZA DE LA CLASE DIAMÉTRICA 1 .....	60
<b>FIGURA 30</b> TEJIDOS TEÑIDOS CON COLORANTE DE CORTEZA DE NOGAL .....	61

# ***1. INTRODUCCIÓN***

Las poblaciones de diferentes lugares del mundo han utilizado, desde hace miles de años, los recursos vegetales, como raíces, hojas, frutos, ramas, corteza y otras partes, con el fin de satisfacer sus necesidades: alimentos, herramientas, materiales de construcción, fibras, y aditivos para diferentes usos, dentro de ellas destacando los colorantes naturales. Mediante el conocimiento ancestral sobre la obtención y uso de los colorantes, ha sido posible obtener una gama de colores auténticos en armonía con la naturaleza; sin embargo, por el desarrollo de la industria química, se ha logrado desarrollar una amplia variedad de colorantes sintéticos, que han venido desplazando a los colorantes naturales. La importancia de los colorantes naturales disminuyó al aparecer el primer colorante sintético, la mauveína (Lock, 1997); sin embargo, la elaboración de estos productos sintéticos, desde el punto de vista ecológico, son considerados tóxicos al ser consumidos, de forma directa o indirecta, por el hombre y perjudiciales para el medio ambiente. La presencia de compuestos químicos nocivos, contaminantes o de alto riesgo (p.e. metales pesados) en la elaboración de los colorantes sintéticos ha ido en contra de su uso en los últimos años.

Los colorantes naturales, productos cuya demanda ha ido en aumento últimamente, son considerados productos forestales no maderables, que representan una alternativa económica rentable, debido a que pueden obtenerse en forma simultánea a la producción tradicional de madera; por ejemplo, las exportaciones peruanas de achiote (semillas de achiote y sus derivados) presentan una tendencia ascendente en términos monetarios al crecer en el periodo del 2000-2005 a un ritmo anual de 12% en promedio y registrar en el 2005 US\$ 6.1 millones en envíos (Boletín Centrum, 2006). De otro lado, debido al incremento de la demanda por productos naturales, las telas teñidas con tinte natural tienen un precio en el mercado mucho más elevado a las teñidas con tinte químico; esto es una enorme ventaja para los productores; el kilo de una madeja de lana teñida con tintes naturales puede llegar a costar más de 30 dólares<sup>1</sup>.

El Perú es uno de los principales lugares de producción, comercialización y exportación de colorantes naturales. Los principales colorantes naturales que exporta son el carmín de

---

<sup>1</sup> Referencia: ECOTINTES



cochinilla, derivados del achiote, harina de marigold, curcumina y antocianinas del maíz morado. Actualmente el Perú produce el 85% y 35% de la producción mundial de carmín de cochinilla y derivados de achiote respectivamente.

En el Perú, existe una gran variedad de especies vegetales con potencial de producción de colorantes naturales para diferentes usos: alimenticios (achiote, cúrcuma, etc.), para textilera (nogal, caoba, etc.) y otros usos (huito). Entre estas especies, destaca la utilización del colorante obtenido a partir de la planta de nogal, obtenidos a partir de la corteza, frutos y hojas. Las técnicas ancestrales son aún utilizadas para obtener colorantes dentro de una amplia gama de colores que van desde el gris, marrón e incluso rojo y amarillo. El género *Juglans* está representado en el Perú por la especie *Juglans neotropica* Diels distribuida en las regiones de Amazonas, Ayacucho, Cajamarca, Cusco, Huanuco, Huancavelica, Lambayeque, Lima y Pasco.

La información técnica disponible sobre los colorantes naturales para textilera, está referida en la mayoría de los casos, solamente a nivel artesanal, no conociéndose mucho sobre las características de los mismos. A pesar de que se domina las técnicas de extracción de colorantes y de la tinción, muy poco se sabe sobre las propiedades básicas de los colorantes naturales, en particular los obtenidos a partir del nogal: no hay mayor conocimiento técnico sobre los rendimientos de obtención del colorante ni de sus propiedades físico-químicas. Al respecto, en razón de generar mayor información sobre la coloración del nogal, la presente investigación evaluó las propiedades tintóreas de extractos obtenidos de fruto, hoja y corteza del nogal (*Juglans neotropica* Diels), procedente de la cuenca del Zaña, Cajamarca, caracterizando la obtención de colorantes por clase diamétrica y partes del árbol de la especie. De este modo, se ha contribuido con brindar mayor información sobre el tema, lo que además contribuye a la promoción y manejo de este recurso forestal en el Perú.

## **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1 LOS PRODUCTOS FORESTALES NO MADEREROS**

Los productos forestales no madereros (PFNM) son bienes de origen biológico, distintos de la madera, derivados del bosque, de otras áreas forestales y de los árboles fuera de los bosques. Los PFNM pueden recolectarse en forma silvestre o producirse en plantaciones forestales o sistemas agroforestales. FAO<sup>2</sup> (2003)

En este último siglo, los productos vegetales del bosque diferentes de la madera provocan un renovado interés en la sociedad, quizás porque se ve en ellos una posibilidad de incrementar el valor del bosque para las poblaciones cuya subsistencia depende de este ecosistema. Detrás de esta posición está la idea de que un mayor atractivo del bosque como alternativa de producción frenará su transformación a otros usos de la tierra, lo cual contribuirá a la conservación de la biodiversidad local. (Marmillod & Villalobos, 1997)

En los últimos tiempos se viene destacando el uso de especies vegetales nativas del Perú; recientes promociones gubernamentales buscan lanzar los productos nativos con el fin de ampliar sus coberturas de venta y con mayor valor agregado. Nuevas especies de PFNM deben ser incorporadas al mercado, comercializadas con valor agregado, fomentando el desarrollo de las diferentes regiones del Perú. (Gonzáles, 2006)

El Cuadro N° 1 muestra información sobre la clasificación de los productos forestales no madereros, propuesta por la FAO.

---

<sup>2</sup> <http://www.fao.org/forestry/site/nwfp/es/>

**Cuadro 1 Principales categorías Productos No Madereros (FAO, 2001)**

CLASE	DESCRIPCIÓN
Productos alimenticios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plantas silvestres, cultivadas y semidomesticadas, hierbas, hongos, raíces, tubérculos, bulbos, tallos, hojas, brotes, flores, frutos, semillas comestibles, hortalizas.</li> <li>• Grasas y aceites, especias y aromatizantes, edulcorantes, bebidas, brebajes, tonificantes e infusiones, etc.</li> </ul>
Forrajes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alimentos para ganado y animales silvestres, provenientes de plantas.</li> </ul>
Medicinas y productos farmacéuticos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plantas medicinales (hojas, cortezas, raíces, etc.) para drogas, anestésicos, bálsamos, ungüentos, lociones, purgantes, etc. De uso humano y veterinario.</li> </ul>
Toxinas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Para cazar, arbustos venenosos, alucinógenos, plaguicidas, fungicidas, anestésicos, etc.</li> </ul>
Productos aromáticos y perfumes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plantas aromáticas con aceites esenciales para cosméticos y de perfumería, ungüentos, incienso, etc.</li> </ul>
<b>Productos bioquímicas</b>	
Exudados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gomas (hidrosolubles)</li> <li>• Resinas, grasas y aceites no comestibles (insolubles en agua), suministros navales</li> <li>• Látex, ceras obtenidos por exudación de planta</li> </ul>
Colorantes y taninos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plantas y sus partes que proveen productos para curtiembre, colorantes, etc.</li> </ul>
Utensilios, herramientas y material de construcción	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grupo heterogéneo que incluye bambú, hojas de cubiertas.</li> </ul>
Fibras	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ratán, esterillas, cordelería, cestería, escobas, relleno de almohadas, corcho, etc.</li> </ul>
Maderas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Madera para artesanía</li> </ul>
Productos ornamentales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plantas ornamentales, para horticultura y recreo, flores cortadas y secas, etc.</li> </ul>

## 2.2 COLOR Y SU EVALUACIÓN

Casi la totalidad de los compuestos de carbono que absorben radiación visible poseen en su molécula una cadena conjugada o un anillo bencénico. El benceno por ser relativamente simple posee holgados niveles de energía; necesita grandes cantidades de energía para poder excitar sus electrones a niveles mayores de energía, consecuentemente la radiación absorbida se encuentra en el rango ultravioleta. (Raimondi, 1990)

### 2.2.1 Teoría de color

Colorante es una sustancia que tiene color y cede color, quedando el objeto coloreado con el color del colorante, este objeto o tejido se colorea de acuerdo a la naturaleza fisico-química tanto del mismo tejido como del colorante. (Agurto, 1983).

### 2.2.2 Grupos cromóforos y auxocromos

Todos los compuestos coloreados poseen uno o mas grupos no saturados que se denominan cromóforos, pero para que el compuesto sea un colorante, esto es, pueda unirse a la fibra, debe además poseer propiedades básicas o ácidas determinadas por grupos denominados auxocromos. (Babor & Ibarz, 1935)

Los cromóforos son aquellos grupos que absorben en la región visible y por lo tanto son responsables del color de un compuesto. Los auxocromos son compuestos, que solos no proporcionan coloración en una molécula, pero combinados con cromóforos aumentan la intensidad de esta coloración. (Agurto, 1983)

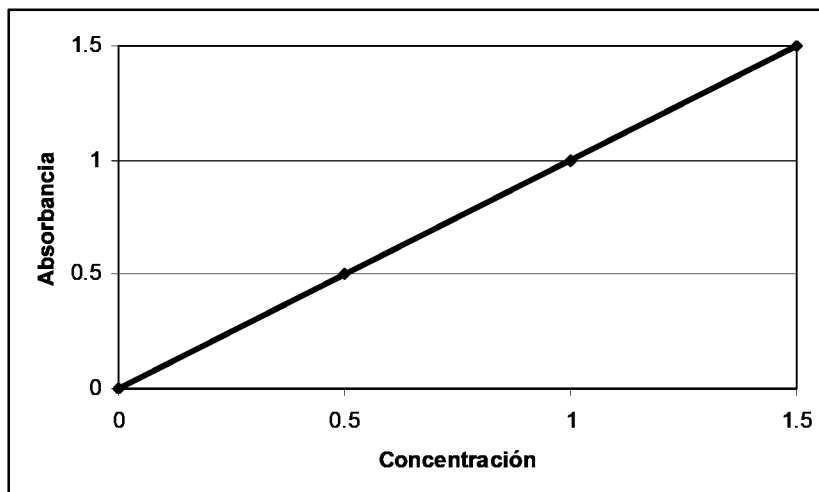
### 2.2.3 Absorción de luz

Los pigmentos o colorantes empleados para colorear sólidos hacen uso de su poder de absorción preferencial de ciertas longitudes de onda de las radiaciones electromagnéticas. (Raimondo, 1990). Los espectros de absorción de los compuestos orgánicos están constituidos por diversas bandas cuya posición y anchura depende de la distribución estructural de los átomos constituyentes de las moléculas lo que permite identificar mediante aquellos los distintos grupos funcionales que caracterizan la sustancia. (Babor & Ibarz, 1935)

La espectroscopia se ocupa del estudio de los espectros y comprende desde los diversos métodos para la obtención de espectros, su medida y aplicaciones químicas, principalmente de tipo analítico (espectro química) hasta la interpretación técnica relacionada con la estructura atómica-molecular de la materia. Espectro es una representación grafica de la distribución de intensidad de la radiación electromagnética, emitida o absorbida por una muestra de sustancia, en función de la longitud de onda de dicha radiación; el espectrofotómetro proporciona directamente la lectura de la longitud de onda o frecuencia de la radiación y también mide la intensidad de radiación. (Morcillo & Orza, 1972).

El espectro de absorción obtenido por el espectrofotómetro es usualmente característico de cada colorante en particular; mediante el espectrofotómetro se obtiene datos cuantitativos e incluso cualitativos. Con estos resultados es posible diferenciar los colorantes entre si, incluso cuando estos solo se diferencian en partículas pequeñas de su estructura química. Con la espectrofotometría se evalúa si la sustancia coloreada absorbe luz en cierta longitud de onda (absorbancia) y refleja o transmite el resto (transmitancia). La absorbancia máxima es característica de cada colorante. (Conn, 1961).

Lambert (1960) recibió el crédito por obtener la formula que relaciona la absorbancia con la transmitancia, sin embargo actualmente se sabe que fue Bouguer quien primero la descubrió en 1729. La Ley de Beer es idéntica a la Ley de Bouguer, excepto que esta en función a la concentración. La ley de Beer expresa que la cantidad de luz absorbida es proporcional al número de moléculas. La Figura 1 muestra la curva que relaciona absorbancia con concentración; se observa que la absorbancia es directamente proporcional a la concentración. (Owen, 1996).



**Figura 1** Curva que expresa la Ley Beer-Bouguer-Lambert

## 2.3 COLORANTES NATURALES

### 2.3.1 Definición y generalidades

El término colorante se utiliza con frecuencia para abarcar ambos tipos de materiales que colorean: pigmentos y tintes. Los dos grupos de materiales colorantes pueden ser a menudo bastante similares químicamente. Sin embargo, son claramente diferenciados en sus propiedades y, especialmente, en el modo en el que son utilizados. Los tintes y los pigmentos se diferencian por sus características de solubilidad, esencialmente, los tintes son solubles, los pigmentos son insolubles. (Christie, 2001). La clasificación de los colorantes es mostrada en el Cuadro 2.

**Cuadro 2** Clasificación de los colorantes

1. Colorantes	1.1. Naturales	1.1.1. Orgánicos	Vegetales
			Animales
		1.1.2. Inorgánicos	Minerales
	1.2. Sintéticos	1.2.1. Orgánicos	

Fuente: <http://www.geocities.com/cucba/colornatur.html>

Los colorantes naturales son un grupo importante dentro de los PFMN. Pueden ser de origen vegetal o animal. Estos productos tienen muchos usos, son empleados para dar color a productos alimenticios, textiles y otros productos no comestibles. De la gama de colorantes

encontrados en la naturaleza algunos son muy conocidos, y la mayoría de ellos no tienen aun importancia económica. (FAO, 1995)

Desde los tiempos prehistóricos hasta la mitad del siglo XIX, el teñido fue hecho con colorantes naturales. La importancia de estos colorantes naturales disminuyó cuando en 1856 el inglés William Henry Perkin, en su intento de sintetizar quinina, oxidó sulfato de anilina con dicromato potásico y produjo el primer colorante sintético: la mauveína. Posteriormente, los químicos alemanes, perfeccionaron los colorantes derivados del alquitrán de hulla hasta el punto que empresas de colorantes vegetales, se arruinaron totalmente antes de que finalizara el siglo XIX. (Lock, 1997).

### 2.3.2 Clasificación de los colorantes naturales

Los colorantes naturales pueden se clasificar según su naturaleza química en diversos grupos, tal como se presenta en el cuadro 3.

**Cuadro 3** Clasificación de los colorantes naturales según su naturaleza química. (Lock, 1997)

NATURALEZA QUIMICA	ALGUNOS EJEMPLOS	COLOR PREDOMINANTE
Tetrapirroles (lineales y cíclicos)	Ficobilinas Clorofila	Azul-verde Amarillo-rojo verde
Carotenoides (tetraterpenoides)	carotenoides	Amarillo-anaranjado
Flavonoides	Flavonas Flavonoles Chalconas Auronas Antocianinas	Blanco-crema Amarillo-blanco Amarillo Amarillo Rojo-azul
Xantonas	Xantonas	Amarillo
Quinonas	Naftoquinonas Antraquinonas	Rojo-azul-verde Rojo-púrpura
Derivados indigoides e indoles	Indigo Betalainas	Azul-rosado Amarillo-rojo
Pirimidinas sustituidas	Pterinas Flavinas Fenoxazinas Fenazinas	Blanco-amarillo Amarillo Amarillo-rojo Amarillo-purpura

### 2.3.3 Factores que afectan en la obtención de los colorantes naturales

Si el colorante es de origen vegetal, el color obtenido puede variar dependiendo de las propiedades del suelo, la parte de la planta, la época de cosecha, las prácticas de cultivo, etc. (Vankar, 2000).

Los numerosos componentes presentes en las plantas varían ampliamente: las variaciones ocurren no solo entre plantas de la misma especie sino también entre las partes de la misma planta, mencionando como ejemplo a la planta perteneciente al género *Rubia* que contiene colorante en sus raíces y no en las hojas. El tipo y cantidad de químico presente en el colorante es afectado por el suelo, especie, clima, tiempo de cosecha, así como por la parte de la planta utilizada (Jacobs, 1999). En un estudio realizado en Irán sobre los pigmentos de la planta de rubia (*Rubia tinctorum L.*), a diferentes edades, se determinó que la cantidad de rubia requerida para teñir fibras depende de la edad de la planta así como de la cantidad de sustancia colorante presente en la planta. La cantidad de sustancia colorante varía anualmente: las raíces jóvenes de un año de edad tienen mayor cantidad de sustancia colorante que las de raíces adultas (Javidrash, 2003).

En un estudio realizado en México sobre el efecto del tiempo de cosecha sobre la producción de colorantes en *Indigofera suffruticosa* Mill se concluyó que la acumulación de metabolito responsable de la coloración está ligado al crecimiento. Principalmente los metabolitos secundarios de tipo *indole* se caracterizan por producirse en la mayoría de las plantas durante el crecimiento. Entre los resultados se encontraron rendimientos máximos por hectárea de colorante azul y del índigo a los 150 días; además, la pureza también se vio afectada por el crecimiento, encontrándose que es mayor 7 días antes de la fructificación (Sandoval & Gschaedler & Vilarem & Mendez, 2006).

Dependiendo de la parte de la planta usada, así como del mordiente usado durante la tinción, es posible obtener diferentes colores. Lock (1997) da el ejemplo del Saúco (*Sambucus peruvianus*) del cual es posible obtener color amarillo de la corteza, verde y marrón de las hojas y morado y azul de las flores. De la cochinilla (*Dactilopius coccus*) se obtiene un morado oscuro al utilizar como mordiente sulfato de cobre, sin embargo si se utiliza alumbre o cloruro de estaño como mordiente se obtienen diversos tonos de rojo.



#### 2.3.4 Uso de colorantes naturales en textilera

Debido a que los colorantes contienen una gran variedad de grupos funcionales capaces de interactuar con la fibra; es difícil predecir sin lugar a equivocación la manera de atracción de las moléculas del colorante por la fibra. Ambos, colorantes y fibra, poseen grupos capaces de atracción polar y no polar. (Raimondi, 1990)

Entre las fibras de origen animal se encuentran la lana, la seda, el mohair, la alpaca y algunas otras menos conocidas; todas ellas están basadas en proteínas. Los tintes naturales se fijan mejor en la lana, seda y mohair, tres de las fibras más comúnmente preferidas para teñir. (Dean, 1994). El componente principal de las fibras de lana es la queratina. Los grupos funcionales de la fibra de lana desempeñan un papel en las fuerzas de atracción involucradas en la aplicación de los tintes a las fibras. (Christie, 2001). Las moléculas de la lana son ordenaciones atómicas de estructura alargada que en la fibra se encuentran unidas unas a otras por una serie de puentes. (Roquero, 1981)

Las fibras celulósicas más importantes son el algodón, el lino, el yute y el cáñamo; el componente principal de las fibras de algodón es la celulosa. De hecho el algodón es celulosa prácticamente pura (hasta un 95%). La celulosa tiene una estructura bastante abierta, lo que permite la entrada en la fibra de moléculas de tinte grandes con relativa facilidad. (Christie, 2001)

Los tintes deben estar firmemente unidos a las fibras textiles a las que son aplicadas para resistirse a su eliminación, por ejemplo, con los lavados. (Christie, 2001).

Todos los colorantes deben tener un número de propiedades para ser útiles. Tienen ser altamente coloreados y producir una buena solidez, por ejemplo resistencia a la pérdida de color en diferentes usos. (Aspland, 1981)

El objetivo principal de las pruebas de solidez efectuadas sobre materiales teñidos es el de determinar si las tinturas soportan a satisfacción durante el uso como prenda. La solidez de los colorantes usados para teñir fibras varía enormemente en su resistencia a la luz solar. La solidez a la luz está íntimamente influenciada por la fibra sobre la que se ha llevado a cabo la

tintura, la temperatura del medio en el que el artículo recibe la acción de la luz; la humedad en el medio y la clase de atmósfera en la que se lleva a cabo la exposición. (Raimondi, 1990).

Algunos tintes necesitan de un vehículo intermedio para ceder color. Este vehículo se llama mordiente. Los mordientes son sales minerales, de aluminio, cobre, estaño, etc. (Roquero, 1981). Los mordientes son sustancias que se emplean para fijar el tinte a las fibras. Fijan el color de modo permanente, mejoran la absorción por parte de las fibras y aumentan la resistencia del color frente a la luz, o los sucesivos lavados. (Dean, 1994). El grupo de sales conocidas como alumbre (sulfato de aluminio) constituye la clase más común de mordientes. (Storey, 1989). El alumbre es el mordiente más seguro para las personas y el medio ambiente. (Dean, 1994)

### 2.3.5 Métodos de obtención de colorantes naturales para la tinción de telas

Lock (1997) dice que el teñido de la fibra de lana (oveja, alpaca) comprende dos etapas; sin embargo comenta que el proceso de tinción puede sufrir variaciones por la propia experiencia del “tintorero”. Las etapas de tinción son:

- Preparación de lana: la lana se prepara hirviéndola con agua, para eliminar la suciedad, enjuagándola luego repetidas veces con agua fría
- Proceso de tinción: es posible realizarla utilizando los siguientes métodos:

La tinción se realiza utilizando los siguientes métodos (Lock, 1997):

Método directo en agua fría: Se prepara el baño de tintura, remojando la planta en agua fría durante unas horas hasta obtener el color deseado, luego se separa la planta del líquido tintóreo. La lana se coloca en el líquido tintóreo por el tiempo necesario hasta que la fibra tenga el color deseado y finalmente se enjuaga la lana en agua fría y se seca.

Método directo en agua caliente: Se prepara el baño de tintura, sometiendo la planta a ebullición por un tiempo determinado hasta obtener el color deseado, luego se separa la planta del líquido tintóreo. La lana se sumerge en el baño tintóreo y se somete a ebullición durante 30 a 60 minutos hasta que la fibra tenga el color deseado.

Método indirecto con mordiente: Se coloca la lana en la solución del mordiente, y se hierve durante 1 hora o más. Luego se prepara el baño de tintura, en otro recipiente, sometiendo la planta a cocción en agua durante 30-45 minutos, y separando luego la planta del líquido tintóreo. La lana mordentada en el líquido tintóreo se somete a cocción por 30 a 60 minutos, después de lo cual puede dejarse la lana en el baño tintóreo, por unas horas o una noche para lograr colores más intensos, finalmente se enjuaga la lana teñida y se seca

### 2.3.6 Importancia de los colorantes naturales

Los colorantes naturales son considerados mejores productos, simplemente porque no contienen componentes químicos perjudiciales para la salud. En esa medida son productos más sanos y confiables que los colorantes de síntesis química. Las plantas colorantes se usan por siglos en las culturas desarrolladas de la humanidad, prueba de gran afinidad con el hombre. Por el contrario hay colorantes sintéticos muy peligrosos para la salud tanto que son prohibidos en los países con legislación ambiental y de salud pública más avanzados como la Comunidad Europea. (ECOTINTES, 2006) <sup>3</sup>

En los años recientes se ha renovado el interés en colorantes naturales por recientes limitaciones en el uso de algunos sintéticos en alimentos, medicamentos y productos cosméticos debido a su toxicidad. Son frecuentes las denuncias por el uso de colorantes no adecuados en estos productos de uso humano, como por ejemplo la presencia de colorantes sintéticos nocivos como Rhodamina  $\beta$  y Naranja permanente en lápices de labios, o de otros no permitidos en caramelos, refrescos y gelatinas. (Lock, 1997)

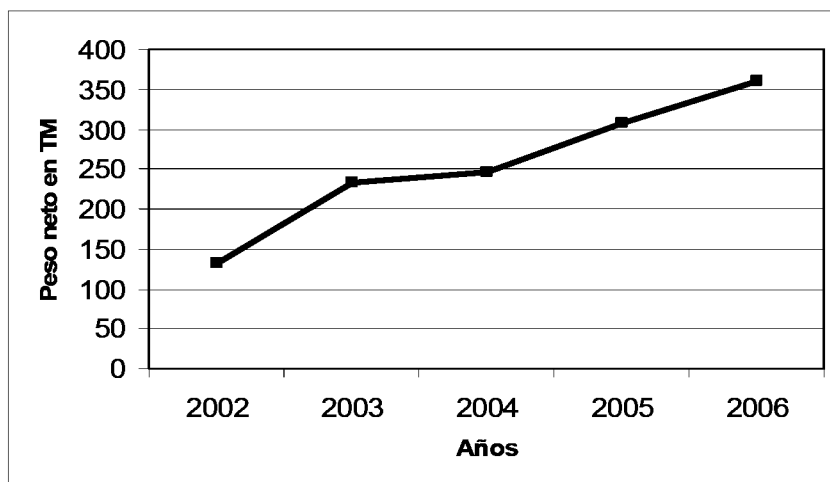
Desde la década de los 80, el Perú es el principal exportador de colorantes naturales, iniciándose esta actividad con las exportaciones de Carmín hidrosoluble a Japón en 1976. Luego se inicio la exportación de los derivados de Achiote. También el Perú es exportador de Marigold, siendo después de México, uno de los principales abastecedores a nivel mundial de harina de marigold para la Industria avícola. Además, se exporta curcumina, colorante natural extraído de la Cúrcuma o Palillo y las antocianinas del maíz morado. Estos últimos colorantes

---

<sup>3</sup> <http://www.ecotintes.com/porque.htm>

tienen la particularidad que están siendo reconocidos por nutraceuticos por sus propiedades anticancerígenos. (Zuñiga, 2004)

La figura 2 muestra la tendencia ascendente de las exportaciones peruanas de carmín de cochinilla durante el periodo de 2002 a 2006.



**Figura 2** Exportaciones peruanas de carmín de cochinilla en el periodo 2002-2006

*Fuente: Aduanas*

El Cuadro 4 muestra los valores FOB en US\$ de las exportaciones peruanas de los principales colorantes naturales producidos en el Perú. Los principales países destino son España, Alemania, Estados Unidos y México.

**Cuadro 4** Valores FOB en US\$ de las exportaciones peruanas de colorantes naturales

<b>COLORANTE NATURAL</b>	<b>AÑO</b>				
	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>
<i>Xantofilas de Harina de marigold</i>	8 381 370	100 88 723	11 920 607	10 902 491	7 766 021
<i>Carmín de cochinilla</i>	5 523 306	6 789 800	10688948	12800873	15569855
<i>Achiote y sus derivados</i>	3 865 089	4 903 779	4969795	6088393	6163524
<i>Cúrcuma</i>	450 384	571 345	573464	529262	560179
<i>Cochinilla</i>	341 538	212 421	288295	266303	236725
<i>Antocianinas de maíz morado</i>	83 200	26 265	1500	6066	9124

*Fuente: Aduanas*

## 2.4 DESCRIPCIÓN BOTANICA DEL NOGAL

### 2.4.1 Descripción de la familia Juglandaceae

Es una familia de 7 géneros y 60 especies, distribuidas ampliamente en el hemisferio Norte templado, con algunos pocos géneros en Suramérica y el Pacífico. Un único género, *Juglans*, es nativo del Perú y *Carya* es cultivado. (Daza & Pennington & Reynel, 2004)

La familia se caracteriza por tener hojas imparipinnadas, alternas, limbo asimétrico u oblicuo, borde dentado, pinnatinervias, puntos translucidos, superficie con escamas diminutas sin estipulas. Fruto es drupa. Flores diminutas a medianas ( menos de 3 mm de largo o de ancho), unisexuales en amentos auxiliares, regulares, cáliz y corola ausentes; estambres uno-numerosos en una o más series, libres o distintos; pistilo 1 (ovario 1); ovario infero, 1 lóculo arriba y 2-4 lóculos abajo; carpelos normalmente 2 ( a veces 3), placentación no pariental, óvulos y semillas 1 ó 2 en cada lóbulo, estilos 2 o más separados en cada lóbulo, estilos 2 o más separados de la base; disco presente. (Ríos, 1990)

### 2.4.2 Descripción del genero *Juglans*

Los nogales son especies forestales pertenecientes al género *Juglans*, el cual posee 20 especies deciduas de rápido crecimiento, nativos del Norte y Sur América, sureste de Europa y sureste de Asia. (Hageneder, 2005). El genero *Juglans* comprende 20 especies que se distribuye por Norte América y Europa, Centroamérica, Oeste de la India y los Andes del Perú y Bolivia; 2 especies son endémicas de Perú; *Juglans neotropica* Diels y *Juglans boliviana*. (Daza & Pennington & Reynel, 2004)

Las especies cultivadas dentro de la familia Juglandaceae son *Juglans regia* (nogal europeo), *Juglans cinerea* (nogal ceniciento), *Juglans nigra* (nogal negro) y *Juglans californica* (nogal de California). (INFOJARDÍN, 2006) <sup>4</sup>

### 2.4.3 Importancia y usos del genero *Juglans*

Las cáscaras del fruto del genero *Juglans* proveen un tinte sólido de color marrón el cual es usado para teñir fibras animales y vegetales. Los antiguos romanos introdujeron *J. regia* a

---

<sup>4</sup> <http://www.infojardin.com/Frutales/fichas/nuez-nueces-nogal-nogales.htm>

Europa por su valor alimenticio así como sus propiedades tintóreas. Los antiguos colonos Americanos pronto se dieron cuenta del valor de ambas especies: *Juglans nigra* y *Juglans cinerea*. Las cáscaras de *J. nigra* producen la mayor cantidad de pigmento y proveen el color mas oscuro. Las cáscaras de *J. cinerea* fueron usadas para teñir los uniformes de los soldados de la Confederación durante la Guerra Civil. (Buchanan, 1987)

El extracto de las hojas y de las cáscaras verdes de la nuez es denominado Juglandina. En forma de tintura se utilizo para el tratamiento de enfermedades de la piel; se utiliza como laxante en casos de constipación crónica. También se emplea como tinte para el cabello. Esta compuesto por resinas, ácido juglándico, juglona taninos. La Juglona es la sustancia colorante de la Juglandina. (Instituto químico biológico, 2006) <sup>5</sup>

Asimismo, las semillas de nogal son una fuente importante de potasio y ácido fólico. Contienen acerca de 15 % de proteínas y 50 % o más de su peso en aceites, incluyendo el ácido-alfa-linoleico (Omega 3), el cual aumenta el sistema inmune además de tener un efecto benéfico en el corazón y el sistema circulatorio. Además el aceite de nogal es una comida nutritiva así como un ingrediente antiarrugas en cremas hidratantes y para la piel. (Hageneder, 2005).

La madera de nogal es de color café oscuro y muy fácil de trabajar, considerada como muy fina, es utilizada en la fabricación de muebles, torneria, tableros, contrachapados y construcción. (Salas, 1993)

## **2.5 *Juglans neotropica* Diels**

### **2.5.1 Descripción taxonómica**

Un resumen de la clasificación botánica del nogal es mostrada en el cuadro 5 (Sistema Naturae, 2000).

---

<sup>5</sup> <http://www.iqb.es/diccio/j/ja.htm>

**Cuadro 5** Clasificación taxonómica de *Juglans neotropica* Diels

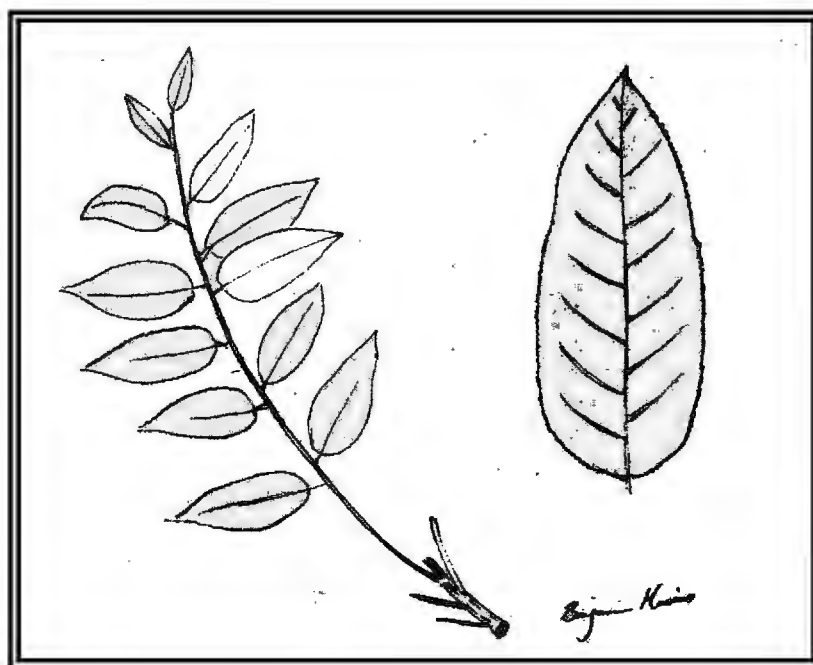
<i>Rango</i>	<i>Taxonomía</i>
• Dominio	<i>Biota</i>
• Reino	<i>Vegetal</i>
• Subreino	<i>Viridaeplantae</i>
• Phylum	<i>Tracheophyta</i>
• Subphylum	<i>Spermatophyta</i>
• Infraphylum	<i>Angiospermae</i>
• Clase	<i>Magnoliopsida</i>
• Subclase	<i>Hamamelidae</i>
• Superorden	<i>Juglandanae</i>
• Orden	<i>Juglandales</i>
• Familia	<i>Juglandaceae</i>
• Subfamilia	<i>Juglandoideae</i>
• Tribu	<i>Juglandaeae</i>
• Genero	<i>Juglans</i>
• Especie	<i>Neotropica</i>
• Sinónimia	<i>Juglans columbiensis</i> <i>Juglans honorei</i> <i>Juglans andina</i>

Fuente: <http://sn2000.taxonomy.nl>

### 2.5.2 Descripción botánica del nogal

*Juglans neotropica* Diels es un árbol de porte mediano a grande, de 30 a 120 cm de diámetro y 20-35 m de altura, con la ramificación desde el segundo tercio, el fuste cilíndrico, regular, sin modificaciones en la base. Posee una corteza externa agrietada, color marrón oscuro a negruzco, provista de ritidoma que se desprende en láminas rectangulares. Su corteza interna es homogénea, de color crema claro. (Daza & Marcelo & Pennington R. & Pennington T. & Reynel, 2006)

La hojas del nogal son compuestas, alternas y pinnadas, sin estipula; de aspecto ferruginosa. De la base de cada yema sale un raquis de unos 40 cm de largo con 9, 11, 13,15 o 17 folíolos aovados de 6 a 10 cm de largo y 2.5 a 4 cm de ancho, borde aserrado, ápice acuminado, glabras, sin estomas en el haz y algo pubescentes. (Estrada, 1997) La figura 3 muestra una hoja y un foliolo de *Juglans neotropica* Diels.



**Figura 3** Hojas de *Juglans neotropica* Diels  
Fuente: Benjamin Masias, 2007

La especie nogal es monoica y las inflorescencias masculinas y femeninas son algo diferentes, las masculinas en las axilas de las cicatrices foliares, numerosas, verduscas, de 15-22 cm de longitud, las inflorescencias femeninas en espigas verdes de 6-10 cm de longitud, con las flores alternadas. (Daza & Marcelo & Pennington R. & Pennington T. & Reynel, 2006)

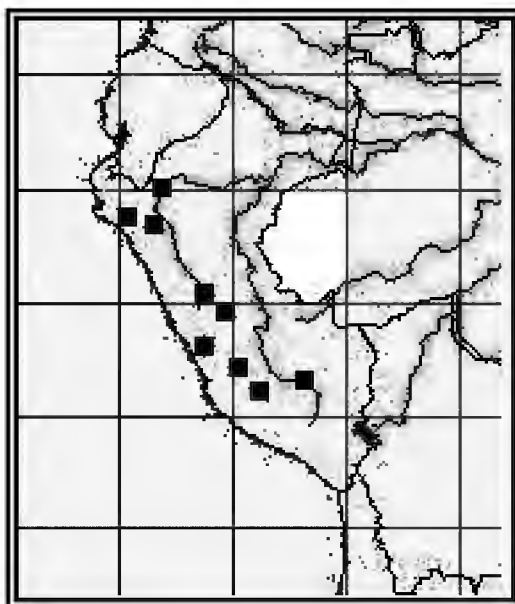
El fruto de nogal es verde, y se vuelve amarillento al madurar. Es carnosos y tiene una nuez como semilla la cual es rica en aceites. (Nieto y Rodríguez, 2003).

### 2.5.3 Distribución natural del nogal

El nogal (*Juglans neotropica*) es nativo en Ecuador, Colombia, Perú y Bolivia en América del Sur. Su distribución altitudinal varía de 1000 a 3000 msnm, con precipitaciones anuales de 800 a 2000 mm y temperaturas de 12 a 18 °C. Es una especie de bosques deciduos y semideciduos, donde forma parte del dosel superior. Prefiere suelos profundos, de textura franca a franca arenosa, bien drenados y pH de neutro a ácido; no tolera suelos calcáreos, fríos intensos ni heladas. (CATIE, 1999). En el Perú esta especie ha sido identificada en los departamentos de Amazonas, Cajamarca, Cusco, Huancavelica, Junín, La Libertad, Lambayeque, Lima y Pasco. (Missouri Botanical Garden, 2006). El nogal tiene una distribución dispersa en la periferia de



los Andes y en los Valles interandinos, algunas veces se encuentra de manera aislada en los campos de cultivo. Los árboles se encuentran a lo largo de los cauces de ríos y en bordes de bosques en donde se regeneran adecuadamente (National Research Council, 1989) Un mapa que señala los lugares donde se encuentra el nogal en estado natural en el Perú, es presentado en la figura 4.



**Figura 4** Distribución departamental de *Juglans neotropica* Diels en Perú  
*Fuente: Jardín Botánico Missouri, 2007*

#### 2.5.4 Fenología

La floración de *Juglans neotropica* se produce durante la estación lluviosa a través de su rango de distribución natural. Produce frutos a partir de los 8 años y fructifica de junio a septiembre en su rango de distribución natural. (CATIE, 1999)

#### 2.5.5 Silvicultura

La propagación del nogal se realiza por semilla utilizando diferentes tratamientos pregerminativos como remojo en agua fría durante tres días con cambio diario de agua, escarificación en arena por cuatro meses o extendido de la semilla al sol hasta que después de 2 horas se abran y entonces se rocían con arena fina para impedir que se cierren y extraer la semilla. (CATIE, 1999)

La siembra puede realizarse directamente en bolsas o en cajas germinadoras con posterior repique. Cuando las plantas tienen 30 a 40 cm. pueden ser llevadas a sitio definitivo. (CATIE, 1999)

Se han efectuado ensayos de plantación con nogal, en Oxapampa, departamento de Pasco, en la cual se probaron tres tipos de plántones obteniéndose mejores resultados en aquellos establecidos con pan de tierra. (Daza & Marcelo & Pennington R. & Pennington T. & Reynel, 2006).

Si a un árbol de *Juglans neotropica* Diels, en condiciones de sitio apropiadas, se le aplican los tratamientos silviculturales adecuados, es posible obtener arbolitos de 2 metros de altura en el primer año, y esperar un turno de 25 años para el aprovechamiento de madera aserrada. (Estrada, 1997)

#### 2.5.6 Crecimiento

Iñiguez y Ojeda citados por Lojan, L. (1992) a través del análisis de los anillos de crecimiento en dos árboles aislados y sin manejo encontraron datos de crecimiento que se presentan en el cuadro 6.

**Cuadro 6** Crecimiento del diámetro, altura y volumen de dos árboles de nogal

<i>Edad (años)</i>	<i>DAP con corteza (cm)</i>	<i>DAP sin corteza (cm)</i>	<i>Altura fuste (m)</i>	<i>Altura total (m)</i>	<i>Volumen del fuste sin corteza (m<sup>3</sup>)</i>
<b>Árbol de 33 años</b>					
5	44.2	6	6.3	5.3	0.010
10		12		7.0	0.046
20		30.5		12.4	0.376
33		42.6		15.8	0.682
<b>Árbol de 27 años</b>					
5	51.3	10	5.3	6.0	0.040
10		25.5		9.5	0.140
20		42.0		13.5	0.660
27		50.1		15.0	0.900

### 2.5.7 Importancia y usos de *Juglans neotropica* Diels

El nogal presenta una madera muy fina, de excelente calidad y cualidades decorativas, la cual se usa en mueblería fina, ebanistería y artesanía de las esculturas más valiosas. También se usa en decorado de interiores, paneles decorativos, enchapes decorativos, etc. Además, las almendras del nogal son comestibles, de donde se extrae tintes (amarillo y negro). El extracto del nogal se usa para pescar porque su componente activo, la Juglona, obtenido de las raíces, es ictiotóxica además de ser fungistática. El extracto es ampliamente utilizado en medicina y, los extractos de la corteza pueden ser aprovechados en curtiembre. (Estrada, 1997)

También se han registrado la importancia de las nueces de nogal como fuente alimenticia. En el compendio Estadístico de la Actividad Forestal y Fauna, 1980 - 1991, hay registros de exportación de Nueces de Nogal. El cuadro 7 muestra las exportaciones y valores FOB para los años 1987, 1989 y 1991.

**Cuadro 7** Exportaciones de productos forestales diferentes a la madera/ Nueces de nogal

<i>Año</i>	<i>Cantidad (kgs)</i>	<i>Valor FOB (US\$)</i>
1987	1 200	2 750
1988	-	-
1989	5 562	14 340
1990	-	-
1991	3 676	13 840

*Fuente: Compendio Estadístico de la Actividad Forestal y Fauna  
Ministerio Agricultura/ INRENA / 1980-1991*

### 2.5.8 Colorantes naturales de *Juglans neotropica* Diels

Lock (1997) nombra al nogal (*Juglans neotropica* Diels) dentro de las plantas utilizadas en el Perú para el teñido de fibras. Dice que es posible obtener un color marrón-caoba a partir de sus hojas, ramas, frutos inmaduros y corteza del tallo. La figura 5 muestra a un poblador del caserío El Naranjo, cuenca de Zaña, con un poncho teñido con colorante de corteza de nogal.



**Figura 5** Poblador del caserío El Naranjo (Sr. Ascencio Becerra), mostrando poncho de lana teñido con colorante de nogal

En el Altiplano del norte de Ecuador la textilera es una de las costumbres más importantes. La mayoría de los hogares tienen al menos un telar y la producción de telas tejidas a mano, y artículos relacionados, son un importante arte de la economía local. La mayoría de los colores son obtenidos de tintes químicos. Solo dos tintes naturales permanecen siendo usados por los tejedores del altiplano: índigo, un tinte azul, y nogal, recolectado de *Juglans neotropica*. (Ciesla, 2002).

El nogal sería una de las pocas plantas tintóreas de la cual se podría aprovechar los tintes naturales para el teñido de lanas y cabellos, su madera para la fabricación de muebles, sus nueces para el campo alimentario y de exportación y también por sus propiedades medicinales. (Zuñiga, 2004).

Zumbuhl (1979) describe el procedimiento para la obtención de colorante de nogal y tinción de lana de la siguiente forma:

- Aplastar bien las cortezas, hojas o frutos para que salga bastante jugo y dejarlos remojar 2 a 6 noches según el tono de color que se desee obtener
- Hervir las hojas, corteza o frutos de una a tres horas de acuerdo al color que se desee obtener.
- Dejar enfriar la solución y colar las hojas, corteza y frutos.

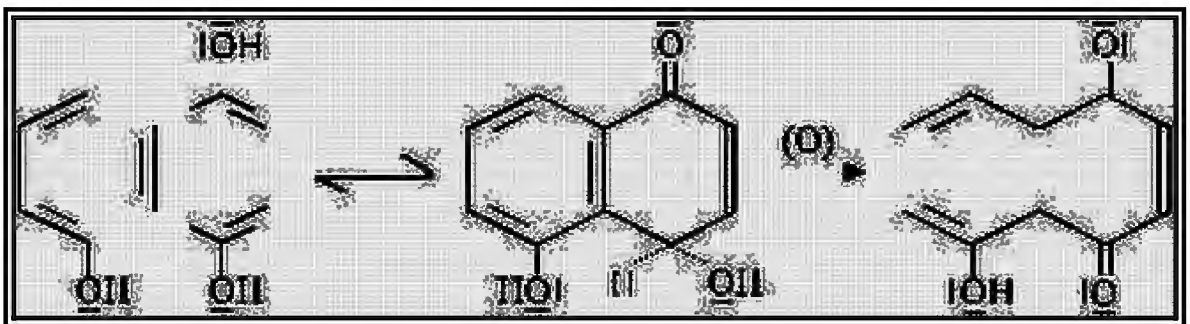
- Agregar la lana mojada al tinte. Si se desea se mete las cortezas u hojas envueltas en una tela de tocuyo para que el color sea mas fuerte.
- Hervir la lana de media hora a tres cuartos de hora. Mover la lana constantemente.
- Lavar bien la lana hasta que el agua salga limpia.

Roquero (1981) menciona la utilización del alumbre como mordiente para teñir lana con tinte de nogal. Menciona que el alumbre debe disolverse en agua caliente en un recipiente de porcelana y luego verterlo en una olla en la cual se debe introducir la lana húmeda para calentarla por aproximadamente una hora. Sin enjuagar se debe dejar que escurra el agua para finalmente realizar el teñido.

#### 2.5.9 Compuesto químico de los colorantes de *Juglans neotropica* Diels

Los árboles de nogal producen una sustancia conocida como Juglona (5-hydroxy-alfa-naftoquinona). Juglona es la fuente del color oscuro de las cáscaras del fruto; inicialmente es incolora, pero al oxidarse obtiene un color marrón oscuro. (De Nevell, 2005)<sup>6</sup>.

La a-hidrojuglona se encuentra en las hojas y frutos frescos y ennegrece rápidamente por oxidación formándose la Juglona. La figura 6 muestra la oxidación de la a-hidrojuglona obteniéndose como resultado final la Juglona.



**Figura 6** Oxidación de la a-hidrojuglona  
Fuente: Gibaja (1998)

<sup>6</sup> [http://home.insightbb.com/~denevell\\_books/making\\_walnut\\_ink.htm](http://home.insightbb.com/~denevell_books/making_walnut_ink.htm)

Las quinonas naturales son un grupo de compuestos cuya coloración puede ser desde el amarillo pálido hasta casi negro, siendo la mayoría de color amarillo a rojo y muy raros los de color verde y azul. (Lock, 1997).

Dentro de los productos naturales, las quinonas se encuentran ampliamente representadas en la naturaleza, quizás por su gran diversidad estructural, ya que su núcleo principal forma parte de complejas moléculas con agrupamientos aromáticos, aromáticos-alifáticos y a veces dimericos. Estructuralmente colaboran a la pigmentación de muchas plantas y animales. (García, 2006)

Las quinonas han sido conocidas desde Antiguo por sus propiedades tintóreas. Están consideradas dentro del grupo de colorantes que utilizan mordientes. (Lock, 1997)

## **2.6 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL LUGAR DE ESTUDIO**

La zona donde se colectaron las muestras para el estudio se ubicó en los distritos de La Florida y Niepos, provincia de San Miguel, Región de Cajamarca.

### **2.6.1 Clima**

La zona posee un clima calido, semihúmedo y húmedo. La variación orográfica de esta cuenca produce una diferencia climática entre la parte baja costanera de clima cálido y la parte alta de clima frío y seco (Servicio de Agrometeorología e Hidrología, 1962). Las estaciones climáticas en la cuenca se encuentran, bien en la parte más alta (estación Udimá, a 2200 msnm) o bien ingresando a la costa, a la altura de Oyotún (estación Bebedero, 322 msnm).

Los datos obtenidos de la estación Bebedero dieron como resultado una temperatura media anual de 23,1° C y una precipitación media anual de 111.4 mm (según datos de 1942 a 1960). Estos valores se ven dramáticamente afectados por la ocurrencia del evento El Niño.

Según datos del SENAMHI (2007) las estaciones meteorológicas de Niepos y la estación Udimá presentan precipitaciones totales mensuales normales de 118,9 litros/m<sup>2</sup> y 141,6 litros/m<sup>2</sup> respectivamente.

La descarga promedio mensual normal del Río Zaña registrada en la estación hidrométrica Batán es de 15,438 m<sup>3</sup>/seg. (SENAMHI, 2007)

## 2.6.2 Ecología

La zona se encuentra clasificada según el Mapa Forestal del Perú (1995) como **BOSQUE SECO DE MONTAÑA** (*Bsm*). Este tipo de bosque está representado por especies arbóreas, generalmente de porte medio, con alturas máximas de 12 m y excepcionalmente, llegan a duplicar esta altura árboles localizados en el fondo de las quebradas y zonas transicionales de los bosques subhúmedos. Mayormente las especies son caducifolias, sobresaliendo por su abundancia y dominancia el pasallo, ceibo, palo santo, hualtaco, guayacán, etc. Es característico de estos bosques, la abundante presencia de epifitas conocidas como salvajina (*Tillandsia usneoides*), que se cuelgan de las copas y de las ramas de los árboles. Ver figura 7.

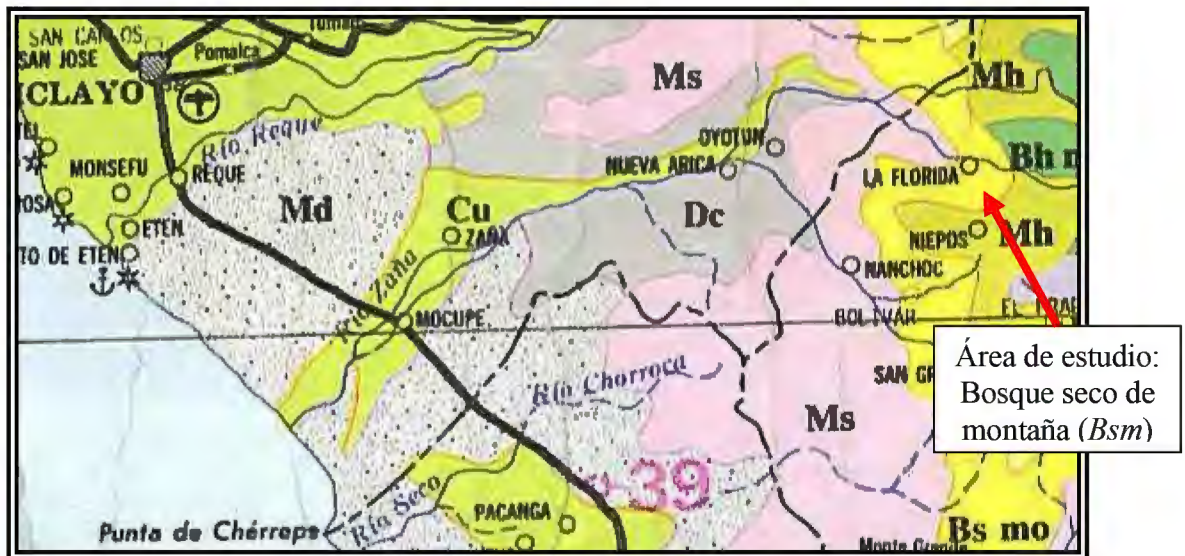


Figura 7 Ubicación de la zona de estudio en Mapa Forestal del Perú (1995)

Utilizando la clasificación de Zonas de vida de Holdridge, el lugar se denomina como **MONTE ESPINOSO PREMONTANO TROPICAL**, el cual es tipificado como una región semiárida, de topografía quebrada, suelos de profundidad variable, de naturaleza calcárea, dominados por procesos de calcificación y de bajo contenido de materia orgánica. La vegetación que caracteriza a esta zona de vida es un monte pluvifolio con sotobosque graminal temporal. Las especies dominantes son “hualtaco” (*Loxopterygium huasango*), “palo santo” (*Bursera graveolens*), “faique” (*Acacia sp.*), “charán” (*Caesalpinia corymbosa*), “pasallo” (*Bombax sp.*), “polo polo” (*Cochlospermum vitifolium*), “ceibo” (*Bombax sp.*). (ONERN, 1976).



### 2.6.3 Uso actual y potencial de la tierra

Según el Mapa de Capacidad de uso mayor de la tierra del Perú (1981), la zona se clasifica como tierras de protección y aptas para pastos temporales, de calidad agrológica baja y como factor limitante el clima ( $X-P3c(t)$ ). Ver figura 8. Esta asociación se distribuye en la región de Costa comprendiendo las zonas denominadas de lomas y la porción inferior del flanco occidental andino. Las tierras de protección presentan severas deficiencias vinculadas a los factores topográficos y edáficos (pendientes extremas y suelos muy superficiales y de afloramientos líticos). Además por ser tierras de calidad agrológica baja exigen de la aplicación de prácticas muy intensas para la producción de pasturas que permitan el desarrollo de una ganadería rentable (ONERN, 1982)



**Figura 8** Ubicación de la zona de estudio en Mapa de Capacidad de uso mayor de las tierras del Perú (1981)



### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 LUGAR**

El presente estudio comprendió dos fases: fase de campo, donde se colectaron las muestras (provincia San Miguel, Cajamarca) y fase experimental de laboratorio que se desarrolló en el Área de Transformación Química de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) así como también en el Laboratorio textil y de ensayos de la empresa CERTINTEX S.A.C en Lima.

#### **3.2 AREA DE ESTUDIO DE LA FASE DE CAMPO**

##### **3.2.1 Ubicación geográfica**

La zona de estudio se ubica en la parte alta de la cuenca del Río Zaña, en los distritos de La Florida y Niepos, provincia de San Miguel, Región de Cajamarca. La provincia de San Miguel en su conjunto esta ubicada entre los paralelos  $06^{\circ} 46'$  y  $07^{\circ} 06'$  LS y los meridianos  $78^{\circ} 54'$  y  $79^{\circ} 44'$  LO.

La colección se realizo entre los caseríos La Laja y El Naranjo, ubicados entre los 1200 y 1700 msnm, en un área aproximada de 70 hectáreas.

La figura 9 muestra la ubicación geográfica la de zona de colección



**Figura 9** Mapa Físico Político del Departamento de Cajamarca  
*Fuente: Instituto Geográfico Nacional*

### 3.3 MATERIA PRIMA ESTUDIADA

La muestra estudiada fueron hojas, frutos y corteza de la especie nogal:

Nombre científico: *Juglans neotropica* Diels

Nombre común: “Nogal”

Familia: Juglandaceae

Para fines de investigación se colectaron 2kg, 1kg y 1kg (peso húmedo) de hoja, fruto y corteza respectivamente. Asimismo, de manera simultánea se colectaron hojas y frutos para la identificación de la especie, que se realizó en el Herbario Forestal (MOL) de la Facultad de Ciencias Forestales de la UNALM. En el Anexo 1 se presenta la constancia de identificación expedida por el director del mencionado herbario.

### **3.4 MATERIALES Y EQUIPOS**

#### **3.4.1 Materiales y equipos de campo**

- Machete
- Cintas métricas
- Libreta de campo
- Equipo de posicionamiento global (GPS)
- Brújula
- Cámara fotográfica
- Pintura
- Brocha
- Bolsas plásticas
- Balanza de 1,0 g de precisión
- Sacos de polipropileno
- Herramienta diseñada para recolectar frutos
- Tijera de podar
- Etiquetas
- Plumón indeleble negro
- Pliegos Papel Kraft

#### **3.4.2 Materiales y equipos de laboratorio**

- Ollas de aluminio
- Cocinas industriales a gas
- Guantes de plástico
- Balones de gas
- Cajas de fósforos

- Cintas adhesivas
- Cucharas de madera
- Tamiz Colador con apertura de 2mm
- Tapers de plástico
- Pliegos de papel filtro
- Bolsas de plástico negras
- Cápsulas con filtros de vidrio
- Recipientes tipo *pirex*
- Tela blanca de algodón
- Ovillo de lana
- Espectrofotómetro: Modelo Helios  $\delta$  UV- Visible. Marca *Thermo Electron Corporation*
- Papel *tissue*
- Baldes de plástico de 20 L
- Filtro con bomba de vacío
- Termómetro radial
- Balanza analítica, 0,1 mg precisión
- Balanza de 0,1 g precisión
- Crisoles de porcelana
- Planchas eléctricas
- Tabla de color Munsell, para tejidos vegetales

### **3.5 METODOLOGÍA**

#### **3.5.1 Inventario exploratorio**

Se realizó un inventario exploratorio con el fin de conocer el número y distribución de los árboles de nogal en la zona de estudio. El área inventariada fue aproximadamente 70 hectáreas a lo largo de 4 kilómetros de la carretera La Florida-Niepos. El área inventariada representó el 5% del área de estudio. El cuadro 8 muestra las coordenadas y altitud de La Florida, El Naranjo y nietos.

**Cuadro 8** Coordenadas y altitud de La Florida, El Naranjo y Niepos

	<i>Coordenadas</i>		<i>Altitud (msnm)</i>
La Florida	6° 52' 25" LS	79° 07' 00" LO	1215
El Naranjo	6° 53' 07" LS	79° 06' 37" LO	1367
Niepos	6° 55' 26" LS	79° 07' 30" LO	2536

*A) RECONOCIMIENTO DE LA ZONA*

Primero se realizó un reconocimiento de la zona con lo cual se definió el área de estudio y la accesibilidad a esta. El tramo del área de estudio se ubicó cerca del poblado El Naranjo, a lo largo de la carretera la Florida-Niepos. La figura 10 muestra un croquis del camino entre estos poblados La Florida y Niepos.



**Figura 10** Carretera entre La Florida y Niepos

*Fuente: Google earth*

## *B) INVENTARIO EXPLORATORIO*

Se realizó un muestreo al azar con la finalidad de conocer la distribución y abundancia de la especie, así como las diferencias entre los individuos. Con la información del inventario fue posible determinar los rangos de la variable clase diamétrica.

## *C) VARIABLES DE ESTUDIO*

En función al inventario se definieron los niveles de las variables en estudio:

- Clase diamétrica:

Se definieron 3 clases diamétricas y se recolectaron muestras de diferentes árboles dentro de cada clase

Clase diamétrica 1 [14- 23 cm.>

Clase diamétrica 2 [23- 32 cm.>

Clase diamétrica 3 [32- 41 cm.>

Se considero esta variable con al finalidad de analizar el comportamiento del colorante obtenido en función de los diámetros, los cuales se encuentran en relación a la edad del individuo.

Parte del árbol:

Se evaluaron tres partes del árbol.

Hoja: Son compuestas, paripinnadas, dispuestas en espiral. De aproximadamente 20-45 cm. de largo. Poseen de 4 a 12 folíolos de 5- 10 cm. de largo y 3 cm. de ancho. Los folíolos son de forma lanceolada y borde ligeramente aserrado.

Fruto: Son drupas carnosas de forma globoso y 4-6 cm. de diámetro. En estado de madurez verde tienen un color verde oscuro con la superficie lisa sin presencia de pelos. La semilla es blanquecina rodeada de una capa dura y lignificada.

Corteza: La parte externa es agrietada de color marrón oscuro a negruzco, la parte interior es homogénea de color crema claro.

Se escogió esta variable ya que la bibliografía indica que los pobladores utilizan estas tres partes para obtener el colorante.

#### *D) TRABAJO DE CAMPO*

Durante el inventario se evaluó características de los individuos como diámetro del fuste, altura, coordenadas y altitud. El anexo 2 presenta el formato utilizado para la toma de datos durante el inventario.

##### 3.5.2 Tamaño mínimo de muestra

El tamaño mínimo de muestra, número de árboles, para coleccionar las muestras, fue calculado a partir de la formula<sup>7</sup>:

$$n = C \sqrt{N}$$

Donde:

n: número mínimo de árboles a recolectar

N: número total de árboles inventariados

C: constante de estudio <0-1>

El número total de árboles inventariados fue de 32. Utilizando como constante de estudio el valor de 1, se obtiene un número mínimo de 6 árboles a recolectar. Para fines de investigación en este estudio se coleccionaron 5 árboles por clase diamétrica, dando un total de 15 árboles.

##### 3.5.3 Selección y marcación de los árboles a evaluar

Se realizó la selección de árboles en forma aleatoria, sin embargo en algunos casos se consideraron criterios como accesibilidad y facilidad de recolección. Después de identificar los

---

<sup>7</sup> Formula descrita por Pearson (1992), adaptada para el calculo del numero de muestra de árboles

árboles seleccionados para el estudio, se marcaron para su reconocimiento durante la recolección.

#### 3.5.4 Recolección de las muestras

##### A) HOJAS

Se recolecto hojas verdes con ayuda de una tijera de podar. Aproximadamente se colecto 2 kg de hojas por árbol.

##### B) FRUTOS

Los frutos se recolectaron en estado de madurez verde y se sacaron de la copa de los árboles. Se utilizo una herramienta diseñada por un poblador de la zona, la cual consiste en un tallo de bambú (caña Guayaquil) con un corte en un extremo que permite jalar los frutos cortando la rama (ver figura 11) Aproximadamente se colecto 1 kg. de frutos por árbol.



**Figura 11** Recolección de frutos de nogal con tallo de bambú con corte en el extremo

##### C) CORTEZA

Se recolectó con ayuda de un machete aproximadamente 1 Kg. de corteza. El corte se realizo de tal forma que no se daño el árbol.

El anexo 3 muestra los datos de los muestras de los árboles recolectados.



### 3.5.5 Transporte y almacenamiento de muestras

Finalizada la recolección, el material fue debidamente embalado en sacos de polipropileno y codificado para ser enviado al Área de Transformación Química de la Facultad de Ciencias Forestales de la UNALM.

En el Laboratorio las hojas y la corteza se extendieron en una mesa bajo techo, por dos días, los frutos se guardaron en un refrigerador, por un lapso no mayor de 5 días, para evitar la pudrición.

### 3.5.6 Preparación de las muestras

#### A) *HOJAS*

En las hojas se separó el raquis del limbo, y estos se cortaron con una tijera para obtener pedazos pequeños, aproximadamente de 2 x 2 cm

#### B) *FRUTOS*

Los frutos no tuvieron ningún tratamiento previo a la extracción del colorante. Se utilizó el fruto junto con la semilla.

#### C) *CORTEZA*

La corteza se cortó con ayuda de un machete en pequeños pedazos, aproximadamente 4 x 1 cm

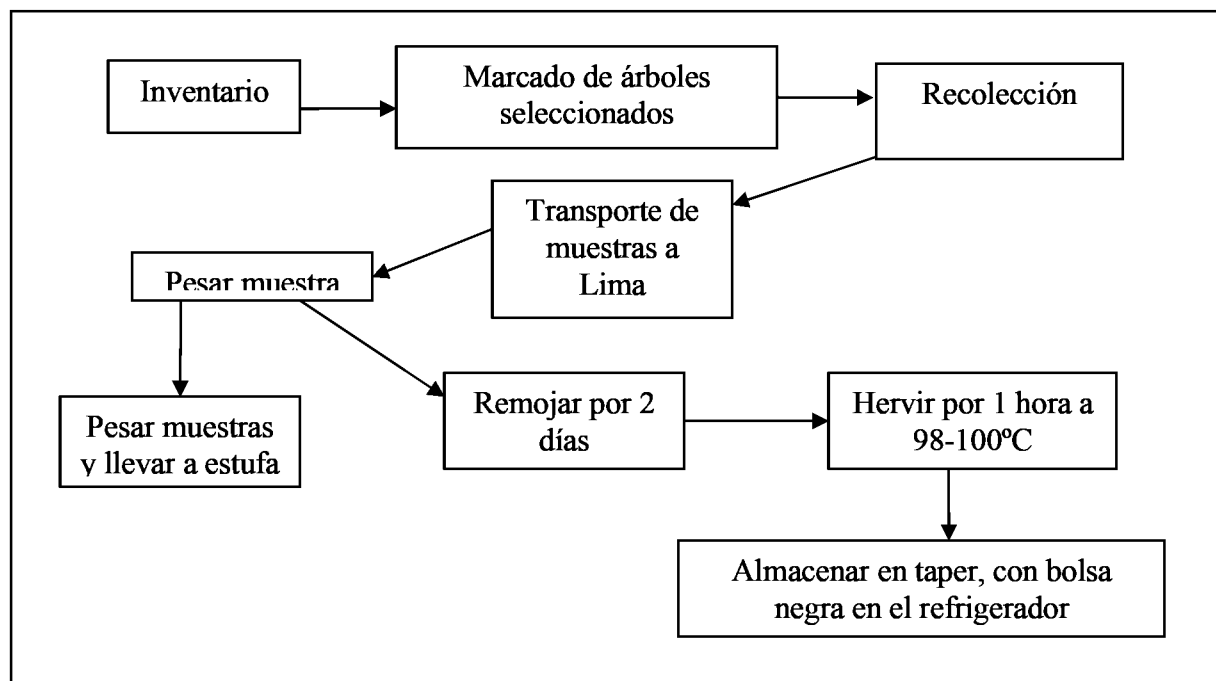
### 3.5.7 Obtención del colorante

El proceso para obtener el colorante fue el mismo en hoja, fruto y corteza.

Para obtener el colorante de nogal, la muestra se sumergió en agua corriente (agua blanda), por aproximadamente 2 días, a temperatura ambiente (22 °C). Luego, la muestra con la misma agua de remojo, se sometió, por 60 minutos, a temperatura de ebullición, controlada con ayuda de un termómetro radial.

Para el proceso se controlaron las variables de temperatura y tiempo, las cuales fueron las mismas para hojas, frutos y corteza. Además la relación agua peso seco de la muestra fue también igual en los tres casos para todas las muestras: 9 mL de agua por 1 g de muestra. En la

figura 12 se observa un diagrama resumen, indica el flujo desde la colección de la muestra hasta la obtención del colorante.



**Figura 12** Diagrama de colección de muestra y obtención de colorante de nogal

Los anexos 4, 5 y 6 muestran los datos controlados durante la obtención del colorante de hoja, fruto y corteza respectivamente.

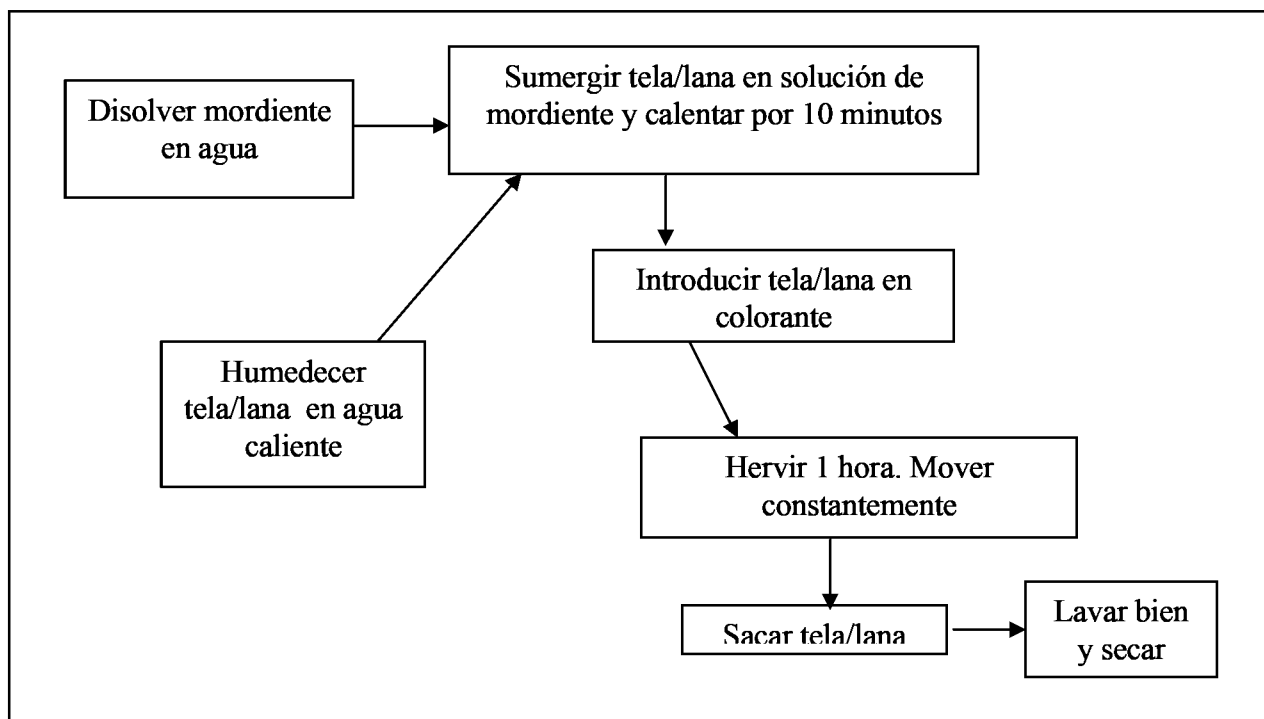
### 3.5.8 Teñido de telas de algodón y lana de oveja

Con el colorante obtenido se tiñeron telas de algodón y lana de oveja. Para el teñido se utilizó un mordiente denominado sulfato de aluminio (alumbre). Las muestras de telas de algodón y de lana, tuvieron un peso aproximados de 6 g y 3 g respectivamente.

Se trabajó con lana de oveja siguiendo las costumbres de los pobladores que realizan teñidos. A modo comparativo se trabajó con telas de algodón.

Las telas se remojaron en agua caliente; luego se calentaron por 10 minutos en solución de 50 mL agua: 2 g mordiente. Las muestras de lana y algodón con el mordiente se sumergieron en el colorante y se calentaron por 60 minutos. Al finalizar el tratamiento, se retiraron las muestras de telas, se lavaron con agua corriente hasta que no salga color, y posteriormente se dejaron

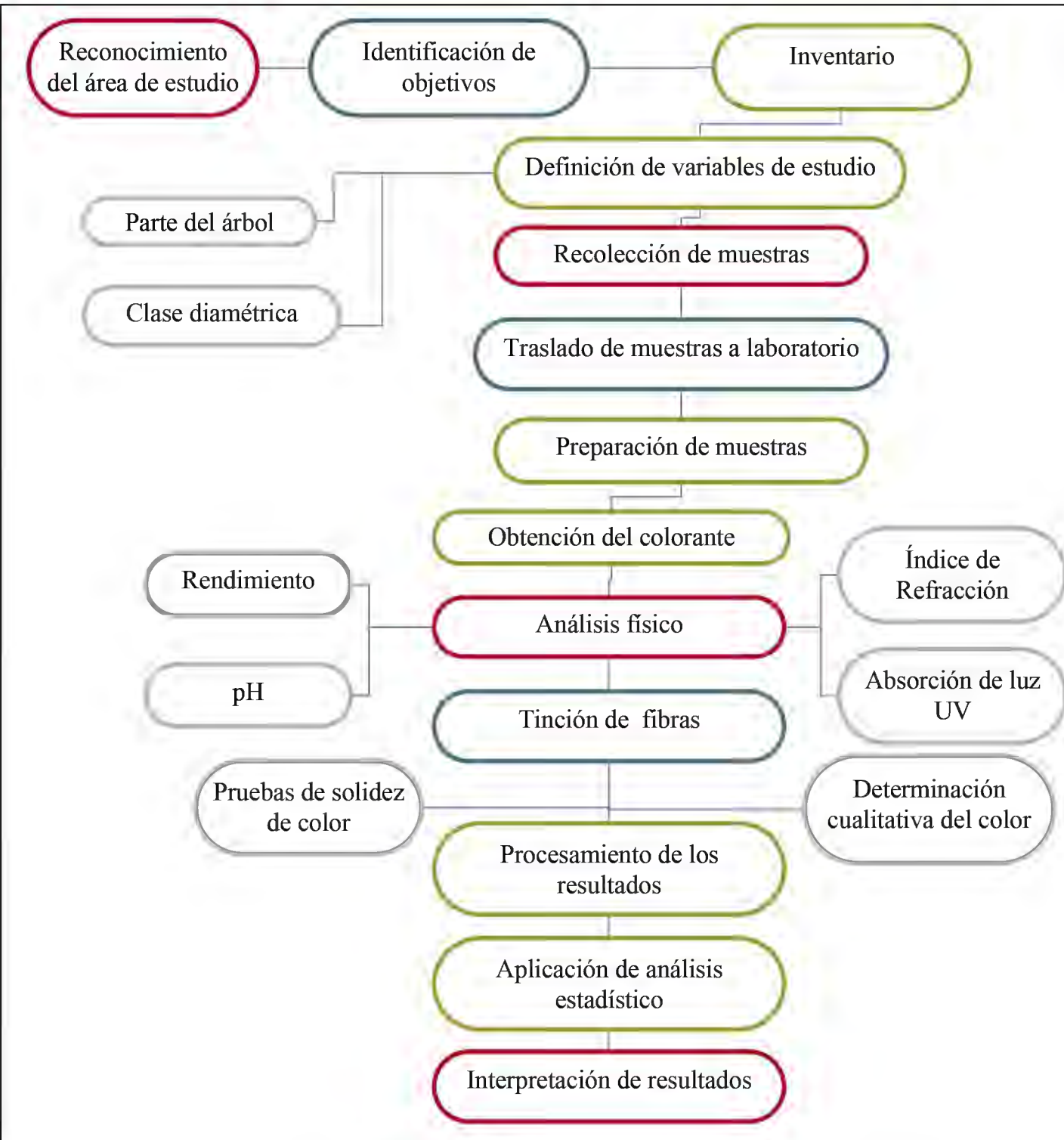
secar al aire, bajo sombra. En la figura 13 se observa el diagrama que indica el flujo durante el teñido de las telas de algodón o lana.



**Figura 13** Diagrama de teñido de tela de algodón y de lana

En el anexo 7 se presenta los datos de los parámetros controlados en el proceso de tinción

En la figura 14, se presenta un esquema resumen de la secuencia metodológica seguida en el presente trabajo.



**Figura 14** Metodología seguida en la caracterización de las propiedades tintóreas del extracto de nogal *Juglans neotropica* Diels

### 3.6 ANALISIS DE LAS PROPIEDADES EN LABORATORIO

Los análisis fueron realizados en el Área de Transformación Química de la Facultad de Ciencias Forestales de la UNALM. Únicamente las pruebas de calidad o de tinción fueron realizadas en el Laboratorio textil y de ensayos de la empresa CERTINTEX S.A.C (Lima).

#### 3.6.1 Rendimiento: porcentaje de sólidos

Los sólidos son la materia prima colorante que contiene la Juglona; se determino el rendimiento utilizando los valores de porcentaje de sólidos de la muestra seca inicial.

El porcentaje de sólidos se determino en función a la Norma NTP<sup>8</sup> 319.150 (1975) “Pinturas y productos afines. Determinación de la materia volátil y no volátil”, (ver anexo 8) siguiendo el siguiente procedimiento:

- Se peso aproximadamente 10 mL de muestra de materia prima para extracción de colorante (hoja, fruto o corteza) y se coloco sobre una cápsula previamente pesada.
- La cápsula con las muestras se coloca a estufa a una temperatura de 105 °C por 24 horas. Después, la cápsula con la muestra se coloca en un desecador para su enfriamiento y pesado. El peso obtenido se calcula en g de sólidos por ml (**ps**)

Cálculos:

$$\% \text{ de Sólidos} = \frac{\text{Volumen total extracto obtenido (mL)} * \text{ps (g/mL)}}{\text{Peso seco de muestra materia prima (g)}}$$

#### 3.6.2 Índice de refracción

El valor de índice de refracción permitió el control del proceso. Se determinó según el método de la A.O.A.C., (1990); N° 932 – 12 (ver anexo 9).

Para obtener el Índice de Refracción se utilizo la tendencia de la curva que relaciona el Índice de Refracción con el Índice Brix:

$$\text{Índice de Refracción} = 1.3275e^{(0.0014 * \text{Índice Brix})}$$

---

<sup>8</sup> Norma Técnica Peruana

### 3.6.3 pH

Se determinó el pH según el método descrito por la A.O.A.C., (1990); N° 981-12. “pH de alimentos acidificados” (ver anexo 10).

### 3.6.4 Absorción de luz ultravioleta (UV)

Se determinó la absorción de los extractos de colorante en diferentes longitudes de onda con ayuda del Espectrofotómetro  $\delta$  UV- Visible Marca THERMO ELECTRON utilizando el programa VISIÓN pro-SOFTWARE V4.00. Se siguió el siguiente procedimiento:

- Preparar las muestras: Filtrar el extracto diluir en una concentración de 10 mL agua destilada con 1 mL de extracto. Tomando en cuenta el porcentaje de sólidos de cada extracto, se utilizó la misma concentración en hojas, frutos y corteza.
- Encender el espectrofotómetro y la computadora. El espectrofotómetro debe calentarse por 15 minutos.
- Seleccionar la opción barrido en la página menú.
- Cuando aparezca la página de Métodos de Barrido seleccionar los parámetros deseados de análisis y del instrumento. Para la investigación fueron:

#### Lectura de absorbancia

Longitud de onda inicial: 190 nm (al seleccionar una longitud menor a 325 nm se enciende automáticamente la lámpara de deuterio)

Longitud de onda final: 600 nm

Ancho de banda: 2nm

Mostrar tabla de picos

- Colocar una cubeta con agua destilada para hacer una lectura inicial como base “cero”. Seleccionar ZERO/BASE para iniciar el barrido de la línea base y pulsar “Run” en el programa de la computadora.
- Una vez realizada la lectura en base cero se realiza las lecturas de las muestras una por una de la misma forma que se realizó la lectura base.

- La velocidad del barrido esta fijada a 600 nm por minuto, y el intervalo de datos es de 0.5 nm.

### 3.6.5 Pruebas de calidad o de tinción

Las pruebas de calidad o de tinción se miden a partir de la solidez del color. Las propiedades de solidez se refieren a la capacidad de un colorante para resistir el cambio de color cuando se expone a ciertas condiciones tales como la luz, la intemperie, el calor, el lavado y los disolventes. A las fibras de algodón y lana teñidas, se les hizo pruebas de solidez del color a la luz de xenón. El ensayo se realizo en el Laboratorio textil y de ensayos de la empresa CERTINTEX S.A.C. Este ensayo tiene como finalidad determinar la estabilidad del color de los materiales textiles elaborados con fibras de todo tipo en forma de hilado o tejido teñido, estampado o coloreado de otra manera. Debido a que usa una lámpara de arco de xenón, este ensayo simula la luz del día. La prueba se baso en la norma AATCC9 Test Method -16 “Estabilidad del color a la luz” (ver anexo11). Para el ensayo se utilizó el equipo de decoloración con lámpara de Arco de Xenón (“Maquina de luces”) Marca Atlas Weather-Ometer Modelo Ci 3000+. Para obtener el resultado las muestras ensayadas deben compararse con una escala de grises para cambio de color. El procedimiento para el ensayo fue el siguiente:

- Encender el equipo de decoloración con Lámpara de Arco de Xenón
- Colocar las muestras en el Carrusel del equipo
- Programar la maquina a las condiciones deseadas, especificadas en la norma AATCC Test Method -16
- Cuando la maquina se detiene, dejar enfriar por espacio de 30 minutos, retirar las muestras y dejar acondicionar en un espacio oscuro por cuatro horas.
- Evaluar la diferencia entre la muestra original y la muestra expuesta con ayuda de la escala de grises para cambio de color AATCC.

---

<sup>9</sup> Asociación Americana de la Química y Color de los Textiles

El cuadro 9 presenta la interpretación de los resultados de la solidez del color a la luz:

**Cuadro 9** Interpretación de resultados de solidez del color a la luz

<i>Clase</i>	<i>Interpretación</i>
Clase 5	Sin cambio de color/migrado
Clase 4	Ligero cambio de color/migrado
Clase 3	Notorio cambio de color/migrado
Clase 2	Considerable cambio de color/migrado
Clase 1	Excesivo cambio de color/migrado

### 3.6.6 Determinación cualitativa del color

La determinación del color se efectuó con ayuda de Tabla Munsell de tejidos vegetales. Los colores en las telas de algodón y lana de oveja se compararon con la escala de colores de la Tabla Munsell. Se estableció utilizar las tablas con número 7.5 YR y 5YR. (“Munsell Color Charts for plant tissues”).

La Tabla Munsell clasifica los colores en cuanto a matices, grado de brillantez u oscuridad y saturación. Los colores cromáticos son divididos en 5 clases (rojo, amarillo, verde, azul y morado), estos colores determinan el matiz. Las siglas de estos matices son R, Y, G, B y P por sus nombres en ingles. Los matices a su vez se combinan formando 10 matices intermedios. Para una mayor subdivisión cada uno de estos 10 matices intermedios es dividido en 10 pasos, del 1 al 10. También se utiliza los números decimales para obtener divisiones mas finas.

El valor del grado de brillantez u oscuridad del color, denominado “Valor”, esta en relación a una escala neutral de grises la cual se extiende desde un negro teórico puro, simbolizado como 0/ hasta un blanco teórico puro, simbolizado como 14/.

El valor de saturación del color, denominado “Croma”, esta basado en el grado de pérdida de un matiz dentro de una escala neutral de grises en el mismo valor de brillantez u oscuridad. Este valor se extiende desde el /0 hasta mas de /14, dependiendo de la saturación del color.

La denotación completa de Munsell para los colores se escribe de la siguiente forma:

Matiz “Valor”/ “Croma”



### 3.7 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Las variables utilizadas para el análisis de rendimiento y ph fue clase diamétrica y parte del árbol, como se aprecia en el cuadro 10.

El diseño estadístico empleado para estos ensayos fue un diseño de bloques completamente al azar con arreglo factorial de 3 x 3 con 5 repeticiones.

**Cuadro 10** Cuadro resumen de las variables utilizadas en el estudio para los ensayos de rendimiento y pH

<i>Clase diamétrica</i>	<i>Parte del árbol</i>
Clase diamétrica 1 : [14- 23 cm>	1) Hoja
	2) Fruto
	3) Corteza
Clase diamétrica 2 : [23- 32 cm>	1) Hoja
	2) Fruto
	3) Corteza
Clase diamétrica 3 : [32- 41 cm>	1) Hoja
	2) Fruto
	3) Corteza

El ensayo de absorción de luz UV fue analizado cualitativamente. Las variables utilizadas para el análisis de pruebas de calidad o de tinción fueron parte del árbol y tipo de tela, como se aprecia en el cuadro 11. Los resultados de pruebas de calidad o de tinción fueron analizados con el diseño de bloques completamente al azar con arreglo factorial de 3 x 2 con 3 repeticiones. Los resultados de la tabla Munsell fueron analizados cualitativamente tomando en cuenta las variables de clase diamétrica, parte del árbol y tipo de tela.

**Cuadro 11** .Cuadro resumen de las variables utilizadas en el estudio para los ensayos de pruebas de calidad o de tinción

<i>Parte del árbol</i>	<i>Tipo de tela</i>
1) Hoja	1) Algodón
	2) Lana de oveja
2) Fruto	1) Algodón
	2) Lana de oveja
3) Corteza	1) Algodón
	2) Lana de oveja

Para realizar el análisis estadístico se utilizó software estadístico S.A.S (Statistical Analysis System) versión 8. Como primer paso se realizó un Análisis de Varianza (ANVA) para establecer si hay diferencias significativas entre las medias de los tratamientos.

En los casos en que se encontró diferencias significativas se realizó la prueba múltiple de medias Tukey. El nivel de confianza que se utilizó para todos los ensayos fue de 95% ( $\alpha = 0.05$ ).

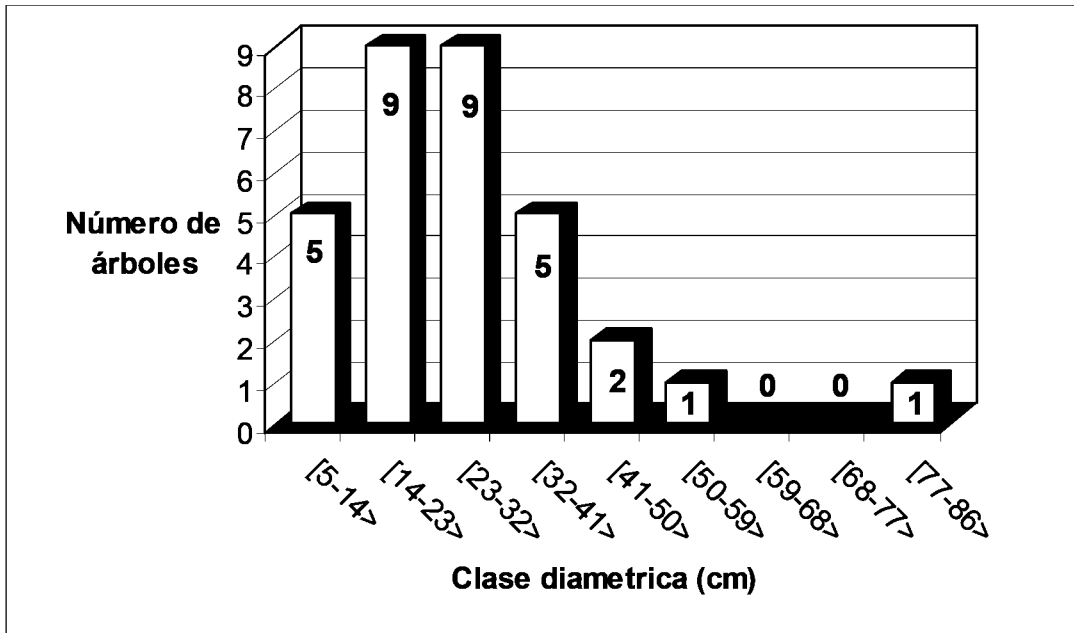
## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 INVENTARIO EXPLORATORIO

Los resultados originales del inventario exploratorio se presentan en el anexo 12. En el inventario exploratorio, que representa el 5% del área de estudio, se encontraron 32 árboles los cuales se clasificaron en 9 clases diamétricas. Se hallaron diferencias en el número de árboles por clase diamétrica; el mayor número de árboles (28) estuvo en las 4 primeras clases diamétricas, mientras que a partir de la clase diamétrica 4 ([41-50>) el número de árboles es menor (4). El cuadro 12 muestra el número de árboles encontrados por cada clase diamétrica establecida. La figura 15 muestra la distribución de número de árboles por clase diamétrica.

**Cuadro 12** Numero de árboles por clase diamétrica

<i>Rango (cm)</i>	<i>Clase diamétrica</i>	<i>Nº árboles</i>
[5-14>	0	5
[14-23>	1	9
[23-32>	2	9
[32-41>	3	5
[41-50>	4	2
[50-59>	5	1
[59-68>	6	0
[68-77>	7	0
[77-86>	8	1
Total		32



**Figura 15** Distribución de árboles por clase diamétrica

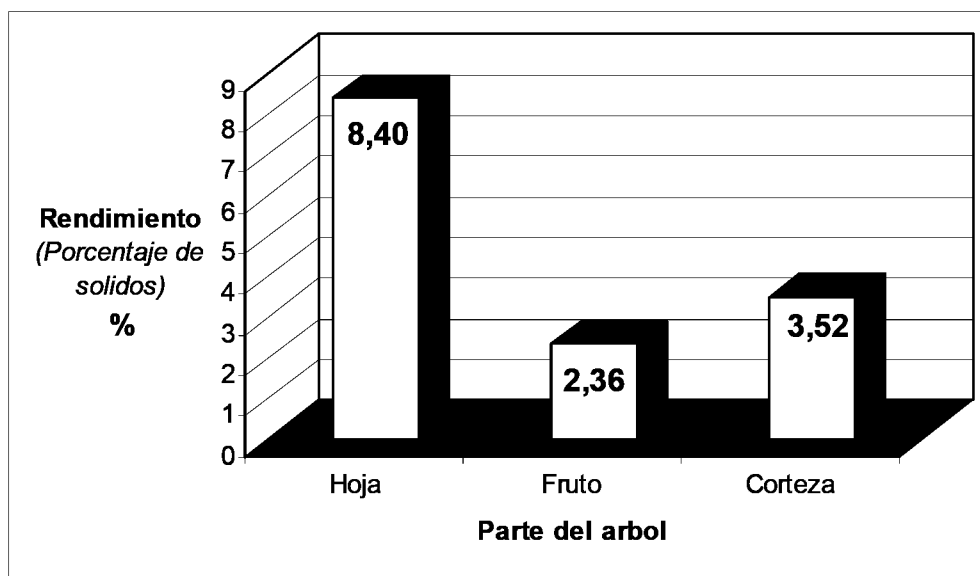
La razón de no encontrar un gran número de árboles en las clases diamétricas superiores puede deberse principalmente a la tala de estos para el aprovechamiento de la madera. El aprovechamiento de los árboles de nogal se realiza aproximadamente a los 25 años (Estrada, 1997), según Iñiguez y Ojeda, citados por Logan (1992), a esta edad los árboles de nogal tienen un diámetro aproximado entre 30 y 50 cm. A partir de este diámetro, el número de árboles de nogal en la zona de estudio disminuye encontrándose solamente 4 individuos.

## 4.2 RENDIMIENTO

Los resultados originales de la prueba de rendimiento del colorante obtenido de hoja, fruto y corteza se presentan en el anexo 13. El análisis estadístico de los resultados de rendimiento mediante la prueba del ANVA, mostrado en el anexo 14, demuestra que hay diferencias altamente significativas entre los resultados obtenidos en rendimiento de las diferentes partes del árbol; sin embargo la variable clase diamétrica no mostró influencia significativa sobre los resultados obtenidos en esta prueba. Confirmado con la prueba de Tukey. Los valores promedios obtenidos en la clase diamétrica 1 (4.51%), clase 2 (4.87%) y clase 3 (4.89%) no tienen diferencias significativas. Sin embargo, se encontró diferencia significativa de la interacción clase diamétrica y parte del árbol sobre los resultados de rendimiento.

#### 4.2.1 Influencia de la parte del árbol en los valores de rendimiento

En la figura 16, se representa los valores de las medias de rendimiento, para cada parte del árbol.



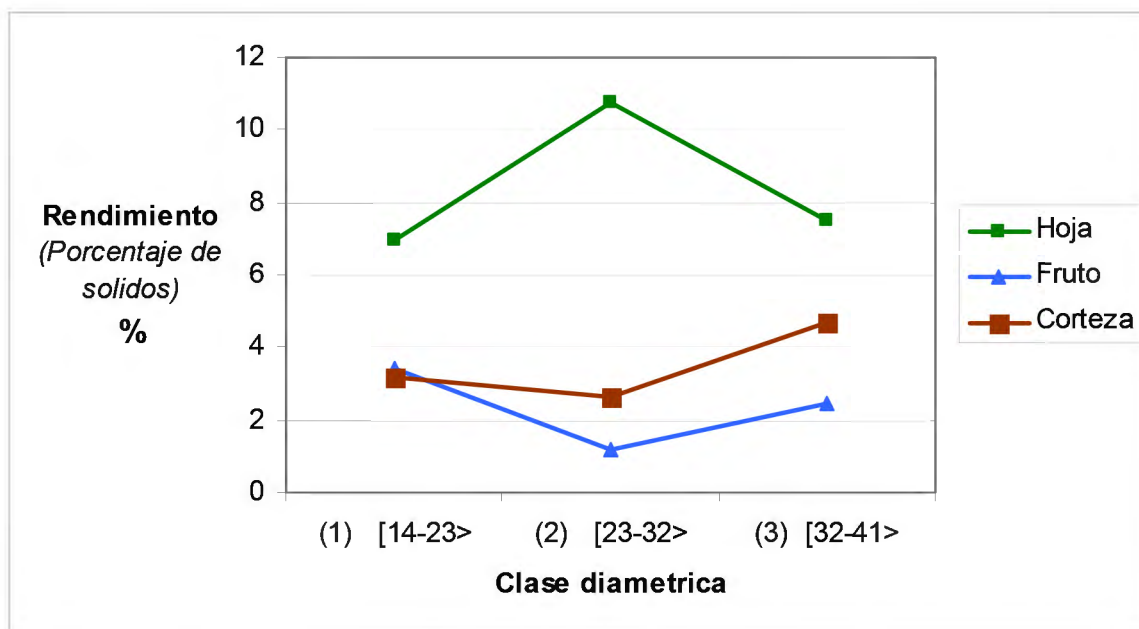
**Figura 16** Variación del rendimiento promedio de hoja, fruto y corteza del nogal

La prueba de Tukey confirma las diferencias entre los valores de las medias de los resultados de rendimiento obtenidos de hojas, fruto y corteza: se observa que el rendimiento de extracto en hojas (8,4%) es mayor que el de frutos (2,36%) y el de corteza (3,52%). Sin embargo no hay diferencia significativa entre los rendimientos de fruto y corteza.

Una razón por la cual se obtiene mayor porcentaje de sólidos en hojas puede deberse a que la estructura de la hoja es más sensible al efecto de la temperatura por lo que se desintegra más rápido, al estar esta conformada por células parenquimáticas clorofilianas cuya pared celular es muy delgada. Sin embargo el tejido en corteza es más resistente por contener materia lignocelulósica. Los frutos suelen contener diferentes carbohidratos, como las pectinas, que son poco solubles en agua. Un aspecto importante que se puede resaltar con estos resultados es que es más fácil obtener colorante, o extractos solubles, a partir de las hojas.

#### 4.2.2 Influencia de la interacción clase diamétrica en hoja, fruto y corteza en los valores promedio de rendimiento

En la figura 17 se analiza la influencia de las interacciones entre clase diamétrica y parte del árbol.



**Figura 17** Variación de las medias de los resultados de rendimiento en función a las interacciones entre clase diamétrica y parte del árbol

En la figura se observa que la diferencia está en la variación de porcentaje de sólidos de las hojas, frutos y corteza. Al interactuar la clase diamétrica con la parte del árbol, las hojas muestran un aumento de porcentaje de sólidos en la clase diamétrica 2 [23-32>, mientras que con el fruto y la corteza ocurre lo inverso, el porcentaje de sólidos disminuye en la clase diamétrica 2 [23-32>.

Con la clase diamétrica 2, probablemente, ocurra mayor actividad fisiológica en el árbol, por lo tanto también mayor actividad en las hojas: esta podría ser una razón por la cual se encuentra mayor cantidad de extractos sólidos en esta parte de la planta.

Según Estrada (1997) la corteza de nogal presenta un alto contenido de taninos. Debido a que la cantidad de taninos en la corteza aumenta en función a la edad del árbol se presume que el

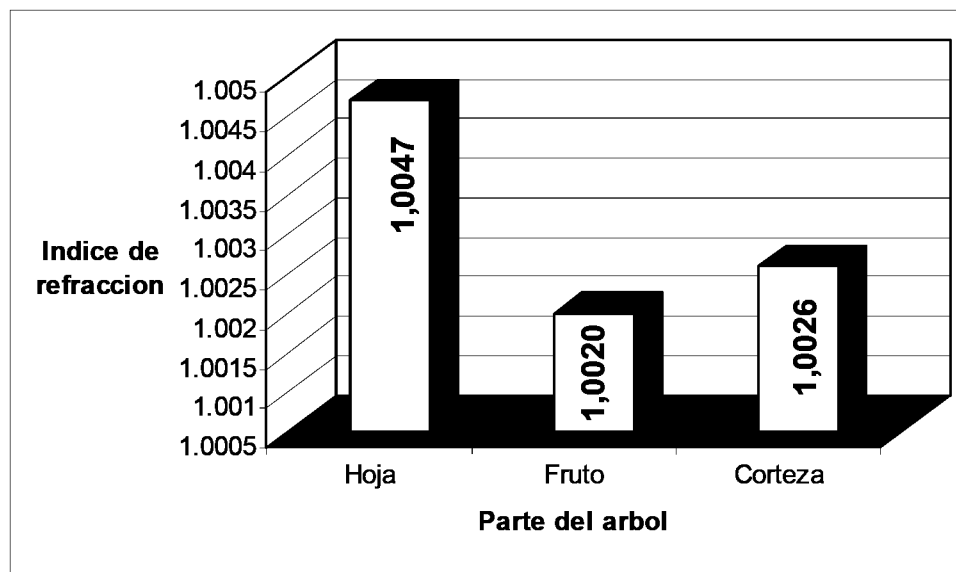
aumento de extractos sólidos en corteza en la clase diamétrica 3 se debe al contenido de taninos.

Los frutos están compuestos principalmente por carbohidratos, por lo cual se presume que el aumento de sólidos en la clase diamétrica 3 en los frutos se debe principalmente a estos compuestos. Además se deduce que las grasas de las semillas no tuvieron influencia en los resultados de contenido de sólidos.

### 4.3 INDICE DE REFRACCION

Los resultados originales de la prueba de índice de refracción del colorante obtenido de hoja, fruto y corteza se presentan en el anexo 15.

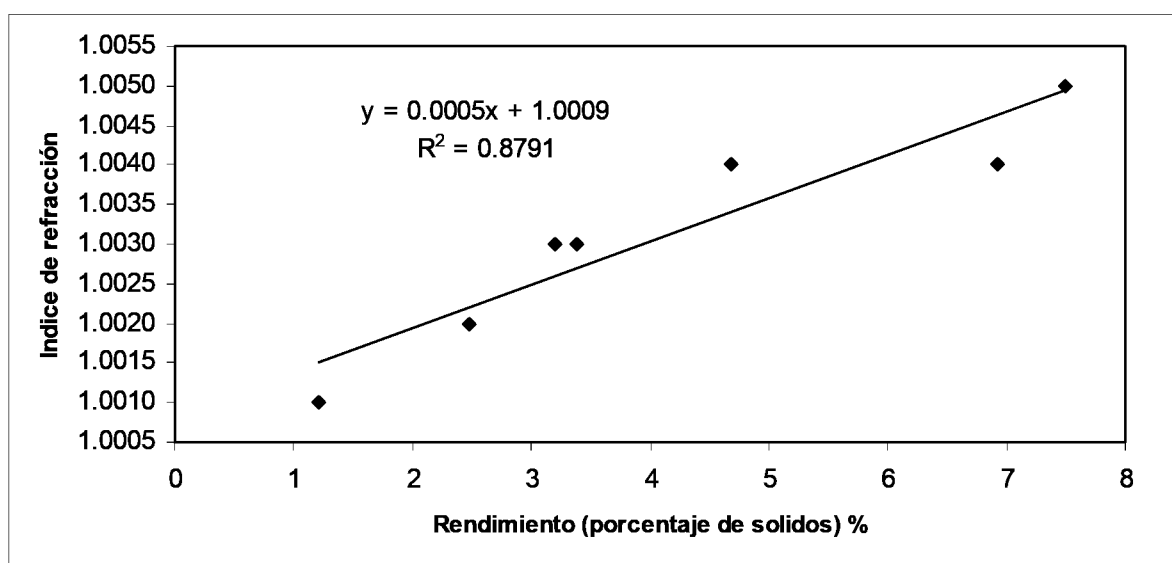
En la figura 18 se presentan los gráficos de los valores medios de los resultados del Índice de refracción.



**Figura 18** Variación de los valores medios de los resultados del Índice de Refracción de hoja, fruto y corteza de nogal

No es posible realizar una comparación entre los resultados de índice de refracción entre hojas, frutos y corteza debido a que no se realizaron en la misma concentración, estos resultados se tomaron únicamente para controlar el proceso. Con el índice de refracción es posible determinar la concentración y por lo tanto el porcentaje de sólidos de forma más rápida. Al

respecto, los valores de índice de refracción del extracto de hoja, fruto y corteza presentan una relación directa con los resultados obtenidos en el rendimiento. En ambos análisis el extracto de hojas tienen mayor valor y el extracto de fruto menor valor. Asimismo se realizó un análisis de regresión entre rendimiento e índice de refracción, en la figura 19 se observa la tendencia de la curva entre índice de refracción y porcentaje de sólidos del extracto de las tres partes (hojas, frutos y corteza) encontrándose que hay una relación directa, con un coeficiente de determinación elevado.



**Figura 19** Índice refracción vs. porcentaje de sólidos de extractos de nogal

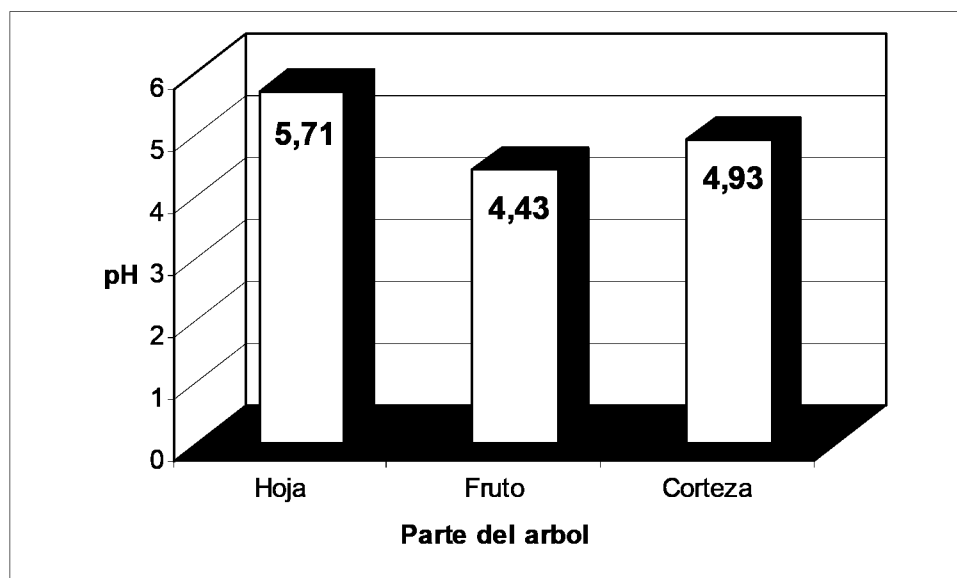
#### 4.4 pH

Los resultados originales de la prueba de pH del colorante obtenido de hoja, fruto y corteza se presentan en el anexo 16. El análisis estadístico de los resultados de pH mediante la prueba del ANVA, mostrada en el anexo 17, demuestra que hubo diferencias altamente significativas de las partes del árbol sobre los valores de pH; en el caso de la variable clase diamétrica, no hubo influencia significativa. La prueba de Tukey confirma que los resultados de pH obtenidos en la clase diamétrica 1 (4,95), clase diamétrica 2 (5,04) y clase diamétrica 3 (5,07) no tienen diferencias significativas.



#### 4.4.1 Influencia de la parte del árbol en los valores de pH

En la figura 20, se encuentran representados los valores de las medias del pH, para cada parte del árbol estudiada.



**Figura 20** Variación del pH de hoja, fruto y corteza de nogal

La prueba de Tukey confirma que los resultados de pH obtenidos de hojas (5,71), fruto (4,43) y corteza (4,93) tienen diferencias altamente significativas. La razón por la que los extractos obtenidos de estos componentes tengan un pH ácido se debe a que los compuestos orgánicos presentes contienen grupos carboxílicos (COOH), los cuales son fuente de acidez ( $H^+$ ). El valor de pH está en función al número de grupos hidrógenos presentes, mientras menor sea el valor del pH mayor es la cantidad de grupos hidrogeno.

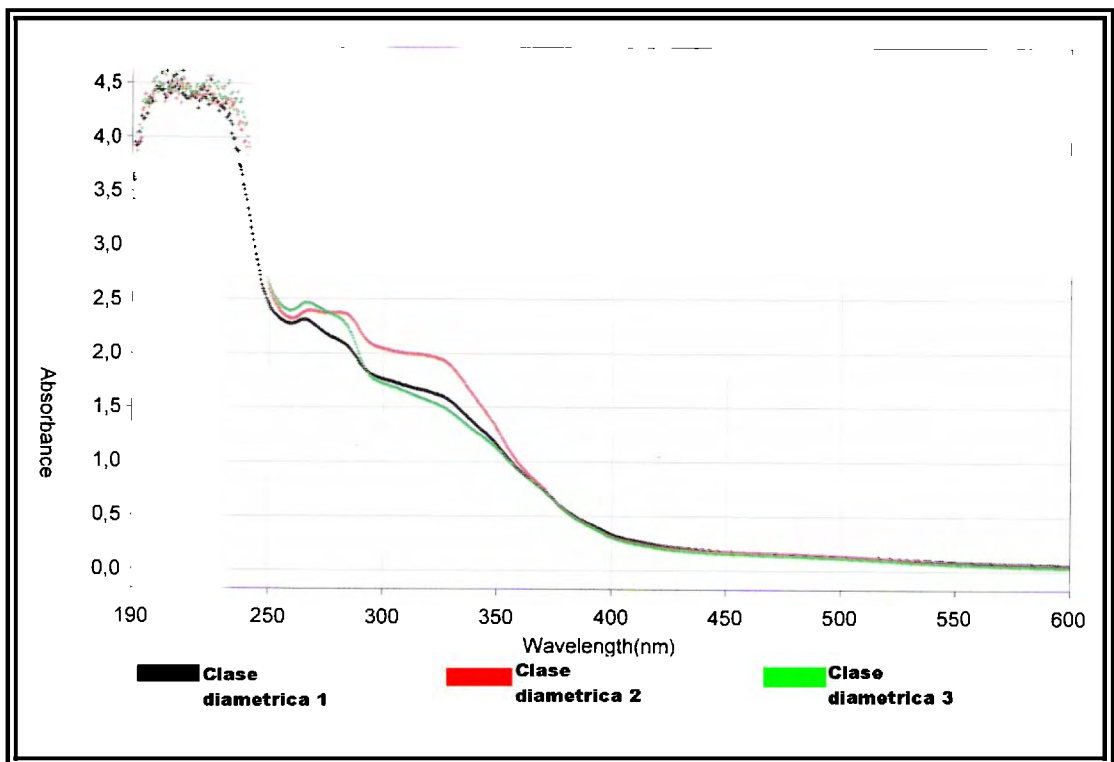
Según Estrada (1997) la pulpa de los frutos de *Juglans neotropica* Diels es rica en ácido málico y oxálico, los cuales en su composición presentan grupos carboxilo (COOH); de la misma manera los aminoácidos de las proteínas, las cuales se encuentran en alta concentración en frutos, presentan este grupo. Se presume que estas son las razones por la cual el extracto de frutos tiene mayor acidez (menor pH) que el extracto de hojas y frutos. Los componentes principales de las hojas, según Estrada (1997) son polifenolasas, flavonoides, glicósidos cianogenéticos los cuales a pesar de ser compuestos orgánicos no contribuirían en la acidez del extracto.

## 4.5 ABSORCION DE LUZ UV

Los resultados de los picos obtenidos en la prueba de absorción de la luz UV del colorante obtenido de hoja, fruto y corteza se presentan en el anexo 18.

### 4.5.1 Influencia de la clase diamétrica en los valores de absorción de luz UV

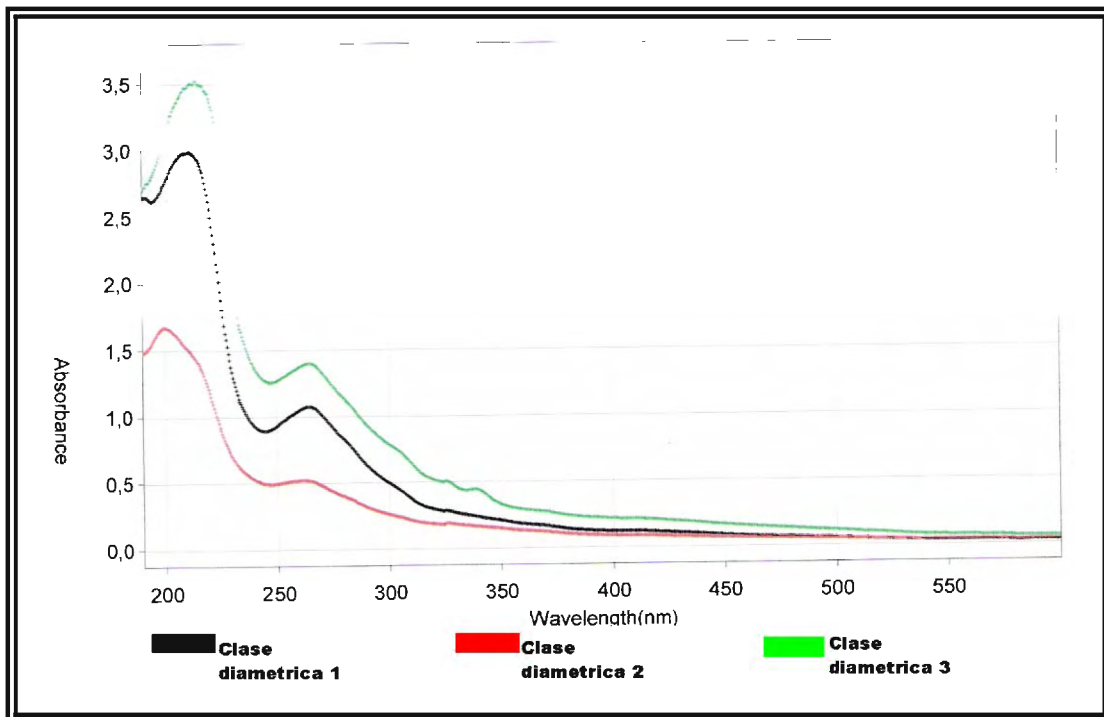
La forma de las curvas de absorción de luz obtenidas para el extracto de hojas es similar en cuanto a su trayectoria, para las tres clases diamétricas evaluadas, la diferencia se observa en los valores de absorbancia a diferentes longitudes de onda. De la misma manera ocurre para las curvas obtenidas para los extractos de fruto y corteza. Las curvas de absorbancia para hoja, fruto y corteza de las tres clases diamétricas se presentan en las figuras 21, 22 y 23 respectivamente.



**Figura 21** Curva de absorción vs. longitud de onda de extracto obtenido de las hojas de nogal de diferentes clases diamétricas

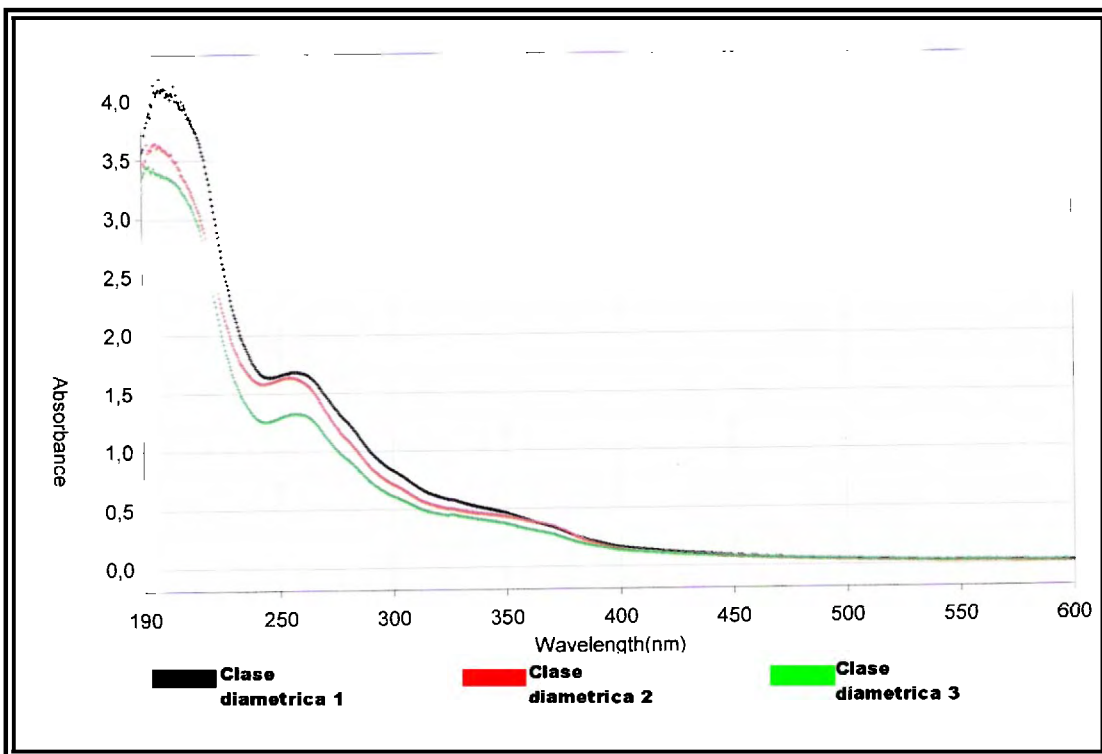
En el caso de extractos de hojas, figura 21, en la longitud de onda aproximada de 260 nm se encuentra un pico de absorbancia importante, en el cual la clase diamétrica 3 ([32-41>) presenta mayor absorbancia (2.46) y la clase diamétrica 1 ([14-23>) menor (2.31). A partir de

la longitud de onda 280 nm los valores de absorbancia por clase diamétrica se invierten, observándose mayores valores para la clase diamétrica 2 ([23-32>) y menores valores para la clase diamétrica 3 ([32-41>).



**Figura 22** Curva de absorción vs. longitud de onda de extracto obtenido del fruto de nogal de diferentes clases diamétricas

En el caso de frutos, figura 22, en la longitud de onda aproximada de 260 nm también se observa un pico de absorbancia máxima importante. El valor de absorbancia de la clase diamétrica 2 ([23-32>) es menor (0.52) y el valor de absorbancia de la clase diamétrica 3 ([32-41>) es mayor (1.5). Los valores de absorbancia continúan siendo mayores durante toda la trayectoria de la curva para la clase diamétrica 3 ([32-41>).



**Figura 23** Curva de absorción vs. longitud de onda de extracto obtenido de la corteza de nogal de diferentes clases diamétricas

Asimismo, para el caso de la corteza, figura 23, en la longitud de onda aproximada de 260 nm se encuentra un pico de absorbancia máxima importante. El valor de absorbancia de la clase diamétrica 3 ([32-41>) es menor (1.32) y el valor de absorbancia de la clase diamétrica 1 ([14-23>) es mayor (1.67). Los valores de absorbancia continúan siendo mayores durante toda la trayectoria de la curva para la clase diamétrica 1 ([14-23>).

Según Lock (1997), algunas Juglonas, presenta valores de absorción máxima en las longitudes de onda 253, 272, 280, 337, 420, 425 y 429 nm. Se presume que los valores de absorción de todas las curvas en los rangos de longitud de onda de 250-270 nm comprueban la presencia de Juglonas en los extractos de hoja, fruto y corteza de las tres clases diamétricas evaluadas.

Según la Ley de Beer-Bouguer-Lambert la concentración es directamente proporcional a la absorbancia. Por esta razón los valores de absorbancia obtenidos, entre las longitudes de onda 250-270 nm, representan el valor de la concentración de Juglonas presente en los extractos.

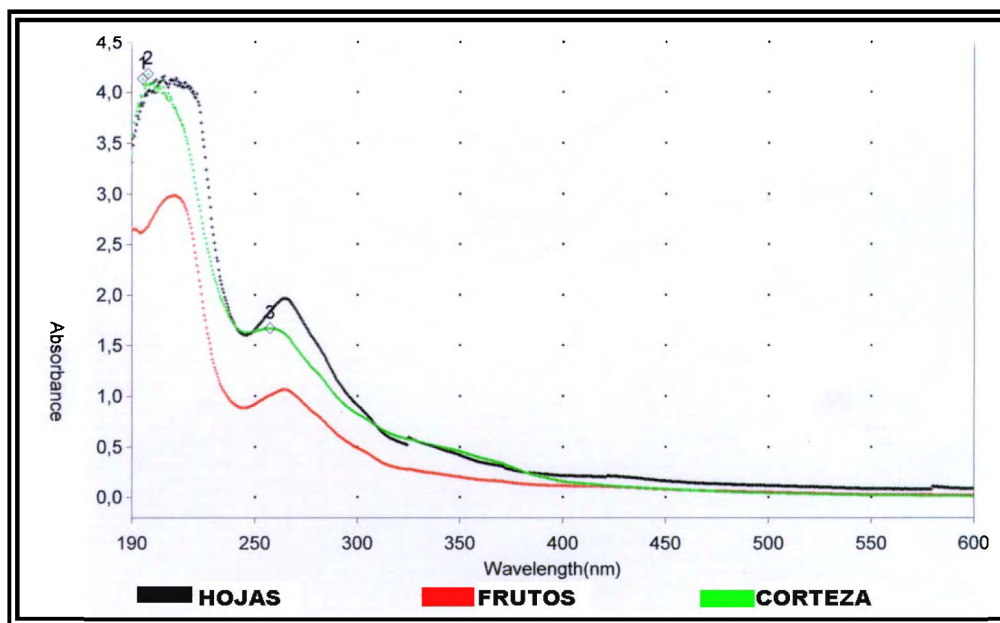
Debido a que los ensayos de las tres curvas de los extractos de hojas se realizaron a la misma concentración, es posible afirmar que la mayor concentración de Juglonas se encuentra en los

extractos de la clase diamétrica 3 ([32-41>); lo mismo ocurre en el extracto de frutos. Para el caso de la corteza la clase diamétrica 1 ([14-23>) presenta mayor concentración de Juglonas, lo cual puede deberse a que mientras mayor es la edad de árbol en la corteza se producen otros compuestos como por ejemplo los taninos y la producción de Juglonas disminuye.

Las curvas observadas entre 190-240 nm presentan otros valores máximos de absorción lo cual puede deberse a otros compuestos presentes en el extracto. Asimismo, según Rouessauc (1995) los responsables de valores de absorción máxima en longitud de onda aproximada de 231 nm son los grupos carbonilo (C=O). Se presume que existen compuestos, como las mismas Juglonas, presentes en los extractos que tienen estos grupos e influyen en los valores de absorbancia máxima a esta longitud de onda.

#### 4.5.2 Influencia de la parte del árbol en los valores de absorción de luz UV

La figura 24 muestra las curvas de absorción de luz de hojas, fruto y corteza en la clase diamétrica 1 ([14-23>). El análisis se hizo en esta clase diamétrica ya que todas las clases tienen la misma tendencia. Para este análisis, los extractos de hojas, fruto y corteza se ensayaron a la misma concentración.



**Figura 24** Curvas longitud de onda vs. absorbancia de extracto de hojas, fruto y corteza de Nogal de la clase diamétrica 1

Los valores de absorbancia, a lo largo de toda la curva de absorción de luz, para el extracto obtenido de frutos son menores a los obtenidos para hojas y corteza, La curva del extracto de frutos tiene una absorbancia máxima entre las longitudes de onda de 250-270 nm de 1.06 mientras que la de hojas y corteza 2.0 y 1.67 respectivamente. Por consiguiente, tomando en cuenta el principio de la Ley de *Beer-Bouguer-Lambert* las hojas contendrían mayor cantidad de Juglona y los frutos menor cantidad. El valor obtenido representa a la Juglona, por lo que se puede afirmar que los valores del ensayo de absorción de luz UV concuerdan con los valores del ensayo de rendimiento.

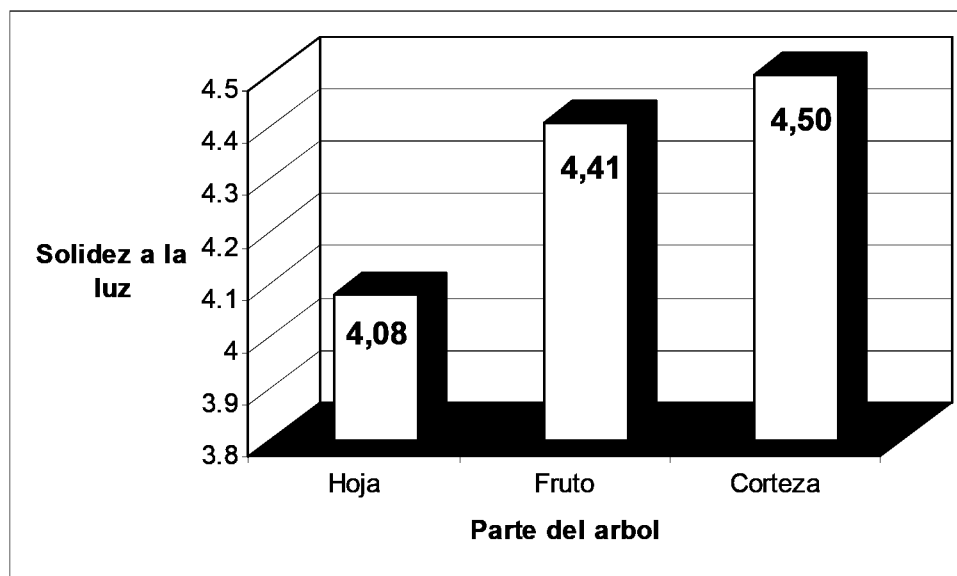
Al igual que para los resultados de rendimiento, se presume que debido a la facilidad de desintegración de la estructura de la hoja, se extraería una mayor concentración de Juglona en las hojas.

#### **4.6 PRUEBAS DE CALIDAD O DE TINCION**

Los reportes de los ensayos de las pruebas de solidez a la luz realizados por CERTINTEX S.A.C se presentan en los anexos 19, 20 y 21. El análisis estadístico de los resultados de solidez a la luz mediante la prueba del ANVA, mostrado en el anexo 22, demuestra que hubo diferencias significativas de las partes del árbol y en el tipo de la tela sobre los valores de solidez a la luz.

##### **4.6.1 Influencia de la parte del árbol en los valores de solidez a la luz**

La figura 25 muestra las diferencias de los valores de las medias sobre los resultados de solidez a la luz en parte del árbol.



**Figura 25** Variación de las medias sobre los resultados de la solidez a la luz de hoja, fruto y corteza de nogal

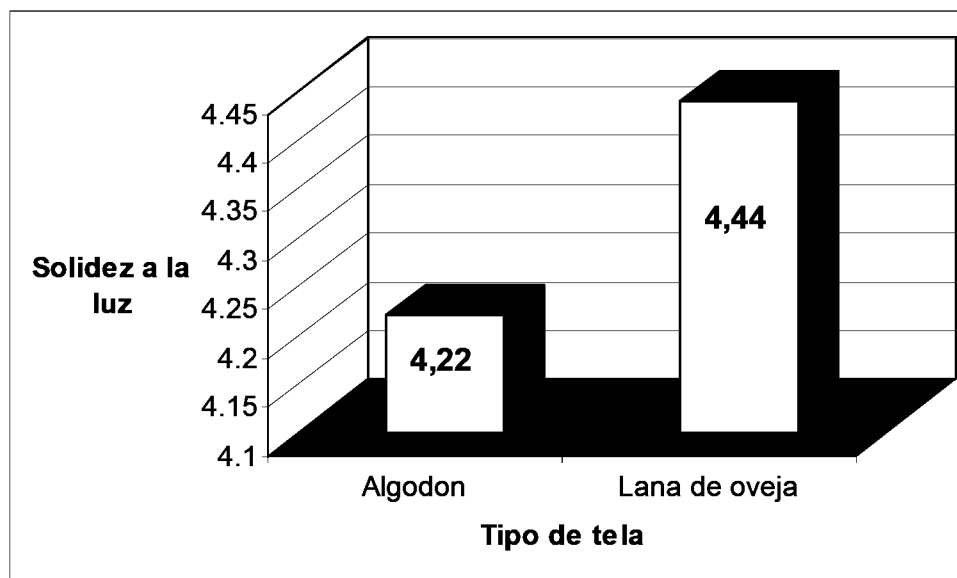
La prueba de Tukey confirma que las diferencias entre los valores de las medias de los resultados de solidez a la luz obtenidos de hojas, fruto y corteza. Demuestra que la solidez a la luz de hojas (4,08) es estadísticamente diferente que el de frutos (4,41) y el de corteza (4,50). Sin embargo la solidez a la luz de fruto y corteza no tienen diferencia significativa entre ellos.

Las tres partes del árbol evaluadas presentan buenos resultados de solidez a la luz., el cual se interpreta como un ligero cambio de color. Sin embargo, aunque en proporción muy pequeña, las telas teñidas con hojas son las que mayor cambio de color presentaron.

Se presume que la Juglonas en extractos de hojas, fruto y corteza puede variar en su estructura, pudiendo haber en una bijuglona y en otra ciclotrijuglona, por lo cual la solidez también varía. Otra razón que explica la variación de la estructura de la Juglonas es que las longitudes de onda a las cual encontramos los picos no son las mismas para hojas, fruto y corteza (están ubicadas en un rango: 250-270nm).

#### 4.6.2 Influencia del tipo de tela en los valores de solidez a la luz

La figura 26 muestra las diferencias de los valores de las medias sobre los resultados de solidez a la luz en tipo de tela.



**Figura 26** Variación de las medias sobre los resultados de la solidez a la luz por tipo de tela

Para el caso de tipo de tela, la prueba de Tukey confirma las diferencias entre los resultados de solidez a la luz obtenidos de lana de oveja (4,44) y algodón (4,22). Los valores de solidez a la luz en algodón y lana de oveja se interpretan como un ligero cambio de color.











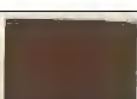







En función a las estructuras de la Juglona y los componentes principales de las telas, se propone que los enlaces que se forman entre colorante y fibra son puente de hidrogeno. La estructura principal de la lana de oveja es la queratina, una proteína, la cual permite reforzar los enlaces iniciales, con la formación de enlaces con nitrógeno y oxígeno. La estructura principal del algodón es la celulosa con la cual se forman sólo enlaces con el grupo OH. Por estas razones se deduce que hay mayor posibilidad de formar enlaces con la queratina que con la celulosa y por la tanto la solidez en lana de oveja es mayor.

Respecto al uso de mordiente (sulfato de aluminio), Raimondi (1990) menciona que al usar sales de aluminio como mordiente se obtiene matices muy brillantes pero sin embargo son los que menor solidez a la luz presentan. Por lo tanto se presume que la principal razón de los resultados óptimos de solidez a la luz se debe a los enlaces formados entre fibra y colorante. Con esto se podría afirmar que no es necesario el uso de mordientes al teñir telas con colorante de nogal.



#### 4.7 DETERMINACION CUALITATIVA DEL COLOR

Las tablas utilizadas para la determinación cualitativa del color se muestran en los anexos 23 y 24. Los colores obtenidos para el caso de hojas y frutos muestran diferencias entre clase diamétrica, tipo de tela y parte del árbol, ya sea en matices, grado de brillantez u oscuridad o saturación del color. En la figura 27 se muestra los colores obtenidos en hojas, frutos y corteza a partir de la Tabla de color Munsell.

	<i>Clase diamétrica</i>	<i>Tipo de tela</i>	<i>Tabla Munsell</i>	<i>Código</i>	<i>Tipo de tela</i>	<i>Tabla Munsell</i>	<i>Código</i>
<b>Hoja</b>	1 [14-23>	<b>Algodón</b>		7.5YR 6/10	<b>Lana de oveja</b>		5YR 5/10
	2 [23-32>			7.5YR 6/8			5YR 6/10
	3 [32-41>			7.5YR 6/10			5YR 6/8
<b>Fruto</b>	1 [14-23>	<b>Algodón</b>		7.5YR 6/4	<b>Lana de oveja</b>		5YR 5/6
	2 [23-32>			7.5YR 7/2			5YR 5/6
	3 [32-41>			7.5YR 4/2			5YR 3/4
<b>Corteza</b>	1 [14-23>	<b>Algodón</b>		7.5YR 7/8	<b>Lana de oveja</b>		5YR 6/8
	2 [23-32>			7.5YR 7/8			5YR 6/8
	3 [32-41>			7.5YR 7/8			5YR 6/8

**Figura 27** Colores obtenidos de las muestras ensayadas en base a la comparación con la Tabla Munsell







#### 4.7.1 Influencia de la clase diamétrica en la determinación cualitativa del color

Se observa que los matices obtenidos a partir de las clases diamétricas evaluadas no muestran diferencias. Se obtuvo el mismo matiz en las tres clases diamétricas en todas las combinaciones. El cuadro 13 muestra los matices obtenidos en las diferentes combinaciones, cada parte del árbol representa a su vez las tres clases diamétricas estudiadas.

**Cuadro 13** Matices obtenidos de las combinaciones de parte del árbol y tipo de tela

<i>Parte del árbol</i>	<i>Parte del árbol</i>	<i>Tipo de tela</i>	<i>Matiz</i>
Clases diamétricas 1, 2 y 3	Hoja	Algodón	7.5 amarillo-rojo
	Fruto Corteza	Lana	5 amarillo-rojo

En cuanto al valor que indica el grado de brillantez u oscuridad del color se observó que hubo influencia de la clase diámetro para el caso del fruto, en el cual las telas de algodón y lana obtuvieron colores más oscuros en la clase diámetro 3 ([32-41]). En las telas de algodón el grado de brillantez u oscuridad en la clase diámetro 3 ([32-41]), en el caso de lana de oveja disminuye hasta 3/. La figura 28 muestra las diferencias entre clase diámetro para el caso de tejidos teñidos con colorante de fruto.







Clase diámetro 1 [14-23]	algodón		7.5YR 6/4	lana de oveja		5YR 5/6
Clase diámetro 2 [23-32]	algodón		7.5YR 7/2	lana de oveja		5YR 5/6
Clase diámetro 3 [32-41]	algodón		7.5YR 4/2	lana de oveja		5YR3/4

**Figura 28** Tejidos teñidos con colorante de frutos de nogal

#### 4.7.2 Influencia del la variable parte del arbol en la determinacion cualitativa del color

Los matices obtenidos en los colores de las diferentes partes del árbol no se diferencian entre si al teñir telas de algodón y lana de oveja. Para telas de algodón teñidas con hoja, fruto y corteza se obtiene matices 7.5 amarillo-rojo, para el caso de lana de oveja se obtuvieron matices 5 amarillo-rojo. En cuanto al grado de brillantez u oscuridad no se encuentran diferencias entre las diferentes partes del árbol.



La diferencia mas notoria se encuentra en el valor de saturación del color, observándose valores menores para el caso de fruto (En la clase diamétrica 1: Algodón /4 y Lana: /6). Este valor es de gran influencia ya que hace que a simple vista se nota la diferencia entre los colores obtenidos con colorantes del fruto y los colores obtenidos con colorantes de hojas y corteza, La figura 29 muestra las diferencias entre los colores obtenidos en los tejidos teñidas con hojas, frutos y corteza de la clase diamétrica 1.

Hojas	algodón		7.5YR 6/10	Lana de oveja		5YR 5/10
Fruto	algodón		7.5YR 6/4	Lana de oveja		5YR 5/6
Corteza	algodón		7.5YR 7/8	Lana de oveja		5YR 6/8

**Figura 29** . Tejidos teñidos con colorante de hojas, fruto y corteza de la clase diamétrica 1

#### 4.7.3 Influencia del la variable tipo de tela en la determinacion cualitativa del color

Los matices obtenidos en los colores al teñir algodón y lana de oveja con hojas, frutos y corteza son diferentes. Para el caso de algodón se obtiene matices 7.5 amarillo-rojo y para el caso de lana de oveja 5 amarillo-rojo; en la figura 30 se aprecia los diferentes matices obtenidos con dos tejidos teñidos con colorante de corteza.

algodón		7.5YR 7/8	Lana de oveja		5YR 6/8
---------	---	-----------	---------------	--	---------

**Figura 30** Tejidos teñidos con colorante de corteza de nogal

Debido a que hay diferencia en los matices no se puede hacer comparaciones de grado de brillantes u oscuridad y saturación del color entre los dos tipos de telas.

## 5. *CONCLUSIONES*

- El rendimiento de extractos del nogal, en las condiciones del presente estudio, para la obtención de colorante, es mayor en extractos de hojas y menor en extracto de frutos.
- El rendimiento en el extracto obtenido a partir de hojas en la clase diamétrica 2 (de 23 a 32 cm) fue el más alto; en el caso de los extractos de fruto y corteza el rendimiento fue elevado en la clase diamétrica 3 (de 32 a 41 cm).
- El pH es mayor en el extracto obtenido a partir de las hojas y menor en el de frutos.
- La concentración de Juglonas en los extractos obtenidos de hojas y frutos es mayor en árboles pertenecientes a la clase diamétrica 3 (de 32 a 41 cm); para el extracto de corteza, la concentración de Juglonas es mayor en la clase diamétrica 1 (de 14 a 23 cm). En general, la concentración de Juglonas en el extracto obtenido a partir de hojas es mayor y menor en el extracto obtenido a partir de frutos.
- Las telas teñidas con colorante de corteza de nogal presentan mayor solidez que las teñidas con hojas. Asimismo, al teñir lana de oveja con colorante de nogal, la solidez a la luz es mayor que la de algodón.
- El teñido con colorante a partir de fruto de nogal presenta mayor variación de color que los obtenidos con hojas o corteza variando sus matices varían.

## **6. RECOMENDACIONES**

- Realizar la tinción de telas sin el uso de mordiente, para determinar el efecto de este en los ensayos de solidez.
- Realizar una investigación que permita identificar todos los compuestos presentes en el extracto obtenido a partir de hojas, frutos y corteza para determinar su influencia en el teñido de telas.
- Realizar trabajos de investigación que to en en cuenta parámetros como calidad de sitio, estado de madurez de hojas y frutos (época de cosecha), tiempo almacenamiento, tipo de mordiente, etc.
- Realizar otros pruebas de solidez, tales como solidez al lavado.
- Realizar comparaciones sobre los resultados obtenidos en otras zonas de menor o igual altitud en las que se realizo el estudio.
- Realizar un estudio de prefactibilidad económico para determinar el potencial de la especie con fines industriales.
- Informar a la población sobre las utilidades del nogal como producto no maderable que puede obtenerse de forma simultanea a la madera, asimismo capacitar en técnicas de propagación y manejo de la especie, y métodos de obtención del colorante.
- La parte del árbol que debe usarse pata la obtención de colorante son las hojas debido a que presentan los valores más altos de concentración de Juglona.
- No se recomienda el eso de la corteza porque, a pesar de tener el valor mas alto de solidez a la luz, su extracción puede dañar el árbol y la madera

## *BIBLIOGRAFÍA*

- Agurto, T. 1983. Colorantes y coloraciones en biología. Histología, parasitología y microbiología. PE, Ediciones Populares Los Andes.
- Aspland J. 1981. What are dyes? What is dyeing?.USA, American Association of Textile Chemist and Colorists.
- Babor, A.; Ibarz, J. 1935. Química General Moderna. Una introducción a la química física y a la química descriptiva superior (inorgánica, orgánica y bioquímica). ES, Editorial Marín.
- Buchanan, R. 1987. A weaver's garden. Loveland, Colorado, Interweave Press. 230 p
- CATIE (Centro Agronómico Tropical de investigación y Enseñanza). 1999. Norma Técnica sobre Manejo de Semillas Forestales, nº 82.
- Ciesla, W. 2002. Non-Wood Forest Products from Temperate Broad-Leaved Trees. Roma, IT, Food and agriculture organization of the United Nations.
- Conn, H. J. 1961. Biological stains. The Williams and Wilkins Company. Maryland, Baltimore. Séptima edición. 44-49 p
- Christie, R. 2001. La química del color. ES, Editorial Acirbia. 130 p
- C; Daza, A. Pennington, T. D.; Reynel. 2004. Illustrated guide to the trees of Peru. Sherborne, Dorset: David Hunt. 90-91p.
- Daza, A.; Marcelo J.L.; Pennington, R.T.; Pennington, T.D.; Reynel, C. 2006. Árboles útiles del Ande Peruano. PE, Tarea Grafica Educativa. p. 154-157
- De Nevell, E. 2006. Making walnut Ink (en línea). Consultado 20 de agosto 2006. Disponible en: [http://home.insightbb.com/~denevell\\_books/making\\_walnut\\_ink.htm](http://home.insightbb.com/~denevell_books/making_walnut_ink.htm)
- Dean, J. 1994. Como hacer y utilizar Tintes naturales. ES, Celeste Ediciones.
- ECOTINTES, 2006. ¿Porque tintes naturales? (en línea). Consultado 28 de agosto 2006. Disponible en: <http://www.ecotintes.com/porque.htm>

- Estrada, W. CORMADERA. 1997. Manual para la producción de Nogal; ECU, Ed. EDI-U.
- FAO. 1992. Participación de la FAO en el sector de los productos no madereros. (en línea). Consultado 30 septiembre 2006. Disponible en: [www.fao.org/docrep/t0431s/t0431s03.htm](http://www.fao.org/docrep/t0431s/t0431s03.htm)
- FAO. 1995. Natural colourants and dyestuffs. (en línea). Consultado 30 septiembre 2006. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/V8879E/V8879E00.htm>
- FAO. 2001. Global Forest Resources Assessment 2000. Main Report. Roma, IT, FAO Forestry Paper 140.
- FAO. 2003. ¿Que son los PFSM? (en línea). Consultado 30 septiembre 2006. Disponible en: <http://www.fao.org/forestry/site/nwfp/es/>
- García, J. 2006. Breves apuntes sobre productos naturales. Taninos y quinonas. CU, Universidad “Hnos Saíz Montes de Oca” Pinar del Río.
- Gibaja, S.; 1998. Pigmentos naturales quinónicos. PE, Universidad Nacional Mayor San Marcos. Fondo Editorial.
- González, H.; Asmat, C. 2006. Informe de consultoría “Evaluación del potencial de los productos forestales no maderables en el ámbito del proyecto bosques del Chinchipe”
- Gschaedler, A.; Mendez, C.; Sandoval, F.; Vilarem G. 2006. Efecto del tiempo de cosecha sobre la producción de colorantes de *Indigofera suffruticosa* Mill. MEX, Agrociencia.
- Guerra, H. 2001. Ciencia, Tecnología y Desarrollo. PE, Foro Nacional CONCYTEC.
- Hageneder, F. 2005. The meaning of trees, botany, history, healing, lore. USA, Chronicle Books LLC. p. 112-115.
- INFOJARDÍN. 2006. Nueces, nuez común, nogal, Noguera (*Juglans regia*). (en línea). Consultado 28 agosto 2006. Disponible en: <http://www.infojardin.com/Frutales/fichas/nuez-nueces-nogal-nogales.htm>
- Instituto químico biológico. 2006. Medicinología. (en línea). Consultado 30 septiembre 2006. Disponible en: <http://www.iqb.es/diccio/j/ja.htm>



- ING (Instituto Geográfico Nacional). Mapa Físico Político del Departamento de Cajamarca. PE, ING. Esc. 1/250 000. Color
- INRENA (Instituto Nacional de Recursos Naturales). 1995. Mapa Forestal del Perú,. Lima. PE, INRENA. Esc. 1/250 000. Color
- INRENA (Instituto Nacional de Recursos Naturales). 1981. Mapa de Capacidad de uso mayor de las tierras del Perú. Lima, PE, INRENA. Esc. 1/250 000. Color
- INRENA (Instituto Nacional de Recursos Naturales). 1994. Mapa ecológico del Perú. Guía explicativa. PE, INRENA. Esc. 1/250 000. Color
- Jacobs, R. 1999. Natural Dyes and Medicines. (en línea). Consultado 4 noviembre 2006. Disponible en. <http://www.together.net/~rjstan/rose7.html>
- Javidrash I. 2003. Estudio de pigmentos de la planta industrial, Rubia (*Rubia tinctorum L.*), a diferentes edades. IRAN, Ministerio de Jahd Sazandegi.
- Lock, O. 1997. Colorantes naturales. PE, Pontificia Universidad Católica del Perú. p. 1-8; 231-261.
- Lojan, L. 1992 El verdor de los Andes. ECU, Proyecto de Desarrollo Forestal Participativo de los Andes. 217 p.
- Loomis W., Wilson C.; 1968. Botánica. MEX, Unión Tipográfica Editorial Hispano-Americana.
- Marmillod, D.; Villalobos, R. 1997. CATIE. Incorporación de especies vegetales no maderables a procesos productivos de bosques naturales: metodología e implicaciones. (Versión de trabajo preparada para el III Curso internacional de desarrollo rural basado en el manejo de ecosistemas naturales tropicales)
- MISSOURI BOTANICAL GARDEN. 2007. *Juglans neotropica* Diles. (en línea). Consultado 30 agosto 2006. Disponible en: <http://mobot.org/cgi-bin/search-vast>
- Morcillo, J.; Orza J. M. 1972. Espectroscopia. ES, Ed. Alhambra.
- National Research Council. 1989. Lost crops of the Incas: little-known plants of the Andes with promise for worldwide cultivation. USA, National Academy Press.
- Nieto, V.M.; Rodriguez, J. 2003. Tropical Tree Seed Manual. Seccion Species Descriptions

- ONERN. 1982. Clasificación de las tierras del Perú. PE, ONERN. Esc. 1/250 000. Color.
- Owen, T., 1996. Fundamentals of UV-visible spectroscopy. GER, Hewlett-packard Company.
- Pearson, D. 1992. Laboratory techniques in food analysis. 1era Edición. ES, Acribia S.A.
- Pereyra A., 1964. Plantas tintóreas usadas por los antiguos Peruanos en textilería. Tesis. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Pontificia universidad Católica del Perú. 2006. Achiote. Centrum al día. Boletín electrónico de negocios (en línea). Consultado 10 julio 2007. Disponible en: [www.centrum.pucp.edu.pe/centrumaldia/mercados/mercado\\_achiote.htm](http://www.centrum.pucp.edu.pe/centrumaldia/mercados/mercado_achiote.htm)
- Raimondi, M. 1990. Las fibras textiles y su tintura. PE, CONCYTEC.
- Requena, M. 1999. Teñido de la fibra de alpaca mediante el uso de tintes naturales. PE, Instituto Nacional de investigación Agraria.
- Ríos, J. 1990. Prácticas de dendrología tropical. PE, Universidad Nacional Agraria La Molina. p. 170-171
- Roquero, A.; Cordova, C. 1981. Manual de Tintes de Origen Natural para Lana. ES, Ed. Del Serbal.
- Salas, J. 1993. Árboles de Nicaragua. NIC, IRENA. 388 p
- Sandoval F.; Gschaedler A.; Vilarem G.; Mendez C. 2006. Efecto del tiempo de cosecha sobre la producción de colorantes *en Indigofera suffruticosa Mill.* MEX, Agrociencia. Servicio Nacional de meteorología e Hidrológica. Dirección Regional de Lambayeque. Mayo 2007. Boletín regional del SENAMHI. Año VIII. Numero 05
- Storey, J. 1989. Manual de tintes y tejidos. ES, Ed. Herman Blume Central. 63-95p.
- Systema Naturae 2000. Classification-Family Juglandaceae (en línea). Consultado 28 septiembre 2006. Disponible en: <http://sn2000.taxonomy.nl>
- Universidad de Guadalajara. 2007. Colorantes orgánicos (en línea). Consultado 20 febrero 2007. Disponible en: [www.geocities.com/cucba/colornatur.html](http://www.geocities.com/cucba/colornatur.html)
- Vankar, P. 2000. Chemistry of Natural Dyes. IND, Indian Institute of Technology.

Zumbuhl, H. 1979. Tintes naturales para lana de oveja. Huancayo, PE, Kamaq maki.

Zuñiga, L. 2004. Perfil de mercado para 7 plantas tintóreas con potencial exportador.  
Proyecto Tambopata Inambari.

# ANEXO 1

## CONSTANCIA DE IDENTIFICACION DE ESPECIE EN ESTUDIO



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES: FAX: 349-2041, TEF: 349-5647 / 349-5669, Anexo .203 /244, APDO. 12 – 056 LA MOLINA LIMA PERU



## CONSTANCIA DE DETERMINACIÓN BOTÁNICA

A solicitud de la Srta. Katia Masias Broker se proporciona la identidad del espécimen indicado, el cual se halló depositado en el Herbario Forestal (MOL), con la sigla consignada.

Departamento : Cajamarca

SIGLA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMUN	FAMILIA
001-ACH	<i>Juglans neotropica Diels</i>	Nogal	Juglandaceae

Determinador :

**Carlos Reynel Rodríguez Ph. D.**  
Profesor Principal Dpto. Manejo Forestal  
Director del Laboratorio de Dendrología  
Y Herbario Forestal UNALM (MOL)



## ANEXO 2

### FORMATO UTILIZADO PARA REALIZAR EL INVENTARIO EXPLORATORIO

<b>Nº</b>	<b>Circunf. (cm)</b>	<b>Dap (cm)</b>	<b>H (m)</b>	<b>Altitud (msnm)</b>	<b>Coordenadas</b>	<b>Observaciones</b>

## ANEXO 3

### DATOS DE MUESTRAS RECOLECTADAS

N°	Clase diam.	Fecha	Dap (cm)	Altura (m)	Peso colectado				
					Fruto			Hoja	Corteza
					Peso	N° frutos	Diam. prom.		
1	3	3/Agosto/2006	33.4	12	1043.4	25	3.1	1943.5	1209.5
2	1	3/Agosto/2006	18.1	8	1233	26	3.3	2490.5	606.1
3	1	3/Agosto/2006	17.7	4	952.4	49	3.3	2031.1	793.9
4	2	3/Agosto/2006	30.2	15	966.2	29	4.2	2166.7	385.8
5	2	3/Agosto/2006	26.1	10	2330.4	46	4.9	2588.8	425.9
6	3	3/Agosto/2006	37.3	15	1441.8	29	4.7	2288.6	442.9
7	3	3/Agosto/2006	34.7	17	1026.1	31	4.2	1813.8	819.5
8	3	3/Agosto/2006	39.8	15	1520.3	40	4.5	2267.7	652.5
9	1	4/Agosto/2006	21.6	10	948.8	42	3.6	2290.3	455.1
10	2	4/Agosto/2006	23.6	10	959.4	27	4.3	1994.1	538.4
11	3	4/Agosto/2006	35	15	1441.3	47	4	2369.5	524.7
12	2	4/Agosto/2006	26.4	7	1068.7	21	4.8	1818.6	606
13	2	4/Agosto/2006	28	14	958.1	18	4.8	3048.7	502.3
14	1	4/Agosto/2006	22	5	976.5	19	4.7	2795	419.3
15	1	4/Agosto/2006	20.1	6	1589.2	33	4.9	2922.9	544.1

## ANEXO 4

### DATOS CONTROLADOS DURANTE LA OBTENCION DEL EXTRACTO A PARTIR DE HOJAS

	Hojas					
	<i>Fecha y hora de remojo</i>	<i>Peso seco</i>	<i>Cantidad de agua (1:9)</i>	<i>Tiempo de remojo (hrs.)</i>	<i>Fecha y hora de cocción</i>	<i>Tiempo de cocción (98-100°C)</i>
1	8/agosto/2006 18:30	528,505	4,757	42 hrs. 20 min.	10/ agosto/2006 12:50	1 hr
2	8/agosto/2006 18:35	402,522	3,623	43 hrs. 15 min.	10/ agosto/2006 13:50	1 hr
3	8/agosto/2006 18:40	264,216	2,378	44 hrs. 10 in.	10/ agosto/2006 14:50	1 hr
4	8/agosto/2006 18:45	293,376	2,640	45 hrs. 10 min.	10/ agosto/2006 15:55	1 hr
5	9/ agosto/2006 15:45	375,275	3,377	41 hrs. 10 min.	11/agosto/2006 09:55	1 hr
6	9/ agosto/2006 16:00	626,869	5,642	42 hrs. 5 min.	11/agosto/2006 10:05	1 hr
7	9/ agosto/2006 16:00	182,781	1,645	42 hrs. 10 min.	11/agosto/2006 10:10	1 hr
8	9/ agosto/2006 16:05	246,208	2,216	43 hrs. 10 min.	11/agosto/2006 11:15	1 hr
9	9/ agosto/2006 16:10	340,418	3,064	44 hrs.	11/agosto/2006 12:10	1 hr
10	9/ agosto/2006 16:15	480,162	4,321	44 hrs. 5 min.	11/agosto/2006 12:20	1 hr
11	9/ agosto/2006 16:25	540,800	4,867	44 hrs. 55 min.	11/agosto/2006 13:20	1 hr
12	10/agosto/2006 17:10	345,831	3,112	40 hrs. 30 min.	12/agosto/2006 09:40	1 hr
13	10/agosto/2006 17:15	365,386	3,288	40 hrs. 35 min.	12/agosto/2006 09:50	1 hr
14	10/agosto/2006 17:20	475,131	4,276	41 hrs. 25 min.	12/agosto/2006 10:45	1 hr
15	10/agosto/2006 17:25	310,471	2,794	41 hrs. 25 min.	12/agosto/2006 10:50	1 hr

## ANEXO 5

### DATOS CONTROLADOS DURANTE OBTENCION DEL EXTRACTO A PARTIR DE FRUTOS

Frutos						
	<i>Fecha y hora de remojo</i>	<i>Peso seco</i>	<i>Cantidad de agua (1:9)</i>	<i>Tiempo de remojo (hrs.)</i>	<i>Fecha y hora de cocción</i>	<i>Tiempo de cocción (98-100°C)</i>
1	12/agosto/2006 13:50	157,150	1,414	46 hrs. 5 min.	14/agosto/2006 10:55	1 hr
2	12/agosto/2006 12:55	181,164	1,630	46 hrs. 5 min.	14/agosto/2006 10:55	1 hr
3	12/agosto/2006 13:00	212,214	1,910	46 hrs. 10 min.	14/agosto/2006 11:10	1 hr
4	12/agosto/2006 13:05	133,606	1,202	46 hrs.	14/agosto/2006 11:05	1 hr
5	12/agosto/2006 13:15	173,235	1,559	46 hrs. 55 min.	14/agosto/2006 12:10	1 hr
6	14/agosto/2006 18:05	394,211	3,548	41 hrs. 25 min.	16/agosto/2006 10:30	1 hr
7	14/agosto/2006 18:10	357,880	3,221	41 hrs. 22 min.	16/agosto/2006 10:32	1 hr
8	14/agosto/2006 18:15	190,469	1,714	42 hrs. 16 min.	16/agosto/2006 11:36	1 hr
9	14/agosto/2006 18:22	296,872	2,672	42 hrs. 26 min.	16/agosto/2006 11:46	1 hr
10	14/agosto/2006 18:30	187,176	1,685	43 hrs. 24 min.	16/agosto/2006 13:48	1 hr
11	15/agosto/2006 16:10	228,541	2,057	41 hrs. 15 min.	17/agosto/2006 09:25	1 hr
12	15/agosto/2006 16:22	177,584	1,598	42 hrs. 8 min.	17/agosto/2006 10:28	1 hr
13	15/agosto/2006 16:25	144,881	1,304	42 hrs. 10 min.	17/agosto/2006 10:35	1 hr
14	15/agosto/2006 16:29	150,421	1,354	43 hrs.	17/agosto/2006 11:37	1 hr
15	15/agosto/2006 16:35	253,740	2,284	43 hrs. 2 min.	17/agosto/2006 11:40	1 hr



## ANEXO 6

### DATOS CONTROLADOS DURANTE OBTENCION DEL EXTRACTO A PARTIR DE CORTEZA

Corteza						
	<i>Fecha y hora de remojo</i>	<i>Peso seco</i>	<i>Cantidad de agua (1:9)</i>	<i>Tiempo de remojo (hrs.)</i>	<i>Fecha y hora de cocción</i>	<i>Tiempo de cocción (98-100°C)</i>
1	19/agosto/2006 10:00	559,222	5,033	48 hrs.	21/agosto/2006 10:00	1 hr
2	19/agosto/2006 10:07	303,418	2,731	47hrs 55 min.	21/agosto/2006 10:00	1 hr
3	19/agosto/2006 10:10	307,328	2,766	48 hrs. 53 min.	21/agosto/2006 11:03	1 hr
4	19/agosto/2006 10:15	399,049	3,591	48 hrs. 45 min.	21/agosto/2006 11:05	1 hr
5	19/agosto/2006 10:25	162,455	1,462	49 hrs. 37 min.	21/agosto/2006 12:07	1 hr
6	21/agosto/2006 14:45	256,745	2,311	43 hrs. 50 min.	23/agosto/2006 09:35	1 hr
7	21/agosto/2006 14:48	325,058	2,926	43 hrs. 51 min.	23/agosto/2006 09:39	1 hr
8	21/agosto/2006 14:53	506,391	4,558	44 hrs. 44 min.	23/agosto/2006 10:37	1 hr
9	21/agosto/2006 14:59	462,401	4,162	44 hrs. 41 min.	23/agosto/2006 10:40	1 hr
10	21/agosto/2006 15:00	254,175	2,288	46 hrs. 39 min.	23/agosto/2006 11:39	1 hr
11	22/agosto/2006 13:05	338,224	3,044	46 hrs. 23 min.	24/agosto/2006 09:38	1 hr
12	22/agosto/2006 13:13	401,486	3,613	47 hrs. 9 min.	24/agosto/2006 10:39	1 hr
13	22/agosto/2006 13:20	261,306	2,352	47 hrs. 6 min.	24/agosto/2006 10:41	1 hr
14	22/agosto/2006 13:25	135,727	1,222	48 hrs.	24/agosto/2006 11:40	1 hr
15	22/agosto/2006 13:28	268,646	2,418	47 hrs. 57 min.	24/agosto/2006 11:42	1 hr

## ANEXO 7

### DATOS CONTROLADOS EN EL PROCESO DE TINCION

		Mordiente		Tinte	
		<i>Alumbre</i>	<i>Q H2O (ml)</i>	<i>Peso seco (gr)</i>	<i>Vol. Tinte (ml)</i>
1F	Algodón	12,6	315	6.3	315
	Lana	6	150	3	150
2F	Algodón	12,6	315	6.3	315
	Lana	6,4	160	3.2	160
3F	Algodón	12,6	315	6.3	315
	Lana	6	150	3	150
1H	Algodón	12,2	305	6.1	305
	Lana	6	150	3	150
2H	Algodón	12,6	315	6.3	315
	Lana	5,8	145	2.9	145
3H	Algodón	12,8	320	6.4	320
	Lana	5,8	145	2.9	145
1C	Algodón	11,8	295	5.9	295
	Lana	5,8	145	2.9	145
2C	Algodón	12,2	305	6.1	305
	Lana	6,2	155	3.1	155
3C	Algodón	12,2	305	6.1	305
	Lana	6,4	160	3.2	160

#### Relación

Mordiente / agua	1gr	25ml
Tela / mordiente	1gr	2gr
Tela / tinte	1	50

Tiempo de cocción de mordiente en agua	10 minutos
Tiempo de cocción del tela con colorante	1 hora

## *ANEXO 8*

### **NORMA TECNICA PERUANA PARA DETERMINACION DE SÓLIDOS**

(Pagina siguiente)

INSTITUTO DE INVESTIGACION TECNOLÓGICA INDUSTRIAL Y DE NORMAS TÉCNICAS - ITINTEC - (LIMA-PERU).

PERU NORMA TÉCNICA NACIONAL	PINTURAS Y PRODUCTOS AFINES. Determinación de la materia volátil y no volátil.	ITINTEC 319.150 Diciembre, 1975
-----------------------------------	---	---------------------------------------



NORMAS A CONSULTAR

- ITINTEC 319.134 Pinturas y Productos Afines. Examinación y Preparación de Muestras para Ensayo.
- ITINTEC 319.140 Pinturas y Productos Afines. Muestreo y Recepción.

1. OBJETO

1.1 La presente Norma establece el método de ensayo para determinar el contenido de materia volátil y no volátil (llamado también de sólidos) en pinturas y productos afines relacionados para cualquier temperatura específica y tiempo de calor\* (grado de calor).

2. DEFINICIONES

- 2.1 Materia volátil. La pérdida en masa cuando el producto es calentado bajo las condiciones de ensayo establecidas.
- 2.2 Materia no volátil. El residuo que queda cuando el producto es calentado bajo las condiciones de ensayo establecidos.

3. MUESTREO Y RECEPCION

3.1 Una muestra representativa del producto a ser ensayado será tomada según la Norma ITINTEC 319.140, y será luego examinada y preparada para ensayo según la Norma ITINTEC 319.134.

----- \*

\* El contenido de materia volátil en un producto (y consecuentemente el contenido de materia no volátil), no es una cantidad absoluta, pero depende de la temperatura y del grado de calor usado para el ensayo. La temperatura y grado de calor que se recomienda es: 105°C ± 2°C y 3 h respectivamente; son los más asequibles (aceptables), para la mayoría de los propósitos. Si estas condiciones no son adecuadas, por ejemplo porque el producto está predispuesto a descomponer a 105°C, se le debe variar por acuerdo entre las partes.

## 4. METODO DE ENSAYO

4.1 Principio del método. Consiste en la evaporación de la materia volátil en una estufa a 105°C ± 2°C.

### 4.2 Aparatos.

4.2.1 Plato de fondo plano - de vidrio, planchas estañada o aluminio, de a aproximadamente 75 mm de diámetro.

4.2.2 Varilla delgada de vidrio.- de aproximadamente 100 mm de largo.

4.2.3 Estufa de aire.- capaz de mantener la temperatura especificada.

4.2.4 Balanza analítica.- con aproximación de 1 mg.

4.2.5 Desecador.

### 4.3 Procedimiento

4.3.1 Porción de ensayo. Se seca el plato de vidrio, plancha estañada o aluminio (4.2.1) y la varilla de vidrio (4.2.2) a 105°C ± 2°C (u otra temperatura acordada) y se deja enfriar a temperatura ambiente en un desecador. Se pesa con aproximación de 1 mg, el plato conteniendo la varilla y luego se pesa en el plato con la misma aproximación 2 g + 0,2 g (o cualquier otra cantidad que se convenga por acuerdo) del producto a ensayar, asegurándose que esté igualmente distribuido sobre la superficie del plato. Si el producto contiene un solvente altamente volátil, o en el caso de un ensayo de referencia, pesarlo por diferencia de una botella de peso determinado colocada en el plato, calentar luego suavemente el plato en baño maría, hasta que la mayor parte del solvente haya sido evaporado.

#### 4.3.2 Determinación.

Se pone el plato con la varilla conjuntamente con la porción de ensayo en la estufa de aire previamente ajustada a 105°C ± 2°C (u otra temperatura acordada) y dejarla a esta temperatura por 3 h. (u otro período de tiempo acordado).

Se saca el plato de la estufa luego de un corto período de calentamiento, mover el material con la varilla de vidrio para romper cualquier formación de costra y volver todo luego a la estufa.

4.3.3 Cumplido el período de calentamiento especificado, se transfiere el conjunto a un desecador, se deja enfriar a temperatura ambiente y se pesa con aproximación de 1 mg.

4.3.4 Se hace por lo menos 2 determinaciones de la misma muestra preparada.

### 4.4 Expresión de resultados

#### 4.4.1 Cálculos

Se calcula el contenido de materia volátil, V, o de la no volátil, NV, como porcentaje de masa del producto ensayado, según la siguiente fórmula:

$$V = 100 \frac{(m_1 - m_2)}{m_1} \quad NV = 100 \frac{m_2}{m_1}$$

donde:

- $m_1$  es la masa en miligramos de la porción ensayada antes del calentamiento,
- $m_2$  es la masa en miligramos de la porción ensayada después del calentamiento, bajo condiciones especificadas.

Reportar los resultados como la media aritmética (aproximada al 0,1 g) de 2 determinaciones que se ajustan a los requerimientos.

#### 4.4.2 Repetibilidad

La diferencia entre resultados sucesivos obtenidos por el mismo operario dentro de un corto intervalo de tiempo, con los mismos aparatos y bajo condiciones de operación constantes, sobre el mismo material ensayado, será, al 95% de nivel de confiabilidad, no mayor de 1% (esto es 1 g por 100 g de muestra).

#### 4.4.3 Reproducibilidad

La diferencia entre resultados aislados e independientes obtenidos por diferentes laboratorios, sobre un material de ensayo idéntico, será, al 95% de nivel de confiabilidad, no mayor del 2% (esto es 2 g por 100 g de muestra).

### 4.5 Informe del ensayo.

4.5.1 El informe incluirá la siguiente información:

- a) Una referencia a esta Norma Técnica ITINIEC.
- b) El tipo de identificación del producto ensayado.
- c) La temperatura y período de calentamiento.
- d) Cualquier desviación, por acuerdo u otra razón, del procedimiento de ensayo especificado.
- e) Los resultados del ensayo, esto es, el porcentaje de contenido de materia volátil, y si se requiere, el de materia no volátil.
- f) Fecha del ensayo.

#### NORMA EXTRANJERA CONSULTADA

ISO 1515 - 1973(E). Paints and Varnishes. Determination of volatile and non-volatile matter.

## *ANEXO 9*

### **NORMA TECNICA EMPLEADA PARA LA DETERMINACION DE INDICE DEREFRACCION**

37.1.15

AOAC Official method 932.12  
Solids (soluble)  
In fruits and fruit products  
Refractometer Method  
Final Action 1980

(Insoluble matter present. Applicable to fresh and canned fruits, fruit jellies, marmalades and preserves)

Proceed as in 932.14C (see.44.4.04) %soluble solids = % solids determined by refractometer x (100-b)/100 , where b = % H<sub>2</sub>O-insoluble solids

Note: US. Federal standards for frozen fruits, canned fruits, fruit jellies, and preserves make no correction for H<sub>2</sub>O-insoluble solids, invert sugar, or other substances.

Reference: JAOAC 15, 384 (1932)

## *ANEXO 10*

**NORMA TECNICA EMPLEADA PARA LA DETERMINACION DE PH**

(Pagina siguiente)



**AOAC Official Method 981.12  
pH of Acidified Foods**

First Action 1981

Final Action 1982

**A. Principle**

pH is measurement of H ion activity and indicates acidity. It may be measured by determining electric potential between glass and reference electrodes, using commercial apparatus standardized against NIST primary standard pH buffers.

**B. Apparatus and Reagents**

(a) *pH meter*.—Commercial instrument with scale graduated in  $\leq 0.1$  pH unit and reproducibility of  $\leq 0.05$  unit. Some instruments permit expansion of any 2 pH unit range to cover entire scale and have accuracy of ca  $\pm 0.01$  pH unit and reproducibility of  $\pm 0.005$  pH unit. Other instruments have digital read-outs with similar capabilities. Operate meter in accordance with manufacturer's instructions. In this method, several procedures for standardization and operation of pH meters and electrodes are outlined. When these procedures differ from manufacturer's instruction, the latter should prevail, except that NIST standard buffers must be used as primary reference. Working buffer standards should be checked at least daily against NIST reference buffers.

(b) *Standard buffer solutions*.—See 964.24 and Table 964.24 (see A.1.04).

(c) *Electrodes*.—Glass membrane indicator electrode and calomel reference electrode (single or combination). Keep calomel electrodes filled with saturated KCl solution because they may be damaged if allowed to dry out. Maintain uniform temperature of ca 25° for electrodes, standard buffer solutions, and samples. Soak new electrodes several hours in distilled or deionized H<sub>2</sub>O before use. Store glass electrode in pH 4 buffer. Store reference electrodes in their own electrolyte filling solution. Store combination electrode in pH 4 buffer with a few drops of saturated KCl solution added. Store electrodes in manner consistent with manufacturer's recommendations if they differ from above. Store electrodes so that junction and hole are covered. Rinse electrodes with next solution to be measured.

If sample material is insufficient, rinse electrodes with distilled or deionized H<sub>2</sub>O. Lag in meter response may indicate aging effects or fouling of electrodes, and cleaning and rejuvenation of electrodes may be necessary. Clean electrodes by placing in 0.1M NaOH solution 1 min and then transferring to 0.1M HCl solution 1 min. Repeat twice, ending with electrodes in acid solution. Rinse electrodes thoroughly with H<sub>2</sub>O before proceeding with standardization. Oil and grease from samples may coat electrodes; therefore, clean electrodes with ethyl ether and restandardize instrument frequently, usually after 3 determinations.

#### C. Standardization and Operation of pH Meter

Switch instrument on and let electronic components warm up and stabilize before proceeding.

Standardize specific instrument according to manufacturer's instructions, using NIST SRM buffers. Equilibrate electrodes, buffers, and samples at same temperature (ca 25°) before pH measurements. Set temperature compensator control of instrument at observed temperature. When determining pH of either unknown sample or buffer, gently stir solution before testing.

#### D. Standardization of Analog pH Meter

Note temperature of buffer solution and set temperature compensator control of instrument at observed temperature (ca 25°). Standardize instrument and electrodes with 0.05M acid potassium phthalate buffer solution, 964.24(c) (see A.1.04).

Rinse electrodes with distilled or deionized H<sub>2</sub>O and blot—do not wipe—with soft tissue.

Immerse electrode tips in buffer solution and read pH, letting meter stabilize 1 min. Adjust standardization control so that meter reading corresponds to known pH of buffer (ca 4.0) for ambient temperature. Rinse electrodes with distilled or deionized H<sub>2</sub>O and blot with soft tissue.

Check expanded scale pH meters with pH 4.0 or 7.0 standard buffers. Buffers and instruments can be further checked by comparison with values obtained using another properly standardized instrument.

Check indicating electrodes for proper span by using 2 separate buffers. For example, first standardize electrodes by using pH 7.0 buffer at ca 25°. Adjust standardization control so that meter reads exactly 7.0. Rinse electrodes with H<sub>2</sub>O, blot, and immerse in pH 4.0 buffer. If the electrode fails span test, rejuvenation or electrode replacement may be necessary.

#### E. For Digital pH Meters with Slope Control

Select 2 standard buffer solutions, preferably such that difference in pH levels does not exceed 3 units and such that expected pH of sample to be tested falls within their range, i.e., standard buffer solutions of pH 4.0 and 7.0. For most accurate results, one standard buffer should be chosen with pH at or near pH of solution to be evaluated. Standardize meter first in one pH buffer (i.e., pH 7.0 buffer) with standardized control, and then use slope control to standardize meter in second pH buffer, i.e., pH 4.0 buffer. This procedure establishes the proper instrument response (slope) for particular pH electrode used, and results in more accurate pH reading.

Sometimes difficulty is encountered with drifting of combination electrode. When this occurs, identify and correct source of trouble. Very often, reference electrode junction is responsible.

In case of faulty meter operation, refer to manufacturer's operating manual for proper trouble-shooting techniques.

#### F. Process pH Determination

Obtain sample portions of material for pH determination as follows:

For process liquids, let temperature equilibrate to ca 25°, and determine pH by immersing electrodes in liquid.

Drain solid materials on No. 8 sieve (ss preferred) and blend to workable paste. Let temperature of prepared paste equilibrate to ca 25°, and determine pH.

Where appropriate, mix representative aliquots of liquid and solid materials at same liquid-to-solid ratio as original sample, and blend to workable paste. Let temperature of prepared paste equilibrate to ca 25°, and determine pH.

If pH meter is equipped with temperature compensator, then it may be used in lieu of equilibrating samples to specified temperature, provided it is  $\pm 15^\circ$  of 25° standard temperature.

#### G. Preparation of Samples

(a) For estimating degree of pH equilibrium or uniformity.—Use for foods which have not come to pH equilibrium, i.e., production line samples, warehouse samples.

(1) Liquid and solid component mixtures.—Drain contents of container 2 min on No. 8 ss sieve inclined at 17–20° angle. Record weights for liquid and solid portions and retain separately. If liquid contains sufficient oil to cause electrode fouling, separate layers in separator and retain aqueous layer. Determine pH of aqueous layer at ca 25°. Remove drained solids from sieve, blend to uniform paste, adjust temperature to ca 25°, and determine pH. Mix aliquots of solid and liquid fractions in same ratio as found in original container, and blend to uniform consistency. Adjust temperature to ca 25°, and determine pH.

(2) Marinated oil products.—Separate oil from solid, and blend solid to paste in blender. Add small amount ( $\leq 20$  mL/100 g product) of CO<sub>2</sub>-free H<sub>2</sub>O if necessary. Determine pH by immersing electrodes in prepared paste after adjusting temperature to ca 25°.

(3) Semi-solid products (puddings, potato salad, etc.).—Blend to paste, adding 10–20 mL CO<sub>2</sub>-free H<sub>2</sub>O/100 g product if necessary. Adjust temperature of prepared paste to ca 25°, and determine pH.

(4) Special product mixtures (e.g., antipasto).—Pour off all oil, blend remaining product to paste, add 10–20 mL CO<sub>2</sub>-free H<sub>2</sub>O/100 g product if necessary, and blend. Adjust temperature of prepared paste to ca 25°, and determine pH.

(b) For confirming pH equilibrium.—If product has been stored long enough to attain pH equilibrium, then determine pH on normal containers as follows:

(1) Determine pH on container mixture only, by opening container, inserting electrode(s), and measuring pH.

(2) For products in oil, follow procedures outlined in (a)(2) above to remove oil and obtain accurate pH reading.

#### H. Determination

Adjust sample temperature to ca 25°, and set temperature compensator control to observed temperature. With some expanded scale instruments, sample temperature must be same as temperature of buffer solution used for standardization.

Rinse and blot electrodes. Immerse electrodes in sample and read pH, letting meter stabilize 1 min. Rinse and blot electrodes and repeat on fresh portion of sample.

## *ANEXO 11*

### **NORMA TECNICA USADA PARA DETERMINACION DE LA ESTABILIDAD DEL COLOR A LA LUZ**

(Pagina siguiente)

# Estabilidad del color a la luz

Desarrollado en 1964 por el Comité RASO de AATCC; revisado en 1971, 1974, 1978, 1981, 1982, 1990 (reemplaza los Métodos de prueba 16-1987, 16A-1988, 16C-1988, 16D-1988, 16E-1987, 16F-1988 y 16G-1985 de AATCC), 1993; reconfirmado en 1977, 1998; revisado para publicación en 1983, 1984, 1986, 1995, 1996. Técnica-mente equivalente a: Opción C-ISO 105-B01; Opción E-B02.

Aparatos y materiales .....	6
Patrones de comparación .....	7
Preparación de las muestras de prueba .....	8
Condiciones de operación de los equipos .....	9
Calibración y verificación .....	10-12
Medición de las unidades de decoloración AATCC .....	13-14
Procedimientos de exposición de los equipos .....	15-18
Procedimientos de exposición a la luz natural .....	19-22
Evaluación de los resultados .....	23-27
Reporte .....	28
Precisión y sesgo .....	29-30
Referencias .....	31
Notas .....	32
Anexos .....	A-D

## 1. Objetivo y alcance

1.1 En este método de prueba se proporcionan los principios y procedimientos generales que se usan en la actualidad para determinar la estabilidad del color de los materiales textiles a la luz. Las opciones de prueba descritas son aplicables a materiales textiles de todo tipo y a los colorantes, acabados y tratamientos que se aplican a estos materiales. Las opciones de prueba que se incluyen son:

- A—Lámpara de arco con electrodos de carbón, Luz continua
- B—Luz solar (Discontinua, ver 32.1)
- C—Luz natural
- D—Lámpara de arco con electrodos de carbón, Luz y oscuridad intermitentes
- E—Lámpara de arco de xenón refrigerada por agua, Luz continua
- F—Lámpara de arco de xenón refrigerada por agua, Luz y oscuridad intermitentes
- G—Estabilidad del color sobre L-7 (Discontinuada, ver 32.2)
- H—Lámpara de arco de xenón refrigerada por aire, Luz continua
- I—Lámpara de arco de xenón refrigerada por aire, Luz continua
- J—Lámpara de arco de xenón refrigerada por aire, Luz y oscuridad intermitentes.

1.2 El uso de estas opciones de prueba no implica, ya sea en forma expresa u otra, una prueba acelerada para una aplicación específica. El grado de correlación entre cualquier prueba de estabilidad del color a la luz y la exposición real en las condiciones de uso debe ser determinado matemáticamente y acordado por las partes contractuales.

1.3 Este método de prueba contiene las siguientes secciones como ayuda en el uso e implementación de las distintas opciones para determinar la estabilidad del color a la luz de los materiales textiles.

Terminología .....	3
Medidas de seguridad .....	4
Usos y limitaciones .....	5

## 2. Principio

2.1 Las muestras del material textil que se va a probar y el o los patrones de comparación que se acordaron se exponen simultáneamente a una fuente de luz bajo condiciones específicas. La estabilidad del color de la muestra a la luz se evalúa comparando el cambio de color de la parte expuesta de la muestra de prueba con la parte de control enmascarada o con el material original no expuesto, usando la Escala de grises para cambio de color de AATCC o mediante una medición instrumental del color. La clasificación de la estabilidad del color a la luz se realiza mediante su evaluación con respecto a una serie expuesta simultáneamente de Patrones de AATCC de estabilidad del color a la luz de lana azul.

## 3. Terminología

3.1 Patrón de AATCC de estabilidad del color a la luz de lana azul, s.—uno de un grupo de tejidos de lana teñidos distribuidos por AATCC, usados para determinar la cantidad necesaria de exposición a la luz de las muestras durante pruebas de estabilidad del color a la luz (ver 32.3).

3.2 Unidad de decoloración AATCC (AFU, en su sigla en inglés), s.—cantidad específica de exposición realizada en las condiciones especificadas en distintos métodos de prueba, en que una AFU es un vigésimo (1/20) de la exposición a la luz necesaria para producir un cambio de color igual al cambio del Paso 4 de la Escala de grises para cambio de color o 1.7 ± 0.3 de unidades CIELAB de diferencia de color en el Patrón L4 de AATCC para la estabilidad del color a la luz de lana azul. *A FABRIC UNIT.*

3.3 termómetro con panel negro, s.—dispositivo para medir la temperatura, cuya unidad de lectura está revestida con negro para absorber la mayor parte de la energía radiante que se encuentre en las pruebas de estabilidad del color a la luz (ver 32.4).

3.3.1 Este dispositivo entrega una estimación de la temperatura máxima que una muestra puede alcanzar durante la exposición a la luz natural o artificial. Cualquier desviación de la relación física y simetría de las partes de este dispositivo que se describen en el punto 32.4 puede influir en la temperatura medida.

3.4 termómetro estándar negro, s.—dispositivo para medir la temperatura, cuya unidad de lectura está revestida con negro para absorber la mayor parte de la energía radiante que se encuentre en las pruebas de estabilidad del color a la luz y que está aislado térmicamente con una placa de plástico (ver 32.5).

3.4.1 Este dispositivo entrega una estimación de la temperatura máxima que una muestra puede alcanzar durante la exposición a la luz natural o artificial. Cualquier desviación de la relación física y simetría de las partes de este dispositivo que se describen en el punto 32.5 puede influir en la temperatura medida. La temperatura medida con el termómetro estándar negro no será la misma que aquella medida con el termómetro con panel negro; en consecuencia, no se pueden usar indistintamente.

3.5 radiómetro de paso de banda ancha, s.—término relativo aplicado a los radiómetros que tienen un ancho de banda de más de 20 nm a un 50% de transmitancia máxima y que se puede usar para medir la irradiación en longitudes de onda como 300-400 nm o 300-800 nm.

3.6 cambio de color, s.—cuando se usa en pruebas de estabilidad del color, un cambio de color de cualquier tipo (ya sea un cambio en la tonalidad, intensidad de color o claridad).

3.7 estabilidad del color, s.—la resistencia de un material a cambiar cualesquiera de sus características de color, a transferir su o sus colorantes a materiales adyacentes, o a ambos, como resultado de la exposición del material a cualquier ambiente que pueda existir durante el procesamiento, prueba, almacenamiento o uso del material.

3.8 estabilidad del color a la luz, s.—la resistencia de un material a cambiar sus características de color como resultado de la exposición del material a la luz solar o a una fuente de luz artificial.

3.9 radiación infrarroja, s.—energía radiante en la cual las longitudes de onda de los componentes monocromáticos son mayores que aquellas de la radiación visible y menos de 1 mm.

NOTA: Los límites del rango espectral de la radiación infrarroja no están bien definidos y pueden variar según el usuario. En el rango espectral, el Comité E-2.1.2 de CIE distingue entre 780 nm y 1 mm:

IR-A	780-1400 nm
IR-B	1.4-3.0 $\mu\text{m}$
IR-C	3 $\mu\text{m}$ a 1 mm

3.10 irradiación, s.—energía radiante por área de unidad como una función de la longitud de onda expresada en watt por metro cuadrado,  $\text{W}/\text{m}^2$ .

3.11 designación "L", s.—el número secuencial dado a cada Patrón de AATCC de estabilidad del color a la luz de lana azul, de acuerdo con la cantidad de Unidades de decoloración necesarias para producir un cambio de color igual a aquel del Paso 4 de la Escala de grises para cambio de color de AATCC.

NOTA: En la Tabla II se entrega la relación numérica entre las designaciones "L" de los patrones y su estabilidad del color a la luz en AFU. La estabilidad del color a la luz de una muestra de tejido se puede determinar comparando el cambio de color experimentado después de la exposición a la luz con el Patrón de AATCC de estabilidad del color a la luz de lana azul más similar que se muestra en la Tabla III.

3.12 langley, s.—unidad de radiación solar total equivalente a una caloría-gramo por centímetro cuadrado de superficie irradiada.

NOTA: Las unidades recomendadas internacionalmente son: Julio (J) para cantidad de energía radiante, watt (W) para cantidad de energía radiante y metro cuadrado ( $\text{m}^2$ ) para área. Se deben usar los siguientes factores: 1 langley = 1  $\text{cal}/\text{cm}^2$ ; 1  $\text{cal}/\text{cm}^2 = 4.184 \text{ J}/\text{cm}^2$  ó 41840  $\text{J}/\text{m}^2$ .

3.13 estabilidad del color a la luz, s.—propiedad de un material, generalmente un número asignado, que representa un cambio ordenado por rangos de sus características de color como resultado de la exposición del material a la luz solar o a una fuente de luz artificial.

3.14 radiómetro de paso de banda estrecha, s.—término relativo aplicado a los radiómetros que tienen un ancho de banda de 20 nm o menos a un 50% de transmitancia máxima y se puede usar para medir la irradiación en longitudes de onda como 340 ó 420,  $\pm 0.5 \text{ nm}$ .

3.15 fotocromismo, s.—designación cualitativa para un cambio reversible de color de cualquier tipo (ya sea un cambio en tonalidad o intensidad de color) que se advierte de inmediato luego del término de las exposiciones a la luz cuando el área expuesta de una muestra es comparada con el área no expuesta.

NOTA: La reversión del cambio de color o inestabilidad de la tonalidad o intensidad de color después de permanecer en la oscuridad diferencia al fotocromismo de la decoloración.

3.16 piranómetro, s.—radiómetro utilizado para medir la irradiación solar global o, si está inclinado, la irradiación solar hemisférica.

3.17 energía radiante, s.—energía por unidad de tiempo emitida, transferida o recibida como radiación.

3.18 radiómetro, s.—instrumento utilizado para medir la energía radiante.

3.19 irradiación total, s.—energía radiante integral en todas las longitudes de onda en un punto en el tiempo expresada en watt por metro cuadrado ( $\text{W}/\text{m}^2$ ).

3.20 radiación ultravioleta, s.—energía radiante en la cual las longitudes de onda de los componentes cromáticos son más pequeñas que aquellas de la radiación visible y de más de 100 nm.

NOTA: Los límites del rango espectral de la radiación ultravioleta no están bien definidos y pueden variar según el usuario. En el rango espectral, el Comité E-2.1.2 de CIE distingue entre 400 y 100 nm:

UV-A	315-400 nm
UV-B	280-315 nm
UV-C	100-280 nm

3.21 radiación visible, s.—toda energía radiante capaz de causar una sensación visual.

NOTA: Los límites del rango espectral de la radiación visible no están bien definidos y pueden variar según el usuario. El límite inferior generalmente se toma entre 380 y 400 nm y el límite superior entre 760 y 780 nm (1 nanómetro, 1 nm =  $10^{-9}$  m).

3.22 tejido de referencia de xenón, s.—tejido de poliéster teñido que se utiliza para verificar las condiciones de temperatura de la cámara de prueba del equipo de arco de xenón durante un ciclo de pruebas de estabilidad del color a la luz (ver 32.6, 32.7 y 32.9).

3.23 En el *Glosario de Terminología de Estándares de AATCC* se encuentran definiciones de otros términos relativos a la estabilidad del color a la luz utilizados en este método de prueba.

#### 4. Medidas de seguridad

NOTA: Las siguientes medidas de seguridad sólo se entregan a modo de información. Estas medidas son adicionales a los procedimientos de prueba y no pretenden abarcar todas las medidas de precaución. Es responsabilidad del usuario usar técnicas seguras y adecuadas durante la manipulación de los materiales en este método de prueba. Se DEBE consultar a los fabricantes sobre detalles específicos, solicitándoles las hojas de datos de seguridad de materiales y otras recomendaciones del fabricante. También se deben consultar y seguir todas las normas y reglas OSHA.

4.1 Antes de hacer funcionar los equipos de prueba, lea y comprenda las instrucciones del fabricante. El operador es responsable de respetar las instrucciones del fabricante acerca de la operación segura.

4.2 Los equipos de prueba contienen fuentes de luz de alta intensidad. No mire directamente la fuente de luz. La puerta de la cámara de pruebas se debe mantener cerrada durante la operación de los equipos.

4.3 Antes de hacer el mantenimiento de las fuentes de luz, espere 30 minutos después que haber finalizado la operación de las lámparas para que éstas se enfrien.

4.4 Cuando esté haciendo el mantenimiento de los equipos de prueba, apague el interruptor de apagado (off) en el panel frontal y el interruptor principal de desconexión de la alimentación. En caso de existir, asegúrese de que esté apagada la luz indicadora de alimentación principal que está ubicada en el panel frontal del equipo.

4.5 Una exposición prolongada de la piel y los ojos a la luz natural puede ser peligrosa para la salud y, por lo tanto, es necesario tomar las medidas de precaución necesarias para proteger estas áreas del cuerpo. En ninguna circunstancia debe mirar directamente al sol.

4.6 Se deben seguir procedimientos de laboratorio seguros. Use lentes de seguridad en todas las áreas de laboratorio.

#### 5. Usos y limitaciones

5.1 No todos los materiales se ven afectados del mismo modo cuando están expuestos a la misma fuente de luz y entorno. Es posible que los resultados obtenidos mediante alguna de las opciones de prueba no sean representativos de aquellos logrados en alguna otra opción de prueba u otra aplicación de empleo final, salvo que se determine una correlación matemática para un material y/o aplicación dados. Las Opciones A, C y E de estabilidad del color a la luz han sido utilizadas de manera generalizada en el comercio para pruebas de aceptación de materiales textiles. Es probable que entre los equipos suministrados por diferentes fabricantes haya una diferencia notoria en la distribución de la energía espectral, las ubicaciones de los sensores de temperatura y humedad del aire y el tamaño de las cámaras de prueba, lo que puede originar diferencias en los resultados de prueba reportados. En consecuencia, los datos obtenidos de los equipos suministrados por diferentes fabricantes, de diferentes tamaños de cámaras de prueba o diferentes combinaciones de fuentes de luz y filtro no se pueden usar indistintamente, salvo que se haya establecido una correlación matemática. El Comité RA50 de AATCC no conoce ninguna correlación entre los aparatos de prueba construidos en forma diferente.

5.2 Los resultados obtenidos mediante el Arco de xenón, Opción E, para todos los materiales deberían coincidir bastante con los resultados obtenidos mediante el método de Luz natural, Opción C (ver la Tabla II). Puesto que la distribución espectral del Arco de xenón, Opciones F, H, I y J, al estar equipado con el vidrio inactínico especificado, es muy similar a la luz natural promedio o común tras el vidrio de una ventana, se espera que los resultados concuerden con los resultados obtenidos en Luz natural, Opción C. Las dos opciones de arco con electrodos de carbón, A y D, de acuerdo a las condiciones especificadas, generarán resultados coincidentes con los obtenidos en la Opción C, Método de luz natural, a menos que el material que se esté probando se vea afectado adversamente por la diferencia de las características espectrales del arco con electrodos de carbón y la luz natural.

5.3 Al usar este método de prueba, la opción de método de prueba seleccionada debe incorporar los efectos de luz, humedad y calor basados en la experiencia y los datos históricos. La opción seleccionada también debe reflejar las condiciones de empleo final esperadas para el material que se va a probar.

5.4 Al usar este método de prueba, use un patrón de comparación que tenga un cambio conocido en la estabilidad del color a la luz después de una exposición específica, para poder compararla con el material que se va a probar. Para este propósito, se han usado de manera generalizada los Patrones de AATCC de estabilidad del color a la luz de lana azul.

## 6. Aparatos y materiales

6.1 Patrones L2 a L9 de estabilidad del color a la luz de lana azul de AATCC (ver 32.3 y 32.8).

6.2 Tejido de referencia de xenón (ver 32.6, 32.7, 32.8 y 32.9).

6.3 Patrón L2 de decoloración de lana azul de AATCC para 20 Unidades de decoloración (AFU) de AATCC (ver 32.8).

6.4 Patrón L4 de decoloración de lana azul de AATCC para 20 Unidades de decoloración (AFU) de AATCC (ver 32.8).

6.5 Patrón de decoloración para tejido de referencia de xenón (ver 32.8).

6.6 Escala de grises para cambio de color de AATCC (ver 32.8).

6.7 Cartulina: una hoja de 163 g/m<sup>2</sup> (90 lb), White Bristol Index (ver 32.7 y 32.10).

6.8 Máscaras de prueba elaboradas de un material con una transmitancia de luz cercana a cero y adecuadas para múltiples niveles de exposición, tales como 10, 20, 40, etc., AFU (ver 32.11).

6.9 Termómetro con panel negro (ver 3.3, 32.4 y 32.12).

6.10 Termómetro estándar negro (ver 3.4 y 32.12).

NOTA: No se debe confundir el Termómetro con panel negro con el Termómetro estándar negro que se usa en las Opciones H, I, J y en algunos procedimientos de prueba europeos. Las temperaturas, cuando se miden con estos dos dispositivos diferentes, generalmente no concuerdan al realizarse bajo las mismas condiciones de prueba. El término Termómetro negro, cuando se usa en este método, se refiere tanto al Termómetro con panel negro como al Termómetro estándar negro.

6.11 Espectrofotómetro o Colorímetro (ver 31.2).

6.12 Aparato de decoloración con lámpara de arco de xenón, opcionalmente equipado con monitores de luz y sistemas de control (ver 32.12 y los Anexos A y D).

6.13 Gabinete de exposición a la luz natural (ver 32.13 y el Anexo B).

6.14 Aparato de decoloración con lámpara de arco con electrodos de carbón (ver 32.12 y el Anexo C).

## 7. Patrones de comparación

7.1 Para todas las opciones se prefieren los Patrones de AATCC de estabilidad del color a la luz de lana azul, según están definidos en el Método 16. Sin embargo, es posible que el grado de decoloración de cualquier Patrón de AATCC de estabilidad del color a la luz de lana azul realizado mediante una opción de prueba no concuerde con el de otras opciones de prueba.

7.2 El patrón de referencia puede ser cualquier material textil adecuado del cual se conozca el índice de cambio de color. Las partes contractuales deben determinar y acordar los patrones de referencia que se usarán para la comparación. Los patrones deben ser expuestos al mismo tiempo que la muestra de prueba. El uso del patrón ayuda a que cada cierto tiempo se pueda determinar cualquier variación de los equipos y los procedimientos de prueba. Si los resultados de las pruebas realizados con los patrones expuestos difieren en más de un 10% de los datos conocidos de éstos, revise completamente las condiciones de operación de los equipos de prueba y corrija cualquier funcionamiento defectuoso o parte defectuosa. Después de eso, repita la prueba.

## 8. Preparación de las muestras de prueba

8.1 Número de muestras—Para las pruebas de aceptación, use al menos tres muestras repetidas tanto del material que se va a probar como del patrón para comparación a fin de asegurar la precisión, a menos que el comprador y el proveedor hayan acordado otra cosa.

NOTA: Se tiene conocimiento de que en la práctica se usa una muestra de prueba y una de control para propósitos de prueba. Aunque dicho procedimiento no es aceptable en casos de litigio, es posible que sea suficiente en pruebas de rutina.

8.2 Corte y montaje de las muestras—Identifique cada muestra usando una etiqueta resistente al entorno que existirá durante la prueba. Monte las muestras en marcos, de modo que la superficie de la muestra de prueba y de la muestra de referencia estén a la misma distancia de la fuente de luz. Use cubiertas que eviten la compresión de la superficie de las muestras, especialmente al probar tejidos de pelo. La muestra de prueba y los patrones de referencia deben tener el mismo tamaño y la misma forma. Cuando use un portamuestras de 150.0 mm (6.0 pulgadas) de cuatro posiciones en un bastidor para muestras de dos niveles, no coloque las muestras de prueba o de referencia en las posiciones más externas. Corte y prepare las muestras de prueba para su exposición de la siguiente manera:

8.2.1 Respaldo de las muestras—Para todas las opciones, monte las muestras y patrones en cartulina blanca. Cuando las muestras de prueba se enmascaran, use máscaras de prueba de transmitancia de luz cercana a cero. Para la Opción C, coloque las muestras de prueba montadas, o montadas y enmascaradas, en marcos con respaldo como se indica en una especificación aplicable: como respaldo abierto, metal sólido o respaldo sólido (ver 32.7, 32.10 y 32.11).

8.2.2 Tejido—Corte muestras de tejido con el sentido longitudinal en dirección paralela al sentido de fabricación (urdimbre), de 70.0 × 120.0 mm (2.75 × 4.7 pulgadas) como mínimo, y asegúrese de que el área expuesta no mida menos de 30.0 × 30.0 mm (1.2 × 1.2 pulgadas). Fije las muestras con respaldo en los marcos que se suministran con el aparato de prueba. Asegúrese de que las cubiertas frontal y trasera de los portamuestras hagan buen contacto con las muestras y trace una línea clara de demarcación entre el área expuesta y no expuesta sin comprimir innecesariamente la muestra (ver 32.14 y 32.15). Cuando sea necesario para evitar el deshilachamiento, las muestras se pueden ribetear cosiéndolas, festoneándolas o fundiéndolas.

8.2.3 Hilados—Enrolle o fije los hilados en bastidores de cartulina blanca a una longitud de aproximadamente 150.0 mm (6.0 pulgadas). Sólo se evalúa aquella parte de los hilados que queda expuesta directamente a la energía radiante para ver si experimenta un cambio de color. Enrolle los hilados muy apretados en el marco, hasta un ancho de 25.0 mm (1.0 pulgadas) como mínimo. La muestra de control debe contener el mismo número

Tabla I—Condiciones de puesta en marcha de los equipos por opción

Componente	Opción A	Opción D	Opción E	Opción F	Opción H	Opción I	Opción J
Fuente de luz	Carbón encerrado <sup>a</sup>	Carbón encerrado <sup>a</sup>	Xenón <sup>b</sup>	Xenón <sup>b</sup>	Xenón <sup>c</sup>	Xenón <sup>c</sup>	Xenón <sup>c</sup>
Monitores y controles de luz	No	No	Opcional	Opcional	Opcional	Opcional	Opcional
Enfriamiento de la lámpara	Aire	Aire	Agua	Agua	Aire	Aire	Aire
Diámetro del bastidor para muestras	a	a	b	b	c	c	c
Temperatura de termómetro con panel negro, Ciclo de luz	63 ± 3C (145 ± 6F)	63 ± 3C (145 ± 6F)	63 ± 1C (145 ± 2F)	63 ± 1C (145 ± 2F)	—	—	—
Temperatura de termómetro estándar negro, Ciclo de luz	—	—	—	—	60 ± 3C (140 ± 8F)	70 ± 1C (158 ± 2F)	70 ± 1C (158 ± 2F)
Termómetro de bola seca, Ciclo de luz	43 ± 2C (110 ± 4F)	43 ± 2C (110 ± 4F)	43 ± 2C (110 ± 4F)	43 ± 2C (110 ± 4F)	32 ± 5C (90 ± 9F)	43 ± 2C (110 ± 4F)	43 ± 2C (110 ± 4F)
Ciclo de oscuridad	—	43 ± 2C (110 ± 4F)	—	43 ± 2C (110 ± 4F)	—	—	43 ± 2C (110 ± 4F)
Humedad relativa del aire, % Ciclo de luz	30 ± 5	35 ± 5	30 ± 5	35 ± 5	30 ± 5	30 ± 5	35 ± 5
Ciclo de oscuridad	—	90 ± 5	—	90 ± 5	—	—	90 ± 5
Ciclo de luz, horas Encendido	Continuo	3.8	Continuo	3.8	Continuo	Continuo	3.8
Apagado	—	1.0	—	1.0	—	—	1.0
Tipo de filtro Externo	Óxido de boro	Óxido de boro	Cal sodada	Cal sodada	(Siete Óxidos de boro esp. IR Absorb.)	Cal sodada	Cal sodada
Interno	—	—	Óxido de boro	Óxido de boro	—	Cuarzo	Cuarzo
Bastidor para muestras, RPM	1	1	1	1	5 <sup>a</sup>	2	2
Lámpara, filtro y mecha trenzada	—	—	—	—	—	—	—
Cambios en las horas de operación:	—	—	—	—	—	—	—
Filtro externo	2000	2000	2000	2000	Ningún cambio <sup>d</sup>	2000	2000
Filtro interno	—	—	400	400	3500	Ningún cambio <sup>d</sup>	Ningún cambio <sup>d</sup>
Fuente de luz	20 a 24	20 a 24	2000 <sup>e</sup>	2000 <sup>e</sup>	1500 <sup>e</sup>	1500 <sup>e</sup>	1500 <sup>e</sup>
Interference Filter	—	—	9000 <sup>e</sup>	9000 <sup>e</sup>	—	—	—
Wicks (if applicable)	160	160	160	160	—	—	—
Tipo de carbón	De mecha/ Sólido	De mecha/ Sólido	—	—	—	—	—
Voltaje	120-145	120-145	—	—	215-225	—	—
Amperio	14-17	14-17	—	—	—	—	—
Irradiancia W/m <sup>2</sup> /nm (a 420 nm)	—	—	1.10 ± 0.03 <sup>f</sup>	1.10 ± 0.03 <sup>f</sup>	1.25 ± 0.2 <sup>f</sup>	1.10 ± 0.03 <sup>f</sup>	1.10 ± 0.03 <sup>f</sup>
Irradiancia W/m <sup>2</sup> (300-400 nm)	—	—	—	—	65 ± 1	48 ± 1	48 ± 1
Requerimientos de agua (suministro)	desmineralizada, destilada u ósmosis inversa						
Tipo	menos de 17ppm, preferentemente menos de 8						
Sólidos-ppm	7 ± 1						
pH	Ambiente 16 ± 5C (61 ± 9F)						
Temperatura							
Frecuencia de limpieza	—	—	—	—	—	—	—
horas de operación:	—	—	—	—	—	—	—
Termistor negro	160	160	160	160	160	160	160
Cámara de prueba	600	600	600	600	600	600	600
Cámara de acondicionamiento	600	600	600	600	600	600	600
Conjunto de lámparas	160	160	160	160	160	160	160
Electrodo de luz de cuarzo	160	160	160	160	—	—	—

<sup>a</sup> Ver el Anexo C.

<sup>b</sup> Ver el Anexo A.

<sup>c</sup> Ver el Anexo D.

<sup>d</sup> Vea las instrucciones del fabricante. Para las Opciones I y J, que tienen tres lámparas, una lámpara se cambia en un calendario de rotación cada 500 horas para minimizar la carga general de la energía radiante.

<sup>e</sup> Horas de operación de luz continua o 18 meses de uso, lo que ocurra primero.

<sup>f</sup> Cuando está equipado para controlar la irradiancia. Para la Opción H, la irradiancia de 1.25 W/m<sup>2</sup> medida a 420nm es aproximadamente igual a 65 W/m<sup>2</sup> medida de 300-400 nm. Para las Opciones I y J, la irradiancia de 1.1 W/m<sup>2</sup> medida a 420 nm es aproximadamente igual a 48 W/m<sup>2</sup> medida de 300-400 nm.



de hebras que la muestra sujeta a exposición. Después de completada la exposición, junte aquellas hebras que están expuestas de frente a la fuente de luz usando una cinta adhesiva u otro tipo de cinta de 20.0 mm (0.75 pulgadas) para mantener unidos los hilados en el marco de exposición para su evaluación (ver 32.15).

## Condiciones de operación de los equipos

### 9. Preparación del aparato de prueba

9.1 Si es posible, instale el aparato de prueba en una habitación en que la temperatura y la humedad relativa del aire puedan ser controlados, con el propósito de minimizar los efectos de las variaciones en el suministro de aire.

9.2 Asegúrese de que la calibración del aparato de prueba sea verificado al inicio de cada prueba. Reemplace los filtros astillados, rotos o cuando se produzca decoloración u opacidad. Para las opciones con lámparas de xenón, en los casos en que no haya disponible ningún equipo automático de monitoreo de luz, elimine los tubos y filtros de las lámparas de xenón en los intervalos recomendados por el fabricante o antes, o cuando ya no se puedan obtener 20 Unidades de decoloración AATCC en  $20 \pm 2$  horas (de reloj) de operación con luz continua (ver 32.16).

9.3 Detenga todas las unidades de nebulización de las muestras y bastidores.

9.4 Las unidades termométricas con panel negro y estándar negra indican la irradiancia absorbida, menos el calor disipado por conducción y convección. Mantenga en buenas condiciones el lado negro de estas unidades termométricas. Aunque está revestido con un acabado de alta calidad, puede sufrir deterioro cuando está expuesto en el aparato de prueba. Por lo tanto, limpielo y púlpalo periódicamente con una cera para automóviles de buena calidad. Mantenga una unidad termométrica de control para verificar periódicamente que la unidad en operación esté en conformidad con las normas. Cuando una unidad termométrica en operación no cumple con los límites establecidos para el procedimiento de prueba con respecto a la unidad de control, reemplace la unidad.

9.5 Fije las condiciones de operación del equipo de acuerdo con la Tabla I y la opción especificada.

9.6 Instale una tarjeta o leva de programa u otro mecanismo en el aparato de prueba cuando sea necesario obtener el ciclo de luz especificado. Complete el bastidor para muestras con cartulina blanca con marcos y el termómetro negro requerido. La cartulina blanca se usa para simular el flujo en la cámara de prueba durante la exposición de prueba y no se deben incluir las muestras de prueba reales. Sostenga la unidad termométrica ne-

gra en el bastidor o tambor para muestras de la misma manera que los marcos de muestra de prueba. Cuando no hay indicadores externos, lea la unidad termométrica negra a través de la ventana en la puerta de la cámara de prueba. Opere y controle el aparato de prueba como se especifica en la Tabla I y de acuerdo a lo indicado por el fabricante. Opere el aparato de prueba en este modo y ajuste la temperatura de los termómetros de bola seca y húmedos de la cámara, o el termómetro e higrometro de la cámara, para proporcionar la temperatura requerida en el termómetro con panel negro o termómetro estándar negro, termómetro de bola seca y humedad relativa del aire.

9.7 Apague el aparato de prueba después de hacerlo funcionar en las condiciones controladas durante un mínimo de 24 horas. Saque la cartulina blanca del bastidor para muestras.

9.8 Para obtener información adicional para preparar y operar el aparato de prueba, consulte las instrucciones del fabricante y lo siguiente:

9.8.1 Para las Opciones A y D, use la Norma de prueba ASTM G 23, Método 3 (ver 31.3).

9.8.2 Para la Opción C, use la Norma de prueba ASTM G 24 (ver 31.4).

9.8.3 Para las Opciones E, F, H, I y J, use la Norma de prueba ASTM G 26, Método C o D, según corresponda (ver 31.5).

9.8.4 Para las Opciones pertinentes, consulte ISO 105, Parte B.

### Calibración, verificación y medición de la unidad de decoloración AATCC

#### 10. Calibración por los patrones de estabilidad del color de la azul de AATCC

10.1 Opciones A, D, E, F, H, I y J: exponga el Patrón L4 de AATCC de estabilidad del color a la luz de lana azul a la temperatura y humedad especificadas y en la opción seleccionada durante  $20 \pm 2$  horas de operación con luz continua (en la Tabla II se muestran las Unidades de decoloración AATCC pertinentes para las opciones de lámparas de xenón). Después de la exposición, evalúe la muestra del patrón expuesto, ya sea en forma visual o con instrumentos. Aumente o disminuya el vatiaje de las lámparas, el tiempo de exposición o ambos y siga exponiendo muestras de patrones adicionales hasta que el cambio de color de las muestras expuestas cumpla con uno de los siguientes criterios.

10.1.1 Comparación visual: es igual al cambio de color del Paso 4 de la Escala de grises para cambio de color o es igual al Patrón L4 de decoloración aplicable a la designación del Lote utilizado.

10.1.2 Medición de color por medio

de instrumentos: para el Lote 5, Patrón de AATCC de estabilidad del color a la luz de lana azul, es igual a  $1.7 \pm 0.3$  unidades de cambio de color CIELAB según lo determinado en el Procedimiento 6 de evaluación de AATCC. Otras designaciones de Lote del Patrón L4 de AATCC de estabilidad del color a la luz de lana azul son iguales a las unidades de cambio de color CIELAB especificadas en el certificado de calibración suministrado con el patrón, según lo determinado en el Procedimiento 6 de evaluación de AATCC.

10.2 Alternativa para las Opciones A, D, E, F, H, I y J: el Patrón L2 de AATCC de estabilidad del color a la luz de lana azul puede ser expuesto a la temperatura y humedad especificadas y en la opción seleccionada durante  $20 \pm 2$  horas de operación con luz continua. Después de la exposición, evalúe la muestra del patrón expuesto con instrumentos o compárela con el Patrón L2 de decoloración. Cuando sea necesario, aumente o disminuya el vatiaje de las lámparas, el tiempo de exposición o ambos y siga exponiendo muestras de patrones adicionales hasta que el cambio de color de las muestras expuestas cumpla uno de los siguientes criterios.

10.2.1 Comparación visual—es igual al cambio de color que muestra el Patrón L2 de decoloración aplicable a la designación del Lote utilizado (ver 32.8).

10.2.2 Medición de color por medio de instrumentos: para el lote 7, Patrón L2 de AATCC de estabilidad del color a la luz de lana azul, es igual a  $5.96 \pm 0.60$  unidades de cambio de color CIELAB según lo determinado en el Procedimiento 6 de evaluación de AATCC. Otras designaciones de Lote del Patrón L4 de AATCC de estabilidad del color a la luz de lana azul son iguales a las unidades de cambio de color CIELAB especificadas en el certificado de calibración suministrado con el patrón, según lo determinado en el Procedimiento 6 de evaluación de AATCC.

NOTA: El tejido de referencia de xenón está discontinuado para efectuar calibraciones, porque es sensible a la temperatura. Su uso más adecuado es para monitorear la conformidad de la temperatura de la cámara de prueba (ver las Secciones 12, 32.6, 32.7 y 32.9).

#### 11. Calibración de sistemas de control de monitoreo de luz

11.1 Cuando corresponda, efectúe la calibración del sistema de monitoreo de luz según las instrucciones del fabricante (ver 32.16).

#### 12. Verificación de temperatura de la cámara de prueba mediante tejido



12.1 Exponga el tejido de referencia de xenón durante  $20 \pm 2$  de horas de operación con luz continua a la temperatura y humedad especificadas y en la opción seleccionada. Evalúe la muestra del patrón expuesto, ya sea en forma visual o con instrumentos, de acuerdo a uno de los siguientes criterios:

12.1.1 Comparación visual—Si el cambio de color de la muestra del patrón expuesto es igual al Patrón de decoloración del tejido de referencia de xenón en  $20 \pm 2$  horas de operación con luz continua, los equipos están manteniendo la temperatura correcta.

12.1.2 Medición de color por medio de instrumentos: Si la muestra del patrón expuesto es igual a  $20 \pm 1.7$  unidades de cambio de color CIELAB en  $20 \pm 2$  horas de operación con luz continua, los equipos de prueba están entregando la temperatura correcta.

12.2 Si el Tejido de referencia de xenón difiere ya sea visualmente o de acuerdo a la medición con instrumentos de lo especificado en 12.1.1 ó 12.1.2, según corresponda, después de  $20 \pm 2$  horas de operación con luz continua, es una señal de que los termistores dentro de la cámara de prueba no están calibrados o no están respondiendo correctamente o que los equipos de prueba requieren mantenimiento. Verifique la precisión de los termistores y que todas las funciones de los equipos estén operando correctamente de acuerdo a las instrucciones del fabricante. Reemplace los termistores si presentan fallas.

13. Medición de las unidades de decoloración AATCC mediante Patrones de AATCC de estabilidad del color a la luz de lana azul

13.1 El uso de Patrones de AATCC de estabilidad del color a la luz de lana azul y las Unidades de decoloración AATCC proporciona un patrón de exposición común en los distintos métodos de exposición: luz natural, lámpara de arco con electrodos de carbón y lámpara de arco de xenón. Los términos horas reloj y horas máquina no son métodos de reporte válidos.

13.2 En la Tabla II se ilustra el número de Unidades de decoloración AATCC necesarias para producir un cambio de color igual al Paso 4 de la Escala de grises para cambio de color en cada uno de los Patrones de AATCC de estabilidad del color a la luz de lana azul.

13.3 Para la Medición de color por medio de instrumentos, los datos colorimétricos se calculan usando los datos del observador CIE 1964 a  $10^\circ$  para el patrón de luz D<sub>65</sub>. Expresar la diferencia de color en las unidades CIELAB como se in-

dica en el Procedimiento 6 de evaluación de AATCC. NOTA: Para las Opciones D, F y J, aunque la calibración se realice usando horas de operación con luz continua, pueden demorar más o menos horas de operación durante el ciclo de prueba real debido a la inclusión de períodos de oscuridad.

14. Medición de las unidades de decoloración AATCC basado sólo en las Opciones E y F de arco de xenón e irradiación espectral

14.1 Para las Opciones E y F, se producen 20 unidades de decoloración AATCC en un intervalo de exposición de  $85 \text{ kJ/m}^2$  medido a  $420 \text{ nm}$  cuando los equipos de arco de xenón enfriados por agua son operados en las condiciones especificadas en este método de prueba (ver la Tabla II).

Procedimientos de exposición mecánica

15. Exposición mecánica condiciones generales

15.1 Antes de ejecutar un nuevo conjunto de condiciones, haga funcionar el equipo durante 24 horas para asegurar que cumpla con las condiciones de operación especificadas según lo descrito en la Sección 9.

15.1.1 Para verificar la precisión de la operación de los equipos, se expone un Patrón de AATCC de estabilidad del color a la luz de lana azul aplicable y se evalúa el Patrón después de 80-100 Unidades de decoloración AATCC. Siempre se deben exponer los patrones de referencia cerca de la posición central del bastidor para muestras adyacente al termistor con panel negro.

Tabla II—Unidad de decoloración AATCC y equivalentes de exposición a la luz para Patrones de AATCC de estabilidad del color a la luz de lana azul (ver 32.16)\*

Patrón de AATCC de estabilidad del color a la luz de decoloración lana azul	Unidades de AATCC	Sólo xenón $\text{kJ/m}^2\text{nm}$ @ $420 \text{ nm}$	Sólo xenón $\text{kJ/m}^2$ 300-400 nm
L2	5	21	884
L3	10	43	1728
L4	20	85*	3458
L5	40	170	6912
L6	80	340*	13824
L7	160	680	27648
L8	320	1360	55296
L9	840	2720	110592

\* Para cambio de color de  $1.7 \pm 0.3$  unidades CIELAB o el Paso 4 de la Escala de grises para cambio de color de AATCC.

Verificado mediante experimento usando las Opciones C y E. Se calculan todos los demás valores (ver 32.21).

15.2 Monte el material de prueba en marcado en el bastidor para muestras. Asegúrese de que todos los materiales

estén sostenidos correctamente en la alineación adecuada, tanto en la parte superior como en la parte inferior. Cualquier desplazamiento del material en dirección a la fuente o alejándola de ella, aun en distancias pequeñas, puede generar variaciones de decoloración entre las muestras (ver 8.2). El bastidor para muestras debe estar lleno; se usan cartulinas cuando el número de muestras que se están probando es insuficiente para completar totalmente el bastidor. Cuando se requieran ciclos de luz y oscuridad alternados, comience la exposición al inicio del ciclo de luz.

15.3 En el caso de tejidos lisos, de punto y no lisos y salvo que se especifique otra cosa, asegúrese de que el lado que normalmente se usa como anverso quede directamente expuesto a la fuente radiante.

15.4 Opere el aparato de prueba diariamente hasta completar la exposición seleccionada. Evite demoras innecesarias cuando interrumpa el periodo de exposición para cambiar filtros, carbones o lámparas, ya que las demoras pueden contribuir a variaciones en los resultados o pueden conducir a errores. Asegúrese de que el vatiaje, el amperaje y el suministro de agua durante la prueba sean los especificados en la descripción detallada del aparato suministrado por el fabricante. Revise a intervalos regulares para verificar que la tarjeta o leva de programa u otro mecanismo proporcione las temperaturas y humedad relativa del aire designadas, y cuando corresponda, que el aparato esté proporcionando 20 Unidades de decoloración AATCC durante  $20 \pm 2$  horas de operación con luz continua. En caso de contar con ellos, monitoree las condiciones de prueba de la cámara de exposición con indicadores de registro adecuados. Si es necesario, vuelva a ajustar los controles para mantener las condiciones de prueba especificadas. Verifique la calibración del aparato de prueba durante el ciclo de prueba (ver las Secciones 10, 11, 12, 13 y 32.16).

16. Exposición mecánica a una cantidad especificada de energía radiante, Opciones A, D, E, F, H, I y J

16.1 Método de un paso—Exponga las muestras de prueba y los patrones aplicables para 5, 10, 20 o múltiplos de 20 Unidades de decoloración AATCC, hasta que la muestra haya sido expuesta a la cantidad deseada de energía radiante definida en términos de Unidades de decoloración AATCC medidas por la exposición simultánea del o de los Patrones de lana azul adecuados.

16.2 Método de dos pasos—Proceda como se indica en 16.1, pero duplique el área de exposición de las muestras

como se indica en 22.1, pero duplique el área de exposición de la muestra de pruebas. Una vez que la muestra haya sido expuesta a un cambio de color igual al del Paso 4 de la Escala de grises para cambio de color, saque las muestras de la cámara de prueba y enmascare (cubra) la mitad del área expuesta y continúe con la exposición hasta que la muestra de prueba alcance un cambio de color igual al del Paso 3 en la Escala de grises para cambio de color.

### Evaluación de los resultados

#### 23. Acondicionamiento

23.1 Después de completada la exposición de prueba, saque las muestras de prueba y los patrones de comparación de la exposición. Realice el acondicionamiento en una habitación oscura a condiciones normales para probar textiles [65 ± 2% HR y 21 ± 1°C (70 ± 2°F)] durante un período mínimo de 4 horas antes de realizar la evaluación.

#### 24. Evaluación del cambio de color

24.1 Compare la parte expuesta con el control enmascarado o con una parte original no expuesta de la muestra, según esté especificado en una especificación de materiales u orden de compra. Para una caracterización completa de la estabilidad del color a la luz de una muestra de prueba, se requiere una evaluación en más de un nivel de exposición (ver 32.18).

24.2 Cuantifique el cambio de color usando la Escala de grises para cambio de color de AATCC (opción preferida) o haciendo una medición colorimétrica de la diferencia de color en el nivel de exposición especificado, ya sea en Unidades de decoloración AATCC, kilojulios de energía radiante, o bien comparándolo con un patrón de referencia.

24.3 Determine la diferencia total de color ( $\Delta E_{CIE, Lab}$ ) y la diferencia en claridad, intensidad de color y tonalidad ( $\Delta L^*$ ,  $\Delta C^*$ ,  $\Delta H^*$ ). Use instrumentos que proporcionen valores basados en la ecuación CIE 1976, usando patrón de luz  $D_{65}$  y datos del observador a 10°. Para instrumentos con relación física y simetría de las partes difusa, incluya el componente especular de la reflectancia en las mediciones (consulte el Procedimiento 6 de evaluación de AATCC).

#### 25. Aceptación basada en la exposición simultánea de una muestra de referencia

25.1 Evalúe el cambio de color del material según se indica en la Sección 24, en los términos de la muestra de referencia acordada.

25.2 Evalúe la estabilidad del color a la

luz del material de la siguiente manera:

25.2.1 Satisfactorio—Si la muestra de prueba muestra un cambio de color igual o menor que la muestra de referencia en el nivel de exposición, cuando la muestra de referencia muestra un cambio de color igual al del Paso 4 de la Escala de grises para cambio de color de AATCC.

25.2.2 Insatisfactorio—Si la muestra de prueba muestra un cambio de color mayor que la muestra de referencia en el nivel de exposición, cuando la muestra de referencia muestra un cambio de color igual al del Paso 4 de la Escala de grises para cambio de color de AATCC.

#### 26. Clasificación basada en los Patrones de AATCC de estabilidad del color a la luz de lana azul

26.1 Exposición de un paso—Clasifique la estabilidad del color a la luz del material de la siguiente manera:

(a) comparando el cambio de color de la muestra de prueba con aquel de una serie de Patrones de AATCC de estabilidad del color a la luz de lana azul expuestos simultáneamente (ver la Tabla III) o

(b) determinando el número de Unidades de decoloración AATCC requeridas para producir un cambio de color en la muestra de prueba igual al del Paso 4 de la Escala de grises para cambio de color (ver la Tabla II).

26.2 Exposición de dos pasos—Clasi-

fique la estabilidad del color a la luz del material de la siguiente manera:

(c) determinando el número de Unidades de decoloración AATCC requeridas para producir cambios de color en la muestra de prueba igual tanto al Paso 4 como al Paso 3 en la Escala de grises para cambio de color de AATCC (ver la Tabla II).

26.2.1 Asigne ambas clasificaciones: el nivel del Paso 3 aparece primero, seguido del nivel del Paso 4 en paréntesis. Por ejemplo, una clasificación L5(4) indicaría una clasificación L5 en el cambio de color del Paso 3 y una clasificación L4 en el cambio de color del Paso 4. Cuando se asigna sólo un número de clasificación, debe representar el número de Unidades de decoloración AATCC para producir un cambio de color del Paso 4.

#### 27. Clasificación del Patrón de AATCC de estabilidad del color a la luz de lana azul sobre L7

27.1 Usando la Tabla IV, clasifique la estabilidad del color a la luz sobre el Patrón L7 de AATCC de estabilidad del color a la luz de lana azul, de acuerdo con el número total de patrones L7 consecutivos expuestos al Paso 4 de la Escala de grises para cambio de color durante el ciclo de exposición que se requiere para producir un cambio de color del Paso 4 en la muestra de prueba, y Tabla IV.

Tabla III—Clasificación mediante Patrones de AATCC de estabilidad del color a la luz de lana azul\*

Cambio de color de las muestras de prueba		Clase de estabilidad del color a la luz	Unidades de decoloración (AFU) AATCC
Menor que el patrón	Igual pero no mayor que el patrón		
—	—	L2	5
—	L2	L3	
L2	—	L3	
—	L3	L4	10
L3	—	L4	
—	L4	L5	20
L4	—	L5	
—	L5	L6	40
L5	—	L6	
—	L6	L7	80
L6	—	L7	
—	L7	L8	160
L7	—	L8	
—	L8	L9	320
L8	—	L9	
—	L9	—	640

\* Los siguientes son ejemplos para usar la Tabla III para asignar clasificaciones de estabilidad del color a la luz:

La muestra de prueba se expone simultáneamente con los patrones L4, L5 y L6. Después de la exposición y el acondicionamiento, el cambio de color que exhibe la muestra de prueba es menor que aquel de los patrones L4 y L5, pero mayor que el del patrón L6. A la muestra de prueba se le asignaría una Clasificación de estabilidad del color a la luz de L5-6; o bien use el siguiente ejemplo.

La muestra de prueba se examina después de cada incremento en la exposición hasta que muestra un cambio de color igual al del Paso 4 de la Escala de grises para cambio de color de AATCC. Si esto ocurre después de una exposición de 40 AFU y antes de 80 AFU, a la muestra de prueba se le asignaría una Clasificación de estabilidad del color a la luz de L5-6.

19. Exposición a la luz natural, condiciones generales

19.1 Monte el o los Patrones de AATCC de estabilidad del color a la luz de lana azul y la o las muestras de prueba en la cartulina con una cubierta (máscara) opaca que cubra la mitad del patrón.

19.2 Exponga los patrones y la o las muestras de prueba en forma simultánea a las mismas condiciones de prueba tras un vidrio (ver 32.17 y el Anexo B). Asegúrese de que el anverso del o de los patrones y muestras de prueba expuestos estén a una distancia mínima de 75.0 mm (3.0 pulgadas) debajo la superficie interna de la cubierta de vidrio de la placa y ubicados a una distancia mínima de 150.0 mm (6.0 pulgadas) de los bordes del marco de vidrio. El refuerzo del gabinete de exposición se puede cambiar de la siguiente manera para obtener las condiciones de exposición deseadas:

Respaldo	Condición de exposición
----------	-------------------------

Abierto	Temperatura baja
Metal foraminado	Temperatura media
Sólido	Temperatura alta

El o los patrones y muestras permanecen expuestos las 24 horas del día y sólo se sacan para inspección.

19.3 Monitoree la temperatura y humedad relativa del aire en los alrededores de los gabinetes de prueba (ver 32.24).

20. Exposición a la luz natural hasta una cantidad especificada de energía radiante

20.1 Uso de Patrones de AATCC de estabilidad del color a la luz de lana azul—Monte la o las muestras de referencia y de prueba que se van a exponer como se indica en 19.1 y expóngalas en forma simultánea a las mismas condiciones de prueba tras un vidrio como se indica en 19.2. Monitoree el efecto de la luz sacando frecuentemente el o los patrones de la estructura de prueba y evaluando el cambio de color. Continúe la exposición hasta que el patrón muestre una diferencia de color entre la parte expuesta y la enmascarada como se describe en la Sección 24. Cuando la prueba de las muestras debe terminar después de la exposición en un número especificado de Unidades de decoloración AATCC, escoja el patrón adecuado para lograr la condición final. Los patrones se pueden usar como un juego, L2 a L9, o en juegos de réplica expuestos consecutivamente hasta totalizar una condición final dada; es decir, se pueden exponer individualmente dos Patrones L2 para obtener 10 unidades de decoloración o exponer un Patrón L3 para obtener 10 unidades de decoloración.

20.1.1 Saque las muestras de la exposi-

ción después de obtener las Unidades de decoloración AATCC y evalúelas como se especifica en Evaluación de resultados. Para una exposición en múltiples pasos, es decir, 5 unidades de decoloración y 20 unidades de decoloración, es posible exponer una muestra única y cubrir (enmascarar) partes a intervalos medidos por el patrón. El resultado será una muestra que tendrá una sección original enmascarada y no expuesta y distintas secciones que han sido expuestas y que posteriormente han sido enmascaradas. Cada sección de la muestra que representa un período de exposición establecido, se puede evaluar comparándola con un control enmascarado o con una parte original no expuesta de la muestra.

20.2 Uso de monitores de irradiación: Monte la o las muestras de referencia y de prueba que se van a exponer como se indica en 19.1 y expóngalas en forma simultánea a las mismas condiciones de prueba tras un vidrio como se indica en 19.2.

NOTA: La exposición de los Patrones de AATCC de estabilidad del color a la luz de lana azul con su resultado conocido puede ser útil para determinar si en el transcurso de la prueba se observó alguna condición inusual (ver 32.19).

20.2.1 Registre cualquier irradiación individual o combinación de una irradiación global, de banda ancha o de banda estrecha con un radiómetro en condiciones de exposición idénticas a las de las muestras (ver 32.20).

20.2.2 Retire las muestras de referencia o de prueba de la exposición cuando se haya alcanzado la energía radiante deseada, según las mediciones del radiómetro. Para una exposición de múltiples pasos, es posible exponer una muestra única y cubrir (enmascarar) partes a intervalos de la exposición radiante medida (ver 20.1.1).

21. Exposición a la luz natural usando una muestra de referencia

21.1 Sustituya la o las muestras de referencia para los Patrones de AATCC de estabilidad del color a la luz de lana azul y continúe como se indica en 20.1 y 20.2, según corresponda.

22. Exposición a la luz natural para una clasificación de estabilidad del color a la luz

22.1 Método de un paso—Exponga una o más muestras de prueba, según se detalla en 19.1 y 19.2, en forma simultánea con varias Patrones de AATCC de estabilidad del color a la luz de lana azul o determine el número de Unidades de decoloración AATCC requeridas para producir un cambio de color en la muestra de prueba igual al Paso 4 de la Escala de grises para cambio de color.

22.2 Método de dos pasos—Proceda:

de prueba. Después de exponer la muestra al primer nivel especificado de energía radiante, saque las muestras de la cámara de prueba y enmascare (cubra) la mitad del área expuesta y continúe la exposición para las 20 Unidades de decoloración AATCC o múltiplos de estas 20 unidades, hasta que la muestra haya sido expuesta a la mayor cantidad deseada de energía radiante.

16.3 En los equipos equipados con monitores de irradiación, se pueden medir y controlar las Unidades de decoloración AATCC de exposición midiendo los kilojulios por metro cuadrado a 420 nm (ver 14.1 y la Tabla II).

NOTA: Para una caracterización completa de la estabilidad del color a la luz de una muestra de prueba, se prefiere el método de dos pasos.

17. Exposición mecánica usando una muestra de referencia, Opciones A, D, E, F, H, I y J

17.1 Exponga la o las muestras de prueba y la o las muestras de referencia en forma simultánea a la condición final requerida en términos de Unidades de decoloración AATCC, kilojulios por metro cuadrado de irradiación o de resultados de las muestras de referencia (es decir, la muestra de referencia muestra un cambio de color igual al Paso 4 de la Escala de grises para cambio de color).

18. Exposición mecánica para la clasificación de la estabilidad del color a la luz

18.1 Método de un paso—Exponga la o las muestras de prueba en forma simultánea con varias Patrones de AATCC de estabilidad del color a la luz de lana azul o determine el número de Unidades de decoloración AATCC requeridas para producir un cambio de color en la muestra de prueba igual al cambio del Paso 4 de la Escala de grises para cambio de color.

18.2 Método de dos pasos—Proceda como se indica en 18.1, pero duplique el área de exposición de las muestras de prueba. Después de exponer la muestra a un cambio de color igual al del Paso 4 de la Escala de grises para cambio de color, saque las muestras de la cámara de prueba y enmascare (cubra) la mitad del área expuesta y continúe la exposición hasta que la muestra de prueba muestre un cambio de color igual al del Paso 3 en la Escala de grises para cambio de color.

Exposición del gabinete a la luz natu-

Tabla IV—Clasificación mediante Patrones de AATCC de estabilidad del color a la luz de lana azul (sobre L7)

Número de patrones L7 expuestos			Clase de estabilidad del color a la luz	Equivalente a Unidad de Decoloración (AFU) AATCC
Menor que	Igual pero no mayor que	Mayor que		
—	2	—	L8	320
3	—	2	L8-9	—
—	3	—	L8-9	480
4	—	3	L8-9	—
—	4	—	L9	640
5	—	4	L9-10	—
—	5	—	L9-10	800
6	—	5	L9-10	—
—	6	—	L9-10	960
7	—	6	L9-10	—
—	7	—	L9-10	1120
8	—	7	L9-10	—
—	8	—	L10	1280
etc. <sup>a</sup>	etc. <sup>a</sup>	—	etc. <sup>a</sup>	etc. <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Un aumento de 1 en la clasificación representa el intervalo en el cual se duplican las Unidades de decoloración AATCC equivalentes con respecto a la clasificación del número entero anterior. A toda muestra de prueba para la cual el número de Patrones L7 está entre dos clasificaciones de número entero, se le asigna tanto la clasificación más baja como la más alta que define ese intervalo.

## 28. Reporte

28.1 Use la Tabla V para reportar toda la información aplicable.

28.2 Reporte cualquier modificación del Método de prueba 16 o el resultado del patrón de referencia.

28.3 Reporte toda la información de la Tabla V para las mismas condiciones en que se exponen las muestras y materiales de referencia.

### Precisión y sesgo

## 29. Precisión

29.1 Aunque se han realizado amplios estudios usando las Opciones C y E (ver la Nota 32.21), no se ha rendido aún el informe de precisión. Éste se está elaborando.

## 30. Sesgo

30.1 El valor real de la estabilidad del color a la luz sólo se puede definir en términos de un método de prueba específico. Dentro de esta limitación, las opciones del Método de Prueba 16 de AATCC para determinar la estabilidad del color a la luz no tienen ningún sesgo conocido y son aceptadas de manera general como métodos de arbitraje.

## 31. Referencias

31.1 Procedimiento de evaluación 1 de AATCC, Escala de grises para cambio de color (ver 32.8).

31.2 Procedimiento de evaluación 6 de AATCC, Medición de color instrumental (ver 32.8).

31.3 ASTM G 23, Procedimiento estándar para operar aparatos de exposición a la luz y agua (Tipo arco con electrodos de carbón) para la exposición de materiales no metálicos (ver 32.22).

31.4 ASTM G 24, Procedimiento estándar para realizar exposiciones a la luz natural filtrada por un vidrio (ver 32.22).

31.5 ASTM G 26, Procedimiento estándar para operar aparatos de exposición a la luz (Tipo arco de xenón) con o sin agua para la exposición de materiales no metálicos (ver 32.22).

31.6 ISO 105, Parte B, Textiles - Pruebas para estabilidad del color (ver 32.23).

## 32. Notas

32.1 La Opción B, método original y estándar basado en luz solar, en que las muestras se exponían ya sea en comparación con patrones o a cantidades especificadas de radiación expresada en langley, o a ambos, ha sido discontinuada y ha sido sustituida por la Opción C, opción de luz natural. En la Opción B, las pruebas sólo se realizaban en días soleados entre las 9 a.m. y 3 p.m. En la Opción C, se permite mantener a las muestras de prueba en el gabinete de prueba durante las 24 horas del día. Se necesita menos tiempo para completar la prueba y se realiza en condiciones más similares a la exposición en su empleo final real. Adicionalmente, las muestras de prueba se exponen a una irradiación de baja intensidad que se produce antes de las 9 a.m. y después de las 3 p.m. (tiempo oficial) y en días nublados, tiempo durante el cual la temperatura de la muestra puede ser baja y el contenido de humedad puede ser alto.

32.2 La Opción G, Determinación de la estabilidad del color sobre L7, está discontinuada. Las disposiciones para realizar esta prueba están incluidas en la sección de clasificaciones de este método.

32.3 Los Patrones de AATCC de estabilidad del color a la luz de lana azul, excepto L2, son preparados especialmente mezclando proporciones variadas de lana teñida con una materia colorante muy fugaz, Erio Chrome Azurole B (C.I. 43830) y lana teñida con una materia colorante sólida, Indigosol Blue AGG (C.I. 73801). Cada patrón resultante numerado con un número más alto es dos veces más estable en color que el patrón numerado con un número más bajo. Los Patrones de AATCC de estabilidad del color a la luz de lana azul y las Normas ISO de estabilidad del color a la luz de lana azul numeradas (como se usan en ISO 105-B01) arrojan clasificaciones diferentes y por consiguiente no se pueden usar en forma indistinta (ver 32.8).

32.4 Para Termómetros con panel negro: Para Termómetros con panel negro: Una unidad termométrica con panel negro, montada en el bastidor para muestras, mide y regula la temperatura de prueba, para permitir que el lado frontal de éste reciba la misma exposición que la muestra de prueba. Está conformada por un panel de acero inoxidable negro de 70.0 x 150.0 mm (2.75 x 5.83 pulgadas) y 1.0 mm (0.038 pulgadas) de espesor, al que hay conectado mecánicamente un termómetro de cuadrante bimetalico de acero inoxidable o un dispositivo termométrico de resistencia (RTD, en su sigla en inglés). El termómetro tiene una varilla de 4.0 mm (0.16 pulgadas) de diámetro, con un cuadrante de 44.0 mm (1.75 pulgadas). La parte sensible, que se extiende 38.0 mm (1.5 pulgadas) desde el extremo de la varilla, está ubicada en el centro del panel, a 64.0 mm (2.5 pulgadas) de la parte superior y a 48.0 mm (1.88 pulgadas) de la parte inferior del panel. La parte frontal del panel donde se conecta la varilla del termómetro debe tener dos manos de revestimiento de esmalte negro al horno, seleccionado por su resistencia a la luz y al agua y con una absorción de 95% como mínimo.

32.5 Para Termómetros estándar negros: Una unidad termométrica estándar negra, montada en el bastidor para muestras, mide y regula la temperatura de prueba, para permitir que la parte frontal de éste reciba la misma exposición que la muestra de prueba. Está conformada por una placa de acero inoxidable negro de 70.0 x 40.0 mm (2.75 x 1.57 pulgadas) y 0.5 mm (0.020 pulgadas) de espesor, al que hay conectado un resistor térmico en la parte trasera. La parte frontal del panel de acero está revestido con una capa negra con una absorción de 95% como mínimo. La placa de metal está unida a una placa de plástico que proporciona aislamiento térmico.

32.6 El Tejido de referencia de xenón es un tejido de punto fabricado con hilado de poliéster texturado de 150 denier, en un punto piqué doble, teñido en tono púrpura con 1.8% de 2,4-dinitro-6-bromo-2-amino-4-(N,N-Dietilamino) azobenceno a 129C (265F) durante 1 hora y luego termosfijado a 179C (355F) durante 30 segundos (ver 32.8).

32.7 Se obtiene una decoloración más uniforme y reproducible de los Patrones de AATCC de estabilidad del color a la luz de lana azul, del Tejido de referencia de xenón y de las muestras de prueba cuando se respaldan con cartulina blanca. Los valores de diferencia de color en la determinación inicial de la condición final para el Tejido de referencia de xenón y los Patrones de AATCC de estabilidad del color a la luz de lana azul se determinaron

Tabla V—Formulario de reporte

Nombre del operador \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_

Identificación de la muestra \_\_\_\_\_

Material expuesto: Anverso \_\_\_\_\_ Reverso \_\_\_\_\_

Clasificación de la estabilidad del color a la luz \_\_\_\_\_ Clasificación de la estabilidad del color a la luz \_\_\_\_\_

Aceptación comparada con muestra de referencia (SI/No) \_\_\_\_\_

Muestra de prueba comparada con: Parte enmascarada \_\_\_\_\_

Parte no enmascarada \_\_\_\_\_ Original no expuesto \_\_\_\_\_

Clasificación de la estabilidad del color a la luz determinada por:

Escala de grises para cambio de color AATCC \_\_\_\_\_

Con instrumentos, Tipo de identificación \_\_\_\_\_

Método de clasificación \_\_\_\_\_

Patrón de referencia \_\_\_\_\_

Temperatura controlada por: Ambiente (Bola seca) \_\_\_\_\_ C

Panel negro \_\_\_\_\_ C Estándar negro \_\_\_\_\_ C

Exposición controlada por: Patrones de AATCC de estabilidad del color a la luz de lana azul \_\_\_\_\_

Energía radiante \_\_\_\_\_ Otros \_\_\_\_\_

Total energía radiante \_\_\_\_\_

Tipo de aparato de prueba \_\_\_\_\_ Modelo No. \_\_\_\_\_

Serie No. \_\_\_\_\_ Nombre del fabricante \_\_\_\_\_

Bastidor para muestras: Inclinado \_\_\_\_\_ Biveles \_\_\_\_\_ Biveles \_\_\_\_\_ Horizontal \_\_\_\_\_

Tipo de suministro de agua \_\_\_\_\_

Opción empleada \_\_\_\_\_ Tiempo de exposición transcurrido \_\_\_\_\_

Procedimiento de montaje: Con respaldo \_\_\_\_\_ Sin respaldo \_\_\_\_\_

Programa de rotación de muestras \_\_\_\_\_ % de humedad relativa del aire \_\_\_\_\_

Para la Opción C, sólo reporte lo siguiente:

Ubicación geográfica \_\_\_\_\_

Fechas de exposición: Desde \_\_\_\_\_ Hasta \_\_\_\_\_

Amplitud de exposición \_\_\_\_\_ Ángulo de exposición \_\_\_\_\_

Expuesta tras un vidrio de ventana: SI/No \_\_\_\_\_ Si la respuesta es SI, especifique el tipo \_\_\_\_\_

Temperatura ambiente diaria: Mínima \_\_\_\_\_ Máxima \_\_\_\_\_ Promedio \_\_\_\_\_

Temperatura diaria de termómetro con panel negro: Mínima \_\_\_\_\_ Máxima \_\_\_\_\_ Promedio \_\_\_\_\_

Temperatura de entorno de prueba: Mínima \_\_\_\_\_ Máxima \_\_\_\_\_ Promedio \_\_\_\_\_

% diario de humedad relativa del aire: Mínimo \_\_\_\_\_ Máximo \_\_\_\_\_ Promedio \_\_\_\_\_

Horas de humedad: Lluvia \_\_\_\_\_ Lluvia y rocío \_\_\_\_\_



Tabla VI—Temperatura versus cambio de color,

Tejidos de referencia de xenón\*

Temperatura con panel negro	$\Delta E$ (CIELAB)
58C	16.0
63C	20.0
68C	23.8

\* Ver la Nota 32.9.

a partir de exposiciones con ese tipo de respaldo. Aunque se entregan tolerancias tanto para los Patrones de AATCC de estabilidad del color a la luz de lana azul como y para el Tejido de referencia de xenón, se deben realizar todos los esfuerzos posibles por obtener el valor medio dado para estos patrones. Para propósitos de arbitraje, el Tejido de referencia de xenón y los Patrones de AATCC de estabilidad del color a la luz de lana azul serán expuestos en múltiplos de tres: La diferencia promedio de color será de 20 unidades CIELAB en el caso del Tejido de referencia de xenón y de 1.7 unidades CIELAB en el caso de los Patrones de AATCC de estabilidad del color a la luz de lana azul.

32.8 Disponible en AATCC, P.O. Box 12215, Research Triangle Park NC 27709; tel: 919/549-8141; fax: 919/549-8933; e-mail: orders@aatcc.org.

32.9 El Patrón de decoloración del tejido de referencia de xenón se usa como referencia visual o instrumental para verificar la temperatura de la cámara de prueba. El valor de la diferencia de color medido con instrumentos se mostrará en cada patrón de decoloración. El Tejido de referencia de xenón es sensible a la temperatura, según se indica en la Tabla VI.

32.10 La cartulina blanca precortada sin azufre para respaldar las muestras de prueba está disponible en Atlas Electric Devices Co., 4114 N. Ravenswood Avenue, Chicago IL 60613; tel: 773/327-4520; fax: 773/327-5787. Una cartulina blanca comparable (White Bristol Index 9016) también está disponible en tiendas y distribuidoras de artículos de escritorio en la sección de suministros para artistas.

32.11 Las máscaras de prueba hechas con papel blanco de 0.005-0.006 pulgadas de espesor, con un revestimiento negro mate que proporcione cero transmitancia de luz a la muestra, están disponibles en Atlas Electric Devices Co., 4114 N. Ravenswood Ave., Chicago IL 60613; tel: 773/327-4520; fax: 773/327-5787.

32.12 Uno o más de los tipos y materiales de aparatos de prueba están disponibles en: Atlas Electric Devices Co., 4114 N. Ravenswood Ave., Chicago IL 60613; tel: 773/327-4520; fax: 773/327-5787 y Suga Test Instrument Co., 4-14 Shinjuku, S-Chome, Tokio 160, Japón; tel: (3) 354-5248.

32.13 Disponible en William Harrison Co., 4595 E. 10th Ct., Hialeah FL 33013; tel: 305/681-8381.

32.14 Los tejidos de pelo como alfombras, que tienen fibras que pueden cambiar de posición, o una textura que puede dificultar las evaluaciones en áreas pequeñas, se deben probar con un área expuesta de no menos de aproximadamente 40.0 mm (1.6 pulgadas) por 50.0 mm (2.0 pulgadas). Exponga un tamaño suficiente o bien múltiples muestras para incluir todos los colores en la muestra.

32.15 Los marcos de las muestras deben estar hechos de acero inoxidable o acero con revestimiento adecuado para evitar contaminar las muestras con impurezas metálicas que podrían catalizar o inhibir la degradación. Cuando las muestras se fijan con grapas, éstas deben ser del tipo no ferroso recubiertas, para evitar que la muestra se contamine con productos corrosivos. Los marcos de metal deben tener un acabado mate y ser de un diseño que evite reflectancias que podrían influir en el resultado del material. Los marcos deben coincidir con la curvatura del bastidor para muestras. El tamaño del marco está determinado por las muestras tipo requeridas para los requerimientos de propiedades individuales.

32.16 El aparato de exposición de arco de xenón puede estar equipado con sistemas de medición y control de luz (ver los Anexos A y D) que permitan el control de las exposiciones en unidades de dosaje total de luz de kJ/m<sup>2</sup>/nm a 420 nm para aparatos enfriados por agua y desde 300-400 nm para aparatos enfriados por aire, que permiten expresar la exposición en Unidades de decoloración AATCC. En las unidades controladas manualmente, es posible que el vataje de la lámpara requiera un ajuste periódico para mantener el índice de 20 unidades de decoloración AATCC durante 20 ± 2 horas de operación con luz continua, según se determine mediante una calibración periódica con los Patrones de AATCC de estabilidad del color a la luz de lana azul.

Las siguientes referencias entregan información básica sobre las mediciones de radiación con Sistemas de control de luz:

(a) Handbook of Chemistry & Physics, Edición No. 61, 1980, editado por Robert C. Weast; The Chemical Rubber Co., Cleveland OH.

(b) Publicación No. 20 de la International Commission on Illumination (CIE), 1972.

(c) Atlas Sun Spots, Vol. 4, No 9, Primavera de 1975, Atlas Electric Devices Co., Chicago, IL.

32.17 El vidrio de ventana de la calidad deseada está disponible en los siguientes distribuidores: Libby-Owens-Ford Glass Co., Toledo OH, vidrio estirado plano de 2.0 mm, simple, calidad B; o Pittsburg Plate Glass Co., vidrio plano, Pennwem de resistencia simple, calidad B o equivalente.

32.18 Una diferencia de color entre el material original y la parte cubierta de la muestra expuesta indica que el tejido se ha visto afectado por algún agente distinto a la luz, como el calor o un gas reactivo en la atmósfera. Aunque no se conozca la causa exacta de esta diferencia de color, la diferencia debe registrarse en el reporte cuando ocurra.

32.19 En algunos casos, se ha observado que una humedad alta junto con contaminantes atmosféricos produce cambios de color tan notorios como aquellos producidos por la luz. Cuando se le solicite, prepare un juego duplicado de muestras de prueba y patrones montados en cartulina, pero no enmascarados, y exponga este juego simultáneamente en otro gabinete del mismo tipo que se utiliza en las exposiciones a la luz, pero que tenga el vidrio cubierto con un material opaco, de modo que no penetre la luz. Puesto que existe un efecto combinado de luz, temperatura, humedad y contaminantes atmosféricos, no se puede suponer que una comparación entre las muestras expuestas en un gabinete cubierto y en el gabinete no cubierto bajo vidrio va a permitir se-

parar los efectos que se producen sólo por la luz. Sin embargo, una comparación de los dos juegos de muestras con una pieza del original que no ha estado expuesta en un gabinete de exposición, va a indicar si un material es sensible a la humedad y a los contaminantes atmosféricos. Es posible que esto también ayude a explicar el motivo de que en ocasiones se obtienen diferentes resultados con la misma cantidad de energía radiante en las exposiciones a la luz natural realizadas a diferentes horas y en diferentes lugares.

32.20 Se ha determinado que el piranómetro blanco y negro PS-P Eppley es adecuado para medir la energía radiante total de la luz solar y que el Radiómetro de luz ultravioleta de banda ancha Eppley es adecuado para medir la energía radiante desde 295-385 nm de luz solar. Estos instrumentos están disponibles en Eppley Laboratory, 12 Sheffield Ave., Newport RI 02840; tel: 401/847-1020. Se ha observado que el radiómetro de banda estrecha LM-3A Atlas es adecuado para medir la energía radiante en 340 ó 420 nm de luz solar y está disponible en Atlas Electric Devices, Chicago IL (ver 32.11). Se ha determinado que el radiómetro de banda ancha Radialux es adecuado para medir la energía radiante desde 300-400 nm de luz solar y está disponible en Atlas Electric Devices, Chicago IL (ver 32.11). Se ha determinado que el radiómetro de banda ancha Radialux es adecuado para medir la energía radiante desde 300-400 nm de luz solar y está disponible en Atlas Electric Devices, Chicago IL (ver 32.11). Se ha determinado que el radiómetro de banda ancha Radialux es adecuado para medir la energía radiante desde 300-400 nm de luz solar y está disponible en Atlas Electric Devices Co., 4114 N. Ravenswood Ave., Chicago IL 60613; tel: 773/327-4520; fax: 773/327-5787.

32.21 Resumen de pruebas entre laboratorios —El Comité RA50 realizó amplios estudios para evaluar el uso de dispositivos de monitoreo de radiación para terminar exposiciones en pruebas de estabilidad del color a la luz. Se han recopilado datos en estudios entre laboratorios usando irradiación controlada, equipos de arco de xenón enfriados por agua, y en exposiciones a la luz natural realizadas durante un periodo de dos años en Arizona y el Sur de Florida. En ambos estudios, un mismo laboratorio realizó mediciones instrumentales del cambio de color para todas las muestras expuestas.

Los estudios entre laboratorios se realizaron usando ocho diferentes tejidos estándar de estabilidad del color a la luz, para determinar la definición de 20 Unidades de decoloración AATCC en términos de una radiación medida. Estos estudios demostraron que se puede obtener un acuerdo aceptable entre laboratorios para las pruebas de estabilidad del color a la luz, a condición de que se controlen las siguientes variables: nivel de irradiación, temperatura medida con termómetro con panel negro, temperatura ambiente (termómetro de bola seca) y humedad relativa del aire. En términos globales, hubo menos de un 10% de variación en el cambio de color determinado por instrumentos en las muestras expuestas en diferentes laboratorios. Para todas las muestras probadas, la desviación estándar fue equivalente a menos de medio paso de la Escala de grises para cambio de color. Como resultado de estas pruebas, se establecieron 20 Unidades de decoloración AATCC a 85 KJ al ser medidas a 420 nm (aproximadamente 21.5 horas de operación con luz continua), probadas en las condiciones especificadas para la Opción E.

Para los estudios con luz natural, se expusieron 16 tejidos diferentes, además de los tejidos con patrones AATCC e ISO de estabilidad del color a la luz de lana azul. Durante un periodo de dos años, se inició una serie de exposiciones cada trimestre en dos lugares. Las exposiciones fueron terminadas en base a la medición instrumental del desvanecimiento de energía radiante. Se encontró una gran variación en las condiciones climáticas durante el periodo de prueba. Los datos que se obtuvieron muestran claramente que el cambio de color de las muestras individuales se ve afectado en forma diferente por las variaciones de temperatura, humedad, contaminantes atmosféricos, etc. Sin embargo, la variable individual más significativa resultó ser la radiación. En promedio, la variación en el cambio de color como resultado de la exposición durante diferentes años, lugares y estaciones del año fue de  $\pm 30\%$ .

Un resumen más detallado de los resultados de estas pruebas fue presentado en la Reunión 14 de ISO, Comité Técnico 38, Subcomité 1, como Documento 38/1 N 993, USA Report on Monitoring of Radiation during Lightfastness Testing.

32.22 Disponible en ASTM, 100 Barr Harbor Dr., West Conshohocken PA 19428; tel: 610/832-9500; fax: 610/832-9555.

32.23 Disponible en American National Standards Institute, Inc., 11 W. 42nd St., 13th Fl., New York NY 10036; tel: 212/642-4900; fax: 212/302-1286.

32.24 Para medir la temperatura y la humedad relativa del aire en las mismas condiciones en que se exponen las muestras y materiales de referencia y en las proximidades de los gabinetes de prueba, se puede usar cualquier instrumento de medición o registro adecuado. Es preferible que se realice un registro continuo de la temperatura y humedad relativa del aire.

## Anexo A

### A. Aparato de decoloración con lámpara de arco de xenón refrigerada por agua

A.1 El aparato de prueba con arco de xenón refrigerado por agua utiliza una lámpara de arco largo de xenón refrigerada por agua como fuente de irradiación. Aunque todas las lámparas de arco de xenón son del mismo tipo general, se emplean lámparas de tamaño diferente que operan en distintos rangos de vataje, en varios tamaños y tipos de aparatos. En cada uno de los distintos modelos, el diámetro y la altura del bastidor para muestras varía de acuerdo con el tamaño de la lámpara y el vataje potencia con que ésta funciona, para entregar una irradiación de  $1.10 \pm 0.03$  W/m<sup>2</sup> medida a 420 nm en el anverso de la muestra cuando éstas se exponen en los portamuestras.

A.1.1 La lámpara de xenón tiene filtros ópticos internos y externos para proporcionar un flujo de agua de refrigeración y una distribución específica de energía espectral. El aparato tiene los medios para aumentar progresiva-

mente el vataje de la lámpara de xenón, ya sea en forma automática o manual, para minimizar los cambios de intensidad de la radiación como resultado del uso continuo de la lámpara de xenón. El ciclo de exposición exacto es controlado por un mecanismo o leva. El bastidor para muestras gira en sentido de las manecillas del reloj a una revolución por minuto.

A.1.2 Algunos tamaños y posiciones de los bastidores para muestras con respecto a la fuente de luz que son adecuados para un aparato de prueba refrigerado por agua son:

(a) Fuente de energía radiante de 6000 ó 6500 watt, ubicada en el eje central de un bastidor para muestras inclinado de dos niveles de 96.0 cm (37.75 pulgadas) de diámetro.

(b) Fuente de energía radiante de 3500 watt, ubicada en el eje central de un bastidor para muestras inclinado de dos niveles de  $64.8 \pm 0.3$  cm ( $25.5 \pm 0.125$  pulgadas) de diámetro.

(c) Fuente de energía radiante de 2500 watt, ubicado en el eje central de un bastidor para muestras vertical de  $51 \pm 0.3$  cm ( $20 \pm 0.125$  pulgadas).

(d) Fuente de energía radiante de 3500, 6000 ó 6500 watt, ubicado en el eje central de un bastidor para muestras de tres niveles, con un diámetro según lo descrito anteriormente en (a) o (b).

NOTA: Es preferible usar bastidores para muestras inclinados de dos niveles o tres niveles; sin embargo, en caso de acuerdo, se pueden usar bastidores para muestras verticales.

## Anexo B

### B. Gabinete y ubicación de la exposición a la luz natural

B.1 El gabinete de exposición a la luz natural debe estar compuesto de una caja cubierta de vidrio de cualquier tamaño adecuado, construido de metal, madera u otro material satisfactorio que proteja las muestras contra la lluvia y las condiciones climáticas, y debe estar bien ventilado para permitir que el aire fluya libremente por encima de las muestras. La cubierta de vidrio debe ser una lámina de vidrio estirado plano de 2.0-2.5 mm de espesor de buena calidad y transparente. Debe ser de resistencia simple, sin burbujas u otras imperfecciones. Debe absorber la radiación bajo longitudes de onda de aproximadamente 310 nm y aumentar en su transmisión en aproximadamente 90% a 370-380 nm. Debe transmitir un mínimo de 77% de luz ultravioleta y un 90% de energía desde una fuente de luz que simule el patrón de luz C de y un 85% de la radiación total (ver 32.17).

B.2 La caja o gabinete debe estar equi-

pado con un bastidor que sostenga las muestras en un plano paralelo al de la cubierta de vidrio y con el anverso de la muestra a una distancia bajo ésta de no menos de 75.0 mm (3.0 pulgadas). El bastidor para soporte de muestras debe estar construido de un material que sea compatible con las muestras de prueba. Puede ser abierto para proporcionar una buena ventilación en la parte trasera de la muestra o ser de material sólido, según sea necesario. Para minimizar las sombras provenientes de la parte superior y de los lados del gabinete, el área de exposición utilizable bajo el vidrio debe estar limitada a la de la cubierta de vidrio reducida en dos veces la distancia desde la cubierta hasta las muestras.

B.3 El gabinete debe estar ubicado donde reciba luz solar directa durante el día y donde no se formen sobre éstas sombras de los objetos que se encuentran alrededor del gabinete. Cuando el gabinete está instalado en el suelo, la distancia entre la parte inferior del gabinete y el plano del área despejada debe ser lo suficientemente grande como para evitar cualquier efecto no deseado producto del contacto con pasto u otras plantas que crezcan durante el periodo de exposición.

B.4 La cubierta de vidrio y la muestra de prueba deben estar inclinadas en dirección al ecuador en un ángulo con respecto al plano horizontal que tenga aproximadamente los mismos grados que la latitud de la ubicación en que se realizan las pruebas. Se pueden usar otros ángulos de exposición, como 45°, pero el ángulo se debe reportar en los resultados de la prueba.

B.5 Los gabinetes de exposición deben estar ubicados en áreas despejadas, de preferencia en un número adecuado de sitios climatológicamente distintos que representen las distintas condiciones climáticas en las cuales se va a usar el material. Las principales variaciones climáticas incluyen una atmósfera subtropical, desértica, costera (aire marino) e industrial y áreas que representen una amplia gama porcentual de la luz solar disponible. El área debajo y en los alrededores de los gabinetes se debe caracterizar por una baja reflectancia y ser típica de la cubierta del suelo en esa área climatológica. En áreas desérticas, éste debe ser de grava, en tanto que en las áreas de la mayoría de las temperaturas y subtropicales éste debe ser pasto cortado a baja altura. En el reporte se debe indicar el tipo de cubierta del suelo.

B.6 Los instrumentos para determinar los datos climatológicos durante el periodo de exposición deben ser operados en el área inmediata de los gabinetes de exposición. Cuando así se solicite, los datos obtenidos deben ser reportados como parte de los resultados de la

prueba. Para caracterizar las condiciones en torno a la estructura de prueba, estos instrumentos deben ser capaces de registrar lo siguiente: temperatura ambiente (mínima y máxima diaria), humedad relativa del aire (mínima y máxima diaria), horas de precipitaciones (lluvia), total de horas de humedad (lluvia y rocío). Para caracterizar las condiciones dentro de la estructura de prueba, estos instrumentos deben ser capaces de registrar lo siguiente: temperatura ambiente bajo el vidrio (mínima y máxima diaria), termistor negro bajo vidrio, energía radiante total y energía radiante de luz ultravioleta (ya sea de banda ancha o estrecha) en el mismo ángulo de exposición que la muestra de pruebas y humedad relativa del aire (mínima y máxima diaria) (ver 32.16b, 32.20, y 32.24).

#### Anexo C

##### C. Aparato de decoloración con lámpara de arco con electrodos de carbón

C.1 El aparato utiliza una lámpara de arco con electrodos de carbón como fuente de radiación. El suministro de alimentación al arco puede fluctuar entre 208-250 voltios. El aparato de prueba se opera a 14-17 amperios, 125-145 voltios de CA en todo el arco. Los electrodos de carbón deben ser neutros, tipo mecha o sólido, o ambos, de 12.7 mm (0.5 pulgadas) de diámetro. El electrodo de carbón superior debe tener 305.0 mm (12.0 pulgadas) de largo y los dos electrodos de carbón inferiores deben tener cada uno 102.0 mm (4.0 pulgadas) de largo. El arco está dentro de una esfera de vidrio

resistente al calor en forma de campana, con un nivel de interrupción inferior de la transmisión a 275 nm y un aumento de transmisión hasta 91% a 370 nm.

C.1.1 Con este aparato de prueba se han utilizado con éxito electrodos de carbón sólidos No. 70 y electrodos de carbón de mecha No. 20 o equivalentes. En CA de 50 y 60 ciclos, se emplea una combinación de electrodos sólidos y de mecha. En CA de 25 y 40 ciclos, tanto los electrodos de carbón superiores como inferiores son de mecha y en CC, los electrodos de carbón superiores e inferiores son de tipo sólido.

C.1.2 El filtro de Esfera con 5% de óxido de boro No. 9200-PX o equivalente cumple con los requisitos de este método de prueba.

#### Anexo D

##### D. Aparato de decoloración con lámpara de xenón refrigerada por aire

D.1 El Tipo C utilizado en la Opción H es un aparato de prueba con lámpara de arco de xenón refrigerada por aire que está compuesto por una lámpara de xenón refrigerada por aire (de arco largo) como fuente de energía radiante ubicada en el eje central de un bastidor para muestras vertical de  $157.0 \pm 3.0$  mm ( $6.2 \pm 0.125$  pulgadas) de diámetro para proporcionar una distribución específica de energía espectral. El ciclo exacto es controlado por una tarjeta de programa u otro mecanismo. El bastidor para muestras y los portamuestras giran en el sentido de las manecillas del reloj. Después de una revolución,

los portamuestras giran sobre su propio eje.

D.1.1 La lámpara de xenón tiene un tubo quemador de cristal de cuarzo, con un sistema de fibra óptica que está conformado por un farol con una combinación de siete cristales absorbentes de IR rodeados por un cilindro externo de vidrio con 5% de óxido de boro para simular la distribución de la energía espectral de la luz natural a través de un vidrio de ventana.

D.2 Las unidades utilizadas en las Opciones I y J son aparatos de prueba de arco de xenón refrigerados por aire, compuestos por tres lámparas de xenón enfriadas por aire como fuente de energía radiante ubicadas dentro de un bastidor para muestras vertical para proporcionar la distribución especificada de energía espectral. El exceso de calor se elimina de las lámparas de xenón haciendo recircular agua destilada o desmineralizada entre los cilindros internos y externos del filtro, junto con un flujo de aire por toda la lámpara de xenón. Un microprocesador controla el ciclo exacto. El bastidor para muestras gira en el sentido de las manecillas del reloj. Los portamuestras no giran sobre su propio eje.

D.2.1 Las lámparas de xenón están compuestas de tubos quemadores de cristal de cuarzo con un sistema de fibra óptica que consta de cilindros internos y externos de cristal de cuarzo, en combinación con una cubierta de tres secciones de vidrio con 5% de óxido de boro o vidrio con cal sodada para simular la distribución de la energía espectral de la radiación global o luz natural a través de un vidrio, respectivamente.



## ANEXO 12

### DATOS OBTENIDOS DEL INVENTARIO EXPLORATORIO

Nº	Circunf. (cm)	Dap (cm)	H (m)	Altitud (msnm)	Coordenadas	Observaciones
1	63	20.1	6	1627	17M 0706349 UTM 9237272	
2	37	11.8	5	1627	17M 0706349 UTM 9237272	
3	35	11.1	4	1627	17M 0706349 UTM 9237272	
4	105	33.4	12	1627	17M 0706349 UTM 9237272	corteza sacada
5	150	47.7	15	1627	17M 0706349 UTM 9237272	bifurcado a los 2 metros
6	80	25.5	18	1618	17M 0706561 UTM 9237346	
7	60	19.1	5	1600	17M 0707000	Bifurcado
	51	16.2	3		UTM 9237380	
8	95	30.2	15	1600	17M 0707000 UTM 9237380	
9	69	22.0	5	1600	17M 0707000	
					UTM 9237380	
10	103	32.8	12	1584	17M 0707096	Mucha dificultad para entrar
					UTM 9237302	
11	57	18.1	8	1583	17M 0707404 UTM 9237322	No se nota fruto
12	249	79.3	20	1583	17M 0707404 UTM 9237322	Corteza sacada
13	38	12.1	5	1583	17M 0707404 UTM 9237322	Sin fruto
14	140	44.6	22	1583	17M 0707404 UTM 9237322	
15	95	30.2	15	1565	17M 0707535 UTM 9237386	
16	82	26.1	10	1547	17M 0707573 UTM 9237542	
17	38	12.1	5	1547	17M 0707573 UTM 9237542	Sin fruto

Nº	Circunf. (cm)	Dap (cm)	H (m)	Altitud (msnm)	Coordenadas	Observaciones
18	110	35.0	11	1544	17M 0707425	Bifurcado corteza sacada
	124	39.5	19		UTM 9237424	
19	67	21.3	12	1544	17M 0707425 UTM 9237424	
20	109	34.7	17	1544	17M 0707425 UTM 9237424	
21	35	11.1	5	1544	17M 0707425 UTM 9237424	Sin fruto
22	61	19.4	8	1544	17M 0707425 UTM 9237424	Inclinado
23	125	39.8	15	1545	17M 0707425 UTM 9237424	Bifurcado al 1.5 metros
24	74	23.6	10	1501	17M 0707748 UTM 9237700	
25	68	21.6	10	1501	17M 0707748 UTM 9237700	
26	110	35.0	15	1444	17M 0708049 UTM 9238120	
27	83	26.4	8	1444	17M 0708049 UTM 9238120	
28	55	17.5	8	1414	17M 0708214 UTM 9238322	
29	72	22.9	5	1383	17M 0708499 UTM 9238414	
30	175	55.7	18	1335	17M 0708677 UTM 9238648	
31	83	26.4	7	1306	17M 0708789 UTM 9239012	
32	88	28.0	14	1305	17M 0708728 UTM 9239008	

## ANEXO 13

### DATOS ORIGINALES DE LA PRUEBA DE RENDIMIENTO (PORCENTAJE DE SÓLIDOS) DE HOJAS, FRUTOS Y CORTEZA

N°	Hojas		Frutos		Corteza	
	% sólidos	<i>Fecha que se realizo ensayo</i>	% sólidos	<i>Fecha que se realizo ensayo</i>	% sólidos	<i>Fecha que se realizo ensayo</i>
1	10.24	14/Agosto/2006	0.77	11/Sept./2006	5.85	17/Sept./2006
2	5.97	14/Agosto/2006	1.51	12/Sept./2006	5.54	18/Sept./2006
3	3.93	14/Agosto/2006	3.95	6/Sept./2006	5.02	17/Sept./2006
4	8.69	14/Agosto/2006	2.55	6/Sept./2006	1.48	17/Sept./2006
5	14.46	23/Agosto/2006	1.46	7/Sept./2006	8.76	17/Sept./2006
6	13.09	23/Agosto/2006	1.34	7/Sept./2006	1.79	18/Sept./2006
7	4.65	24/Agosto/2006	1.91	11/Sept./2006	5.89	20/Sept./2006
8	9.50	24/Agosto/2006	1.80	11/Sept./2006	4.75	20/Sept./2006
9	7.46	24/Agosto/2006	2.69	12/Sept./2006	2.38	21/Sept./2006
10	5.16	24/Agosto/2006	4.07	6/Sept./2006	3.42	20/Sept./2006
11	5.68	24/Agosto/2006	5.23	12/Sept./2006	4.57	20/Sept./2006
12	7.28	28/Agosto/2006	0.69	7/Sept./2006	1.00	21/Sept./2006
13	13.07	28/Agosto/2006	0.60	7/Sept./2006	1.18	20/Sept./2006
14	6.94	28/Agosto/2006	4.48	6/Sept./2006	1.83	20/Sept./2006
15	9.96	28/Agosto/2006	1.93	6/Sept./2006	4.29	19/Sept./2006

## ANEXO 14

### ANALISIS DE VARIANZA DE LOS RESULTADOS DE RENDIMIENTO (PORCENTAJE DE SÓLIDOS)

<i>Fuente de variación</i>	<i>GL</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Media</i>	<i>Pr &gt; F</i>	<i>Significación</i>
Diámetro	2	1,38492	0,69246	0,8841	ns
Parte del árbol	2	307,92016	153,96008	< 0,0001	**
Bloque	4	10,6592978	2,6648244	0,753	ns
Diámetro*Parte del árbol	4	64,082	16,0205	0,0391	*
Error	32	179.148742			
Total	44	563.19512			
CV (%)	49.69393				

**	Altamente significativo
*	Significativo
ns	No significativo

## ANEXO 15

### DATOS ORIGINALES DE LA PRUEBA DE INDICE DE REFRACCION PARA HOJAS, FRUTOS Y CORTEZA

Nº	Hojas		Frutos		Corteza	
	<i>Índice refracción</i>	<i>Fecha que se realizo ensayo</i>	<i>Índice refracción</i>	<i>Fecha que se realizo ensayo</i>	<i>Índice refracción</i>	<i>Fecha que se realizo ensayo</i>
1	1.006	28/Sept./2006	1.001	6-Sep	1.002	16/Sept./2006
2	1.006	28/Sept./2006	1.001	7-Sep	1.004	16/Sept./2006
3	1.005	28/Sept./2006	1.002	5-Sep	1.004	14/Sept./2006
4	1.005	28/Sept./2006	1.005	6-Sep	1.004	14/Sept./2006
5	1.006	28/Sept./2006	1.001	6-Sep	1.004	16/Sept./2006
6	1.005	28/Sept./2006	1.001	6-Sep	1.002	16/Sept./2006
7	1.006	28/Sept./2006	1.002	5-Sep	1.003	16/Sept./2006
8	1.004	28/Sept./2006	1.002	6-Sep	1.002	16/Sept./2006
9	1.004	28/Sept./2006	1.003	6-Sep	1.002	19/Sept./2006
10	1.004	28/Sept./2006	1.002	5-Sep	1.002	18/Sept./2006
11	1.004	28/Sept./2006	1.002	6-Sep	1.002	18/Sept./2006
12	1.004	28/Sept./2006	1.001	6-Sep	1.002	18/Sept./2006
13	1.005	28/Sept./2006	1.002	6-Sep	1.005	19/Sept./2006
14	1.004	28/Sept./2006	1.002	5-Sep	1.002	19/Sept./2006
15	1.005	28/Sept./2006	1.003	5-Sep	1.002	19/Sept./2006

## ANEXO 16

### DATOS ORIGINALES DE LA PRUEBA DE PH PARA HOJAS, FRUTOS Y CORTEZA

N°	Hojas		Frutos		Corteza	
	pH	<i>Fecha que se realizo ensayo</i>	pH	<i>Fecha que se realizo ensayo</i>	pH	<i>Fecha que se realizo ensayo</i>
1	5.89	4/Sept./2006	4.70	7/Sept./2006	4.90	20/Sept./2006
2	6.20	4/Sept./2006	4.84	7/Sept./2006	4.97	20/Sept./2006
3	6.12	4/Sept./2006	4.07	7/Sept./2006	4.72	20/Sept./2006
4	5.93	4/Sept./2006	4.09	7/Sept./2006	5.02	20/Sept./2006
5	5.29	4/Sept./2006	4.78	7/Sept./2006	4.45	20/Sept./2006
6	5.40	4/Sept./2006	4.36	7/Sept./2006	5.13	20/Sept./2006
7	5.56	4/Sept./2006	4.41	7/Sept./2006	4.97	20/Sept./2006
8	5.27	4/Sept./2006	4.25	7/Sept./2006	4.75	20/Sept./2006
9	5.78	4/Sept./2006	4.69	7/Sept./2006	5.09	20/Sept./2006
10	5.55	4/Sept./2006	4.39	7/Sept./2006	4.51	20/Sept./2006
11	6.13	4/Sept./2006	4.29	7/Sept./2006	5.06	20/Sept./2006
12	5.75	4/Sept./2006	4.97	7/Sept./2006	5.60	20/Sept./2006
13	5.42	4/Sept./2006	4.14	7/Sept./2006	4.88	20/Sept./2006
14	5.55	4/Sept./2006	4.17	7/Sept./2006	5.03	20/Sept./2006
15	5.97	4/Sept./2006	4.15	7/Sept./2006	5.10	20/Sept./2006

## ANEXO 17

### ANALISIS DE VARIANZA DE LO RESULTADOS DE PH

<i>Fuente de variación</i>	<i>GL</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Media</i>	<i>Pr &gt; F</i>	<i>Significación</i>
Diámetro	2	0,11203111	0,05601556	0,5258	ns
Parte del árbol	2	12,5427911	6,27139556	< 0,0001	**
Bloque	4	0,38740889	0,09685222	0,3581	ns
Diámetro*Parte del árbol	4	0,67067556	0,16766889	0,124	ns
Error	32	2,73279111			
Total	44	16,4456978			
CV (%)	5,814668				

**	Altamente significativo
*	Significativo
ns	No significativo

## ANEXO 18

### DATOS DE LA PICOS REPRESENTATIVOS OBTENIDOS EN LAS CURVAS DE ABSORBANCIA DE LUZ UV DE HOJAS, FRUTO Y CORTEZA

<i>Clase diamétrica</i>	<b>Hojas</b>		<b>Fruto</b>		<b>Corteza</b>	
	<i>Longitud de onda (nm)</i>	<i>Absorbancia</i>	<i>Longitud de onda (nm)</i>	<i>Absorbancia</i>	<i>Longitud de onda (nm)</i>	<i>Absorbancia</i>
1 [14-23>	194.5	2.249	211.5	2.99	195.5	4.13
	202	4.57	264.5	1.06	198	4.18
	205	4.6			257.5	1.67
	212	4.6				
	223	4.51				
	265	2.31				
2 [23-32>	195.5	4.39	200	1.67	196.5	3.64
	202	4.63	262	0.52	254.5	1.63
	207	4.56				
	223.5	4.55				
	234.5	4.34				
	268	2.39				
3 [32-41>	195	4.72	212.5	3.5	193.5	3.45
	200	4.65	265.79	1.42	195.5	3.43
	204.5	4.76	325	0.54	257.5	1.32
	210.5	4.63	339	0.46		
	213.5	4.48				
	218	4.48				
	222.5	4.56				
	232	4.52				
	235.5	4.4				
	267	2.46				



# ANEXO 19

## REPORTES DE ENSAYO DE SOLIDEZ A LA LUZ PARA LAS MUESTRAS DE LA CLASE DIAMETRICA 1

METODO DE PRUEBA: SOLIDEZ DEL COLOR A LA LUZ

NORMA: AATCC 16 OPCION: 1

ORDEN DE TRABAJO:

MUESTRA	DESCRIPCION
N° 1	1C
N° 2	1F
N° 3	14
N° 4	
N° 5	1C
N° 6	1F
N° 7	14
N° 8	
N° 9	
N° 10	

} Hilado

} Tejido

➤ RESULTADOS DE LA PRUEBA:

MUESTRA	RESULTADO
N° 1	4.5
N° 2	4.5
N° 3	4.5
N° 4	—
N° 5	4.5
N° 6	4.5
N° 7	4.0
N° 8	
N° 9	
N° 10	

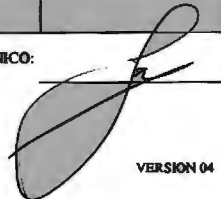
OBSERVACIONES:

- 40 AFU = ALPHA: 6912 KJ/m<sup>2</sup>  
C13000: 170.4 KJ/m<sup>2</sup>.nm
- 20 AFU = ALPHA: 3456 KJ/m<sup>2</sup>  
C13000: 85.2 KJ/m<sup>2</sup>.nm
- 10 AFU = ALPHA: 1728 KJ/m<sup>2</sup>  
C13000: 42.6 KJ/m<sup>2</sup>.nm

OBSERVACIONES:

TECNICO	NOMBRE	FIRMA	FECHA

Volvo G. TECNICO:



CECINTRE 144

COLORFASTNESS TO LIGHT (XENON ARC): AATCC 16-20 A10

REPORT N° 1C, 1F, 1H

CLIENT: \_\_\_\_\_

1C

4.5



1F

4.5



1H

4.5



1C

4.5



1F

4.5



1H

4.5



# ANEXO 20

## REPORTES DE ENSAYO DE SOLIDEZ A LA LUZ PARA LAS MUESTRAS DE LA CLASE DIAMETRICA 2



METODO DE PRUEBA: SOLIDEZ DEL COLOR A LA LUZ  
 NORMA: AATCC 15 OPCION: \*

ORDEN DE TRABAJO:

MUESTRA	DESCRIPCION
Nº 1	20
Nº 2	20
Nº 3	
Nº 4	
Nº 5	20 (10000)
Nº 6	20
Nº 7	24
Nº 8	
Nº 9	
Nº 10	

RESULTADOS DE LA PRUEBA:

MUESTRA	GRADO
Nº 1	4.5
Nº 2	4.5
Nº 3	4.0
Nº 4	
Nº 5	4.5
Nº 6	4.5
Nº 7	4.0
Nº 8	
Nº 9	
Nº 10	

OBSERVACIONES:	
<input type="checkbox"/>	40 AFU - ALPHA: 6912 KJ/m <sup>2</sup> CB000: 1764 KJ/m <sup>2</sup> .nm
<input checked="" type="checkbox"/>	20 AFU - ALPHA: 3456 KJ/m <sup>2</sup> CB000: 852 KJ/m <sup>2</sup> .nm
<input type="checkbox"/>	10 AFU - ALPHA: 1728 KJ/m <sup>2</sup> CB000: 426 KJ/m <sup>2</sup> .nm

OBSERVACIONES:

TECNICO	NOMBRE	FIRMA	FECHA

VoBo G. TECNICO:

IDENTIFIED BY:

COLORFASTNESS TO LIGHT (XENON ARC): AATCC 16-20 A(FU)

REPORT NO. 25,27,24

CLIENT: \_\_\_\_\_



2C 4.5



2F 4.5



2H 4.0



2C 4.5



2F 4.5



2H 4.0

# ANEXO 21

## REPORTES DE ENSAYO DE SOLIDEZ A LA LUZ PARA LAS MUESTRAS DE LA CLASE DIAMETRICA 3

CONTINUA

REPORTES DE ENSAYO

METODO DE PRUEBA: SOLIDEZ DEL COLOR A LA LUZ

NORMA: AATCC 16      OPCION: 3

ORDEN DE TRABAJO:

MUESTRA	DESCRIPCION
Nº 1	
Nº 2	<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <span style="font-size: 2em; margin-right: 10px;">}</span> <span>Hilo</span> </div>
Nº 3	
Nº 4	
Nº 5	
Nº 6	
Nº 7	<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <span style="font-size: 2em; margin-right: 10px;">}</span> <span>Tejido</span> </div>
Nº 8	
Nº 9	
Nº 10	

♦ RESULTADOS DE LA PRUEBA:

MUESTRA	GRADO
Nº 1	
Nº 2	4.5
Nº 3	4.5
Nº 4	4.5
Nº 5	
Nº 6	
Nº 7	4.5
Nº 8	4.0
Nº 9	3.5
Nº 10	

OBSERVACIONES:

40 AFU = ALPHA: 6912 KJ/m<sup>2</sup>  
CI3000: 170.4 KJ/m<sup>2</sup>.nm

20 AFU = ALPHA: 3456 KJ/m<sup>2</sup>  
CI3000: 85.2 KJ/m<sup>2</sup>.nm

10 AFU = ALPHA: 1728 KJ/m<sup>2</sup>  
CI3000: 42.6 KJ/m<sup>2</sup>.nm

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
TECNICO			

VoBo G. TECNICO:



CELESTON 666

COLORFASTNESS TO LIGHT (WENON ASD); AATCC 16 - 20 APR

REPORT N° SC. 27. 24

CLIENT: \_\_\_\_\_

3C



1.5

4.5



3E



4.5

4



3H



4.5

3.5



## ANEXO 22

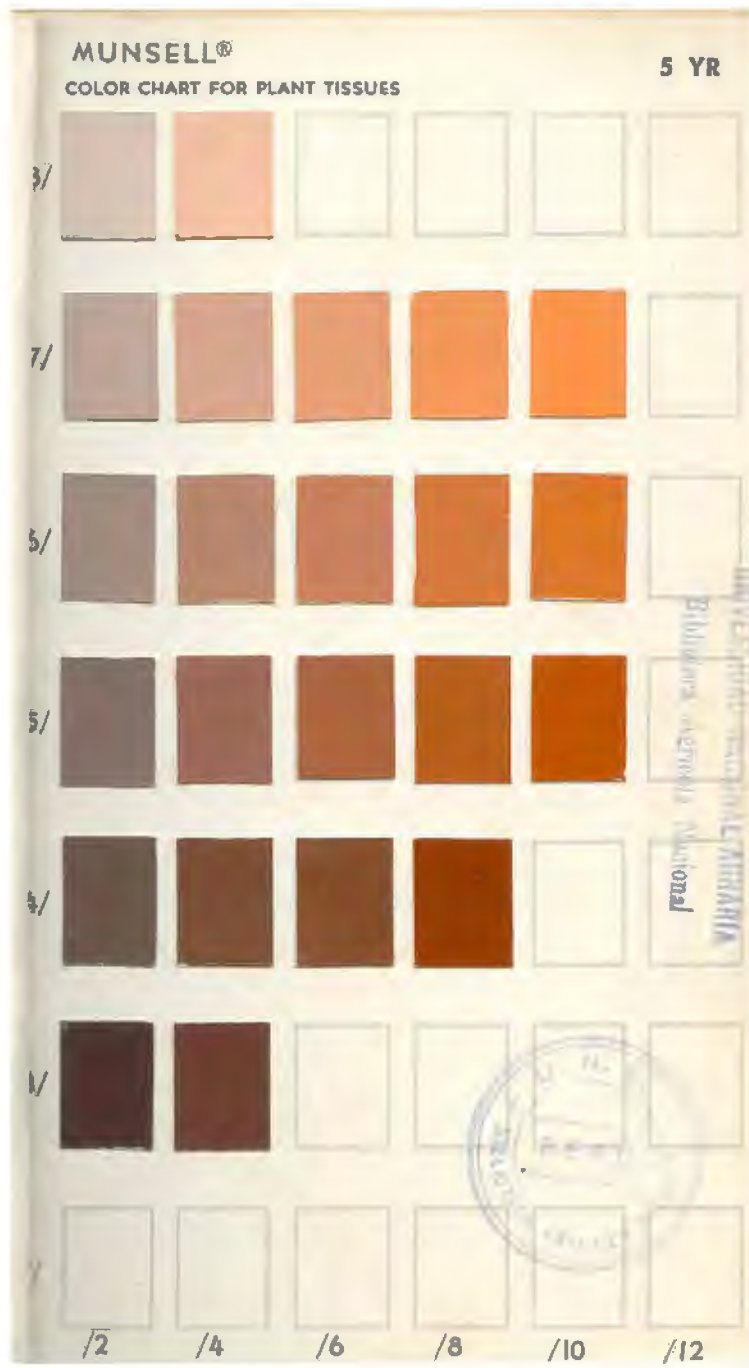
### ANALISIS DE VARIANZA DE LOS RESULTADOS DE SOLIDEZ A LA LUZ

<i>Fuente de variación</i>	<i>GL</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Media</i>	<i>Pr &gt; F</i>	<i>Significación</i>
Parte del árbol	2	0,58333333	0,29166667	0,0126	*
Tipo de tela	1	0,22222222	0, 2222222	0,0436	*
Bloque	2	0,08333333	0,04166667	0,4019	ns
Parte del árbol * Tipo de tela	2	0,19444444	0,09722222	0,1473	ns
Error	10	0,41666667			
Total	17	1,5			
CV (%)	4,710557				

**	Altamente significativo
*	Significativo
ns	No significativo

# ANEXO 23

## TABLA MUNSELL 5YR





# ANEXO 24

## TABLA MUNSELL 7.5YR

