

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y TEXTIL**



**AISLAMIENTO DE PIGMENTOS DE HUITO (*Genipa americana*) Y
APLICACIÓN EN TEÑIDO DE FIBRAS PROTEÍCAS (ALPACA)**

TESIS

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO QUÍMICO**

PRESENTADO POR:

CARLOS ALBERTO ROJAS RODRIGUEZ

TESIS

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO TEXTIL**

PRESENTADO POR:

GERSON ALBERTO VALENCIA ALBITRES

LIMA – PERÚ

2013

Dedico esta tesis a mis padres Teodolfo y Luisa a mis hermanos Vanessa y Christian a mi tía Josefa y mi abuelita Doralcida por confiar y creer en mí a pesar de todo, aún cuando por momentos yo deje de hacerlo.

A mi sobrinita Alisson de quien escuche el mejor consejo: “Estudia, Estudia”

A Dios Padre, por darme salud e inteligencia; a mi padre Isaías, por sus consejos y seguridad en la formación personal; a mi madre Porfiria, por su apoyo incondicional y denodado esfuerzo, para levantarme de cada caída y seguir adelante; a mis hermanos Ofelia y Walter, por su respaldo y apoyo en momentos difíciles; a las personas que de alguna manera interactuaron y brindaron su aliento para sobresalir.

Agradecimiento muy especial al Ingeniero Enrique Neira Montoya, por su enseñanza y capacidad, para poder transmitir su conocimiento y poder plasmarlo en esta tesis. Al ingeniero Abel Vergara, a la ingeniera Carmen Uribe, a la señora Olimpia Sevillano del pueblo de Contumaza y la señora Elena Maji de la comunidad nativa de San Salvador en Pucallpa. A todos los amigos, compañeros y personas que a pesar de todas las vicisitudes nos brindaron su aliento y apoyo.

RESUMEN

En el presente trabajo se describe el fruto del Huito (*Genipa americana*), características, composición química, taxonomía y sus diversos usos, también se describe la alpaca, taxonomía, morfología de la fibra, las propiedades y características de la fibra de alpaca variedad Sury que es el sustrato textil empleado para el teñido con la solución azul de Huito.

La parte experimental se divide en dos: la preparación del fruto para obtener el colorante y preparación de la fibra de alpaca para el teñido. La preparación del fruto consiste en la selección de frutos verdes de Huito, después se procede al pelado y separación de la pulpa y finalmente el triturado de la pulpa. La obtención del colorante se realiza mediante el calentamiento de la pulpa con agua desionizada hasta que la mezcla empieza a hervir, finalmente se filtra la mezcla. En la preparación de la fibra de alpaca primero se realiza el descruce de fibra usando el método Wool Spinning y después el blanqueo de fibra usando el método para el blanqueo de lana. El teñido se realiza con una relación de baño de 1/20 (5 g de fibra de alpaca con 100 mL de azul de Huito). Se realizan varios tipos de teñidos, variando los parámetros: concentración del baño, temperatura, tipo de ácido y tipo de iones, en donde se obtienen muestras teñidas de diferentes colores para los parámetros de tipo de iones y ácido, en los parámetros de concentración del baño y temperatura los colores varían en intensidad.

Para la evaluación de solidez, en la solidez al frote se obtuvo mejor resultado en seco que en húmedo, en la solidez a la luz se obtuvo una mala solidez y en la solidez al lavado el resultado obtenido es aceptable.

| INDICE | | Pag. |
|---------------|--|-------------|
| I. | INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS | 1 |
| 1.1 | Introducción | 1 |
| 1.2 | Objetivos | 2 |
| II. | MARCO TEÓRICO | 3 |
| 2.1 | Estudio de la materia prima y colorante | 3 |
| 2.1.1 | Huito (<i>Genipa americana</i>) | 3 |
| 2.1.1.1 | Taxonomía | 3 |
| 2.1.1.2 | Composición química de la pulpa de Huito | 6 |
| 2.1.1.3 | Método de reproducción y época de cosecha | 7 |
| 2.1.1.4 | Perspectiva y mejoramiento del cultivo | 8 |
| 2.1.1.5 | Usos del fruto | 9 |
| 2.1.1.6 | Colorantes naturales | 10 |
| 2.1.2 | La alpaca | 13 |
| 2.1.2.1 | Taxonomía | 13 |
| 2.1.2.2 | Descripción específica de Variedad Sury | 15 |
| 2.1.3 | Morfología de la Fibra | 16 |
| 2.1.3.1 | Diferencias comparativas referentes a la fibra de alpaca | 21 |
| 2.1.3.2 | Características de la fibra de alpaca variedad Sury | 24 |
| III. | MATERIALES Y MÉTODOS | 25 |
| 3.1 | Preparación del fruto del Huito | 25 |
| 3.1.1 | Obtención del colorante | 25 |
| 3.2 | Preparación de la fibra de alpaca | 26 |
| 3.2.1 | Descrude de la fibra de alpaca | 26 |

| | | |
|--------------|---|-----------|
| 3.2.2 | Blanqueo de la fibra de alpaca | 27 |
| 3.3 | El teñido | 28 |
| 3.3.1 | Concentración del baño | 29 |
| 3.3.2 | Temperatura del baño | 30 |
| 3.3.3 | Efecto del ácido | 32 |
| 3.3.4 | Efecto de la presencia de iones | 33 |
| VI. | RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 34 |
| 4.1 | Aislamiento e identificación del colorante | 34 |
| 4.1.1 | Identificación mediante Espectro Ultravioleta | 34 |
| 4.1.2 | Identificación de solución de Huito | 38 |
| 4.2 | Evaluación del teñido mediante el Espectrofotómetro | 39 |
| 4.3 | Evaluación del teñido pruebas de solidez | 44 |
| V. | CONCLUSIONES | 46 |
| VI. | RECOMENDACIONES | 47 |
| VII. | BIBLIOGRAFIA | 48 |
| VIII. | ANEXOS | 52 |
| ANEXO A | Glosario de términos | 52 |
| ANEXO B | Costos de procesamiento teñido con Huito | 53 |
| ANEXO C | Explotación del Huito | 55 |
| ANEXO D | Muestras de fibra de alpaca teñidas con Huito | 58 |
| ANEXO E | Evaluación de solidez a la luz | 59 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|-----------|
| Fig. N° 2.1 Áreas de distribución del árbol de Huito (<i>Genipa americana</i>) | 3 |
| Fig N° 2.2 (a) Árbol de Huito, (b) Hojas de Huito, (c) Flor de Huito, (d) Frutos de Huito | 5 |
| Fig. N° 2.3 Madera de Huito (<i>Genipa americana</i>) | 5 |
| Fig. N° 2.4 Curva de germinación de semillas de Huito | 7 |
| Fig. N° 2.5 Distribución porcentual de la producción de frutos de huito durante el año | 8 |
| Fig. N° 2.6 Estructura de la Genipina | 11 |
| Fig. N° 2.7 Alpaca Sury | 14 |
| Fig. N° 2.8 Alpaca Huacaya | 14 |
| Fig. N° 2.9 Folículo Productor de fibra animal (Vista longitudinal) | 16 |
| Fig. N° 2.10 Folículo Productor de fibra animal (Vista transversal) | 17 |
| Fig. N° 2.11 Estructura de la fibra animal. | 19 |
| Fig. N° 2.12 a) Cutícula; b) Asimetría de la fibra | 19 |
| Fig. N° 2.13 Diferentes tipos de fibra | 19 |
| Fig. N° 2.14 Fibra de alpaca | 20 |
| Fig. N° 2.15 Vista longitudinal de la fibra de alpaca | 20 |
| Fig. N° 2.16 Vista transversal de la fibra de alpaca Sury | 21 |
| Fig. N° 2.17 Vista transversal de la fibra de alpaca Huacaya | 21 |
| Fig. N° 3.1 Preparación de Solución de Huito | 25 |
| Fig. N° 3.2 Diagrama de flujo de tratamiento de la materia prima y obtención del colorante | 26 |
| Fig. N° 3.3 Curva de blanqueo para la fibra de alpaca | 28 |
| Fig. N° 3.4 Curva de teñido para la concentración del baño | 29 |
| Fig. N° 3.5 Curva de teñido de la Temperatura a 60 °C | 30 |
| Fig. N° 3.6 Curva de teñido de la Temperatura a 70 °C | 30 |
| Fig. N° 3.7 Curva de teñido de la Temperatura a 80°C | 31 |
| Fig. N° 3.8 Curva de teñido de la Temperatura a 90°C | 31 |

| | |
|--|----|
| Fig. N° 3.9 Curva de teñido para el efecto del ácido | 32 |
| Fig. N° 3.10 Curva de teñido para el efecto de la presencia de iones | 33 |
| Fig. N° 4.1 Espectro Ultravioleta de Solución de Huito de la pulpa y cáscara | 34 |
| Fig. N° 4.2 Espectro Ultravioleta de Solución de Huito de la cáscara y pulpa hidrolizado con ácido clorhídrico | 35 |
| Fig. N° 4.3 Espectro Ultravioleta de Solución de Huito obtenido a 60°C hidrolizado con ácido clorhídrico | 36 |
| Fig. N° 4.4 Espectro Ultra Violeta de Solución de Huito hidrolizado con ácido clorhídrico e hidróxido de sodio | 37 |
| Fig. N° 4.5 Muestra solución de Huito aislado | 38 |
| Fig. N° 4.6 Muestra solución de Huito diluido | 38 |
| Fig. N° 4.7 Muestras teñidas con solución de huito variando la concentración del baño: (a) MC(1:1), (b) MC(1:3), (c) MC(2:3), (d) MC(3:1) | 39 |
| Fig. N° 4.8 Espectro del teñido variando la concentración del baño | 40 |
| Fig. N° 4.9 Muestras teñidas con solución de huito variando la temperatura: (a) MT1, (b) MT2, (c) MT3, (d) MT4 | 40 |
| Fig. N° 4.10 Espectro del teñido variando la temperatura del baño | 41 |
| Fig. N° 4.11 Muestras teñidas con solución de huito variando el ácido: (a) MA1, (b) MA2, (c) MA3, (d) MA4 | 41 |
| Fig. N° 4.12 Espectro del teñido variando el ácido | 42 |
| Fig. N° 4.13 Muestras teñidas con solución de huito variando el tipo de iones: (a) MI1, (b) MI2, (c) MI3, (d) MI4 | 42 |
| Fig. N° 4.14 Espectro del teñido variando el tipo de iones | 43 |
| Fig. N° 4.15 Gráfico pH vs Tiempo (min) | 43 |
| Fig. D1 Muestras de fibra de alpaca: (a) Muestra sin tratamiento (cruda), (b) Muestra tratada (descrudada y blanqueada) | 58 |
| Fig. D2 Muestras de fibra de alpaca teñida con azul de Huito: (a) Muestra teñida con azul de Huito, (b) Muestra teñida con azul de Huito y ácido acético | 58 |
| Fig. D3 Muestras teñidas con solución de huito variando la relación de baño: (a) Teñido con relación de baño 1/10, (b) Teñido con relación de baño 1/20, | 58 |

(c) Teñido con relación de baño 1/30, (d) Teñido con relación de baño 1/40

ÍNDICE DE CUADROS

| | |
|---|----|
| Cuadro N° 2.1 Clasificación taxonómica del Huito | 4 |
| Cuadro N° 2.2 Contenido en 100 g de la pulpa de Huito | 6 |
| Cuadro N° 2.3 Clasificación de los colorantes naturales según su naturaleza química | 12 |
| Cuadro N° 2.4 Clasificación taxonómica de la alpaca | 15 |
| Cuadro N° 2.5 Comparación de resistencia de las diferentes fibras | 22 |
| Cuadro N° 2.6 Comparación de finura promedio de las fibras | 23 |
| Cuadro N° 3.1 Baño de descrude de la fibra de alpaca | 27 |
| Cuadro N° 3.2 Receta de blanqueo de la fibra de alpaca | 28 |
| Cuadro N° 3.3 Baño de teñido a diferente relación de carga | 29 |
| Cuadro N° 3.4 Baño a diferente temperatura | 30 |
| Cuadro N° 3.5 Baño con diferentes tipos de ácido | 32 |
| Cuadro N° 3.6 Baño con diferentes tipos de iones | 33 |
| Cuadro N° 4.1 Solidez al frote en húmedo y en seco | 44 |
| Cuadro N° 4.2 Cambio de color | 44 |
| Cuadro N° 4.3 Manchado | 45 |
| Cuadro N° 4.4 Solidez a la luz | 45 |
| Cuadro B.1 Costo de procesamiento teñido con Huito | 53 |
| Cuadro C.1 Composición de la jalea de Huito | 57 |

I. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

1.1 INTRODUCCIÓN

El aporte de tecnología para aprovechar, en forma responsable, los recursos naturales de la Amazonía Peruana es el propósito de esta tesis, el empleo de la materia prima consistente en el zumo de la pulpa del fruto para su uso como colorante textil. Los colorantes naturales fueron utilizados por los primeros pueblos del Antiguo Perú los cuales fueron expertos en el arte de las fibras y los procesos de teñido, muchos de estos pueblos y culturas prehispánicas obtenían una amplia gama de colores de acuerdo al tipo de planta que utilizaban para el teñido, aún hoy en día muchas comunidades campesinas y nativas del Perú utilizan estas plantas para el teñido de fibras aunque su uso viene siendo reemplazado por el empleo de colorantes sintéticos como la anilina.

En la actualidad los colorantes naturales han perdido vigencia, en los últimos 130 años se han sintetizado varios miles de compuestos químicos coloridos muchos de los cuales son o han sido producido a escala industrial, y una gran parte de estos son destinados a la industria textil. En las tintorerías los colorantes utilizados son sintéticos de diversos tipos, como por ejemplo: básicos, ácidos, complejo metálico, al azufre, reactivos, directos, tinaz, dispersos, etc., los cuales se emplean de acuerdo al tipo de material o sustrato textil (natural o sintético) que se va a teñir ya sea en fibra, hilo o tejido. En años recientes se ha renovado el interés en colorantes naturales por recientes limitaciones en el uso de algunos colorantes sintéticos en alimentos, medicamentos y en productos cosméticos debido a su toxicidad.

El Huito es una especie nativa sudamericana distribuido en toda la selva baja (Omagua) y selva alta (Rupa Rupa), crece en suelos con buen drenaje, como en los suelos ribereños inundados periódicamente por aguas claras. El crecimiento del Huito se da en toda la Amazonía Peruana (en forma silvestre), y se están realizando algunas plantaciones en varias Estaciones Experimentales de Investigación Agrícola para determinar el potencial agrario del Huito. El zumo de la pulpa es utilizado por las mujeres nativas de la etnia Chama para el teñido del cabello, en base a esta experiencia en el presente trabajo de investigación se plantea utilizar el zumo de la de la pulpa del Huito y emplearlo en el teñido de

fibras de Alpaca.

1.2 OBJETIVOS

Objetivo principal

Aplicar el zumo de la pulpa del Huito en la fibra de alpaca a nivel laboratorio que simulan los procesos de teñido.

Objetivos secundarios

- Determinar el empleo del zumo de la fruta tanto de la pulpa como de la cáscara para el teñido de la fibra de alpaca.
- Determinar la variación del color de la fibra de alpaca teñida a los diferentes parámetros (concentración, temperatura, ácido, relación de baño, tipo de iones).
- Determinar las solideces (solidez al frote, solidez a la luz, solidez al lavado) de la fibra de alpaca teñida.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Estudio de la materia prima y colorante

2.1.1 Huito (*Genipa americana*)

La *Genipa americana* se conoce también por los nombres comunes de *jagua* (en español), *genipa* (en inglés), *bois de fer* (en francés) y *genipapo* (en portugués) (Francis J. 1993). La *Genipa americana* se halla distribuida en toda América tropical y el Caribe, probablemente es originario de América del Sur donde se encuentra en estado silvestre así como cultivado, desde tiempo precolombino. La gran dispersión por América tropical puede deberse al hecho que es una de las primeras especies utilizadas por los nativos para teñir su cuerpo, tejidos y objetos diversos. (Villachica, 1996). En la Amazonia peruana se le encuentra tanto en la selva alta o piedemontes amazónicos, como en la selva baja o llano amazónico. Desarrolla en zonas con precipitación pluvial entre 1500 y 4500 mm/año y con temperaturas medias anuales entre 22 y 30°C (IIAP/Proy. Frutales Nativos, 1997).



Fig. N° 2.1 Áreas de distribución del árbol de Huito (*Genipa americana*)

Fuente: Francis J., 1993

2.1.1.1 Taxonomía

Nombre Científico: *Genipa Americana*.

Nombres comunes: «Acuisho» (v. huayraya); «Acuisho ana» (v. antis); «Ana» (v. ashánica, ashénica, machiguenga, nomachiguenga); «Caruto»; «Chibara»; «Chipará»; «Genipa»; «Genipapo»; «Granado»; «Guanapay»; «Huito»; «Huitoc»; «Huito sua»; «Huitol»; «Huitu»; «Isso» (v. piro); «Jagua»; «Janipa» (v. cocama); «Palo colorado»; «Pigio»; «Sua» (v. aguaruna) y «Zapote de monte».(Villachica,

1996).

Cuadro N° 2.1 Clasificación taxonómica del Huito

| | |
|-------------------|---------------|
| Reino | Plantae |
| División | Magnoliophyta |
| Clase | Magnoliopsida |
| Orden | Gentianales |
| Familia | Rubiaciaceae |
| Subfamilia | Ixoroideae |
| Tribu | Gardenieae |
| Género | Genipa |
| Especie | Americana |

Fuente: Espinal T., 1986

Descripción del Huito

El Huito es un árbol caducifolio mediano, generalmente de hasta 18 m de altura, con tronco de 0,6 m de diámetro, aunque en otros lugares alcanza los 30 m de altura. Se caracteriza por su tronco cilíndrico, libre de ramas por muchos metros; sus ramas que surgen del tronco en círculos a distintos niveles; su corteza es lisa, grisácea, con manchas blancas (Fig. 2.2 (a)). Las hojas concentradas en el ápice de las ramas, oblongo lanceoladas, glabras en ambas caras; las estípulas son interpeciolares triangulares grises con el ápice muy agudo. Lado superior verde oscuro y brillante (Fig. 2.2 (b)). La flor posee un cáliz tubular verde y corola color blanco a amarillo, de tacto vellosa, ligeramente perfumada (Fig. 2.2 (c)). El fruto es una baya subglobosa a ovoide, de 10 – 12 cm de largo por 7 a 9 cm de diámetro, pesando entre 200 y 400 gramos, con restos del tubo del cáliz en el ápice. Cáscara de color pardo amarillento a marrón, con puntuaciones marrón oscuras. Pericarpio pardo amarillo, esponjoso, cerca de 1,5 cm de espesor; pulpa jugosa, agridulce, astringente, con numerosas semillas achatadas color crema; el pericarpio y la pulpa son aromáticos. El fruto verde provee un jugo amarillo que gradualmente se oscurece hasta tornarse azul oscuro y casi negro (Fig. 2.2 (d)).

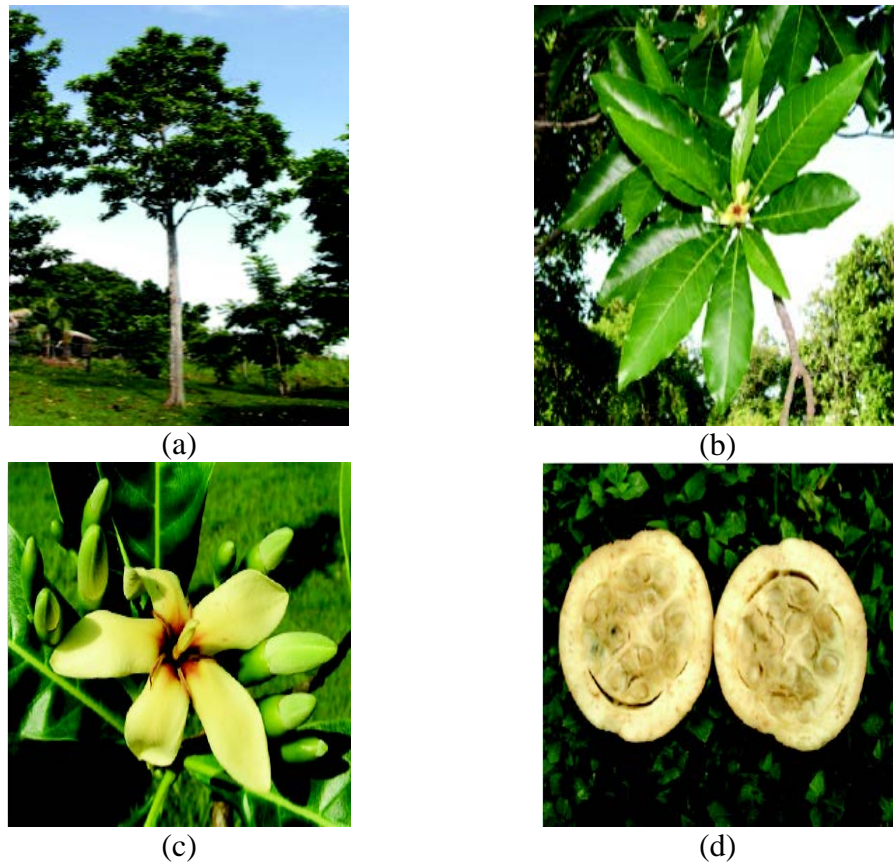


Fig 2.2 (a) Árbol de Huito, (b) Hojas de Huito, (c) Flor de Huito, (d) Frutos de Huito.

La madera es semidura y pesada; albura cremosa poco diferenciada de duramen. La corteza interna y la madera, al contacto con el aire cambian a un color pardo oscuro. La madera es muy fácil de trabajar: el cepillado, moldeado, torneado, taladrado y escopleado son excelentes; el lijado y la resistencia a las rajaduras por tornillo son satisfactorias (Flores Paytán, 1997).



Fig. N° 2.3 Madera de Huito (*Genipa americana*)

2.1.1.2 Composición química de la pulpa de Huito

Se han identificado los siguientes compuestos en el fruto del huito: genipina, manitol, taninos, metil-éteres, cateína, hidantoina y ácidos tánicos (Villachica, 1996). La composición de la pulpa se puede apreciar en el Cuadro N° 2.2:

Cuadro N° 2.2 Contenido en 100 g de la pulpa de Huito

| Componente | Unidad | Valor |
|--|--------|-------|
| Agua | g | 83,9 |
| Valor energético | cal | 55,0 |
| Proteínas | g | 1,20 |
| Extracto etéreo | g | 0,10 |
| Carbohidratos | g | 14,0 |
| Fibra | g | 11,6 |
| Ceniza | g | 0,80 |
| Calcio | mg | 69,0 |
| Fósforo | mg | 21,0 |
| Hierro | mg | 0,50 |
| Vitaminas | | |
| Tiamina | mg | 0,30 |
| Riboflavina | mg | 0,33 |
| Niacina | mg | 0,54 |
| Acido ascórbico | mg | 1,10 |
| Otras características de la pulpa | | |
| pH | | 3,5 |
| Sólidos totales | | 22,94 |
| Acidez titulable | | 0,16 |
| Brix | | 14,20 |
| Azucares reductores | | |
| Maltosa | mg | 4,63 |
| Glucosa | mg | 3,09 |
| Levulosa | mg | 3,35 |

Fuente: Flores Paytán, 1997

2.1.1.3 Método de reproducción y época de cosecha

Reproducción sexual

La reproducción por semilla es el método más utilizado, la viabilidad de la semilla es prolongada aproximadamente 90 días; las semillas no tienen comportamiento definido, cuando son sembradas inmediatamente después de la extracción y procesamiento (el contenido de humedad está en 40%), presenta un alto poder germinativo, siendo la germinación rápida y uniforme (Fig. N° 2.4). La reducción del contenido de humedad de la semilla hasta alrededor de 10% no compromete la viabilidad, pero sí induce dormancia y las semillas requieren más tiempo para germinar (Flores Paytán, 1997).

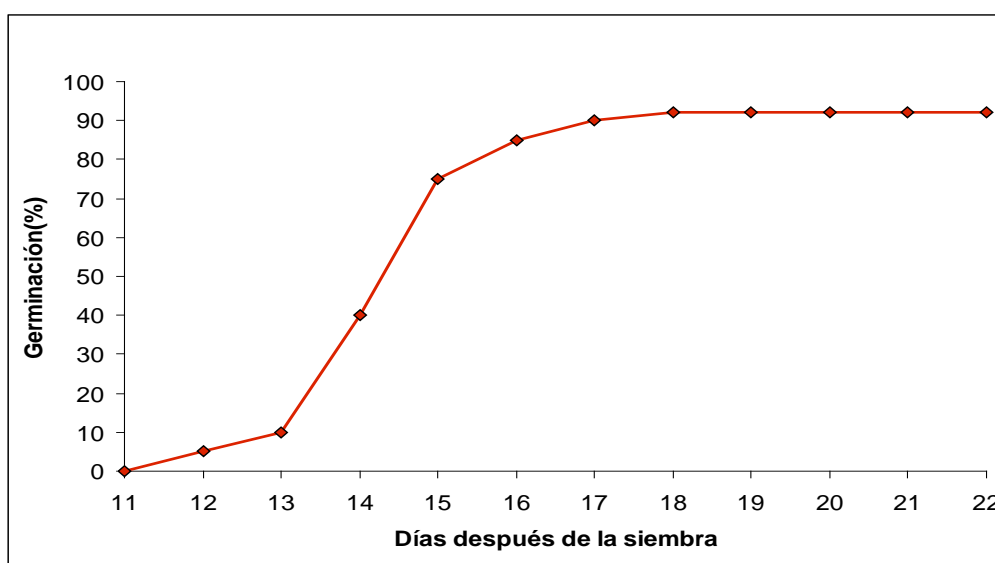


Fig. N° 2.4 Curva de germinación de semillas de Huito

Fuente: Villachica, 1996

Los frutos contienen un promedio de 296 semillas, que son pequeñas, con peso de 75 g por 1000 semillas.

Propagación asexual

La propagación vegetativa es por injerto, aplicando el método de escudete; es poco utilizado pero tiene la ventaja de reducir el período de juventud de la planta y éstas entran en producción con menor edad, además de garantizar la transferencia de las características genéticas de la planta escogida (Flores Paytán, 1997).

Época de siembra

En restingas, para favorecer el crecimiento inicial, es recomendable plantarla

inmediatamente después del inicio de la vaciante del río (junio-julio en Iquitos), en áreas de tierra firme, al inicio de las lluvias (noviembre-diciembre en Iquitos). El distanciamiento de siembra recomendable es de 8 a 10 m entre hileras y plantas. Si se planea utilizar la madera, el distanciamiento puede reducirse a 3 m x 3 m para hacer raleos escalonados luego de 3 años de cultivo, dejando las plantas más vigorosas (IIAP/Proy. Frutales Nativos, 1997).

Época de cosecha

El inicio de la fructificación es a partir del sexto año de la plantación, la producción es de enero a diciembre, con mayores intensidades en los meses de noviembre a marzo y de junio hasta agosto (Fig. N° 2.5). La producción por árbol es variable, se han observado producciones de 400 – 600 frutos en árboles de 15 – 20 años (Flores Paytán, 1997).

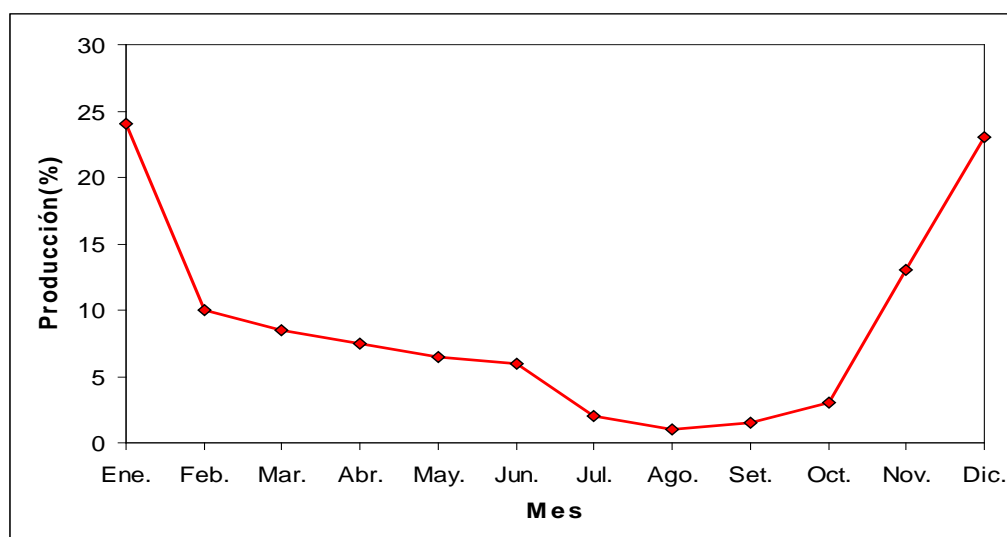


Fig. N° 2.5 Distribución porcentual de producción de frutos de Huito durante el año.

Fuente: Villachica, 1996

2.1.1.4 Perspectiva y mejoramiento del cultivo

El Huito es una especie nativa domesticada tradicionalmente, con gran potencial económico en la región amazónica peruana; existe buena diversidad genética, evidenciada por la forma de los frutos (Flores Paytán, 1997). El potencial de utilización del Huito es bastante amplio. Su hábitat natural es la Amazonia, sin embargo, ya ha sido adaptado a otras localidades de América tropical. Por este

motivo, se debe tener cuidado al cuantificar en un potencial mercado externo a la región amazónica, puesto que la especie también puede ser cultivada en otras regiones tropicales (IIAP/Proy. Frutales Nativos, 1997).

El Huito tiene ventajas adaptativas a la ecología y suelos predominantes de la región; es una especie de uso múltiple, suministra frutos, madera, y es melífera; el fruto tiene cualidades favorables para su procesamiento en la industria alimentaria y de colorantes naturales. Las desventajas son: alta variabilidad de la especie, inicio tardío de la fructificación y perecibilidad del fruto; inexistente desarrollo investigativo genético y agronómico; las plagas y enfermedades que afectan al cultivo, aún no han sido identificadas y estudiadas; la vigilancia permanente del cultivo será una importante medida preventiva de alerta y de control oportunos. Varios insectos coleópteros, homópteros y lepidópteros se reportan usando la especie como huésped, aunque ninguno parece causar un daño serio. La madera es susceptible a varios géneros causantes de la carcoma, pero son resistentes a los hongos que manchan la albura bajo circunstancias normales (Francis J, 1993). La acidez o la alcalinidad del suelo influyen en la tasa de adsorción, la naturaleza de los materiales absorbidos y otras actividades de las raíces; la presencia de los elementos minerales esenciales influyen en los elementos anabólicos de la planta (Fuller, 1972).

Para el desarrollo y mejoramiento del cultivo se están implementando estaciones experimentales en Pucallpa, Iquitos y en Belém de Para (Brasil), donde se han determinado algunas características del Huito; la variabilidad de producción por árbol, la poda de producción para eliminar las ramas viejas, ya que los frutos aparecen en las ramas nuevas (Flores Paytán, 1997).

2.1.1.5 Usos del fruto

Los frutos son comestibles, agridulces con bastante pulpa. Se les hierva en agua, obteniéndose una cocción que suaviza el cabello y lo reacondiciona. La cáscara y el mesocarpo, cuando fermentan forman una pasta negruzca con propiedades colorantes, se emplea para decorar vestidos y cerámicos (Reynel – Alban, 1990).

2.1.1.6 Colorantes Naturales

Desde los tiempos prehistóricos hasta la mitad del siglo XIX, el teñido fue hecho con colorantes naturales. Las primeras fibras teñidas fueron usadas en tiempos

prehistóricos alrededor del año 1000 a.C. Estos teñidos fueron simples y fueron los primeros ejemplos de los llamados colorantes directos, los que resultaron de muy pobre solidez al lavado y a la luz. El colorante azul de índigo que deriva de la planta *Indigofera tinctoria*, ha sido conocida en la India por cerca de 4000 años. Los comerciantes fenicios y los migrantes, introdujeron estos colorantes en el Mediterráneo; otro colorante azul, *Isatis tinctoria*, ha estado en uso desde la Edad de Bronce (2500-800 a.C.) (Sinck Ugaz Olga, 1995).

El índigo es un ejemplo de un colorante tina y su aplicación a la fibra involucró un procedimiento complicado. Del Perú Antiguo tenemos que mencionar los textiles de Paracas, que a juzgar por los efectos conseguidos en sus telas, cerca de 190 tonos, la riqueza de los materiales colorantes debe haber sido muy grande y variada. Así, se dice que los tonos rojos se daban con cochinilla, y la raíz de chapi-chapi (*Relbunium Galium*); los azules con flores de mullaca (*Muehlenbeckia volcanica*) y con añil (*Indigofera añil*); los morados con paguau (*Bidens humilis HBK*) y frutales de quisca-quisca (*Berberis sp.*); verdes y amarillos con ramas de chilca (*Baccharis prostrata*), fueron usadas otras plantas como tara (*Caesalpinia tinctoria HBK Domb*), jagua (*Genipa americana*), palos de Brasil (*Caesalpinia echinata*); entre otras. Aún en la actualidad muchas de las comunidades nativas de nuestro país y de otros países utilizan diversas plantas en el teñido artesanal, especialmente de fibra de lana (oveja y alpaca), utilizando las diferentes partes de la planta, tales como raíces, hojas, flores, corteza, etc (Sinck Ugaz Olga, 1995).

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, de color púrpura. Posteriormente, los químicos alemanes, perfeccionaron los colorantes derivados del alquitrán de hulla hasta tal punto que empresas de colorantes vegetales, se arruinaron totalmente antes que finalizara el siglo XIX. En 1987 se estimó que la producción mundial de colorantes era de alrededor de 700 000 toneladas; de esta producción, un poco más del 50% fue destinada a la industria textil y un 2,2% fue destinado al sector de alimentos, medicamentos y cosméticos. Los colorantes naturales pueden ser clasificados según su naturaleza

química en diversos grupos (Cuadro N° 2.3). Como fuentes naturales de estos colorantes podemos considerar las plantas superiores, algas, hongos y líquenes, así como algunos organismos marinos invertebrados. Son muchas las plantas superiores que producen colorantes; a pesar de su universalidad no están lo suficientemente concentrados para permitir una rápida y económica extracción y en consecuencia son relativamente escasas las que tienen gran importancia comercial como fuente de colorantes. Así, el escoger una planta a ser usada con tal fin es determinado por consideraciones económicas; el material debe estar disponible en suficiente cantidad a un precio razonable, el proceso para obtener el colorante no debe ser excesivamente complejo y costoso, y el producto final debe cubrir las perspectivas industriales y los requerimientos legales de los gobiernos (Sinck Ugaz Olga, 1995).

El Huito (*Genipa americana*) está ampliamente distribuida en América Central y del Sur, la pulpa se vuelve de color amarillo a un color azul-púrpura y finalmente a negro azabache en la exposición al aire. Un compuesto del Huito es la genipina el cual es un producto hidrolítico de geniposida, la estructura de la genipina se descubrió en la década de 1960, es una molécula biodegradable con baja citotoxicidad, posee la fórmula molecular $C_{11}H_{14}O_5$ y contiene un anillo dihidropirano (Fig. N°2.6), la genipina es incoloro, pero reacciona espontáneamente con los aminoácidos para formar un pigmento azul.

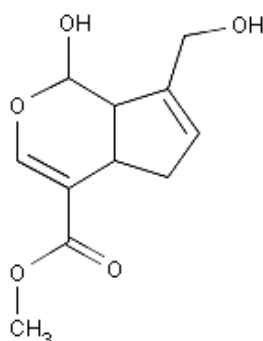


Fig. N° 2.6 Estructura de la Genipina

Un estudio realizado en el Japón sobre el Huito proveniente del Perú ha determinado algunos de los componentes de la *Genipa americana*, mediante el aislamiento y elucidación estructural de cuatro nuevos glucósidos iridoides. El extracto de la *Genipa americana* se realiza con metanol y columna de silica gel

para realizar la cromatografía, proporcionando ocho glucósidos iridoides. De estos compuestos cuatro se identificaron como ácido geniposídico, geniposida, gardenosida y genipina-gentiobiosida, sobre la base de sus datos físicos y espectrales, aunque los datos espectrales de RMN detallados de geniposida y genipina-gentiobiosida no se tienen reportados en la literatura.

Cuadro N° 2.3 Clasificación de los colorantes naturales según su naturaleza química

| Naturaleza química | Algunos ejemplos | Color predominante |
|--|-------------------------|---------------------------|
| tetrapirroles (lineales y cíclicos) | ficobilinas | azul-verde |
| | | amarillo-rojo |
| | clorofila | verde |
| carotenoides (tetraterpenoides) | carotenoides | amarillo-anaranjado |
| flavonoides | flavonas | blanco-crema |
| | flavonoles | amarillo-blanco |
| | chalconas | amarillo |
| | auronas | amarillo |
| | antocianinas | rojo-azul |
| xantonas | xantonas | amarillo |
| quinonas | naftoquinonas | rojo-azul-verde |
| | antraquinonas | rojo-purpura |
| derivados indigonoides e índoles | indigo | azul-rosado |
| | betalaínas | amarillo-rojo |
| Pirimidinas sustituidas | pterinas | blanco-amarillo |
| | flavinas | amarillo |
| | fenoxazinas | amarillo-rojo |
| | fenazinas | amarillo-púrpura |

Fuente: Sinck Ugaz Olga, 1995

2.1.2 La alpaca

La llama y la alpaca son las dos especies de mayor importancia socioeconómica para el poblador rural del altiplano y alto andino peruano, el Perú posee aproximadamente 4 961 765 de ejemplares entre llamas y alpacas según el

MINAG (2007), es por tanto el primer productor a nivel mundial. La región Puno es la que ostenta la mayor población a nivel nacional, con aproximadamente 2 026 600 alpacas y 437 090 llamas; sin embargo, esta amplia tradición en el manejo productivo de estos camélidos ha ido declinando paulatinamente, expresado en la poca preocupación de seguir trabajando en una serie de características productivas y reproductivas, a tal extremo que otros países en el mundo son los más preocupados por su investigación (Aliaga, 2010).

La capacidad de la alpaca para adaptarse a las grandes alturas, permite la utilización económica de las extensas áreas de pastos naturales que posee el Perú en la sierra, que de otra manera serían desperdiciados, puesto que no es posible la explotación económica de estas grandes alturas con otras especies como la ovina y bovina en dichas áreas, debido a las condiciones adversas con la altitud. La alpaca tiene importancia para la producción de fibra y carne, la llama para producir especialmente carne y la vicuña para fibra (IVITA, 1972)

El pelo de la fibra de alpaca es un recurso valioso porque combina muchos atributos comerciales en una sola fibra, a diferencia de otras, no se ha encontrado en ésta alguna característica negativa. La fibra de alpaca es inusualmente fuerte y resistente, su fuerza no disminuye con la finura, haciéndola por lo tanto ideal para el proceso industrial. El pelo de la fibra de alpaca, es tres veces más fuerte que el de la oveja, y siete veces más aislante (Rojas, 2006).

2.1.2.1 Taxonomía

La alpaca ("Paqocha" en Quechua) tiene silueta más curva y pequeña que la llama, en la frente presenta un clásico mechón de fibra. Puede alcanzar hasta una altura de 1,5 m a la cabeza y un peso promedio máximo de 64 kg y unos 7 kg al nacimiento; su período de gestación es de 343 ± 2 días. En las alpacas existen dos variedades perfectamente definidas y diferenciadas: la "Sury" (Fig. N° 2.7) y la "Huacaya" (Fig. N° 2.8). La alpaca es esquilada con cuchillos o tijeras por lo general una vez cada dos años aunque también se podría hacerlo una vez al año, sin importar la época o estación; obteniéndose anualmente un vellón de fibra de unos 1,7 kg por animal (Vicente Goyzueta, 2009).



Fig. N° 2.7 Alpaca Sury



Fig. N° 2.8 Alpaca Huacaya

Nombre científico: *Vicugna pacos*

Nombre común: Alpaca

Cuadro N° 2.4 Clasificación taxonómica de la alpaca

| | |
|------------------|----------|
| Reino | Animalea |
| Sub Reino | Metazoa |

| | |
|------------------|--------------|
| Phylum | Cordata |
| Clase | Mamífera |
| Orden | Artiodactyla |
| Sub-Orden | Ruminantia |
| Familia | Camelidae |
| Tribu | Lamini |
| Género | Lama |
| Especie | Alpaca |

Fuente: Vicente Goyzueta, 2009

2.1.2.2 Descripción específica de Variedad Sury

Desde el punto de vista constitucional la variedad Sury es un animal menos robusto que la variedad Huacaya, se notan formas mas delineadas, que evidentemente le dan un aspecto de debilidad o falta de fortaleza. Las formas delicadas de la Sury tienen correlación con la menor resistencia que esta variedad ofrece a las inclemencias del medio donde estos auquénidos medran, la Sury no soporta las condiciones del clima inhóspito de la alta cordillera, en ese ambiente no prospera, pues tienen altos índices de mortalidad (Calle Escobar, 1972). Uno de los motivos de la delicadeza de la Sury no solo se debe a su pobre constitución, sino a la escasa protección que recibe de las fibras lacias y colgantes que forman el vellón. En efecto, estas fibras al presentarse colgantes en los flancos del cuerpo, dejan totalmente al descubierto toda la zona dorsal del lomo lo cual genera una alta mortalidad por acción de la neumonía. Pese a la notoria delicadeza de la variedad Sury es más longeva que la Huacaya. Se han encontrado reproductores Sury con 12 años de edad, mientras que el promedio de vida de la Huacaya es sólo 11 años. Aunque el ambiente propicio para la exploración de las alpacas en general, es el de las praderas alto-andinas, comprendidas en alturas 4300 y 4800 m.s.n.m., sin embargo, la variedad Sury prospera en niveles que están alrededor de los 4300 m.s.n.m., debiendo ser los suelos suaves con ambientes secos (Calle Escobar, 1972).

2.1.3 Morfología de la fibra

La fibra animal (pelo, lana) crece desde la dermis o capa media de la piel; es una

estructura compuesta de células muertas, llenas de queratina, una proteína de tipo fibroso. El órgano productor de la fibra es el folículo piloso (Fig. N° 2.9 y 2.10), el cual se desarrolla en el estrato basal de la epidermis (capa exterior de la piel) y penetra posteriormente en la dermis. Hay dos tipos de folículos: primarios y secundarios. Los folículos primarios inician su desarrollo en el feto a partir de los 40 días de gestación; aparecen primero en la cabeza y se extienden hacia atrás y los costados en aproximadamente 20 días. Posteriormente se desarrollan a cada lado del folículo inicial dos folículos más para formar lo que se denomina un trío. Los folículos secundarios comienzan a desarrollarse alrededor de los folículos primarios a partir de los 80-90 días de vida fetal. A diferencia de los primarios, los folículos secundarios carecen de glándula sudorípara y músculo erector del pelo; además su glándula sebácea es pequeña y unilobulada o no existe, mientras que la del folículo primario es bilobulada o multilobulada. Los folículos primarios alcanzan una profundidad de aproximadamente 2,5 mm en la piel, la de los secundarios es menor.

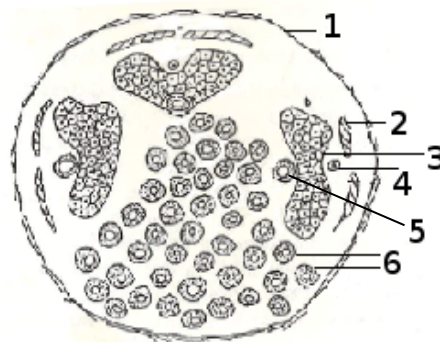


Fig. N° 2.9 Folículo Productor de fibra animal (Vista transversal). Grupo de folículos: 1) tejido conectivo; 2) músculo erector del pelo, 3) glándula sebácea, 4) ducto de la glándula sudorípara; 5) trío de folículos primarios; 6) folículos secundarios (Hugo, 1968).

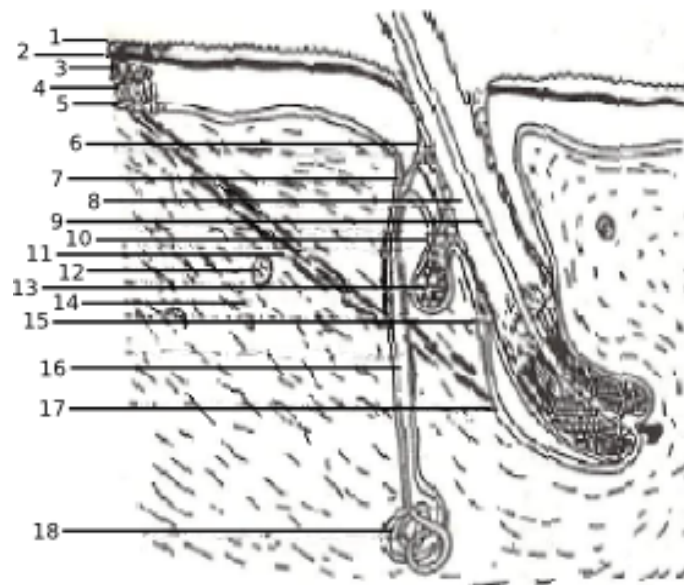


Fig. N° 2.10 Folículo Productor de fibra animal (Vista longitudinal). Corte de la piel y del folículo: 1) escamas; 2) estrato córneo; 3) estrato granuloso; 4) estrato espinoso; 5) estrato basal; 6) cutícula; 7) salida de glándula sudorípara; 8) cortex del pelo; 9) médula; 10) salida de la glándula sebácea; 11) músculo erector del pelo; 12) vaso sanguíneo; 13) glándulas sebáceas; 14) tejido conectivo; 15) cutícula de la raíz; 16) ducto de la glándula sudorípara; 17) envoltura de la raíz; 18), glándula sudorípara (Hugo, 1968).

Glándulas anexas y músculo erector del pelo

Las glándulas sebáceas, sudoríparas y el músculo erector del pelo se desarrollan pocos días después de los folículos. La secreción de las glándulas sebáceas es una mezcla de grasas, ácidos grasos y aminoácidos. Una de las grasas más conocidas es la lanolina, formada por alcoholes de elevado peso molecular y por ácidos grasos. El sudor está compuesto en su mayoría de sales de potasio de ácidos grasos. La secreción de las glándulas sebáceas es continua y no está sujeta a control neurohormonal, como sucede con las glándulas sudoríparas. La combinación de las secreciones forman la suarda, sustancia que lubrica la fibra, impide su afieltramiento (entrecruzamiento de las fibras) y la protege de la acción del sol y demás agentes atmosféricos (Vélez, 1993)

Estructura de la fibra

La fibra producida por los animales consta de tres capas: cutícula, corteza y medula. La cutícula forma una piel alrededor de la fibra que contiene las células corticales. Su función primaria es servir como una cubierta protectora para la fibra y constituye aproximadamente el 10% de la masa total de la fibra (Zaldivar, 2006). Las células que la constituyen se superponen unas a otras en forma de escamas. La menor protuberancia de las escamas causa un menor coeficiente de fricción en comparación con la lana de oveja (0,58 y 0,66 respectivamente), lo cual dificulta su uso en algunos tejidos, pero también reduce la tendencia a afieltrarse. La cutícula está cubierta por una membrana sumamente fuerte y cuando se daña, la fibra absorbe más rápido los colorantes. En eso se basan las pruebas de tinción que sirven para determinar el estado de la lana entre más dañada mas colorante absorbe (Vélez, 1993).

La corteza es la capa que está debajo de la cutícula, es la parte principal de la fibra, representa alrededor del 80-90 % de la masa total de la fibra y consiste en una mezcla de proteínas relacionadas (Zaldivar, 2006). En las células de la corteza se pueden diferenciar macrofibrillas, formadas por microfibrillas, y estas a su vez, formadas por once protofibrillas, de las cuales nueve forman un anillo y dos se encuentran en el interior. Las protofibrillas están formadas por tres cadenas helicoidales de aminoácidos (hélices alfa; Fig. 2.11a y b). El rizado de la lana esta dado por diferencias en las células de la corteza. Se distinguen la paracorteza y la ortocorteza; la primera se encuentra en el lado cóncavo y la segunda, en el lado convexo (Fig. 2.12d) (Vélez, 1993).

La médula constituye la parte central de la fibra, aunque es rara en la lana con menos de 35 micras de diámetro. Está formada por células con poca cohesión entre sí y abundantes espacios, llenos de aire. De acuerdo al grosor de la médula se distinguen tres clases de fibra (Fig. 2.13e): el Kemp, en el que la médula es el principal constituyente; el pelo, en el que la médula es de grosor intermedio y la lana, en la que la médula está presente únicamente en forma fragmentaria o está ausente (Vélez, 1993). La médula contribuye a las propiedades de aislamiento de las fibras. Las fibras altamente meduladas aparecen blancas debido a una dispersión de la luz mayor (Zaldivar, 2006).

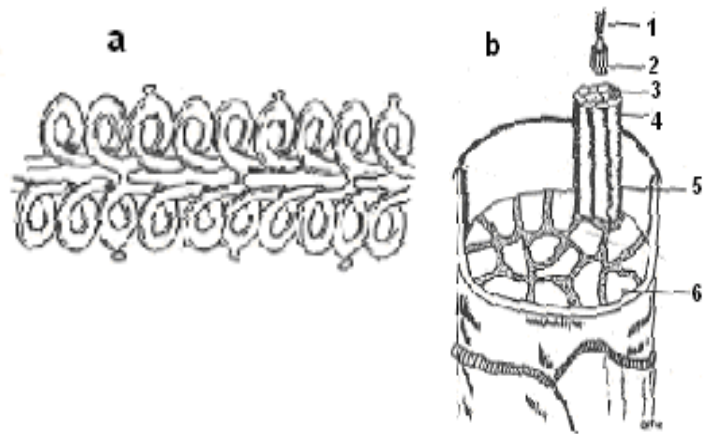


Fig N° 2.11 Estructura de la fibra animal. a) Esquema de las cadenas de aminoácidos; b) La fibra: 1) cadenas de aminoácidos, 2) protofibrilla, 3) microfibrilla, 4) macrofibrilla, 5) y 6) células de cortex (Hugo, 1968).

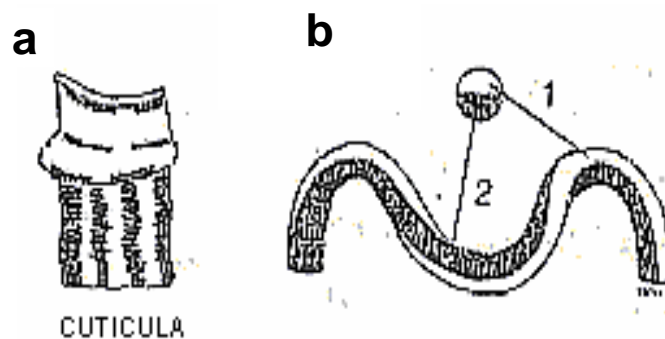


Fig N° 2.12 a) Cutícula; b) Asimetría de la fibra: 1) ortocortex, 2) paracortex (Hugo, 1968).

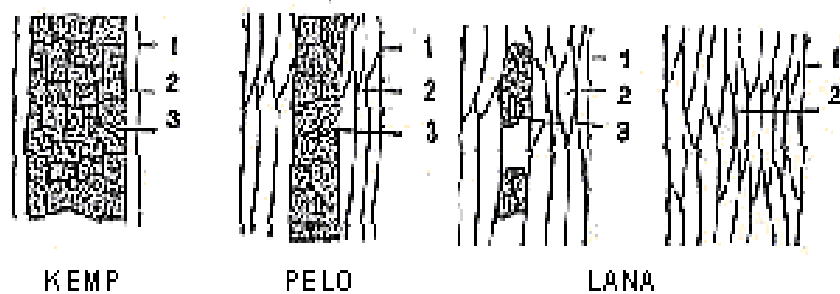


Fig N° 2.13 Diferentes tipos de fibra: 1) cutícula, 2) cortex, 3) médula (Hugo, 1968).

La superficie de la fibra de alpaca es un conjunto de escamas superpuestas en una

dirección hacia su punta (Fig. N° 2.14). Las escamas del pelo de camélido en comparación con la lana de oveja son menos protuberantes. Las fibras de alpaca Huacaya presentan escamas con bordes más sobresalientes que las fibras de alpaca Suri (Lira Eyzaguirre, 2000). Estas presentan en su superficie estriaciones longitudinales que corresponden a irregularidades que se observan en el corte transversal. Las fibras de alpaca y llama no tienen sección transversal circular, sino irregular, ovalada y triangular (The Textile Institute Manchester, 1885).

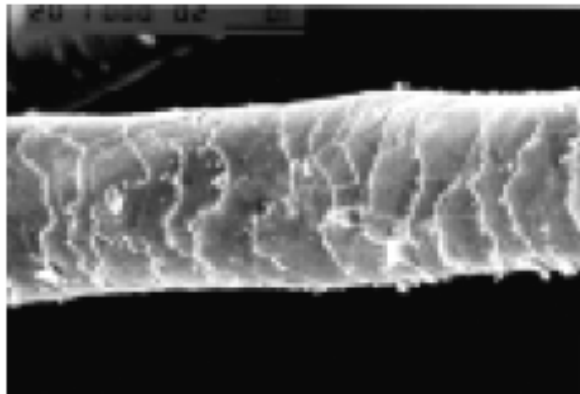


Fig. N° 2.14 Fibra de alpaca

Las fibras de alpaca tienen un canal central pigmentado llamado médula, una capa intermedia llamada tejido cortical y una vaina externa llamada epidermis o capa epitelial. El tejido cortical es la parte que recibe el colorante cuando la fibra es sometida a teñido (Lira Eyzaguirre, 2000).

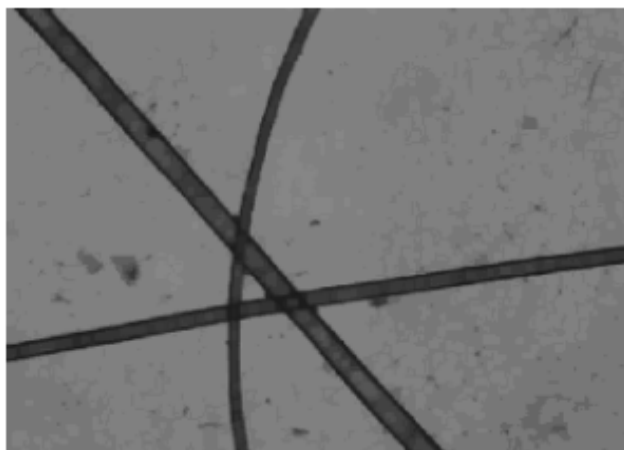


Fig. N° 2.15 Vista longitudinal de la fibra de alpaca

Fuente: Rojas, 2006.

2.1.3.1 Diferencias comparativas referentes a la fibra de alpaca

De primera instancia cuando se habla de la fibra de alpaca en general (sea esta

“Huacaya” o “Sury”) la diferencia estriba sólo en lo referente a la distinta constitución celular, en cada caso. En la lana la capa cuticular está formada por células en forma de escamas perfectamente definidas y con bordes sobresalientes; debajo de esta capa predomina la corteza que en las lanas verdaderas ocupa la mayor parte del diámetro de la fibra. En el pelo la cutícula está formada por células alargadas y achatadas de muy pobre desarrollo, de donde resulta que las escamas son bastantes rudimentarias y por consiguiente de muy pobre poder filtrante, la corteza también es muy poco desarrollada y por lo tanto tiene muy limitada higroscopicidad y elasticidad. Por otro lado, en la fibra de alpaca existe un amplio desarrollo de la médula, encontrándose con frecuencia el tipo de medulas doble (Calle Escobar, 1972).

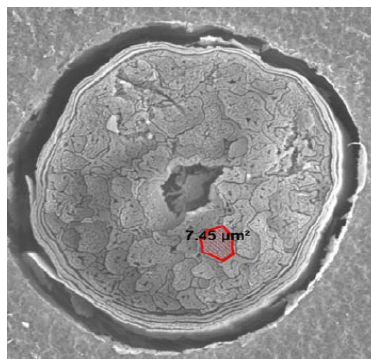


Fig. N° 2.16 Vista transversal de la fibra de alpaca Sury

Fuente: Sohie Shim, 2003

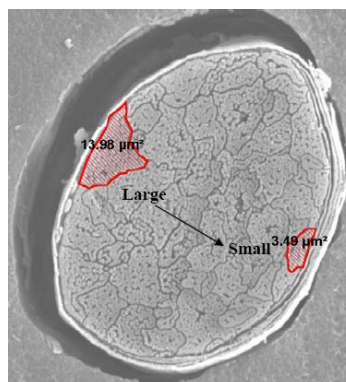


Fig. N° 2.17 Vista transversal de la fibra de alpaca Huacaya

Fuente: Sohie Shim, 2003

Características de la fibra de alpaca

Los rizos son curvas u ondas regulares, sucesivas y uniformes colocadas en un mismo plano a lo largo de toda la fibra (Aliaga, 2006). Los rizos y finura están

positivamente correlacionados, en la práctica sirven para conocer la finura, porque normalmente aumentan cuanto la lana es gruesa (Poester, 1977).

La curvatura del rizo está relacionada con la frecuencia del número de rizos, cuando la curvatura es menor a 50 grad/mm se describe como curvatura baja, sí la curvatura se encuentra en un rango de 60 y 90 grad/mm se le considera una curvatura media y cuando sobrepasa los 100 grad/mm es considerada como una curvatura alta (Holt, 2006, mencionado por Aliaga, 2006). Se reportó para alpacas Huacaya de un año de edad los valores de 47,14 grad/mm para hembras y 47,22 grad/mm para machos; no encontrando diferencias ($p > 0.05$) entre sexos (Aliaga, 2010). Algo que diferencia la fibra de alpaca de la lana, es el rizo, pues no tiene rizo y si lo tiene es muy poco pronunciado, salvo en la variedad Huacaya donde es posible notar un rizado aunque no muy sobresaliente (Calle Escobar, 1972).

Propiedades Físicas

a) Resistencia

La resistencia corresponde a la fuerza necesaria para romper la fibra. La resistencia de la lana es alta. En cuanto a la resistencia, la fibra de alpaca es casi tres veces más resistente que la hebra de lana (Calle Escobar, 1972). Se establece la siguiente comparación mostrada en el Cuadro N° 2.5:

Cuadro N° 2.5 Comparación de resistencia de las diferentes fibras de origen animal

| Tipo de fibra | Resistencia | |
|----------------------|--------------------|--------------------------|
| | g/micra | Kg/cm² |
| Mohair | 0.42 | 2154 |
| Lana de oveja | 0.31 | 1510 |
| Pelo de camello | 0.39 | 1808 |
| Pelo humano | 1.13 | 2439 |

Fuente: Van Rensburg y Wenssens, 1968.

b) Suavidad

En lo referente a suavidad, casi ninguna fibra la supera en este aspecto, ya que la fibra de alpaca es la más suave (especialmente de la variedad Sury), sólo superada por la fibra de vicuña (Calle Escobar, 1972).

c) Finura

La finura es el diámetro de la fibra y se mide en micras, constituye una medida que define el uso manufacturero de una fibra textil (Carpio, 1978). El diámetro promedio de las fibras – MFD (por sus siglas en inglés) es el espesor promedio de una muestra de fibras medido en micrones. Las llamas presentan una finura de fibra promedio mayor a las alpacas, pero con el proceso de descordado puede ser disminuido (Aliaga, 2010). En cuanto a finura (diámetro de la hebra), a la fibra de alpaca se le puede considerar como finura promedio de 60' s / 70' s* (10-15 micrones). Algunos datos comparativos se presentan en el Cuadro N° 2.6:

Cuadro N° 2.6 Comparación de finura promedio de las fibras (pelos)

| Fibras (pelos) | Promedio |
|-----------------------|-----------------|
| Lana | 50' s / 56' s |
| Alpaca | 60' s / 70' s |
| Vicuña | 120' s / 130' s |

* Count. Medida tecnológica inglesa de longitud de hilado por unidad de peso. En alpacas 60's / 70's significa que de 1 libra de fibra de alpaca, se obtiene una longitud de hilado de 60 a 70 madejas de 560 yardas cada uno.

d) Térmica

Las fibras de alpaca, son malas conductoras del calor en grado más intenso que las hebras de lana; por este motivo, son utilizadas en la confección de abrigos. (Calle Escobar, 1972).

e) Color

En lo relacionado al color, en las alpacas existe una mayor variedad con referencia a los ovinos. Los colores que existen en la alpaca son: blanco, negro, café oscuro, café claro, color vicuña, gris claro, gris oscuro, Light fleece, tonalidad que va del blanco al vicuña claro. De la descripción general que precede, se deduce que la fibra de alpaca se encuentra entre el pelo y la lana. La variedad Huacaya tiene características más afines a la lana, mientras que la Sury tiene mayor similitud al pelo (Calle Escobar, 1972).

f) Rendimiento al lavado

En cuanto al rendimiento al lavado la fibra de alpaca supera a la lana de ovino,

pues tiene un rendimiento de 80%. Esto se debe a que la fibra de alpaca sólo tiene un 4 a 5% de grasa, mientras que la lana de oveja tiene de 10 a 20 % (Calle Escobar, 1972).

2.1.3.2 Características de la fibra de alpaca variedad Sury

Las principales características de la fibra de alpaca de la variedad Sury (Calle Escobar, 1972), son:

- a) En finura, es superior a la Huacaya, variando su diámetro entre 18/45 micrones, siendo el promedio 12/20 micrones.
- b) En elasticidad, pese a ser lacia, es superior a la fibra de llama y ovino.
- c) Es muy fuerte, tiene el triple de resistencia que las fibras del ovino.
- d) Es muy suave, superada en este aspecto sólo por la lana de vicuña. Esta valiosa característica se debe a la constitución especial de la estructura de las células cuniculares cuyas formaciones escamosas lejos de presentar bordes libres, los tienen pegados y en capas muy delgadas, finas y casi invisibles.
- e) Es más limpia y seca que la fibra de la Huacaya.
- f) Es flexible y elástica generalmente bien lacia.
- g) Es más larga de mecha, comparada con la Huacaya. En esquilas bianuales llega de 25 a 35 cm y en las anuales de 15 a 20 cm
- h) En peso, la producción de lana es superior a la vicuña y a la Huacaya.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Preparación del fruto del Huito

a) Selección del Huito

La selección de los frutos es muy importante para la obtención del colorante, se escogen los frutos que están verdes, ya que la pulpa de los frutos maduros no

libera el colorante cuando se está a ebullición. El fruto maduro presenta más del 85% de la coloración azul en la pulpa y cuando está muy maduro esta coloración se torna negro intenso.

b) Pelado y separación de la pulpa

La cáscara es amarillo crema a marrón, de superficie lisa y resistente; pericarpio pardo amarillo, esponjoso, cerca de 1,5 cm de espesor. La separación y pelado se realiza con utensilios de cortar.

c) Triturado

La pulpa del huito se ralla manualmente para obtener una pulpa más fina y conseguir la mayor cantidad de colorante.

3.1.1 Obtención del colorante

a) Extracción

Es la parte más importante del proceso. Se carga 50 g de pulpa en un vaso de precipitado de 400 mL conteniendo 200 mL de agua desionizada. Se lleva a cabo el calentamiento hasta que la mezcla empiece a hervir con agitación constante a fin de evitar variaciones de temperatura y para que el calentamiento sea más homogéneo.



Fig. N° 3.1 Preparación de Solución de Huito

b) Filtración

Se filtra la mezcla caliente de la etapa anterior en una tela de tocuyo en forma manual. Se presiona para separar la mayor cantidad de líquido colorante de la pulpa.

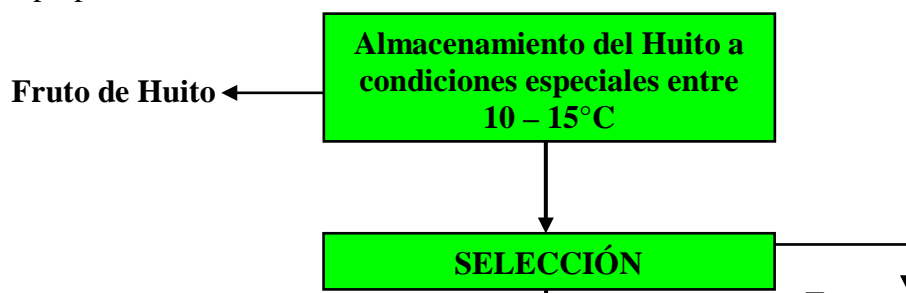


Fig. N° 3.2 Diagrama de flujo de tratamiento de la materia prima y obtención del colorante

3.2 Preparación de la fibra de alpaca

3.2.1 Descrude de la fibra de alpaca

Para realizar el descrude de la fibra de alpaca se toma como analogía el descrude de la lana, teniendo en consideración que la fibra de alpaca cruda tiene entre 4 a 5% de grasa. La fibra de alpaca se degrada por la acción del álcali de tal manera si es que las grasas naturales se saponifican por la acción del álcali, este se deberá aplicar con mucho cuidado y a temperaturas inferiores a la ebullición. No se debe utilizar álcalis fuertes como el Hidróxido de sodio debido a que el mínimo exceso elevara el pH por encima de 10, por ello se utiliza un álcali suave como el carbonato de sodio. El baño que se utiliza para el descrude de la alpaca es el Wool Spinning, para una muestra de 4 gramos de fibra de alpaca, con las siguientes

concentraciones, para un volumen de 50 mL en cada vaso de precipitado:

Cuadro N° 3.1 Baño de descruce de la fibra de alpaca

| N° de vaso de pp. | Jabón % | Álcali (carbonato de sodio) % |
|-------------------|----------------|-------------------------------|
| 1 | 0,80 | 0,27 |
| 2 | 0,40 | - |
| 3 | 0,37 | - |
| 4 | Agua destilada | - |

El descruce se lleva a cabo en el rango de temperatura de 35 a 40° C y la temperatura nunca debe sobrepasar los 60° C debido a que a esta temperatura empieza a degradarse la fibra de alpaca por acción del álcali.

3.2.2 Blanqueo de la fibra de alpaca

Se realiza el blanqueo de la fibra de alpaca haciendo uso del peróxido de hidrógeno para destruir la materia amarillenta por oxidación y blanquear los tonos pardos de la fibra, tratando de conservar las características de la fibra de alpaca.

El baño de blanqueo de la fibra de alpaca es el siguiente:

$$R. B. = \frac{W_{FIBRA}}{V_{SOL}} = \frac{4 \text{ gramos}}{V_{SOL}} = \frac{1}{40}$$

$$V_{SOL} = 160 \text{ mL}$$

Donde:

R.B. : Relación de baño

W_{FIBRA} : Peso de la muestra de fibra

V_{SOL} : Volumen de la solución

Cuadro N° 3.2 Receta de blanqueo de la fibra de alpaca

| Producto | Cantidad |
|----------------------------|--------------|
| Peróxido de hidrógeno 35 % | 15 – 20 mL/L |
| Pirofosfato tetrasódico | 2 g/L |
| Detergente no iónico | 0,5 g/L |
| Amoniac (0,88 N) | 0,75 mL/L |

El blanqueo se lleva a cabo a un pH variable entre 7,6 a 8, y una temperatura inicial de 40 °C hasta una temperatura final de 80 °C por un tiempo de 40 minutos, durante este tiempo el peróxido de hidrogeno se encarga de realizar el blanqueo de la fibra de alpaca, al finalizar el tiempo del blanqueo se enjuaga la fibra y se obtiene la fibra blanqueada lista para el teñido.

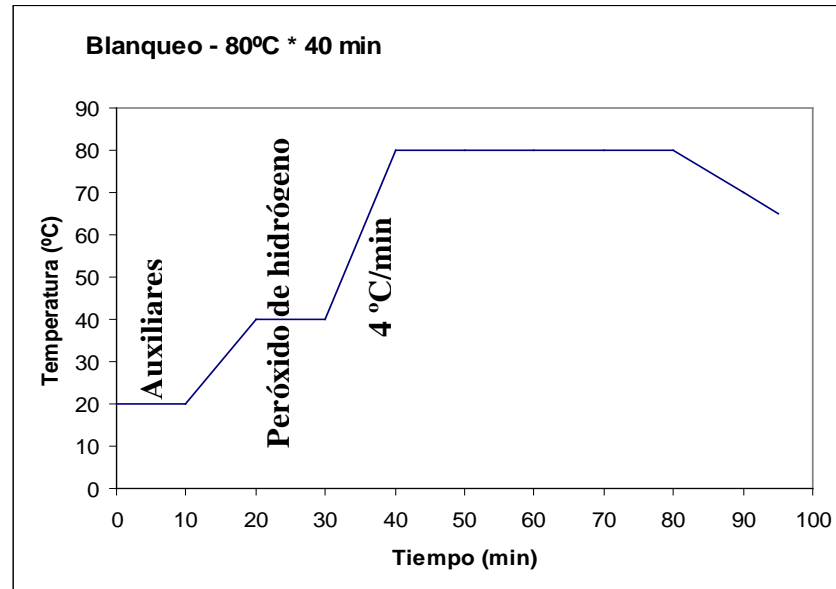


Fig. N° 3.3 Curva de blanqueo para la fibra de alpaca

3.3 El teñido

Procedimiento experimental

El procedimiento del teñido de la fibra de alpaca es similar para todos los parámetros, con algunas ligeras variaciones dependiendo del parámetro a evaluar; se resume en el siguiente esquema:

1. Se prepara una solución madre (1 carga de huito y agua); la relación carga/solvente es de 50 g de pulpa de Huito y 200 mL de agua desionizada.
2. Se filtra y mide el volumen.
3. Se prepara soluciones para el baño (4 soluciones diluidas) y añadir 5 mL de ácido acético a cada una de las soluciones (pH de la solución de Huito = 5.5 – 6), varía el tipo de ácido en el parámetro efecto del ácido. Para el parámetro efecto de la presencia de iones se adiciona 5 mL de solución de iones a cada una de las soluciones.
4. Se pesa la cantidad de 5 g de fibra de alpaca (igual para todos los baños).

5. Efectuamos el baño ($T = 80\text{ }^{\circ}\text{C}$ para todos los baños), varía la temperatura de teñido en el parámetro temperatura.

6. Se descarga, lava y seca.

3.3.1 Concentración del baño

Cuadro N° 3.3 Baño de teñido a diferente relación de carga

| Solución | Relación | Solución de Huito | Solvente (agua) |
|----------|----------|-------------------|-----------------|
| MC(1:1) | 1:1 | 100 mL | 100 mL |
| MC(1:3) | 1:3 | 50 mL | 150 mL |
| MC(2:3) | 2:3 | 80 mL | 120 mL |
| MC(3:1) | 3:1 | 150 mL | 50 mL |

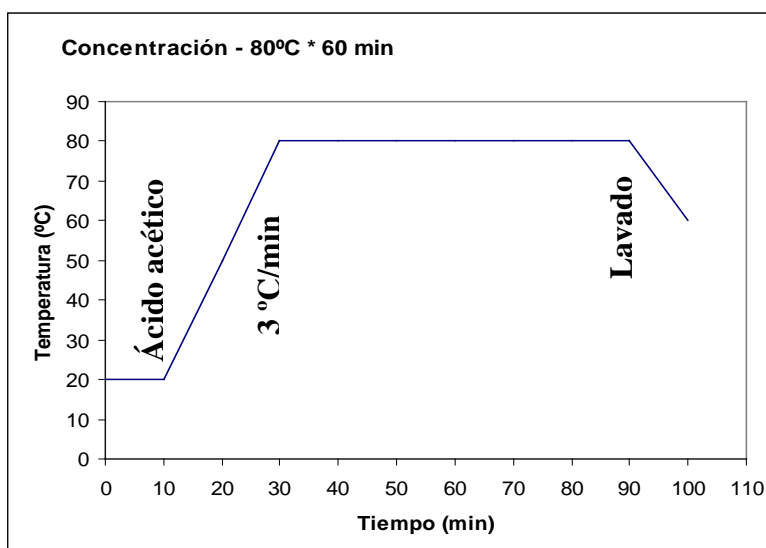


Fig. N° 3.4 Curva de teñido para la concentración del baño

Se adiciona el ácido acético a la solución de Huito, y se agita continuamente para uniformizar el ácido acético durante 10 minutos a 20°C . Se aumenta la temperatura con un gradiente de $3\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}$ durante 20 minutos hasta 80°C , realizando el teñido durante 60 minutos.

3.3.2 Temperatura del baño

Cuadro N° 3.4 Baño a diferente temperatura

| Solución | Volumen solución de Huito | Rango de temperaturas |
|----------|---------------------------|-----------------------------------|
| MT1 | 100 mL | $60 - 65\text{ }^{\circ}\text{C}$ |
| MT2 | 100 mL | $70 - 75\text{ }^{\circ}\text{C}$ |

| | | |
|-----|--------|------------|
| MT3 | 100 mL | 80 - 85 °C |
| MT4 | 100 mL | 90 - 95 °C |

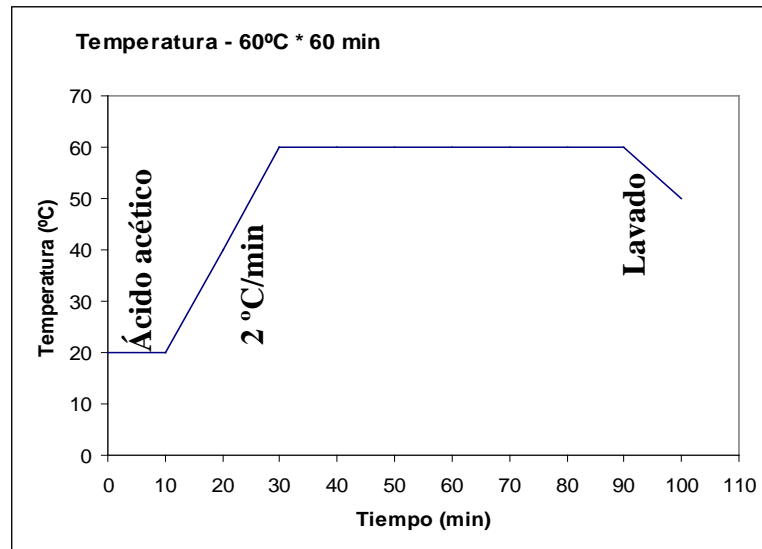


Fig. N° 3.5 Curva de teñido de la Temperatura a 60°C

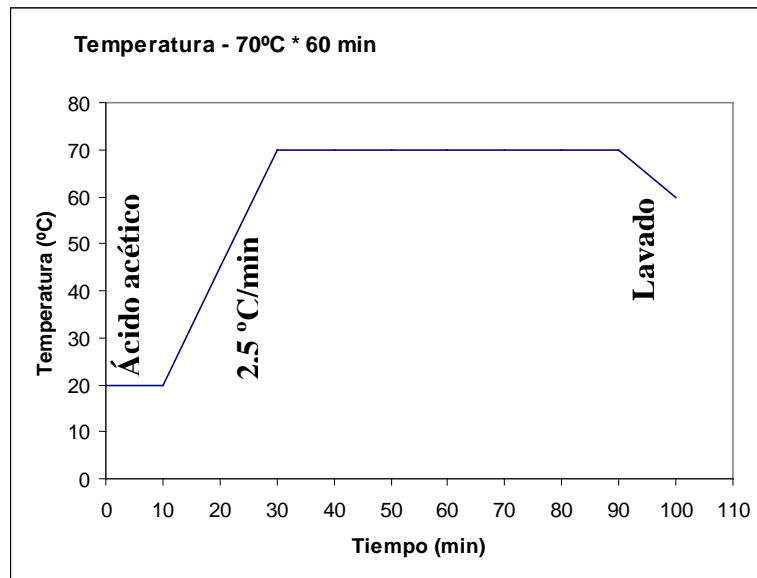


Fig. N° 3.6 Curva de teñido de la Temperatura a 70°C

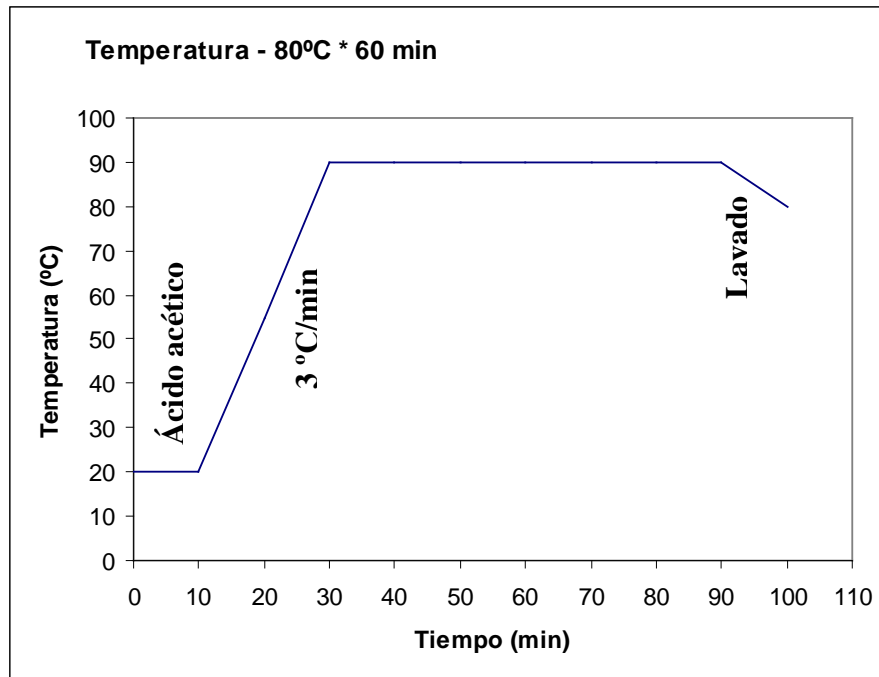


Fig. N° 3.7 Curva de teñido de la Temperatura a 80°C

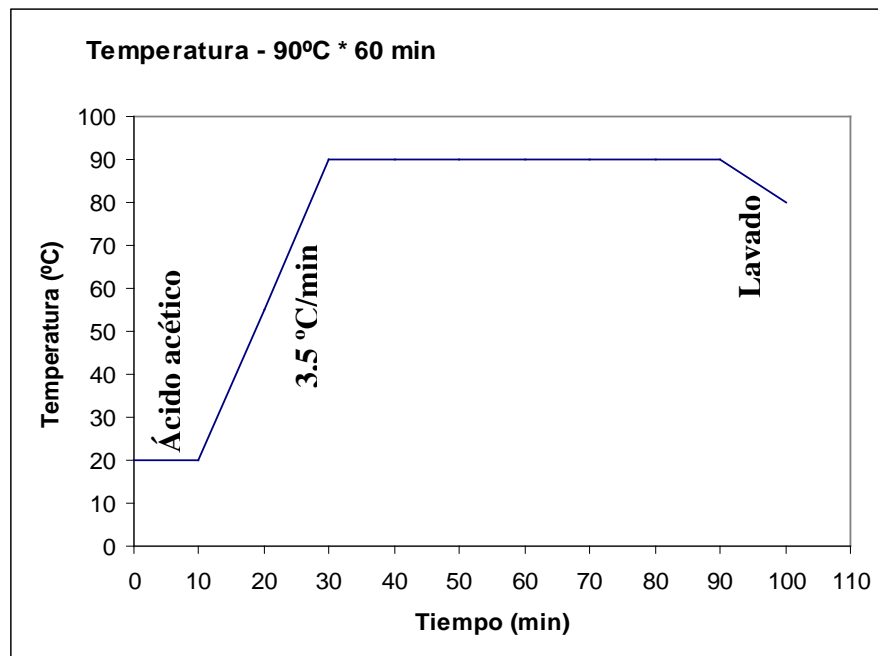


Fig. N° 3.8 Curva de teñido de la Temperatura a 90°C

Se adiciona el ácido acético a la solución de Huito, y se agita continuamente para uniformizar el ácido acético durante diez minutos a 20°C. Se aumenta la temperatura con un gradiente (°C/min) de acuerdo al tipo de temperatura a evaluar

durante 20 minutos hasta la temperatura a evaluar (60°C, 70°C, 80°C, 90°C) realizando el teñido durante 60 minutos.

3.3.3 Efecto del ácido

Cuadro N° 3.5 Baño con diferentes tipos de ácido

| Solución | Volumen solución de Huito | Tipo de ácido | Volumen de ácido |
|----------|---------------------------|--------------------------|------------------|
| MA1 | 100 mL | Ácido sulfúrico | 5 mL |
| MA2 | 100 mL | Ácido acético | 5 mL |
| MA3 | 100 mL | Ácido clorhídrico | 5 mL |
| MA4 | 100 mL | Ácido sulfúrico (0.25 N) | 5 mL |

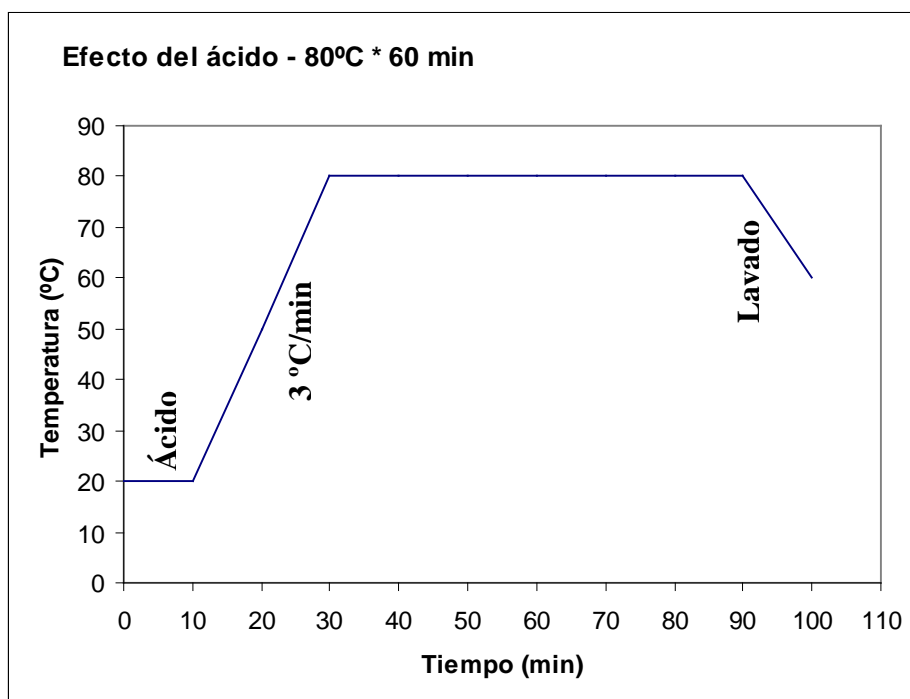


Fig. N° 3.9 Curva de teñido para el efecto del ácido

Se adiciona el tipo de ácido a evaluar a la solución de Huito, y se agita continuamente para uniformizar el ácido a evaluar durante diez minutos a 20°C. Se aumenta la temperatura con un gradiente de 3°C/min durante 20 minutos hasta 80°C, realizando el teñido durante 60 minutos.

3.3.4 Efecto de la presencia de iones

Cuadro N° 3.6 Baño con diferentes tipos de iones

| Solución | Volumen solución de Huito | Tipo de ión | Volumen de la solución iónica |
|----------|---------------------------|---|-------------------------------|
| MI1 | 100 mL | Sulfato de cobre Cu^{2+} ($\text{Cu}_2\text{SO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) | 5 mL |
| MI2 | 100 mL | Alumbre Al^{3+} ($\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$) | 5 mL |
| MI3 | 100 mL | Cloruro de calcio Ca^{2+} ($\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) | 5 mL |
| MI4 | 100 mL | Carbonato de sodio Na^{1+} (Na_2CO_3 (10%)) | 5 mL |

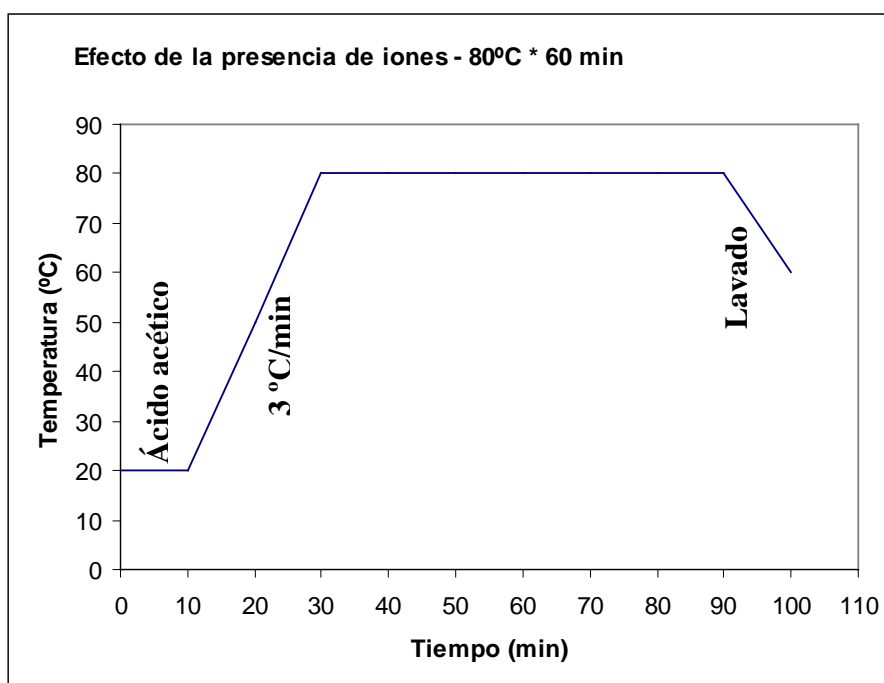


Fig. N° 3.10 Curva de teñido para el efecto de la presencia de iones

Se adiciona el ácido acético y solución de iones a la solución de Huito, y se agita continuamente para uniformizar el baño de teñido durante diez minutos a 20°C. Se aumenta la temperatura con un gradiente de 3°C/min durante 20 minutos hasta 80°C, realizando el teñido durante 60 minutos.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Aislamiento e identificación del colorante

4.1.1 Identificación mediante Espectro Ultravioleta

Se usa el equipo de Absorción Ultravioleta para determinar la curva característica de los compuestos de solución de Huito tanto de la pulpa como de la cáscara.

Espectro Ultravioleta de la solución de Huito

Solución de Huito obtenido de la pulpa y cáscara

La solución de Huito con volumen de 50 mL obtenida tanto de la pulpa como de la cáscara, por separado se procede a centrifugar, para extraer los sólidos y después se diluye con agua destilada para finalmente realizar la lectura en el espectrofotómetro UV.

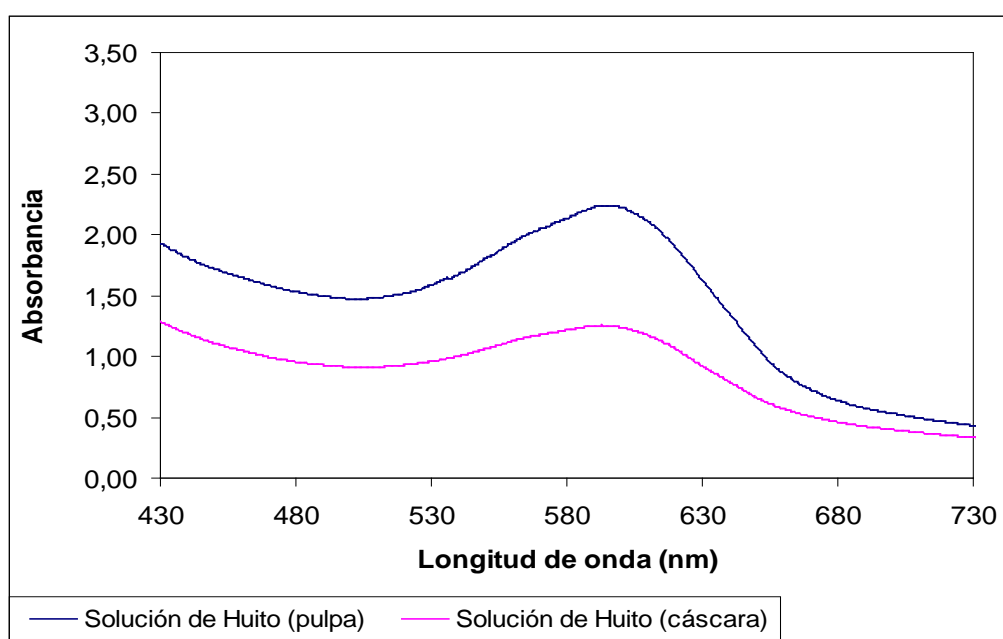


Fig. N° 4.1 Espectro Ultravioleta de Solución de Huito de la pulpa y cáscara

De la Fig. N° 4.1 muestra que la solución de Huito (pulpa) presenta un máximo de absorbancia (contenido en pulpa) de 2,24 para una longitud de onda 596 nm, mientras que la solución de Huito (cáscara) presenta un máximo de absorbancia (contenido en cáscara) de 1,26 para una longitud de onda 593 nm, concluyendo que la absorbancia para el contenido en pulpa es mayor que la cáscara en 0,98 y esto se refleja en el teñido porque la alpaca teñida presenta un color más intenso con la pulpa que con la cáscara.

Solución de Huito obtenido de la pulpa y cáscara hidrolizado con ácido clorhídrico

La solución de Huito con volumen de 50 mL obtenido tanto de la pulpa como de la cáscara, por separado fueron hidrolizados con 5 mL de ácido clorhídrico (concentrado), durante una hora a 80°C, luego de ello se procede a centrifugar, para extraer los sólidos y después se diluye con agua destilada para finalmente realizar la lectura en el espectrofotómetro UV.

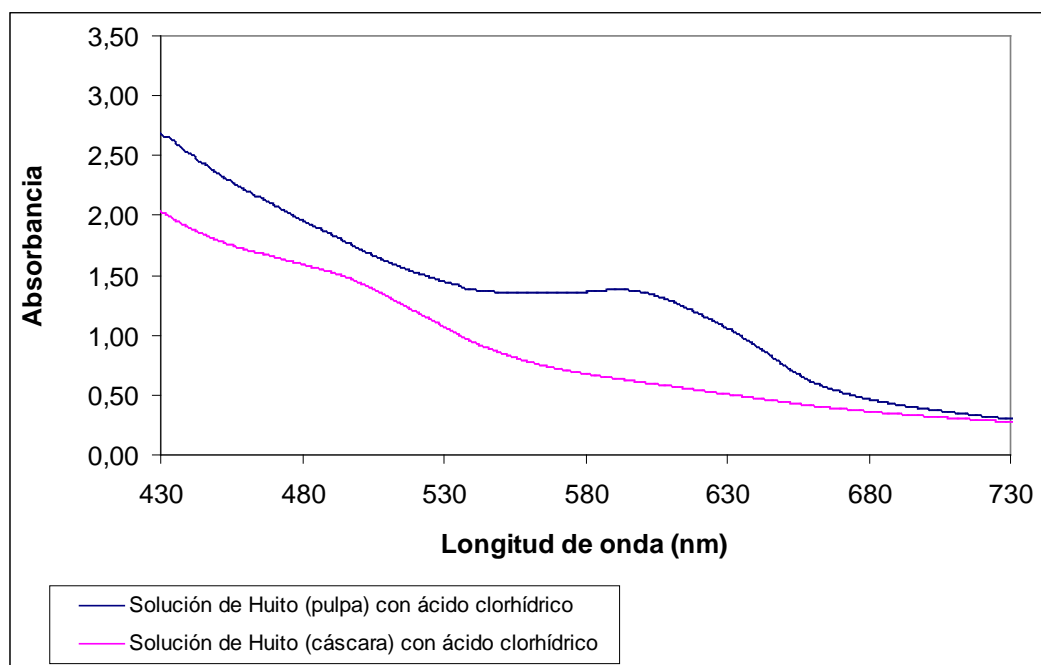


Fig. N° 4.2 Espectro Ultravioleta de Solución de Huito de la cáscara y pulpa hidrolizado con ácido clorhídrico

De la Fig. N° 4.2 podemos observar que la absorbancia para la solución de la pulpa de Huito hidrolizado con ácido clorhídrico es mayor que de la cáscara, el cromóforo es afectado por la presencia del ácido en mayor grado en la cáscara que en la pulpa lo cual se puede apreciar en la variación de la tendencia de la grafica en el rango de longitud de onda de 480 nm a 680 nm.

Solución de Huito hidrolizado con ácido clorhídrico concentrado a 60 °C

La solución de Huito obtenido de la pulpa con volumen de 50 mL fue hidrolizado con 5 mL de ácido clorhídrico (concentrado) a 60 °C durante una hora, para después centrifugar, y así extraer los sólidos luego del cual se diluye con agua destilada para realizar la lectura en el espectrofotómetro UV.

Solución de Huito hidrolizado con ácido clorhídrico diluido a 60 °C

El procedimiento es similar al anterior con la diferencia que se adiciona más agua destilada para realizar la lectura en el espectrofotómetro UV.

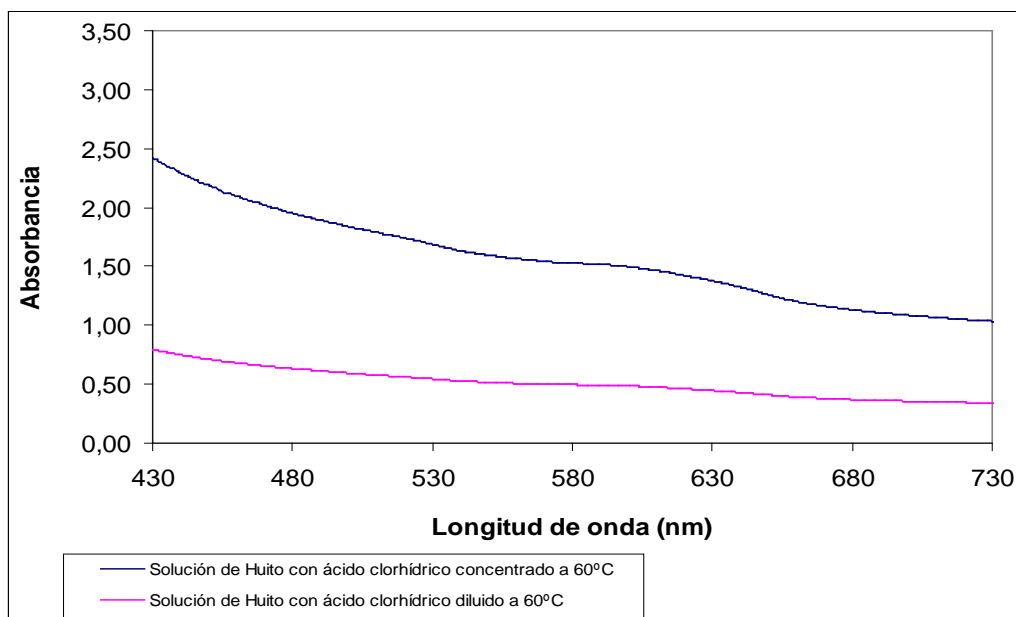


Fig. N° 4.3 Espectro Ultravioleta de Solución de Huito obtenido a 60°C hidrolizado con ácido clorhídrico

De la Fig. N° 4.3 el efecto de la concentración de la solución, hace que la diferencia de la absorbancia sea notoria, la concentración del ácido afecta al cromóforo y según el gráfico, al ser diluido, este tiende a desaparecer según aumenta la longitud de onda.

Precipitado de solución de Huito obtenido de la pulpa hidrolizado con ácido clorhídrico concentrado y solubilizado con hidróxido de sodio

De 50 gramos de precipitado seco de la solución de Huito que se hidroliza con 5 mL de ácido clorhídrico (concentrado) a 100 °C durante una hora, se coloca una muestra y se adiciona unas gotas de hidróxido de sodio para volver soluble dicho precipitado, después se diluye con agua destilada para realizar la lectura en el espectrofotómetro UV.

Precipitado de solución de Huito obtenido de la pulpa hidrolizado con ácido clorhídrico diluido y solubilizado con hidróxido de sodio

El procedimiento es similar al anterior con la diferencia que se adiciona más agua destilada para realizar la lectura en el espectrofotómetro UV.

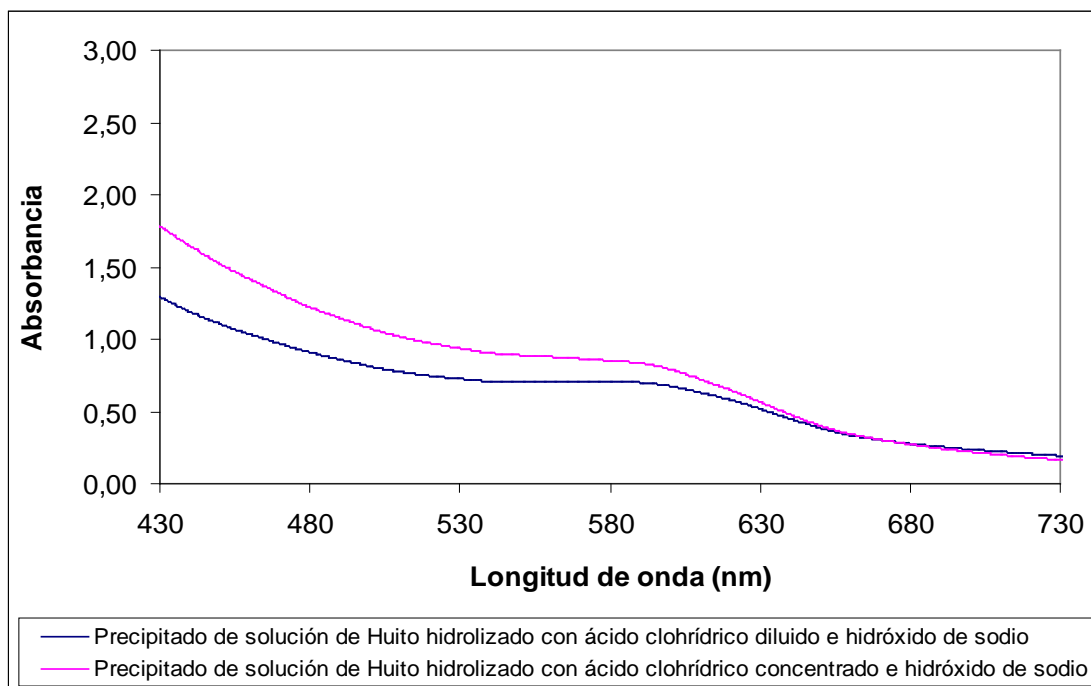


Fig. N° 4.4 Espectro Ultra Violeta de Solución de Huito hidrolizado con ácido clorhídrico e hidróxido de sodio

Al haber mayor concentración de HCl y NaOH, la lectura de la absorbancia será mayor respecto al diluido, y como los ensayos anteriores, la tendencia a disminuir con el transcurrir del avance de la longitud de onda es notoria y en un momento dado, llegan a coincidir en un punto.

4.1.2 Identificación de solución de Huito

Se realiza la identificación de solución de Huito mediante el cromatograma.

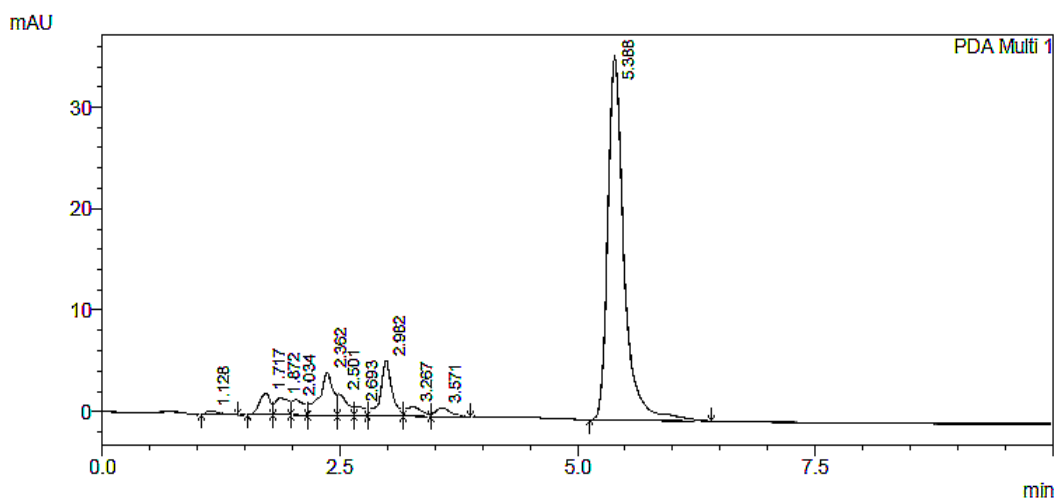


Fig. N° 4.5 Muestra solución de Huito aislado

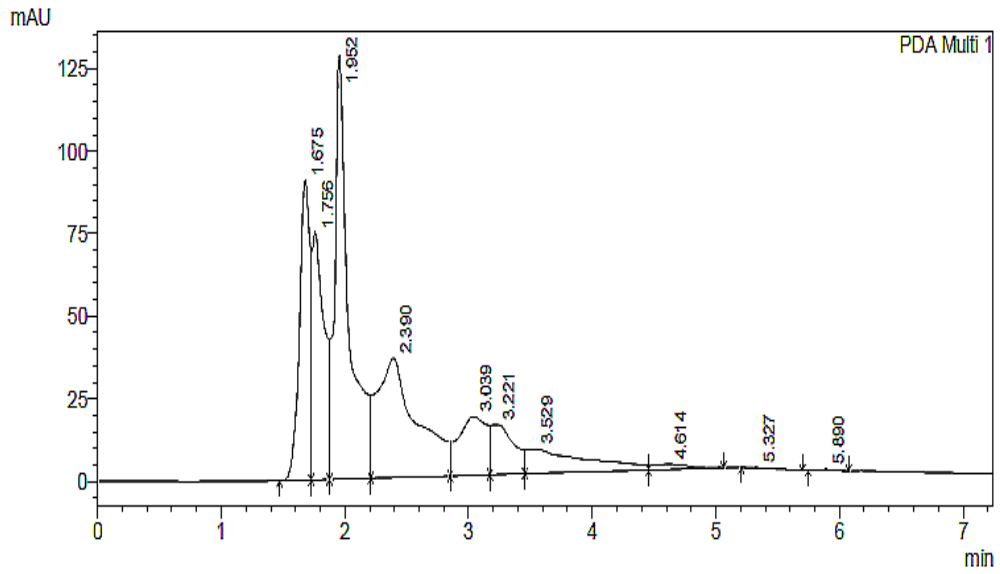


Fig. N° 4.6 Muestra solución de Huito diluido

El compuesto responsable del color de la solución de Huito se observa en el tiempo de alrededor de 5.3 min en ambas gráficas (Fig. N° 4.5 y Fig. N° 4.6), los demás picos de las gráficas pueden ser debido a la presencia de otros compuestos como proteínas, carbohidratos, calcio, fósforo, ácido ascórbico, tiamina, riboflavina, y azúcares presentes en la pulpa del Huito.

4.2 Evaluación del teñido mediante el Espectrofotómetro

La evaluación del teñido mediante el espectrofotómetro (Datacolor 550) consiste básicamente en iluminar la muestra con luz blanca y calcular la cantidad de luz que refleja dicha muestra en una serie de intervalos de longitudes de onda para producir un espectro de reflectancia. La reflectancia de una muestra se expresa como una fracción entre 0 y 1, o como un porcentaje entre 0 y 100.

Para evaluar la muestra se procede a calibrar el equipo, en la zona de Apertura del espectrofotómetro se elige aquella apertura con la que se desea calibrar el equipo (para nuestra medición se escoge la apertura SAV). Después se procede a colocar las placas estándar, cada una de las cuales tiene una función especial para el calibrado (Placa Negro Estándar, la Placa blanca y Placa diagnóstico).

Finalmente se procede a realizar las mediciones de las muestras teñidas obteniendo un espectrograma con los datos medidos.

Teñido variando la concentración del baño

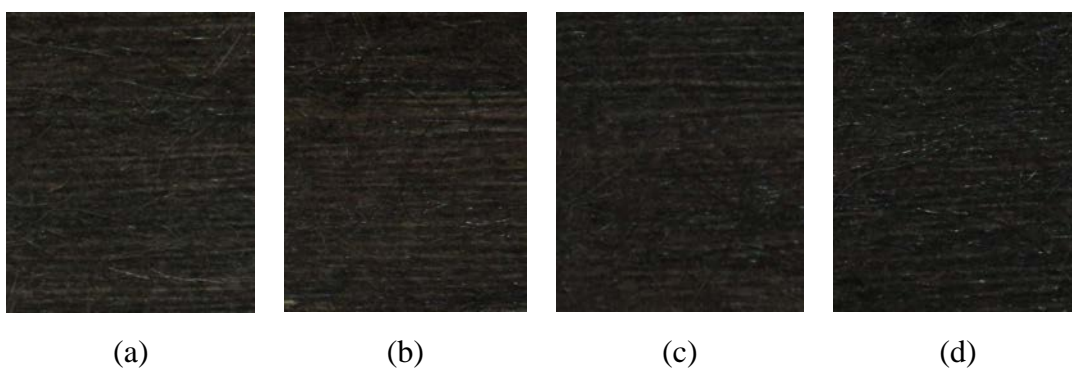


Fig. N° 4.7 Muestras teñidas con solución de huito variando la concentración del baño: (a) MC(1:1), (b) MC(1:3), (c) MC(2:3), (d) MC(3:1)

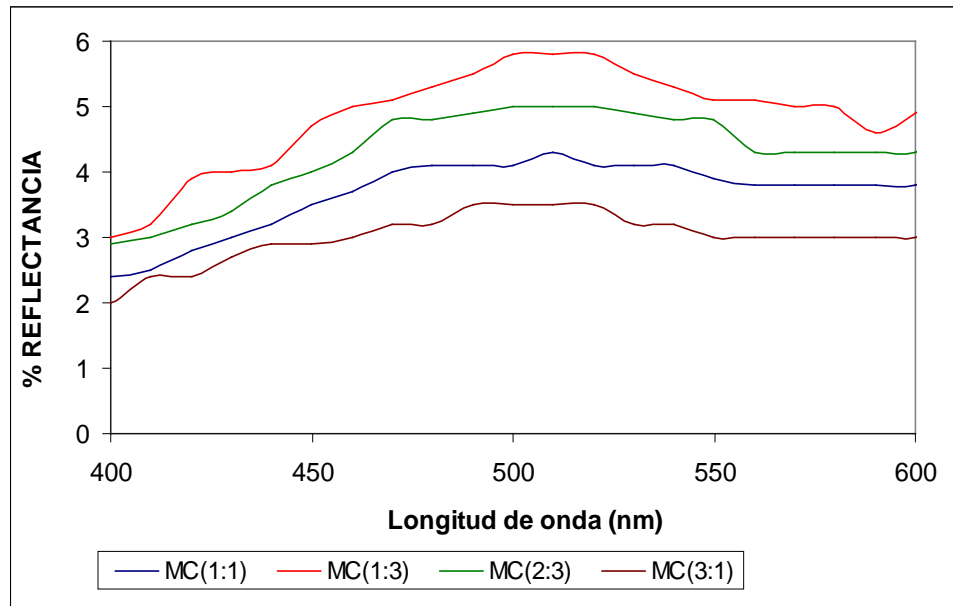


Fig. N° 4.8 Espectro del teñido variando la concentración del baño

La muestra teñida en la relación 1:3 a una longitud de onda de 500 nm tiene el matiz más claro y presenta la mayor reflectancia de 5,79 que las demás muestras, la muestra teñida con la relación 3:1 presenta el matiz mas oscuro a la misma longitud de onda que las demás muestras por lo tanto presenta la menor reflectancia de 3,16 como se observa en el gráfico, la coloración de las muestras teñidas es marrón y sólo presentan variación de intensidad en el color debido a los diferentes volúmenes de solución de Huito empleados en el teñido. La reflectancia de las muestras varían en forma inversa con el volumen de solución de Huito que se utiliza en el teñido.

Teñido variando la Temperatura del baño

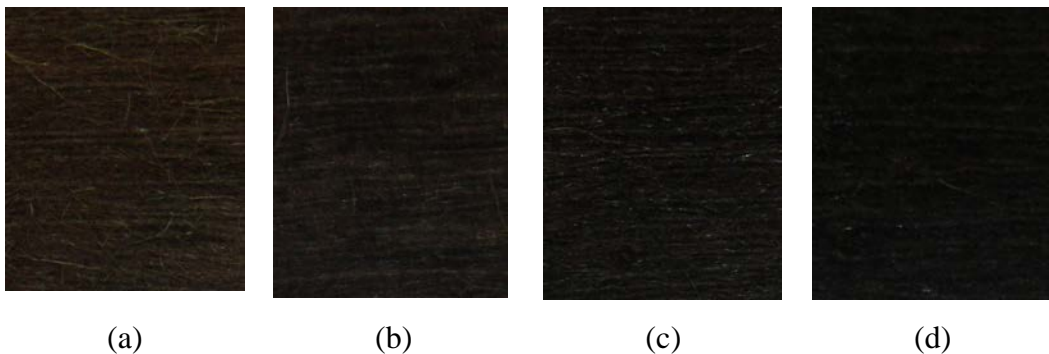


Fig. N° 4.9 Muestras teñidas con solución de huito variando la temperatura: (a) MT1, (b) MT2, (c) MT3, (d) MT4

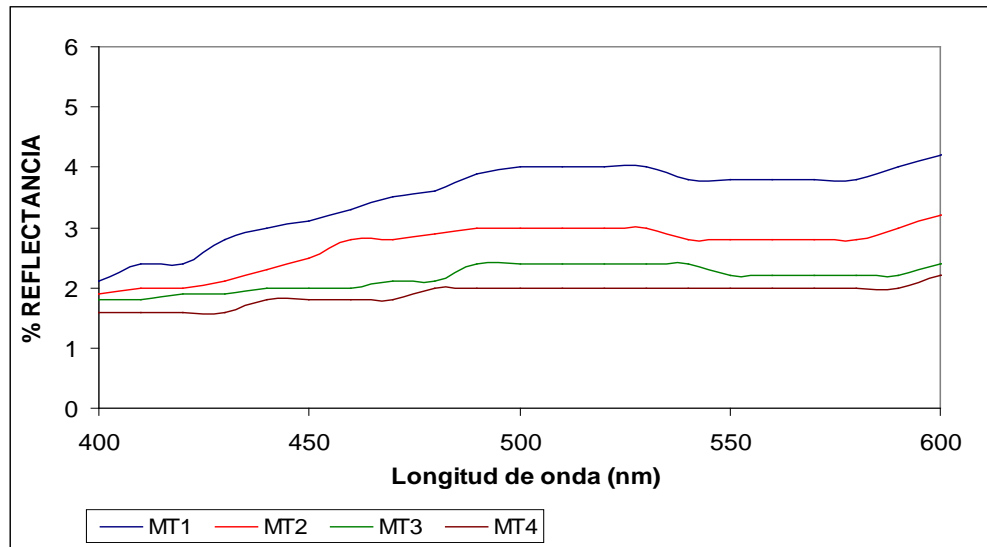


Fig. N° 4.10 Espectro del teñido variando la temperatura del baño

En la Fig. N° 4.10 la muestra teñida a la temperatura de 60°C para una longitud de onda de 500 nm tiene el matiz más claro y presenta la mayor reflectancia de 4,03 mientras que la muestra teñida a la temperatura de 90°C para una longitud de onda de 500 nm tiene el matiz más oscuro que las demás muestras y la reflectancia es de 1,54 y es menor como se muestra en el gráfico y la coloración de las muestras teñidas es marrón y presentan variación de intensidad en el color debido a las diferentes temperaturas expuestas para la solución de Huito empleados en el teñido. La reflectancia de las muestras varía en forma inversa con la temperatura del baño de teñido.

Teñido variando el ácido

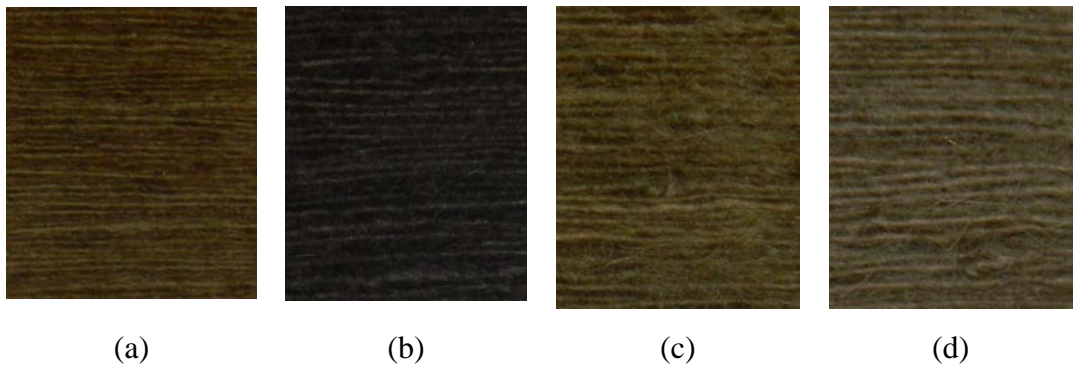


Fig. N° 4.11 Muestras teñidas con solución de huito variando el ácido: (a) MA1, (b) MA2, (c) MA3, (d) MA4

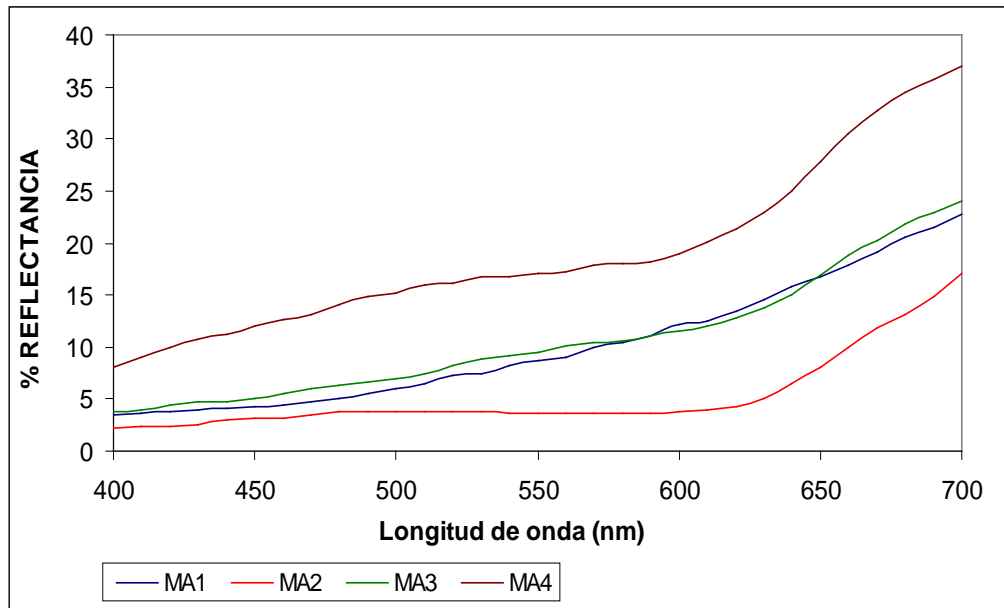


Fig. N° 4.12 Espectro del teñido variando el ácido

En la Fig. N° 4.12 tenemos que la muestra teñida con ácido sulfúrico concentrado presenta un tono de color rojo más intenso, por lo tanto presenta una menor reflectancia que la muestra teñida con ácido sulfúrico a 0,25N; la muestra teñida con el ácido acético presenta un tono de color marrón el cual es más intenso que las demás muestras y la reflectancia es menor. La muestra teñida con el ácido clorhídrico presenta el tono de color naranja y tiene reflectancia similar a la muestra teñida con el ácido sulfúrico concentrado debido a que ambos son ácidos fuertes.

Teñido variando el tipo de iones

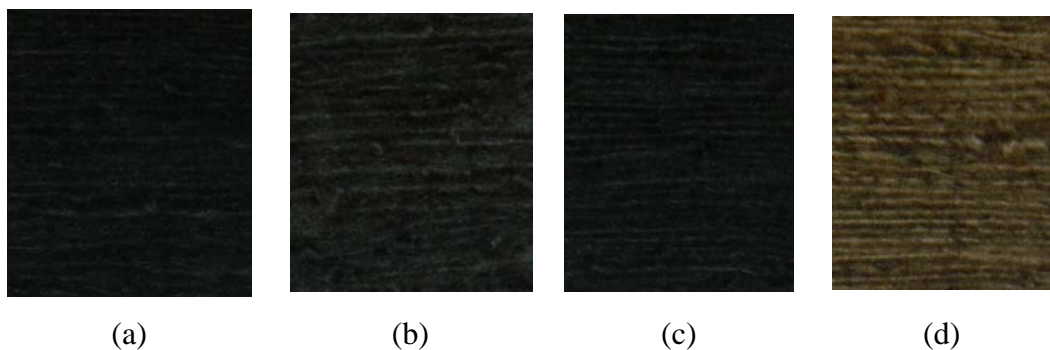


Fig. N° 4.13 Muestras teñidas con solución de huito variando el tipo de iones: (a)

MI1, (b) MI2, (c) MI3, (d) MI4

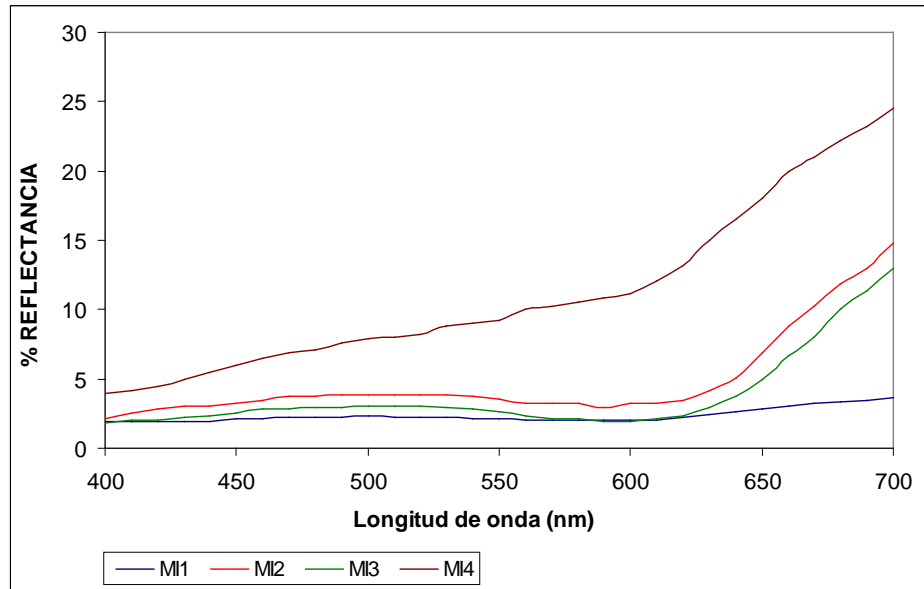


Fig. N° 4.14 Espectro del teñido variando el tipo de iones

En la figura N° 4.14 se observa que la muestra teñida con el ión cobre es de color negro por lo tanto presenta la menor reflectancia como se observa en el gráfico, las muestras teñidas con el ión aluminio e ión sodio presentan similar reflectancia siendo ligeramente mayor la de la muestra teñida con el ión aluminio que presenta un tono de color grisáceo, la muestra teñida con el ión calcio tiene mayor reflectancia debido a que el tono del color de la muestra es beige claro.

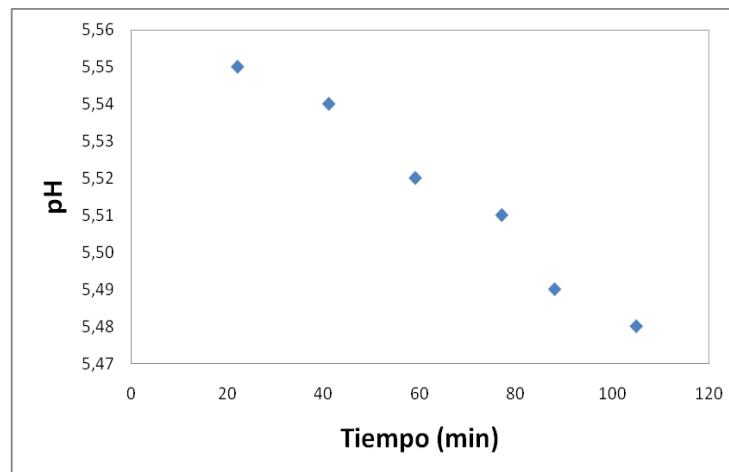


Fig. N° 4.15 Gráfico pH vs Tiempo (min)

El gráfico nos indica que a medida que aumenta el tiempo la solución de Huito, después del teñido; el pH empieza a disminuir es decir la solución se vuelve más ácida.

4.3 Evaluación del teñido pruebas de solidez

Se realiza la evaluación del color (AATCC procedimiento 1 y 2 expectativamente) estos métodos de ensayo se emplean para valorar la solidez del color de la fibra de alpaca teñida. La evaluación se realiza a dos muestras de fibra de alpaca (muestras (1) y (2)) teñida con azul de Huito y 5 mL de ácido acético a 80°C x 60 min.

Solidez al frote

Se determina la cantidad de color transferido desde la muestra de fibra de alpaca teñida tanto en húmedo como en seco hacia una tela de prueba blanca y se evalúa mediante comparación con la escala de grises para color mediante la Norma ISO 105/X12 (En seco: 9N, 10 seg., 10 mov.; En húmedo: Pick up: 100%) parcialmente equivalente ATTCC 8-05

Cuadro N° 4.1 Solidez al frote en seco y en húmedo

| Tiempos | En seco | En húmedo |
|------------------|---------|-----------|
| (1) 80°C x 60min | 2 | 2 |
| (2) 80°C x 60min | 1-2 | 2 |

Solidez al lavado

Se determina la resistencia de la muestra de fibra de alpaca teñida al proceso de lavado doméstico y se evalúa el manchado de la multifibra (testigo) con la escala de grises mediante la Norma ISO 105/C06/A15 (4g/l detergente sin blanqueador óptico, 100 mL agua destilada, 40°C x 30min, 0,8 g hilo) parcialmente equivalente AATCC 61-03.

Cuadro N° 4.2 Cambio de color

| Tiempos | Alpaca |
|------------------|--------|
| (1) 80°C x 60min | 3-4 |
| (2) 80°C x 60min | 4 |

Cuadro N° 4.3 Manchado

| Tiempos | M | Alpaca |
|------------------|---|--------|
| (1) 80°C x 60min | 1 | 4 |
| | 2 | 4 |
| | 3 | 3-4 |
| | 4 | 4-5 |
| | 5 | 4-5 |
| | 6 | 4-5 |
| (2) 80°C x 60min | 1 | 4 |
| | 2 | 4-5 |
| | 3 | 3-4 |
| | 4 | 4-5 |
| | 5 | 4-5 |
| | 6 | 4-5 |

Solidez a la luz

Se determina la resistencia de una muestra de fibra de alpaca teñida a cambiar cualesquiera de sus características de color de la muestra al ser expuesta a una fuente de luz artificial y se evalúa con la escala de grises de color según la Norma ISO 105/B05 y AATCC 16-2004 (23 h = AFU AATCC FADING UNITS (XENÓN)).

Cuadro N° 4.4 Solidez a la luz

| Escala | Tiempos | Alpaca |
|--------|------------------|--------|
| GRISES | (1) 80°C x 60min | 1-2 |
| | (2) 80°C x 60min | 1-2 |

Comparación de solideces para las muestras teñidas a 80°C x 60 min.

La prueba de solidez al frote, se obtuvieron mejores resultados en la solidez al frote en seco que al frote en húmedo. En la prueba de solidez al lavado la poliamida presentó el mayor manchado.

En La prueba de solidez a la luz presenta malos resultados, esto se debe a que los colorantes naturales generalmente presentan malas solideces a la luz.

En la solidez al lavado, la evaluación de cambio de color las muestras teñidas presentaron solideces similares. En la evaluación de manchado, comparando la poliamida se observó que se obtienen mejores resultados de solideces.

V. CONCLUSIONES

- El teñido de la fibra de alpaca con el colorante de Huito no da una buena reproducibilidad del color, los tonos obtenidos del teñido con la fruta cosechada en los diferentes meses del año no son iguales, esto puede ser debido a la época de cosecha del fruto.
- Los tonos de color obtenidos son pardos rojizos similares para la fibra descrudada y blanqueada y para la fibra descrudada, por lo tanto se puede realizar el teñido obviando el proceso de blanqueo de la fibra.
- La solución de Huito obtenido tanto de la pulpa como de la cáscara tiñen la fibra de alpaca, por lo tanto todo el fruto puede ser usado para el teñido. El teñido realizado con la pulpa presenta un tono más intenso que con la cáscara.
- La solución de Huito obtenido de la pulpa presenta mayor concentración de colorante que la obtenida por la cáscara, debido a que la cáscara cumple la función de protección del fruto.
- A una mayor temperatura de teñido la fibra de alpaca la interacción colorante-fibra es alta, la fibra absorbe mayor cantidad de colorante y se obtiene tonos más intensos.
- El teñido realizado con el ácido acético presentan colores más intensos porque el ácido acético al ser un ácido débil no interactúa con los compuestos que conforman el colorante y sólo proporciona el medio ácido al baño de teñido.
- El teñido de alpaca con la solución de Huito presenta mala solidez a la luz ya que los colorantes naturales por lo general presentan malas solidez a la luz, la solidez al frote en seco es mejor que en húmedo, la solidez al lavado es buena.

VI. RECOMENDACIONES

- Investigar los colorantes naturales que se encuentran en las zonas rurales y comunidades nativas del Perú, para documentar este conocimiento y no se pierda.
- Optimizar el teñido con la solución de Huito con un mejor control de la temperatura de teñido, pH, tipo de ácido y relación de baño.
- Optimizar el uso del fruto usando la cáscara y la pulpa para el teñido de la fibra de alpaca.
- Realizar el teñido con la solución de Huito con otras fibras de naturaleza proteínicas como lana, vicuña y llama.
- Mejorar las solidez de la fibra teñida usando productos de acabado como fijadores y auxiliares de teñido.
- Realizar estudios de la solución de Huito si es factible su aplicación como colorante para alimentos

VII. BIBLIOGRAFIA

- 1) Aliaga, J. 2006. Producción de Ovinos. Primera edición. Edit. Gutenberg. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima - Perú. 420 p.
- 2) Antraquinonas. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. [En línea]: (<http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/libros/quimica/pigmentos/archivos%20pdf/antraquinonas.pdf>, 12 de Abril 2008)
- 3) BeniteS, A. 2002. Extracción de la pectina a partir de la cáscara del camu camu. Tesis de grado para el título para obtener el título de Ingeniero Químico. Facultad Ingeniería Química y Textil. Universidad Nacional de Ingeniería. Lima (Perú). 141 p.
- 4) Carpio M., Villaroel L. 1964. La esquila de corderos. Boletín N° 2. Universidad Nacional Agraria La Molina. Facultad de Zootecnia. Lima, Perú. 23 p.
- 5) Calzada J. 1980. Frutales nativos. Lima, Perú. 210 p.
- 6) Centro de Investigación Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de Altura (IVITA). 1972. Investigación del IVITA en camélidos sudamericanos. Universidad Nacional Mayor de San Marcos IVITA. Boletín N° 10, p. 1 - 44.
- 7) Drogas com Antraquinonas. Universidade Federal do Paraná. Departamento de Farmacia. Laboratorio de Farmacognosia. [En línea]: (http://people.ufpr.br/~cid/farmacognosia_I/Apostila/antraquinonas.pdf, documentos, 12 de Junio 2010)
- 8) Francis, J. 1993. *Genipa americana* L. Jagua, genipa. Southern Forest Experiment Station, New Orleans, EEUU. 231-235 p. [En línea]: (www.fs.fed.us/global/iitf/Genipaamericana.pdf, documentos, 13 de Junio 2008)
- 9) FAO-ONU. 1979. El estudio de la empresa agrícola. 1 ed. Costa de Marfil. 67 p.

- 10) Flores S. 1997. Cultivos de frutales nativos amazónicos. RLA/92/G 32. p. 157-162
- 11) Fuller H., Ritchie D. 1972. Botánica General. 1° ed. en español de la 5° ed. en inglés. Traducido por Antonio Marino Ambrosio. México. 272 p.
- 12) García M. “Teñido de fibra”. Abril 2011. Comunicación personal.
- 13) Harwood, R. 1986. Desarrollo de la pequeña finca – San José, Costa Rica: IICA, Serie de Libros y Materiales Educativos IICA N°. 78. 170 p.
- 14) Lehninger, A. 1976. Bioquímica; Trad. por José R. Magalhães. 2° ed. São Paulo, Brasil. Volumen 1. 262 p.
- 15) Lyra M. 2000. Análisis científico de fibras arqueológicas [En línea]: (www.dibam.cl/dinamicas/DocAdjunto_26.pdf, documentos, 08 de Junio 2010)
- 16) Manual de laboratorio. Control de Calidad Textil III <s.e.>. Facultad de Ingeniería Química y Textil. Universidad Nacional de Ingeniería. Lima, Perú. 99 p.
- 17) Market Brief in the European Union for selected natural ingredients derived from nativespecies. *Genipa americana*. Jagua, huito. 2005. 38 p. [En línea]: (www.unctad.org/biotrade/docs/biotradebrief-genipaamericana.pdf, documentos, 12 de Junio 2010)
- 18) Martínez A. 2005. Quinonas y compuestos relacionados. Facultad de Química Farmacéutica. Universidad de Antioquia, Colombia. [En línea]: (<http://farmacia.udea.edu.co/~ff/quinonas.pdf>, documentos, 23 de Set. 2009)
- 19) Muñoz F. 1987. Plantas medicinales y aromáticas Estudio, cultivo y procesado. 1° ed. Madrid, España. Ediciones Mundi Prensa.348 p.
- 20) Palomino, E. 2007. Tintura de fibras de alpaca y su cinética con colorantes ácidos. Tesis de grado para el título para obtener el título de Ingeniero Textil.

Facultad Ingeniería Química y Textil. Universidad Nacional de Ingeniería. Lima (Perú). 110 p.

21) Pela, M. 2004. Estudio de separación del colorante de camu camu. Tesis de grado para el título para obtener el título de Ingeniero Químico. Facultad Ingeniería Química y Textil. Universidad Nacional de Ingeniería. Lima (Perú). 121 p.

22) Perry, R., Green, D. (1999) Perry's chemical engineer's handbook. Vol. 2: Physical and Chemical data. Mc Graw-Hill. 374 p.

23) Reynel C., Joaquina A. 1990. Etnobotánica Campa-Ashanica con especial referencia a las especies del bosque secundario. Lima, Perú. UNALM - Facultad de Ciencias Forestales. 140 p.

24) Rojas D. 2006. Caracterización del espesor de las fibras de alpaca basada en análisis digital de imágenes. [En línea]: (http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/publicaciones/electronica/n17_2006/a05.pdf, documentos, 10 de Junio del 2010).

25) Segundo G. 1998. Pigmentos Naturales Quinónicos. Lima, Perú. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Fondo Editorial. 227 p.

26) SOHIE S. 2003. Analytical techniques for differentiating Huacaya and Suri alpaca fibers. Ph.D. Thesis. EEUU. The Ohio State University. 108 p.

27) The Index Merck: Encyclopedia of chemical, drues and biological. 1989. Editado por Susan Budavari. 11° ed. Printed in the U.S.A. p. 1284 – 1268

28) Tonina T., Lazo A. 1985. Sistemas agroeconómicos de producción en una región de la selva peruana. Lima, Perú. 51p.

29) Uribe C. "Solidez al lavado". Julio 2011. Comunicación personal.

30) Villachica, H. 1996. Frutales y Hortalizas promisorios de la Amazonía. SPT - TCA N°44. Lima, Perú p. 151 - 156

- 31) Vogel, A. 1974. Química Analítica Cualitativa. Trad. por Miguel Catalana. 5° ed. Buenos Aires, Argentina. 634 p.
- 32) Vogel, A. 1960. Química Analítica Cuantitativa. Trad. por Miguel Catalana. 2° ed. Buenos Aires, Argentina. Volumen 1. 812 p.
- 33) Zaldivar, W. Apuntes Ciencias de las Fibras. Universidad Nacional de Ingeniería <s.e.> Lima – Perú.

VIII. ANEXOS

ANEXO A **Glosario de términos**

Duramen: Parte interna del tronco de un árbol.

Raleos: En algunos cultivos, como el del frijol y el del maíz, acción de arrancar las plantas que han nacido muy juntas.

Restingas: Punta o lengua de arena o piedra debajo del agua y a poca profundidad.

Suarda: Es la combinación de las secreciones de la glándulas sebáceas en mezcla de grasas, ácidos grasos y aminoácidos y las glándulas sudoríparas en forma de sales de potasio de ácidos grasos. La suarda lubrica la fibra e impide su afeiltramamiento y la protege de la acción del sol y otros agentes atmosféricos.

Vaciante: Menguante, descenso del agua del mar por efecto de la marea. Tiempo que dura este descenso.

ANEXO B Costos de procesamiento teñido con Huito

Cálculos de los costos de procesamiento

Base: 10 kilogramos de materia prima bruta

Cuadro B.1 Costo de procesamiento teñido con Huito

| | |
|--|-----------|
| a) Costo de 10 kilogramos de materia prima bruta | S/. 20,00 |
| b) Costo de transporte de la materia prima bruta por kilogramo (Costo referencial) | S/. 10,00 |
| c) Cantidad de agua potable utilizada en el lavado Se realizan 3 lavados con 3,50 litros de agua por vez | |
| Cantidad de agua a usar: 3,50 L | |
| d) Cantidad de agua tratada fría utilizada en el 2° lavado Se realiza un lavado con 1,00 litro de agua destilada | |
| Cantidad de agua a usar: 1,00 L | |
| e) Cantidad de agua tratada fría para preparar solución Se emplea 6,00 L de agua destilada para preparar una solución con 3,2 kg de pulpa de huito | |
| Cantidad de agua destilada a usar: 6,00 L | |
| f) Costo total de agua a utilizar | |
| Agua potable: | |
| Tarifa domestica de uso de agua por m ³ : | S/. 1,06 |
| Costo Total de uso de agua potable | S/. 0.004 |
| Agua destilada: 1,00 L + 6,00 L | |
| Tarifa comercial de uso de agua destilada por litro: | S/. 1,39 |
| Costo Total de uso de agua destilada: | S/. 9.73 |
| Costo total de uso de agua (potable y destilada) | S/. 9.734 |
| g) Cálculo del costo de energía | |
| Características de la máquina | |
| Para preparar solución de huito | |
| Energía = Potencia * (Tiempo de preparación de la solución) | |
| Energía = 0,600 Kwatts*(1 hora) | |
| Energía = 0,60 KWatts-Hora | |
| Para teñido de fibra de alpaca con solución de huito | |
| Energía = Potencia * (Tiempo de preparación de la solución) | |
| Energía = 0,600 Kwatts*(1 hora) | |
| Energía = 0,60 KWatts-Hora | |
| Energía total consumida: 1.20 KWatts-Hora | |

| | |
|---|-------------------|
| Tarifa doméstica de uso de energía eléctrica por KWatts-Hora: | S/. 3,10 |
| Costo total del uso de energía: | S/. 3,80 |
| COSTOS TOTALES | |
| COSTO DE MATERIA PRIMA BRUTA (10 kilogramos) | S/. 20,00 |
| COSTO DE TRANSPORTE POR KILOGRAMO | S/. 10,00 |
| COSTO DE USO DE AGUA (potable y destilada) | S/. 9,734 |
| COSTO DE USO DE ENERGÍA | S/. 3,80 |
| COSTO TOTAL DE PROCESAR 10 kg DE MATERIA | S/. 43,534 |

***Costos calculados al año 2011**

ANEXO C

Explotación del Huito

Importancia económica potencial y comercialización

El potencial agrícola de un terreno de cultivo esta determinado en gran parte por factores físicos como: la topografía, manejo del agua, el clima, la humedad, pero además hay también factores sociales como la disponibilidad de mano de obra, energía y capital para la compra de insumos, que determinan el potencial de cultivo. Y aún otros factores como: mercados, servicios técnicos, y disponibilidad de insumos.

El potencial de utilización del huito es bastante amplio por ser un cultivo arbóreo. Su habitud natural es la Amazonía, sin embargo ya ha sido adaptado a otras regiones de la América tropical. Por este motivo, se debe tener cuidado al cuantificar en un potencial mercado externo a la región amazónica, puesto que la especie también puede ser cultivada en otras regiones.

Mano de obra

La disponibilidad o no de mano de obra impone una limitación muy importante al tipo de cultivo y a la intensidad de siembra que un agricultor puede llevar a cabo. Inicialmente el cultivo responde con un incremento en la productividad, hasta que los rendimientos tienden a nivelarse, conforme el cultivo se aproxima al punto de su máxima producción potencial. En este punto la mano de obra no aumenta la productividad y si disminuye la ganancia marginal.

La ganancia derivada de esta depende no solamente del cultivo sino también del ambiente físico; si otros factores como la humedad, se tornan limitantes, el incremento potencial del rendimiento no será probablemente lo suficientemente alto como para justificar el gasto de mucha mano de obra en deshierbes o cosechas.

Capacidad de manejo

La capacidad de manejo es un recurso que se pasa por alto frecuentemente y que esta estrechamente relacionado con la disponibilidad de mano de obra. El planeamiento del uso de la tierra, la obtención de la semilla, la siembra, el control de los insectos y malezas, la recolección de la cosecha, el control de calidad y la comercialización, requieren manejo cuidadoso y activo.

Energía

La energía es otro recurso primario que tiene un efecto directo en la capacidad de cultivo. En la producción de cultivos la preparación básica de las sementeras incluye el laboreo de la capa superficial del suelo para impedir el crecimiento de malezas, enterrando durante el proceso parte de los desechos; esta actividad se conoce como labranza primaria. Tanto para la labranza primaria como para el control químico de las malezas, el agricultor puede usar fuerza humana, fuerza animal o mecánica, herbicidas comerciales o una combinación de estos elementos.

Estabilidad Biológica y proyección del Huito

La estabilidad biológica de un cultivo es la medida de su capacidad para dar un rendimiento predecible bajo ciertas condiciones ambientales y de manejo. Un cultivo con alto grado de estabilidad biológica mantendrá la productividad esperada a pesar de las variaciones climáticas y de la incidencia de insectos y enfermedades. En los trópicos húmedos, donde las lluvias son abundantes pero erráticas, la mayoría de las empresas con animales y cultivos arbóreos tienen mayor estabilidad biológica que los cultivos anuales, por cuanto los árboles y los animales son menos afectados por las variaciones del clima y menos susceptibles a insectos y enfermedades. La estabilidad biológica de un cultivo puede incrementarse por medio de manejo genético y selecciones para mejorar cualidades inherentes, como tolerancia a la sequía y resistencia a plagas y enfermedades. La estabilidad biológica de un cultivo se puede incrementar también por medio de un manejo apropiado. La elección del momento óptimo de siembra, el uso apropiado de fertilizantes, el drenaje adecuado del campo y otras prácticas de manejo pueden mejorar significativamente la predicción del comportamiento del cultivo. La estabilidad es inseparable del riesgo, concepto económico que influye mucho en las decisiones de los agricultores. En cualquier innovación propuesta el riesgo total es la suma de varios factores que pueden analizarse individualmente. Los factores que aumentan el riesgo del agricultor deben ser identificados durante la etapa de planificación y ser corregidos en lo necesario a fin de producir un sistema estable.

El huito es una especie nativa de uso múltiple, suministra frutos, madera; el fruto tiene cualidades favorables para su procesamiento diverso en la industria alimenticia de néctares, jaleas, mermeladas, licores, vinos y de colorantes

naturales de tinte azul violeta.

Las desventajas son: alta variabilidad de la especie, tardío inicio de la fructificación y perecibilidad del fruto; inexistente desarrollo investigativo genético y agronómico.

El desarrollo del cultivo debe priorizar la investigación en mejoramiento genético de la especie, para obtener uniformidad, productividad, mejor calidad del fruto y de sus componentes químicos y precocidad; es también importante la agronomía de adaptación en diversas condiciones de suelos, propagación vegetativa, fertilización y manejo agroforestal; la tecnología de conservación es fundamental. Las políticas de los países amazónicos deben ser efectivamente promotoras con fundamento técnico y recursos económicos.

Aspectos de agroindustrialización a pequeña escala

La industrialización es posible para la preparación de jarabes, bebidas alcohólicas y utensilios de madera, existiendo experiencia de la preparación artesanal. Asimismo, es posible la industrialización para obtener tinte natural de color azul violeta, por lo que se debe mejorar la tecnología nativa existente.

La jalea de huito se prepara con los componentes indicados en el Cuadro C.1:

Cuadro C.1 Composición de la jalea de Huito

| Componente | Cantidad (%) |
|-------------------|---------------------|
| Pulpa | 13,20 |
| Agua | 52,79 |
| Azúcar | 33,00 |
| Ácido cítrico | 0,01 |
| Pectina | 1,00 |

La jalea así procesada presenta buena estabilidad hasta 150 días, aunque se produce un oscurecimiento gradual del producto con el tiempo de almacenaje.

ANEXO D Muestras de fibra de alpaca teñidas con Huito



(a)



(b)

Fig. D1 Muestras de fibra de alpaca: (a) Muestra sin tratamiento (cruda), (b) Muestra tratada (descrudada y blanqueada)

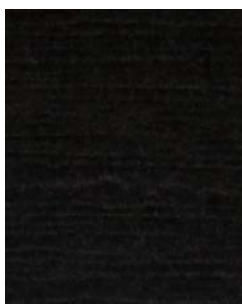


(a)



(b)

Fig. D2 Muestras de fibra de alpaca teñidas: (a) Muestra teñida con azul de Huito, (b) Muestra teñida con azul de Huito y ácido acético



(a)



(b)



(c)



(d)

Fig. D3 Muestras teñidas con solución de huito variando la relación de baño: (a) Teñido con relación de baño 1/10, (b) Teñido con relación de baño 1/20, (c)

Teñido con relación de baño 1/30, (d) Teñido con relación de baño 1/40

ANEXO E

Evaluación de solidez a la luz



LABORATORIO DE ENSAYOS TEXTILES
Av. Alfredo Mendiola No. 3540, Independencia – Lima 28
Teléfono: (511) 533-8451 Fax: (511) 533-8451
e-mail: labcttc-textil@senati.edu.pe Nextel: 810*7737

INFORME DE RESULTADOS DE LABORATORIO

| |
|---------------------------|
| 1. REFERENCIA DEL CLIENTE |
| TRABAJO DE INVESTIGACION |

| |
|-----------------------------------|
| 2. REFERENCIA POR MUESTRA |
| Muestra 1 a) 80°C / 60 minutos |

Fecha de Emisión de Resultados : 15/Agosto/2011



Ing. Ilse Rivas Magallanes
Jefe del Laboratorio de
Ensayos Textiles



LABORATORIO DE ENSAYOS TEXTILES
 Av. Alfredo Mendiola No. 3540, Independencia – Lima 28
 Teléfono: (511) 533-8451 Fax: (511) 533-8451
 e-mail: labcttc-textil@senati.edu.pe Nextel: 810*7737

2. RESULTADOS

2.1 Solidez del Color a la Luz : Método AATCC 16-2004

MUESTRA 1a

| | |
|-----------|-------------------|
| Ubicación | 20 AFU |
| Cara | 1.0 |
| Reverso | No fue solicitado |



| | |
|------------------------------------|---|
| Material Expuesto | : Sólo Cara |
| Espécimen comparado con | : Parte enmascarada |
| Evaluación determinada por | : Escala de Grises AATCC para el Cambio de Color |
| Método de Clasificación | : Cualitativo |
| Patrón de Referencia | : Lana Azul L-4, Lote 5 |
| Temperatura Controlada por | : Panel negro |
| Exposición Controlada por | : Energía Radiante |
| Total de Energía Radiante | : 85 kJ/(m ² nm), medido a 420 nm. |
| Tipo de Equipo de Ensayo | : Lámpara de Arco de Xenón |
| No. de Modelo | : Ci 3000+ Xenón Fade-Ometer |
| No. de Serie | : 16692 |
| Nombre del Fabricante | : SDL-Atlas |
| Rack para espécimen | : Nivel simple |
| Tipo de suministro de Agua | : Agua Des-ionizada |
| Opción empleada | : 3, Lámpara de Arco de Xenón, Luz continua, Opción del Panel Negro |
| Tiempo de exposición transcurrido: | : 21 h, 30 min. |
| Procedimiento de Montaje | : Con respaldo |
| Programa de rotación de muestras: | : 1 rpm |
| % Humedad Relativa | : 31.6 |



LABORATORIO DE ENSAYOS TEXTILES
Av. Alfredo Mendiola No. 3540, Independencia – Lima 28
Teléfono: (511) 533-8451 Fax: (511) 533-8451
e-mail: labcttc-textil@senati.edu.pe Nextel: 810*7737

INFORME DE RESULTADOS DE LABORATORIO

| | |
|-----------------------------------|--|
| 1. REFERENCIA DEL CLIENTE | |
| TRABAJO DE INVESTIGACION | |
| 2. REFERENCIA POR MUESTRA | |
| Muestra 2 a) 80°C / 60 minutos | |

Fecha de Emisión de Resultados : 15/Agosto/2011




Ing. Ilse Rivas Magallanes
Jefe del Laboratorio de
Ensayos Textiles



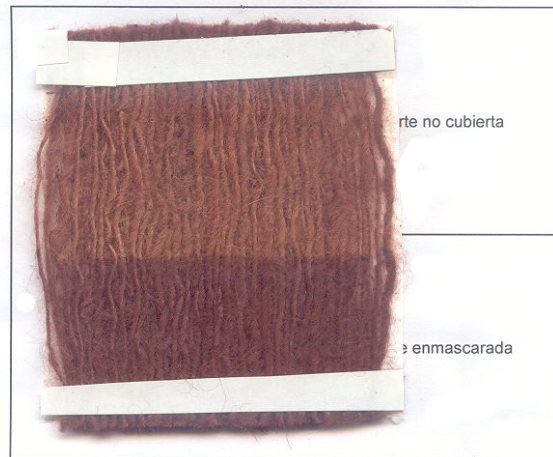
LABORATORIO DE ENSAYOS TEXTILES
 Av. Alfredo Mendiola No. 3540, Independencia – Lima 28
 Teléfono: (511) 533-8451 Fax: (511) 533-8451
 e-mail: labcttc-textil@senati.edu.pe Nextel: 810*7737

2. RESULTADOS

2.1 Solidez del Color a la Luz : Método AATCC 16-2004

MUESTRA 2a

| | |
|-----------|-------------------|
| Ubicación | 20 AFU |
| Cara | 1.5 |
| Reverso | No fue solicitado |



Material Expuesto : Sólo Cara
 Espécimen comparado con : Parte enmascarada
 Evaluación determinada por : Escala de Grises AATCC para el Cambio de Color
 Método de Clasificación : Cualitativo
 Patrón de Referencia : Lana Azul L-4, Lote 5
 Temperatura Controlada por : Panel negro
 Exposición Controlada por : Energía Radiante
 Total de Energía Radiante : 85 kJ/(m²nm), medido a 420 nm.
 Tipo de Equipo de Ensayo : Lámpara de Arco de Xenón
 No. de Modelo : Ci 3000+ Xenón Fade-Ometer
 No. de Serie : 16692
 Nombre del Fabricante : SDL-Atlas
 Rack para espécimen : Nivel simple
 Tipo de suministro de Agua : Agua Des-ionizada
 Opción empleada : 3, Lámpara de Arco de Xenón, Luz continua, Opción del Panel Negro
 Tiempo de exposición transcurrido: 21 h, 30 min.
 Procedimiento de Montaje : Con respaldo
 Programa de rotación de muestras: 1 rpm
 % Humedad Relativa : 31.6