UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA DE PROCESOS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

TESIS

EVALUACION DE TEÑIDO NATURAL CON MOLLE (*Schinus molle* L.) APLICADOS EN LA FIBRA DE ALPACA (*Vicugna pacos)* CON DIFERENTES NIVELES DE TIEMPO Y MORDIENTE

PRESENTADO POR:

Br. RUTHSY MAQQUE HANCCO

Br. JUAN CARLOS PORTILLA HUALLPA

PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL

ASESORA:

Dra. MARIA MERCEDES CARRASCO COLQUE

CUSCO - PERU

2026

Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

INFORME DE SIMILITUD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-321-2025-UNSAAC)

El que suscribe, el **Asesor** DRA MARIA MERCEDES CARRASCO COLQUE ..... quien aplica el software de detección de similitud al trabajo de investigación/tesis titulada: .....

EVALUACION DE TEÑIDO NATURAL CON MOLLE (Schinus molle L.) APLICADOS EN LA FIBRA DE ALPACA (Vicugna pacos) CON DIFERENTES NIVELES DE TIEMPO Y NORDIENTE

Presentado por: RUTHSY MAQUE HANCCO ..... DNI N° 46900189 ;

presentado por: JUAN CARLOS PORTILLA HUALLPA ..... DNI N°: 46859557

Para optar el título Profesional/Grado Académico de INGENIERO AGROINDUSTRIAL

.....

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 2 veces, mediante el Software de Similitud, conforme al Art. 6° del ***Reglamento para Uso del Sistema Detección de Similitud en la UNSAAC*** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 4 **%.**

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No sobrepasa el porcentaje aceptado de similitud.	X
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las subsanaciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, conforme al reglamento, quien a su vez eleva el informe al Vicerrectorado de Investigación para que tome las acciones correspondientes; Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en mi condición de Asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y **adjunto** las primeras páginas del reporte del Sistema de Detección de Similitud.

Cusco, 15 de OCTUBRE de 2026

.....

Firma

Post firma. MARIA MERCEDES CARRASCO COLQUE

Nro. de DNI. 24715150

ORCID del Asesor. 0000-0002-2286-1990

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema de Detección de Similitud: **oid:** 27259:639667827

TESIS TEÑIDO NATURAL RUTHSY - JUAN CARLOS.pdf

Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

Detalles del documento

Identificador de la entrega
trn:oid:::27259:639667827

Fecha de entrega
15 oct 2026, 9:22 p.m. GMT-5

Fecha de descarga
15 oct 2026, 9:35 p.m. GMT-5

Nombre del archivo
TESIS TEÑIDO NATURAL RUTHSY - JUAN CARLOS.pdf

Tamaño del archivo
3.0 MB

142 páginas

24.092 palabras

131.242 caracteres



4% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Texto mencionado
- Coincidencias menores (menos de 20 palabras)

Fuentes principales

4%	Fuentes de Internet
1%	Publicaciones
2%	Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.° de alertas de integridad para revisión

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.



PRESENTACIÓN

Sr. Decano de la Facultad de Ing. de Proceso y señores docentes que forman parte del jurado. En conformidad con lo establecido del reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería de Proceso – Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial. Presento este trabajo de investigación titulado: "**EVALUACION DE TEÑIDO NATURAL CON MOLLE (*Schinus molle* L.) APLICADOS EN LA FIBRA DE ALPACA (*Vicugna pacos)* CON DIFERENTES NIVELES DE TIEMPO Y MORDIENTE"**

El estudio emplea un método experimental para establecer las condiciones óptimas que hacen posible conseguir un teñido de mayor calidad y más estable sin modificar las cualidades físicas de la fibra. De esta manera, busca restaurar y fortalecer el uso de colorantes naturales tradicionales, valorando los recursos tintóreos como el molle y cooperando con prácticas productivas más sostenibles a nivel local.

El desarrollo de este estudio representa un aporte significativo tanto para el ámbito académico como para los productores textiles artesanales e industriales.

Atentamente

Los bachilleres

ÍNDICE

PRESENTACIÓN **2**

ÍNDICE DE FIGURAS **3**

ÍNDICE DE TABLAS **5**

DEDICATORIA **11**

AGRADECIMIENTO **12**

GLOSARIO DE UNIDADES **13**

RESUMEN **14**

ABSTRACT **15**

INTRODUCCIÓN **15**

I. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA **17**

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA 17

1.1.1. Formulación del Problema *18*

1.1.2.Objetivos de la investigación *19*

OBJETIVO GENERAL 19

OBJETIVO ESPECIFICO 19

1.1.3 Justificación del estudio *20*

II. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL **21**

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN INTERNACIONALES NACIONALES Y LOCALES 21

INTERNACIONAL 21

2.2. BASES TEORICAS 24

2.2.1. Molle (Schinus molle) *24*

2.2.1.1 Clasificación Científica: 24

2.2.1.2. Importancia: 25

2.2.1.3. Usos 25

2.2.1.4 Componentes responsables de la coloración (Flavonoides) del molle 25

2.2.1.4.1. Flavonoides 25
2.2.1.4.2. Taninos 26
2.2.2 Alpaca (Vicugna pacos) *27*
2.2.2.1. Existen dos razas de alpaca, las cuales son visiblemente diferenciables. 27
2.2.2.1.1. Huacaya 27
2.2.2.1.2. Suri 28
2.2.2.2. Clasificación Taxonómica 28
2.2.2.3. Composición de la fibra 29
2.2.2.3.1 La cutícula o corteza 29
2.2.2.3.2.- Médula 29
2.2.2.3.3. El Córtex 30
2.2.2.4 Propiedades físicas (*Vicugna pacos*) 31
2.2.2.5 Propiedades químicas 31
2.2.2.5.1. Contaminantes o Impurezas de la Fibra 31
2.2.2.5.2. Acción del agua en la fibra 32
2.2.2.6. Características textiles de la fibra de alpaca 32
2.2.2.6.1. Diámetro de la fibra 32
2.2.2.6.2. Partes de vellón de la fibra de alpaca 33
2.2.2.6.3 Factor de confort (FC) 34
2.2.2.6.4 Resistencia a la Tracción 34
2.2.3 Colorante *35*
2.2.3.1. Clasificación de colorantes 35
2.2.3.1.1. Colorantes artificiales 35
2.2.3.1.2. Colorantes naturales 36
2.2.3.1.3. Distribución de los colorantes naturales 36
2.2.4. Teñido *37*
2.2.4.1. Proceso de teñido 37
2.2.4.2. Etapas del proceso de teñido de una fibra proteica 38
2.2.4.2.1. Disgregación 38
2.2.4.2.2. Difusión/Convección 39
2.2.4.2.3. Adsorción 39

2.2.4.2.4.-Fijación 39
2.2.4.3 Variables críticas en un proceso de teñido 40
2.2.4.4 Factores de influencia en el proceso de teñido 40
2.2.4.4.1. Efecto de temperatura 40
2.2.4.4.2. Influencia del tiempo de contacto fibra/baño 41
2.2.4.4.3. Influencia de la afinidad del colorante 41
2.2.4.4.4. pH del baño tintóreo 41
2.2.4.4.5. Relación de baño 41
2.2.4.4.6. Influencia del movimiento fibra/baño 41
2.2.5. MORDENTADO 42
2.2.5.1. Mordientes acidos y alcalinos 42
2.2.5.2.-Características de los mordientes 43
2.2.6. Colorimetria 45
2.2.6.1. Identificar los Atributos del Color 45
2.2.6.2.-Espacios de color L, a* y b* según (Obando, 2013) 46*
2.2.7 Solidez al color 47
2.2.7.1. Intensidad de color 47
2.2.7.2.-Solidez al lavado del teñido con el método acelerado 47
2.2.7.3 Determinación de la solidez 47
2.2.8 coeficiente de difusión 48
3.1. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN 49
HIPÓTESIS GENERAL 49
3.2. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES 49
3.2.1 variables experimentales 49
3.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES 51
IV. MATERIALES Y METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN 53
4.1. LUGAR DE INVESTIGACIÓN 53
4.2 TIPO, NIVEL Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN 53
4.2.1 Tipo de investigación 53
4.2.2 Nivel de investigación 53
4.2.3 Diseño de investigación 53

4.3 MATERIALES, EQUIPOS, INSTRUMENTOS Y REACTIVOS 54
4.3.1 Materias primas *54*
4.3.2 Insumos (CITEX TEXTIL CAMELIDOS CUSCO) *54*
4.3.3 Equipos *55*
4.3.4 Equipos para la caracterización de fibra *55*
4.3.5 Equipos para el deshidratado y molido del molle *55*
4.3.6 Equipos para el teñido de fibra de alpaca *55*
4.3.7 Para control de calidad de la fibra teñida *56*
4.3.7.1. Equipo para medición solidez al frote 56
4.3.7.2. Equipos para medición solidez a la luz 56
4.3.7.3. Equipo para medición solidez al lavado 56
4.3.8 Otros Materiales. *57*
4.4. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL 57
4.4.1. Metodología para obtención de fibra teñida con molle *57*
4.4.1.1 Acondicionamiento de la fibra de alpaca 57
4.4.1.2 Descripción para la obtención del colorante de molle(*Schinus mole* L.*)* 58
4.4.1.3 Descripción de teñido natural con molle en la fibra de alpaca. 60
4.4.2 Análisis Equipo de OFDA 2000 para caracterizar la finura de la fibra de alpaca. *61*
4.4.3 Metodología de calidad de teñido con métodos acelerados de cuerdo a la Norma Técnica Peruana *61*
4.4.3.1. Solidez del color al frote seco. 62
4.4.3.2 Método acelerado de ensayo de solidez al lavado 62
4.4.3.3. Solidez del color a la luz 63
4.4.3.4. Evaluación de tonalidad de color mediante el colorímetro 63
4.4.3.5 Método de la resistencia a la tracción 64
4.4.3.6 Método para el coeficiente de difusión 64
4.5 DISEÑO EXPERIMENTAL 65

V. RESULTADO Y DISCUSIONES 67

5.1.-CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA FIBRA DE ALPACA 67
5.2 RESULTADOS DE SOLIDEZ AL FROTE SECO DEL TEÑIDO DE FIBRA DE ALPACA 68
5.3. RESULTADOS DE SOLIDEZ AL LAVADO DEL TEÑIDO DE FIBRA DE ALPACA 70

5.4 RESULTADO DE LA SOLIDEZ A LA LUZ EN EL TEÑIDO DE FIBRA DE ALPACA.... 72
5.5 LOS RESULTADO DE COLORIMETRÍA (CIELAB)..... 75
5.6 RESULTADOS DE LA RESISTENCIA ALA TRACCIÓN DE LA FIBRA DE ALPACA DESPUÉS DEL TEÑIDO 77
5.1 RESULTADOS DEL COEFICIENTE DE DIFUSIÓN POR LA LEY DE FICK 80
5.1.1 cálculo de coeficiente de difusión para concentración de mordiente al 10% de alumbre con sulfato de hierro al 0.05% 80
5.1.1.1 Calcular la pendiente por mínimos cuadrados 81
5.1.1.2 Coeficiente de difusión para el 10% de concentración de mordiente 81
5.1.2 cálculo de coeficiente de difusión para concentración de mordiente al 20 % de alumbre con sulfato de hierro al 0.05%..... 82
5.1.2.1 Calcular la pendiente por mínimos cuadrados 82
5.1.2.2 Coeficiente de difusión para el 10% de concentración de mordiente 83
5.1.3 cálculo de coeficiente de difusión para concentración de mordiente al 20 % de alumbre con sulfato de hierro al 0.05%..... 83
5.1.3.1 Calcular la pendiente por mínimos cuadrados 84
5.1.3.2 Coeficiente de difusión para el 10% de concentración de mordiente 84
CONCLUSIONES..... 87
RECOMENDACIONES 88
BIBLIOGRAFIA..... 89

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1 Resultados del análisis fitoquímico preliminar de los extractos colorantes de Schinus molle L. "molle" 26

Tabla 2 Clasificación de vellón de fibra de alpaca (NTP 231.301:2014) 33

Tabla 3 La Resistencia a la tracción en Newton/Kilotex aceptables para la textilería 35

Tabla 4 Clasificación de colorantes naturales según su composición 36

Tabla 5 Propiedades físicas y químicas del alumbre (sulfato doble de aluminio - potásico). 44

Tabla 6 Cuadro de aceptación para las pruebas para solidez al lavado, frote y la luz .. 47

Tabla 7 Valores que determinan los diferentes rangos de solidez 48

Tabla 8 escala de valoración de prueba de solidez al color 48

Tabla 9 Identificación de variables independientes y variables dependientes 50

Tabla 10 Operacionalización de variables 51

Tabla 11 Matriz 3 a la 3 de acuerdo a Fernandez 2020 65

Tabla 12 Diseño experimental para la obtención del teñido de fibra de alpaca 66

Tabla 13 Características de la fibra de alpaca tipo Huacaya resultados método OFDA 2000 67

Tabla 14 Resultados de solidez al frote Seco 68

Tabla 15 Análisis de varianza para la solidez al frote seco 68

Tabla 16 Resultados de la solidez al lavado 70

Tabla 17 Análisis de varianza para la solidez al lavado 71

Tabla 18 Resultados de solidez a la luz 73

Tabla 19 Análisis de varianza con respecto a la solidez de la luz. 73

Tabla 20 Resultado de colorimetría (Espacio CIELAB) 75

Tabla 21 **Análisis de varianza de tonalidad amarrilla..... 76**

Tabla 22 **Resultados de la resistencia después del teñido..... 78**

Tabla 23 **Análisis de varianza con respecto a la resistencia de la fibra de alpaca 78**

Tabla 24 **Datos experimentales y valores transformados para el calculo de coeficiente de difusión 10% de alumbre 80**

Tabla 25 **Datos experimentales y valores transformados para el cálculo de coeficiente de difusión 20% de alumbre 82**

Tabla 26 **Datos experimentales y valores transformados para el cálculo de coeficiente de difusión 30% de alumbre 84**

Tabla 27 **Coeficiente de difusión del extracto acuoso de molle en la fibra de alpaca baby para diferentes concentraciones(10%,20%,30%)a tiempos de teñido de 20,40,60..... 85**

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Corte esquemático de la fibra de alpaca 29

Figura 2 Médula de la fibra de alpaca 30

Figura 3 Partes de vellón de Fibra de Alpaca 33

Figura 4 Interacción del tejido de lana o fibra en la piel con respecto al factor de confort(picazón) 34

Figura 5 Mecanismo del proceso de tinturado o teñido. 37

Figura 6 Modelo de interacción entre la fibra y diversos mordientes en el teñido 38

Figura 7 Proceso de teñido 39

Figura 8 Diagrama de espacios de color L*, a* y b* 45

Figura 9 Obtención de la fibra de alpaca 57

Figura 10 Extracción de colorante de Molle 58

Figura 11 Teñido de fibra de alpaca 60

Figura 12 Diagrama de pareto con respecto a la solidez al frote 68

Figura13 Gráfico de efectos principales para solidez al frote……74

Figura 14 Diagrama de pareto estandarizada para solidez al lavado…… …….. …..71

Figura 15 Análisis varianza para la solidez del lavado en el teñido de fibra de alpaca

Figura 16 Diagrama de pareto estandarizado para la solidez a la luz 74

Figura 17 **Gráfico de efecto principales para Solidez a la Luz ……**……74

Figura 18 Gráfico de medias de la cantidad de mordiente con respecto a la tonalidad.... 76

Figura 19 Comparación de la Resistencia y RKM 79

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación a mi madre, Gabina Hancco Condori por ser el pilar fundamental de mi vida. Con su esfuerzo, dedicación y el trabajo arduo me motivo para tener un rumbo diferente; que, con enojos, regaños frente dificultades siempre supo entenderme y aconsejarme cada sacrificio, palabra fue motivador para mí. Este logro también es tuyo, porque gracias a ti hoy puedo cumplir hoy uno de mis mayores sueños.

Finalmente, este trabajo a Dios por acompañarme en cada paso y ser mi guía espiritual y darme fortaleza necesaria para superar los obstáculos y alcanzar esta meta.

Att. Ruthsy Maqque Hancco

En primer lugar, dedico este trabajo de investigación a Dios por ser mi guía mi fuerza en los momentos de dificultad y concederme la oportunidad de alcanzar esta importante meta profesional.

Con inmenso amor y respeto dedico a mis queridos padres Florencio Portilla Surco y Maria Huallpa Mamani, quien, con su esmero y dedicación hicieron posible mi formación. Gracias por tener fe en mí y acompañarme en cada paso con cariño y respeto les dedico este trabajo como muestra de agradecimiento y admiración

Att. Juan Carlos Portilla Huallpa

AGRADECIMIENTO

Mi gratitud a la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco y Facultad de Ing. de Proceso de la Escuela Profesional de Ing. Agroindustrial y a los docentes que nos forjaron, encaminaron y enseñaron durante nuestra formación académica para ser buenos profesionales.

A nuestros asesores **Dra. María Mercedes Carrasco Colque e Ing. Uber Quispe Valenzuela** por su dedicación y tiempo para guiarnos y culminar esta investigación.

A la Ing. **Karin Flórez Huaracha** por motivarnos y darnos facilidad de laboratorio a pesar del estado de cuarentena que pasó nuestro país.

A la **Ing. Aydee Meza Chatata,** responsable del laboratorio de Fibras Cicas La Raya de la UNSAAC, quien nos dio instrucciones de forma de lavado de fibra y utilización del equipo OFDA 2000 para ampliar nuestro conocimiento.

Al director de la **Institución Citex Textil Camélidos Cusco** e **Ing. Carlos Alberto Pacha Vela,** encargado del Laboratorio de Control de Calidad, por habernos guiado para realizar el trámite y facilitarnos diversos equipos para evaluar y realizar el teñido y evaluar la solidez.

Al señor administrativo Justino Quispe Soto, por estar siempre pendiente de nuestro trámite.

Bachilleres

GLOSARIO DE UNIDADES

%(Porcentaje): Expresión numérica utilizada para representar una relación proporcional entre una parte de un total. En la investigación se utiliza para indicar la concentración de mordiente y reactivos

°C: Unidad de medida de la temperatura utilizada para controlar las condiciones durante el teñido y diversos ensayos de laboratorio

g (gramo): Unidad más empleada para medir la cantidad de fibra, mordiente y extracto seco de molle utilizado en los tratamientos experimentales.

µm (micrómetro): Unidad de longitud equivalente a una millonésima de metro. Se utiliza para expresar el diámetro de finura de la fibra de alpaca baby.

min (minuto): Unidad de tiempo utilizada para indicar la duración del proceso de teñido y de los ensayos experimentales.

N (newton): Unidad de fuerza del Sistema Internacional utilizada para expresar la resistencia de la tracción de la fibra.

N/Ktex (newton kilotex): Unidad de la tenacidad utilizada en el ámbito textil que expresa la resistencia a la tracción. Representa la fuerza máxima (newton) que puede soportar la fibra antes de romperse, dividida entre su título expresado en kilotex.

L*: Parámetro de luminosidad del sistema colorimétrico CIELAB, que indica grado de claridad u oscuridad del color mediante coordenadas.

a*: Indica la variación colorimétrica del sistema CIELAB que representa la variación cromática entre verde (-) y rojo (+).

b*: Indica la variación colorimétrica del sistema CIELAB que representa la variación cromática entre azul (-) y amarillo. (+)

p(valor): Valor estadístico que indica la probabilidad de que las diferencias observadas sean productos al azar

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo evaluar el teñido natural con molle respecto a la solidez al color, resistencia, tonalidad y coeficiente de difusión. Se caracterizó la finura de la fibra de alpaca Huacaya mediante el equipo OFDA 2000, obteniendo un diámetro promedio de 18,7 µm y un factor de confort de 99,5 %, característica correspondiente a la fibra de alpaca Baby.

El teñido natural se realizó con tiempos de 20, 40 y 60 min y concentraciones de mordiente de 10 %, 20 % y 30 %, utilizando sulfato de hierro al 0,05 % como co-mordiente constante. Se aplicó un diseño factorial completo con nueve tratamientos y tres repeticiones, analizados mediante el programa STATGRAPHICS Centurión.

Los resultados demostraron que el tiempo de teñido y la concentración de mordiente influyeron significativamente en la solidez a la luz, frote seco y lavado. El mejor tratamiento fue M8, con 30 % de mordiente y 40 min, alcanzando una solidez de 4,5, con tonalidades amarillas de L* = 77,89; a* = -3,53; b* = 58,89; C* = 58,99; H* = 93,24. La resistencia a la tracción no presentó diferencias significativas, obteniéndose 661,67 gf, equivalente a 178,3 N/ktex.

Se determinó que con 10 % de mordiente el coeficiente de difusión fue $4{,}27 \times 10^{-10}$ cm²/s. Se evidenció una rápida difusión del colorante; sin embargo, la absorción fue limitada, obteniéndose tonos menos intensos y menor estabilidad del color.

Palabras clave: Molle, Teñido natural, Mordiente, Fibra de alpaca

ABSTRACT

This research aimed to evaluate natural dyeing with molle regarding color fastness, strength, hue, and diffusion coefficient. Huacaya alpaca fiber fineness was characterized using OFDA 2000 equipment, yielding an average diameter of 18.7 μm and a comfort factor of 99.5%, characteristics corresponding to "Baby" alpaca fiber.

Natural dyeing was performed using durations of 20, 40, and 60 minutes and mordant concentrations of 10%, 20%, and 30%, with 0.05% iron sulfate applied as a constant co-mordant. A full factorial design with nine treatments and three replicates was employed, and data were analyzed using the STATGRAPHICS Centurion software.

Results showed that dyeing time and mordant concentration significantly influenced fastness to light, dry rubbing, and washing. The best treatment was M8 (30% mordant, 40 minutes), achieving a fastness rating of 4.5 and yellow hues with L* = 77.89, a* = -3.53, b* = 58.89, C* = 58.99, and H* = 93.24. Tensile strength showed no significant differences, with a value of 661.67 gf (equivalent to 178.3 N/ktex).

It was determined that with 10% mordant, the diffusion coefficient was 4.27×10^{-10} cm²/s. Rapid dye diffusion was observed; however, absorption was limited, resulting in less intense shades and lower color stability.

Keywords: Molle, Natural dyeing, Mordant, Alpaca fiber

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la industria textil ha sido determinada como una de las actividades que generó mayor impacto ambiental, por el uso intensivo de colorantes sintéticos, los cuales ocasionan baja biodegradabilidad sobre los sistemas acuáticos y la salud humana. Esta situación a nivel mundial busca alternativas sostenibles que permitan reducir la contaminación ambiental y fortalecer los procesos productivos responsables (Repon et al., 2024).

En este contexto, el teñido natural ha cobrado relevancia como una opción ambiental amigable, al emplear colorantes adquiridos de orígenes naturales. En regiones andinas como el Cusco, que posee un legado ancestral vinculado a la identidad económica, la utilización de colorantes naturales ha constituido una actividad esencial para las comunidades rurales, particularmente para las mujeres que se dedican al tejido y acabado de fibra. (Sucasaca & Guevara, 2022)

Sin embargo, a pesar del inmenso interés por el teñido natural en la actualidad, presenta restricciones técnicas constantes, presentando la baja solidez del color al lavado, frote y luz, variedad de tonalidades en su aceptación en los mercados competitivos (Yusuf et al., 2017).

Diversos estudios fundamentan que el tiempo de teñido y mordiente son de gran relevancia en la estabilidad de color; que es relevante el mordiente, que tiene relación con la afinidad colorante y fibra, que una cantidad excesiva de mordiente hace que la fibra se debilite y tienda a dañar la calidad de la fibra (Bocangel et al., 2021). Para ello utilizaremos un mordiente natural como el alumbre y sulfato de hierro como co-mordiente que permite fijar el color sobre la fibra mediante una formación de unión o puente entre grupo funcional del colorante natural y la proteína de la fibra, con el fin de soportar a la acción del agua, fricción del frote, exposición de la luz solar sea más estable el color en un periodo de mayor duración.

Para tener concepto mejor de lo que sucede en el proceso de teñido y la formación de puentes entre la fibra y colorante, se determinó el coeficiente de difusión, que señala la velocidad a la que la sustancia se mueve desde el baño de tinte hacia el interior de la fibra

El objetivo de la investigación es evaluar los diferentes tiempos de teñido y concentración de mordiente en la fibra de alpaca y determinar los parámetros adecuados que tengan mejor estabilidad de color, uniformidad en color y resistencia a la tracción y determinar el coeficiente de difusión.

I. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

El teñido natural constituye una práctica milenaria del patrimonio textil que ha perdurado durante siglos, particularmente en la región del cusco, donde las comunidades indígenas perfeccionaron métodos propios para extraer y aplicar tintes extraídos naturalmente en fibras animales como la fibra de alpaca (Terralingua, 2021) .A pesar de este interés ,su aplicación a gran escala continua siendo limitada , principalmente por dificultades técnicas sobre la calidad y durabilidad del color, condiciones esenciales para su aplicación comercial.

Los principales desafíos relacionados a colorantes naturales común es la baja solidez al lavado luz y fricción lo que limita su durabilidad y aplicación comercial (Singh & Rathore ,2023). La resistencia solidez de los colorantes naturales, especialmente como las acciones del frote, lavado y exposición solar, los teñidos pierden color y transfiere color con facilidad a prendas blancas. (Repon, et al., 2024)

Usualmente se utiliza alumbre (sulfato doble de aluminio y potasio), que presenta tonos brillantes y claros, no siempre garantiza la fijación del color en fibras proteicas como alpaca (Cruz & Pérez, 2021). Para mejorar esta condición, se adiciono sulfato ferroso ($FeSO_4$) como co-mordiente, el cual refuerza la unión química entre los grupos funcionales del colorante y las proteínas de la fibra, proporcionando una mayor solidez y estabilidad del color (Vargas & Choque, 2021)

En el territorio peruano, el uso de colorantes extraídos de plantas naturales, como el molle *(Schinus molle*), es una opción para el desarrollo ecológicos y el rescate de prácticas ancestrales. El molle es una especie nativa de gran distribución en el territorio peruano, cuyos frutos, hojas y corteza contienen pigmentos naturales capaces de teñir fibras animales y vegetales (Flores & Quispe, 2019)

En esta investigación, se empleó alumbre (sulfato de potasio y aluminio) en diferentes concentraciones (10 %, 20 % y 30 %) y sulfato ferroso como co-mordiente al 0.05 % en la misma concentración constante con tres tiempos de teñido (20,40,60)min sobre la fibra de alpaca para conservar la resistencia de la solidez del color, tonalidad uniforme, resistencia la tracción, velocidad de difusión.

1.1.1. Formulación del Problema

Problema General

¿Cuál es el efecto del tiempo de teñido y concentración de mordiente sobre la solidez del color, tonalidad, resistencia a la tracción y coeficiente de difusión de la fibra de alpaca teñida con molle?

Problema especifico

1. ¿Cuál es la finura de la fibra de alpaca promedio, con respecto al diámetro antes del proceso de teñido natural de la fibra de alpaca?
2. ¿De qué manera la concentración de mordiente mejora la solidez de lavado, luz y frote en la fibra de alpaca teñida con molle?
3. ¿Cuál de las variables de tiempo de teñido o concentración de mordiente tiene mayor significancia con respecto a la tonalidad?
4. ¿Afecta el tiempo de teñido y la concentración de mordiente en la resistencia a la tracción de la fibra alpaca baby?
5. ¿Cuál es el coeficiente de difusión optimo del extracto acuoso de molle en la fibra de alpaca baby durante el proceso de teñido

1.1.2. Objetivos de la investigación

Objetivo general

Evaluar el teñido natural con molle *(Schinus molle* L.) aplicado en la fibra de alpaca con diferentes tiempos de teñido y concentración de mordiente con respecto a la solidez, tonalidad, resistencia a la tracción y coeficiente de difusión.

Objetivo especifico

1. Caracterizar la finura de la fibra de alpaca mediante el equipo OFDA con el propósito de clasificar como baby alpaca antes del proceso de teñido.
2. Evaluar el tiempo de teñido y concentración de mordiente óptimos en el teñido con respecto a la solidez al frote, solidez al lavado y solidez a la luz
3. Evaluar los diferentes niveles de tiempo de teñido y concentración de mordiente sobre la tonalidad de color.
4. Analizar los diferentes niveles de tiempo de teñido y concentración de mordientes sobre la resistencia a la tracción de la fibra de alpaca después del teñido.
5. Determinar el coeficiente de difusión del colorante del molle en la fibra de alpaca baby a diferentes niveles de concentración de mordiente y tiempo de teñido

1.1.3 Justificación del estudio

La presente investigación se basa en mejorar la calidad de teñido para adquirir teñidos naturales que tengan durabilidad en cuanto a la solidez al color, lavado, frote seco y presente tonalidad uniforme, analizar el comportamiento de la velocidad de transporte del colorante de molle hacia la fibra de alpaca baby

Este estudio aporta datos cuantitativos acerca de la eficiencia, estabilidad del teñido y la interacción entre la concentración de mordiente y tiempo de teñido, favoreciendo el progreso investigación en teñidos más sostenibles.

En el aspecto social es una labor tradicional que actualmente realizan las mujeres dedicadas al tejido y acabado de fibras. Esta investigación busca motivar y rescatar las técnicas tradicionales, el uso del colorante natural extraído del molle proporciona variedad de tonos naturales que pueden mejorar la calidad de los productos y la competitividad de los productores locales (Sucasaca & Guevara, 2022).

En cuanto al aspecto ambiental los colorantes naturales son inofensivo y tienen mínimo impacto ambiental son más biodegradables. Estudios recientes evidencian la necesidad de procesos de teñido más sostenibles, resaltando la fibra de alpaca como material ecológico (Andrade et al., 2024). El alumbre, utilizado como mordiente, es menos contaminante que otras sales metálicas empleadas tradicionalmente.

el estudio es factible debido a la disponibilidad de materia prima como molle y fibra de alpaca en el entorno local, así como al acceso a laboratorios adecuados. Los costos de materiales como el alumbre y sulfato ferroso son accesibles.

II. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN INTERNACIONALES NACIONALES Y LOCALES

Internacional

Arellano Padilla (2023), En su trabajo de investigación realizado en la Universidad de Riobamba – Ecuador, tesis titulada *"Evaluación de la calidad del hilo de alpaca (Vicugna pacos) teñido con diferentes tintes naturales a distintos valores de pH"*, tuvo como finalidad determinar la influencia de distintos tintes naturales y niveles de pH en hilos de alpaca (*Vicugna pacos*) clasificados y categorizado como vellon semifino; el análisis fue experimental analizados con el estadístico análisis de Varianza (ADEVA).Considerando las características físicas del hilo entre ellas la resistencia a la tracción, porcentaje de elongación, la resistencia del color frente a la exposición a la luz, lavado , frote y valoración sensorial. Los resultados adquiridos tuvieron significancia entre los tratamientos como la solidez al lavado 4.67 y al frote en seco de 3.00, frote húmedo 3.67 respectivamente con la corteza de aliso a pH de 7,5.

Guillén et al. (2021), en su estudio titulado.*Evaluación de la solidez del color en tejidos de lana y alpaca tinturados con biocolorantes extraídos de plantas y animales*, analizaron la aplicación de biocolorantes naturales obtenidos de plantas nativas del Ecuador, como la chilca (*Baccharis latifolia*). El estudio tuvo como propósito de maximizar el teñido artesanal por medio de variables manejables, como el mordiente (alumbre y sulfato ferroso), la concentración de mordiente es el 10% con respecto a la fibra, el tiempo de teñido de 30 minutos y la temperatura sometida 80 °C. obteniendo resultados favorables como la solidez del color de 4 a 5, solidez al lavado neutro y alcalino (3,4). frote seco y húmedo (4,5), valorizado con la escala de grises según los métodos AATCC y normas internacionales. Se concluyó que el colorante natural de chilca, con variables controladas como el mordientes y tiempos de teñido, es una opción factible en el teñido de fibra de alpaca, pero es necesario optimizar para aumentar la resistencia cromática en baños alcalinos.

Nacional

Sucasaca y Guevara (2020). *"Efectos del colorante natural inflorescencia de colli (Buddleja coriacea) en la solidez de color de teñido de fibras de alpaca",* Instituto Tecnológico de la Producción (Lima). Se adquirió colorante amarillo de la inflorescencia de colli para la aplicación en el teñido de fibras de alpaca. Los 16 sustratos teñidos tienen la tonalidad amarilla y con solidez aceptable dentro del rango de 3 a 5 en la escala de grises al cambio de color. Sea determinado que el factor C que es la temperatura y factor B representa el tiempo son significativos para los resultados de la solidez de color, solidez a la luz.

Soncco Ramos (2024). En su investigación realizada en la Universidad Nacional de Juliaca, en su tesis titulada. *Teñido con colorante natural de hojas de molle (Schinus molle) para la solidez del color en hilo de ovino, Juliaca, 2022*, tuvo como objetivo evaluar la eficacia del colorante natural de molle en la solidez del color en hilos de ovino merino. La investigación consideró como variables principales la solidez del color al lavado, al frote en seco y húmedo, y la solidez a la luz. Los datos obtenidos del teñido con colorante natural son altamente significativos tiene un P de 0.000. Se adquirió para la solidez al color lavado un grado, solidez de color al frote en seco 3.5 y solidez a la luz 3. En conclusión, el teñido con colorante natural proveniente de la hoja de molle aumenta la resistencia frente lavado y al frote, sim embargo no mejora en la resistencia del color a la luz

Bocangel et al.(2021), En su estudio intitulado *Estudio preliminar de teñido de fibra de alpaca utilizando extracto acuoso de molle (Schinus molle) como pigmento natural*, Centro de Innovación Productiva y Transferencia Tecnológica Textil Camélidos Arequipa (CITE textil Arequipa). Los parámetros de almacenamiento del extracto de molle fresco fueron 5 °C y en oscuridad para mantener el color. El extracto concentrado de molle almacenado durante 2 meses logra similar intensidad de teñido que, utilizando el extracto concentrado recién preparado, al emplear como mordientes el sulfato de cobre o sulfato de aluminio. Teniendo una tonalidad de L* = 57,70; a* = 3,05; b* = 26,46; C* = 26,64; H* = 83,42 en la dilución de molle seco. Se obtuvieron resultados aceptables de solidez del color al frote y al lavado para todos los tratamientos. Las propiedades de solidez al frote húmedo, seco y solidez al lavado de los hilados de fibra de alpaca teñidos obtuvieron valores de 4 "bueno", 4-5 "muy bueno" y 4 "bueno", respectivamente, para todos los ensayos, es decir, la fijación de color del extracto de molle en hilados de fibra de alpaca

teñidos fue satisfactoria. Sin embargo, el mordiente de mejor afinidad al molle fue el ácido cítrico, ya que en el proceso se realizaron menos enjuagues que al emplear otro mordiente.

Stanciuc Stanciuc (2020). *" Teñido mordentado de fibras naturales con colorante extraído de las hojas de nogal (Juglans neotrópica)*". Universidad Nacional del Callao (Lima). Los objetivos planteados son mordentar y teñir fibras naturales de estructura proteica con extracto natural de las hojas de nogal frescas. Se tomó como parámetro de mordentado temperatura de 100 °C y tiempo de 30 minutos. Las diferentes concentraciones del mordientes se calcularon con respecto al peso de la fibra: Alumbre (25%), con ácido tartárico (6%), sulfato cúprico (6%), sulfato ferroso (6%), dicromato de potasio (6%), cloruro de estaño (6%). El periodo apropiado de teñido: 60 minutos con una temperatura de 100 °C. Los resultados fueron analizados con espectrofotómetro Datacolor.

Mendoza (2018). "Evaluación del tipo y cantidad de mordiente en la intensidad de color, solidez al lavado del teñido de fibra de alpaca *(Vicugna pacos) con aliso* (*Alnus Acuminata* H.B.K*)",* Universidad Nacional de Huancavelica. Este trabajo de investigación tiene como objetivo principal en analizar el tipo y cantidad de mordiente (alumbre y bicarbonato) La cantidad óptima de mordiente alumbre 2 g/500 ml logró un producto de calidad cuyos resultados fueron de tonalidad en donde L* = 81,45; a* = 5,98; b* = 40,33; C* = 28,65; H* = 83,43 son resistentes a la prueba de solidez al lavado de 4, siendo el más solicitado; tiene escala muy buena, ya que destiñe poco lo que busca la industria textil, siendo grado 4 y los rangos solicitados están de 1 a 5

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Molle (*Schinus molle* L.)

El molle (*Schinus molle* L.) es una especie vegetal perteneciente a la familia Anacardiaceae, ampliamente distribuida en las regiones andinas de Sudamérica, especialmente en Perú, Bolivia, Chile y Argentina (Ramos & Quispe, 2019). Es un árbol de tamaño mediano que puede alcanzar entre 6 y 10 metros de altura, con hojas compuestas, flores pequeñas de color blanco amarillento y frutos esféricos de tonalidad rosada o rojiza (López & Torres, 2020).

Esta planta se adapta fácilmente a climas secos y templados, y crece de manera natural entre los 500 y 3,500 m s. n. m., lo que la convierte en una especie de gran importancia ecológica en las zonas altoandinas (Gómez & Rivas, 2021). Además, es conocida por su resistencia, rápido crecimiento y capacidad de prosperar en suelos pobres o degradados (López & Torres, 2020).

Desde tiempos prehispánicos, el molle ha sido utilizado con fines medicinales, alimenticios y tintóreos. En particular, los frutos, hojas y corteza contienen compuestos fenólicos y taninos que permiten obtener pigmentos naturales de tonalidades amarillas (Huamán & Condori, 2020). Los cuales pueden variar según el tipo de fibra y el mordiente empleado. Estos compuestos confieren al molle una gran capacidad colorante, motivo por el cual ha sido empleado tradicionalmente en la tintorería artesanal de comunidades andinas (Vargas & Choque, 2021).

En el ámbito químico, el molle tiene flavonoides, antocianinas y taninos condensados, los cuales actúan como colorantes naturales al reaccionar con iones metálicos de los mordientes, generando tonalidades más estables y variadas (Huamán & Condori, 2020). Esta composición lo convierte en una fuente potencialmente útil para el desarrollo de colorantes ecológicos aplicables en fibras animales como la lana y la alpaca.

2.2.1.1 Clasificación científica:

Reino: Plantae

Subreino: Traqueobionta

Superdivisión: Espermatofitas

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Sapindales

Familia: Anacardiaceae

Subfamilia: Anacardioideae

Tribu: Anacardieae

Especie: S. molle L.

Nota (Kasimala & Kasimala, 2012)

2.2.1.2. Importancia:

Es una planta silvestre que crece de forma espontánea a lo largo de las carreteras transitadas. También es usada en áreas urbanas, en parques, paseos y avenidas (Ojeda & Mesa, 2008)

2.2.1.3. Aplicaciones.

- Se le han reconocido propiedades tónicas, antiespasmódicas, cicatrizantes en su corteza y resina. Al frotarse en la piel genera una sustancia que aleja a los mosquitos. (Ojeda & Mesa, 2008)
- Los frutos frescos se toman en infusión alivia la retención de orina. (Ojeda & Mesa, 2008)
- Las hojas hervidas y los baños con el agua de las hojas en decocción, sirven como analgésico y antiinflamatorio de uso externo. (Ojeda & Mesa, 2008)
- Las hojas sirven para teñir en el área de textiles (Ojeda & Mesa, 2008)

2.2.1.4 Componentes responsables de la coloración (flavonoides) del molle

El componente responsable de la coloración del *Schinus molle* L. (molle) son principalmente los taninos y flavonoides, que son compuestos fenólicos presentes en diferentes partes de la planta (hojas, frutos, corteza).

2.2.1.4.1. Flavonoides

Son los principales pigmentos naturales del molle. Entre ellos destacan quercetina, kaempferol y sus derivados.

Estos compuestos producen tonalidades amarillas, beige o verdosas, dependiendo del tipo de mordiente utilizado (por ejemplo, el alumbre intensifica los amarillos claros) (Mollehuanca, 2025)

2.2.1.4.2. Taninos

Aunque no son pigmentos intensos por sí solos, actúan como fijadores naturales y pueden aportar tonalidades pardas o grisáceas. Interactúan con los iones metálicos de los mordientes, modificando la tonalidad del color final

Los principales pigmentos naturales del molle. Entre ellos destacan la quercetina kaempferol son los taninos y flavonoides (Mollehuanca, 2025)

Tabla 1

Resultados del análisis fitoquímico preliminar de los extractos colorantes de Schinus molle L. "molle"

METABOLITOS SECUNDARIOS	PRUEBAS	% EtOH (HOJAS)		% EtOH (FRUTOS)		% EtOH (TALLOS)	
		96%	70%	96%	70%	96%	70%
SESQUITERPENICOS	BALJET	++	++	+	+	+++	+++
TRITERPENOS	LIEBERMAN-BURCHAR	-	-	-	-	-	-
	ROSENTHALER	-	-	-	-	-	-
ESTEROLES	ROSENTHALER	-	-	-	-	-	-
LACTONAS SESQUITERPENICAS	BALJET	+++	+++	++	++	+++	+++
CUMARINAS	BALJET	++	++	+	+	++	++
QUINONAS	H_2SO_4 (c)	+	++	++	++	++	++
	HCl	-	-	++	++	+++	+++
	NaOH (5%)	-	-	++	++	+++	+++
ALCALOIDES	$HgCl_2$	-	-	-	-	-	-
	DRAGENDORFF			-	-		
CARDIOTONICOS	BALJET	+++	+++	+++	+++	+++	+++
FLAVONOIDES	SHINODA	+++	+++	++	++	++	++
	$FeCl_3$	++	++	++	+++	+++	+++
	H_2SO_4 (c)	+++	+++	+++	+++	+++	+++
	$Pb(C_2H_3O_2)_2$	+	+++	++	++	++	+++
CATEQUINAS Y LEUCOANTOCIANIDINAS	CATEQUINAS	++	+	-	-	-	-
COMPUESTOS FENÓLICOS	$FeCl_3$	+++	+++	++	++	+++	+++
	H_2SO_4 (c)	-	-	+	+++	+++	+++

METABOLITOS SECUNDARIOS	PRUEBAS	% EtOH (HOJAS)		% EtOH (FRUTOS)		% EtOH (TALLOS)	
		96%	70%	96%	70%	96%	70%
GLICÓSIDOS	FEHLING	+++	+++	+++	+++	+++	+++
AZUCARES REDUCTORES	FEHLING	+++	+++	+++	+++	+++	+++
	BENEDICT	++	+++	+++	+++	+++	+++
MONOSACARIDOS	MOLISH	++	+++	+++	+++	+++	+++
SAPONINAS	H_2SO_4 (c)	++	+	++	++	+++	+++
ANTOCIANINAS	AMONIACO	-	+	-	-	+	+
TANINOS	$Pb(C_2H_3O_2)_2$ 5%	+++	+	+	+	++	+
	$FeCl_3$	+++	+++	+	+	+++	+++

Nota. +++ Abundante ++ Moderado + Leve - Ausencia

Nota. Muestra los compuestos fenólicos, flavonoides y taninos de *Schinus molle* L. en hojas, frutos, tallos responsables del color (Mollehuanca, 2025).

2.2.2 Alpaca (Vicugna pacos)

La alpaca (*Vicugna pacos*) es un camélido sudamericano que, a pesar de su parecido con especies de su misma familia como la llama y el guanaco, es diferenciada de los demás por ser más pequeña y de menor peso (entre 48 y 84 kg) (Baldeón & Orihuela, 2017).Son de gran relevancia desde el punto de vista económica, social y científico. Soportan grandes altitudes donde la agricultura no es posible y la concentración de oxígeno es baja y la temperatura oscila de -5.6 a 7.1 °C. Este hecho hace que los camélidos sudamericanos sean individuos adaptados a condiciones ambientales muy adversas y pertenecen al número escaso de especies que toleran el frío y la altura (Sanches, 2004).

2.2.2.1. Existen dos razas de alpaca, las cuales son visiblemente diferenciables.

2.2.2.1.1. Huacaya

La raza huacaya representa el 85% de la población de alpacas en el Perú. Se caracteriza por presentar un vellón compacto, esponjoso, que le da una apariencia más voluminosa; sus fibras son finas, suaves y onduladas (FAO, 2005). Su fibra crece en forma perpendicular al cuerpo de la alpaca y sus mechas son más cortas y opacas en comparación con la Suri (Baldeón & Orihuela, 2017)

2.2.2.1.2. Suri

En la raza Suri, las fibras son largas y bien ordenadas en forma de rulos colgantes, lo cual confiere a la especie una apariencia angulosa (Quispe et al., 2009).

2.2.2.2. Clasificación taxonómica

Especie descrita por Linnaeus (1758). Anteriormente, se consideraba que esta especie era miembro del género *Lama*; sin embargo, el análisis de los marcadores moleculares, mtDNA y microsatélites combinados revela que la alpaca fue domesticada a partir de una especie de *Vicugna* y estableció así la reclasificación como *Vicugna pacos* (Kadwell et al., 2001).

Publicaron un artículo donde corrigen la clasificación de los camélidos sudamericanos a dos géneros: Lama y Vicugna, cada uno con un animal silvestre y un doméstico, siendo Lama guanicoe (el guanaco silvestre ancestral), Lama glama (la llama doméstica descendiente del guanaco); Vicugna vicugna (la vicuña silvestre y ancestral) y Vicugna pacos (la alpaca doméstica descendiente de la vicuña). Subsecuentemente, esta propuesta ha sido aceptada por los especialistas en taxonomía de animales domésticos (Kadwell et al., 2001).

Reino: Animalia

Subreino: Eumetazoa

Filo: Chordata

Subfilo: Vertebrata

Clase: Mammalia.

Orden: Artiodactyla

Suborden: Tylopoda

Familia: Camélidos

Tribu: Lamini

Género: Vicugna

Especie: Vicugna pacos*

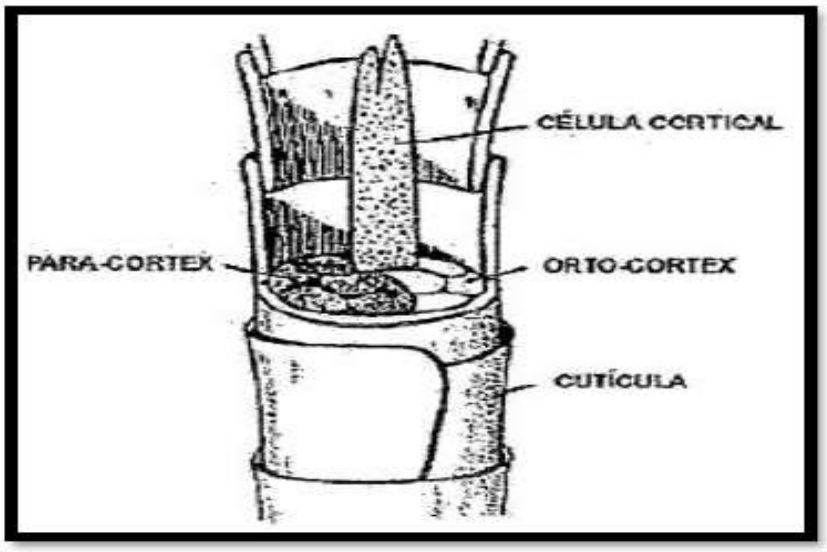
*Nombre Binomial (Linnaeus, 1758)

2.2.2.3. Composición de la fibra alpaca

La fibra está constituida por las siguientes partes: cutícula, células corticales, médula y córtex.

Figura 1

Corte esquemático de la fibra de Alpaca



Nota (Álvarez, 1997)

2.2.2.3.1 La cutícula o corteza

Formada por una epicutícula y por una capa córnea, fibrosa de escamas, la misma que es resistente al ataque químico en comparación con el resto de la fibra, contribuye a suavizar su aspereza e impide la penetración de moléculas extrañas dentro de la fibra. Las escamas de la fibra producen molestias en la piel de algunas personas. La epicutícula es una membrana no proteica, que proporciona repelencia al agua de las fibras (Álvarez, 1997).

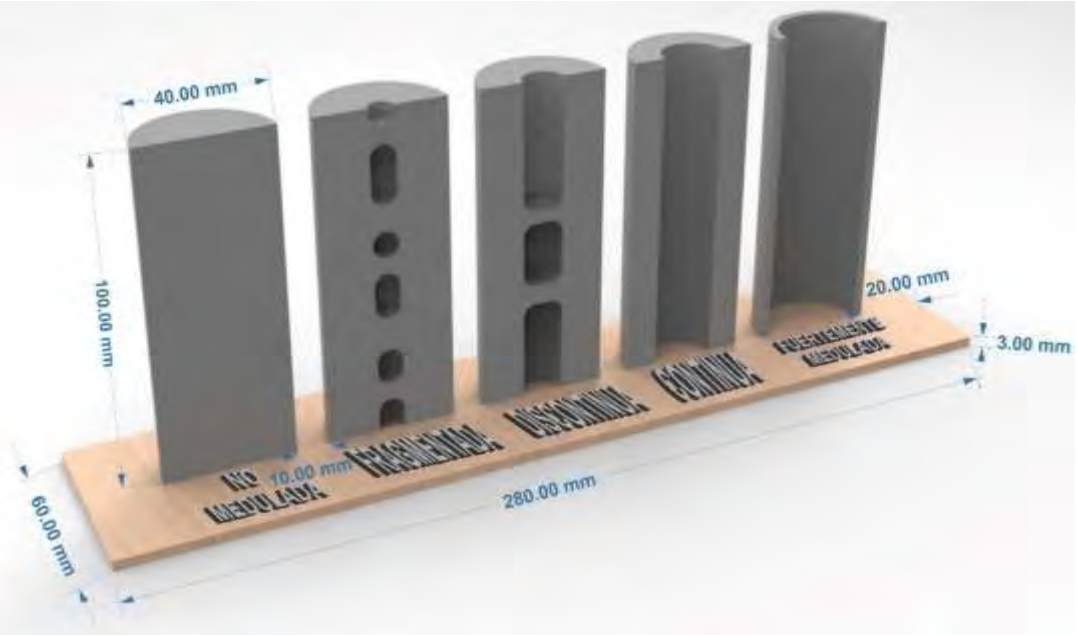
2.2.2.3.2.- Médula

La medulación se refiere a un espacio hueco interno continuo, discontinuo o fragmentado; constituye un factor estructural determinante en la calidad de teñido. Estudios recientes indican que la proporción medular de fibra medulada varía considerablemente según la edad y el diámetro (Radzik-Rant & Wiercińska, 2021)

"El diámetro de la fibra incrementa con la presencia de la médula" (Guillen & Victor, 2020). Gracias a recientes investigaciones, se demostró que las fibras fuertemente meduladas causan menos confort y uniformidad del hilo, provocando que las prendas causen picazón, debido a la rigidez que la médula concede a la fibra (Valdivia & Alvarez, 2024).

Figura 2

Médula de la fibra de alpaca



Nota. En la figura 2 se observa el aspecto de la medulación (espacio vacío) clasificando medula continua hueca o ancha generando absorción desigual del tinte de la fibra de alpaca (Valdivia & Alvarez, 2024)

2.2.2.3.3. El Córtex

La corteza constituye la principal estructura de la fibra aproximadamente en un 90% de su estructura y está relacionado con diversas propiedades de la fibra como: resistencia, elasticidad, propiedades tintóreas. Está constituida por células largas, finas y planas en forma de cigarrillos que tienen un núcleo cerca del centro que se denominan células corticales, las mismas que a su vez están formadas por fibrillas más pequeñas (Álvarez, 1997)

2.2.2.4 Propiedades físicas (*Vicugna pacos*)

Según (Zárate, 2012) las propiedades físicas son:

- **Elasticidad y capacidad de tensión al hilado:** Otorgada por la uniformidad y sincronizado del rizo que se da en el crecimiento natural de la fibra.
- **Suavidad:** La suavidad se relaciona principalmente con las características propias de la fibra entre ella se encuentra la finura, uniformidad y longitud de fibra,
- **Resistencia a la tracción y flexibilidad:** la fibra de alpaca presenta una adecuada capacidad **de** resistencia a la tracción
- **Durabilidad:** Por sus características naturales la fibra puede tener una alta durabilidad frente periodos prolongados y presentar resistencia al deterioro ocasionados por microorganismo.
- **Diversidad de colores:** Posee una amplia variedad de tonalidades desde blancos grises, claros y grises

2.2.2.5 Propiedades químicas

El pelo está formado por varios aminoácidos como la queratina, que es una proteína que presenta una composición química elemental que está compuesto por un conjunto de células que son como barrera aislante para los cambios climáticos.

En concentración alta de álcalis, hace que la fibra se hinche y por último se disuelvan; en cambio, resiste la acción de los ácidos diluidos (Zárate, 2012)

El comportamiento de la queratina frente a diferentes valores de pH es: (Zárate, 2012)

- El pH medio acido: la queratina se encuentra a pH optimo que oscila dentro de los valores de 3.7 a 4.1.
- El pH medio alcalino: se encuentra alrededor 9 y 12 donde abre la cutícula de la fibra de alpaca.
- El pH fuertemente acido (2 y 3): tiende a realizar la ruptura de los enlaces de hidrógeno y los salinos.

2.2.2.5.1. Contaminantes o impurezas de la fibra

La fibra en su estado sucio contiene una gran variedad de impurezas; Su existencia podría ser esencial para el ser vivo. Esto se debe impacto biológico y genético, así como el entorno que lo rodea, localización geográfica, condiciones climáticas y nivel de nutrición. Las cantidades de estos factores pueden variar fuertemente en las diferentes calidades de los vellones (Rojas Tapia, 2011)

2.2.2.5.2. Acción del agua en la fibra

Al sumergir la fibra de alpaca en agua la queratina absorbe agua hasta un 34% de su peso seco los enlaces se van rompiendo de los grupos terminales: que son aminoácidos ácidos (COO^-) y básicos ($NH3^+$), sin embargo, los enlaces disulfuro no son afectados por la presencia del agua también en los hidrofóbicos de cadenas apolares presenta dificultad para disolverse. Un alto nivel de humedad hace que la fibra sea más propensa a sufrir daño químico en entorno con agua, ya que las cadenas proteicas pueden ionizarse y atraer mínimas moléculas de ácidos y bases. Las situaciones alcalinas resultan ser más perjudiciales. Dado que las lanas bien lavadas en un medio alcalino débil poseen un pH de extracto acuoso entre 9 y 10, y que la temperatura no suele ser superior a 50°C, durante esta operación no se puede producir una alteración significativa de la fibra. (Rosas, 2010)

2.2.2.6. Características textiles de la fibra de alpaca

La suavidad de la fibra de alpaca al tacto es comparable, a una lana de 3 a 4 micrones más delgada, tiene una baja higroscopicidad, que le permite absorber la humedad ambiental alrededor del 10% y un 15%, no altera su aspecto. La otra particularidad de la fibra es la longitud, compresión y su gran resistencia a la tracción, obteniendo mejores resultados siendo tres veces mayor que la lana de ovino y frente a otras fibras animales, muy importante para los procesos textiles (Velarde, 1993)

La industria textil considera a la fibra de alpaca como una fibra exclusiva y de excelente calidad, promoviendo la confección de prendas y catalogándolas como artículos de lujo. Por lo cual se mencionan las siguientes características de la fibra a continuación (Vidal, 2010).

2.2.2.6.1. Diámetro de la fibra

La finura de la fibra es el factor principal que influye en la calidad y el precio de acuerdo al diámetro de la fibra expresado en micras. Por lo cual se define como la masa por la densidad

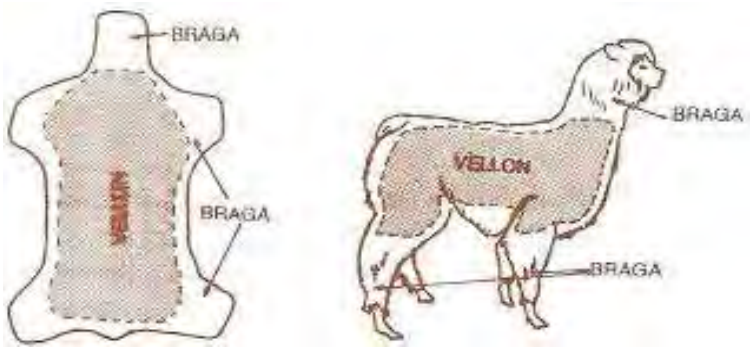
lineal del material; es importante considerar que a mayor finura de fibra se presenta mayor confort de la prenda (Rodrigues & Moralez de la Nuez, 2020)

2.2.2.6.2. Partes de vellón de la fibra de alpaca

Es el conjunto total de la fibra que cubre al animal que se esquila; conformado por las partes de la paleta, costillar medio, grupo y muslo, que se distinguen por tener finura y longitud más uniforme. Las bragas están conformadas por patas, barriga y cuello; zonas heterogéneas y variables (Lencinas & Torres, 2010).

Figura 3

Partes de vellón de Fibra de Alpaca



Nota. Representa la ubicación del vellón y braga de la fibra de alpaca (Zárate, 2012)

Tabla 2

Clasificación de vellón de fibra de alpaca (NTP 231.301:2014)

Clasificación	Micronaje (Micras) Um	Longitud Mm	Humedad Máxima %	Minerales Máximo %	Contenido de grasa Máximo%
Alpaca Baby	Hasta 23	65	8	6	4
Alpaca Fleese	23.1 a 26.5	70	8	6	4
Alpaca médium Fleese	26.6 a 29	70	8	6	4
Alpaca Huarizo	29.1 a 31.5	70	8	6	4
Alpaca Gruesa	Más de 31.5	70	8	6	4
Alpaca Corta		20 a 50	8	6	4

Nota. La tabla representa la clasificación de vellón de fibra (Lencinas & Alegre, 2021).

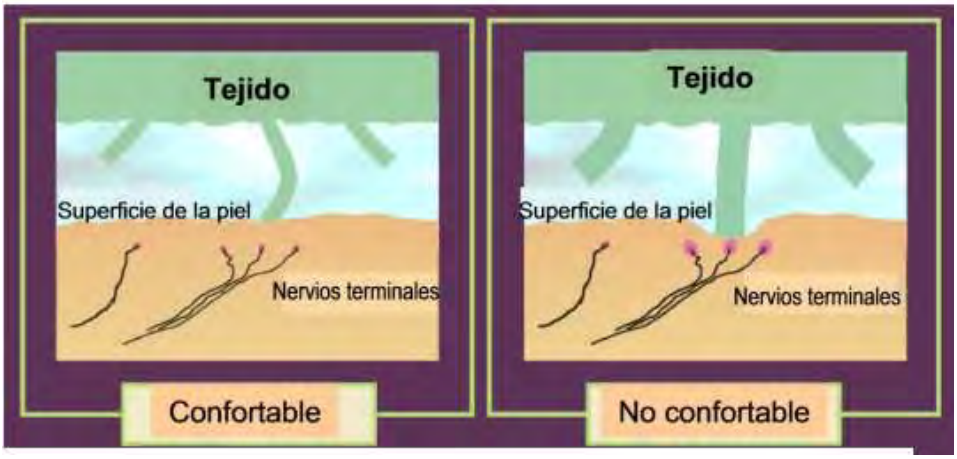
2.2.2.6.3 Factor de Confort (FC)

Se establece como el porcentaje de las fibras que son inferiores a 30 µm presentes en un vellón y se le denomina también índice de comodidad. Si más del 5% de fibras son mayores a 30 µm, entonces el tejido resulta ser no confortable para su uso por la picazón (Quispe et al ,2008).

Contrariamente, el porcentaje de fibras mayores a 30 micrones se conoce como el factor de picazón (FP). Por tanto, la industria textil prefiere vellones con un FC igual o mayor a 95% con un FP igual o menor a 5% (Sacchero, 2008).

Figura 4

Interacción del tejido de lana o fibra en la piel con respecto al factor de confort(picazón)



Nota. Representa la interacción de la fibra con la piel: cuando es confortable, no causa picazón en la piel; cuando es no confortable, presenta picazón en la piel (Garnsworthy et al., 1988).

2.2.2.6.4 Resistencia a la tracción

Resistencia a la tracción durante el procesamiento textil que involucra varios procesos como el lavado, cardado, peinado, teñido, mezclado entre otros, y estas son sometidas a distintas tracciones que pueden lograr romper la fibra y debilitarla (McGregor, 2006).

Su unidad de medida es Newton/kilotex, donde el Newton (N) expresa la fuerza o carga y el kilotex es la densidad lineal de una mecha su unidad de medida (gr/cm).

Tabla 3

La Resistencia a la tracción en Newton/Kilotex aceptables para la Textilería

RKM	Características
Mayores 90 N/Ktex	Son muy resistente
50 N/Ktex a 30 N/ktex	Resistentes
Menores 30 N/ktex	Débiles
Mayores 30 N/Ktex	Es adecuada para la textilería

Nota. *Representa la resistencia para la industria textil* (Sacchero, 2005)

La fibra de alpaca, en su mayoría, es resistente a la tracción; se encuentra alrededor o mayor de 50N/Ktex y es adecuada para la industria textil con una resistencia mayor a 30N/Ktex (Lupton et al., 2006).

2.2.3 Colorante

Se utiliza este término para referirse sustancias que tienen la capacidad de teñir las fibras de origen vegetal y animal, se denomina colorante aquella sustancia que se adhiera fuertemente a la fibra y presentar resistencia en la prueba de lavado no debe perder su color. Debe ser relativamente estable químicamente y soportar bien la acción de la luz. (Corrales, 1994).

2.2.3.1. Clasificación de colorantes

2.2.3.1.1. Colorantes Artificiales

Los tintes artificiales o sintéticos, son generalmente derivados de compuestos como el benceno, tolueno, y naftaleno como ocurre con la anilina. Otros colorantes como el azoico que tienen en su estructura el grupo azo para crear colores vivos como el amarillos, anaranjados y rojos. Existen tintes que se producen con adición de grupos químicos, como lo aminos otros colorantes, por ejemplo, grupos amino (-NH2), nitro (-NO2), o halógenos como el flúor, cloro o bromo, en un sistema de anillos aromáticos. Generalmente poseen grupos de ácidos sulfónicos en su estructura, los cuales dan solubilidad y estabilidad (Flores L. , 1990).

2.2.3.1.2. Colorantes naturales

El concepto de colorantes naturales se refiere a pigmentos de fuentes vegetales, animales invertebrados o minerales. los colorantes naturales derivados de los vegetales, así como las plantas, raíces, bayas, cortezas, hojas y madera, y otras fuentes biológicas tal como los hongos y líquenes. Las potencialidades de los colorantes naturales son: (Flores, 1990).

2.2.3.1.3. Distribución de los colorantes naturales

La distribución de colorantes se clasifica según su naturaleza química en diferentes grupos, de procedencia natural tales como las algas, hongos y líquenes, en ocasiones insectos y organismos marinos, algunos fenoles que absorben la luz ultravioleta desempeñan de guiar a los insectos a las flores para realizar la polinización. Las quinonas (compuestos fenólicos) pueden actuar como sustancias tóxicas para defensa (Dominguez, 2010)

Tabla 4

Clasificación de colorantes naturales según su composición

Naturaleza química	**Algunos ejemplos**	**Color predominante**
Tetrapirroloe	Ficobilinas	Azul, Verde
	Clorofila	Verde
Carotenoides	Carotenoides	Amarillo, Anaranjado
Flavonoides	Flaconas	
	Flavonoles	
	Chalconas	
	Auronas	
Derivados indigoides	Naftoquinonas	Rojo, azul, verde
Pirimidinas	Indigo	Azul, rosado
Sustituidas	Betalainas	Amarillo – rojo
	Perinas	Blanco-amarillo
	Flavinas	Amarillo
	Fenoxanizinas	Amarillo-rojo
	fenazinas	Amarillo-purpura

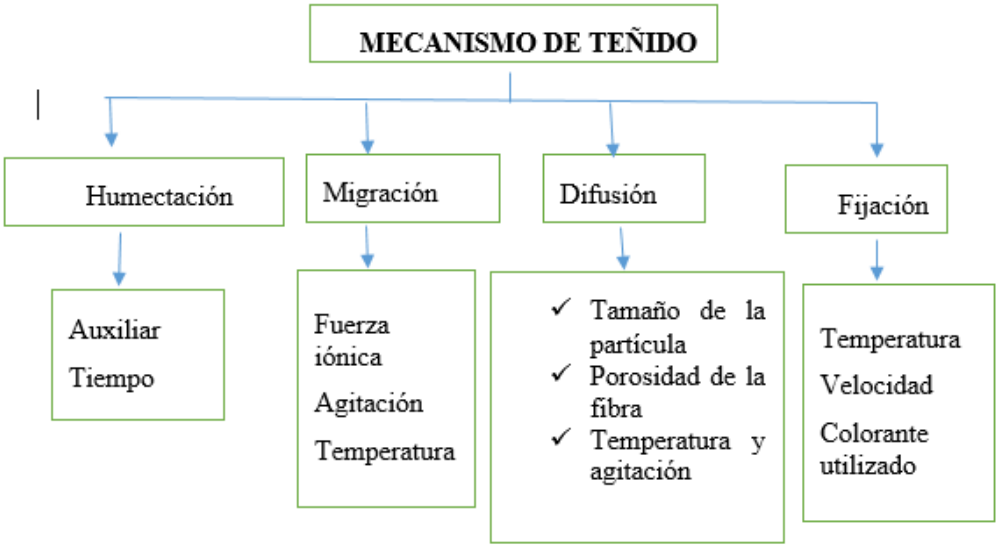
Nota. (Flores, 1990)

2.2.4. Teñido

El teñido es la interacción de la fibra con el medio acuoso del colorante, donde se producen reacciones químicas, en donde los iones del tinte son difundidos en la fibra, pero en condiciones correctas reaccionan y se enganchan, por los enlaces covalentes a las moléculas de la fibra formando nuevas derivaciones de color. (Ojeda Brito, 2012).

Figura 5

Mecanismo del Proceso de Tinturado o teñido.



Nota. el mecanismo de teñido se refiera al proceso donde el colorante se adhiere a la fibra, este proceso involucra varios pasos desde la humectación hasta la fijación (González et al, 2014)**.**

2.2.4.1. Proceso de teñido

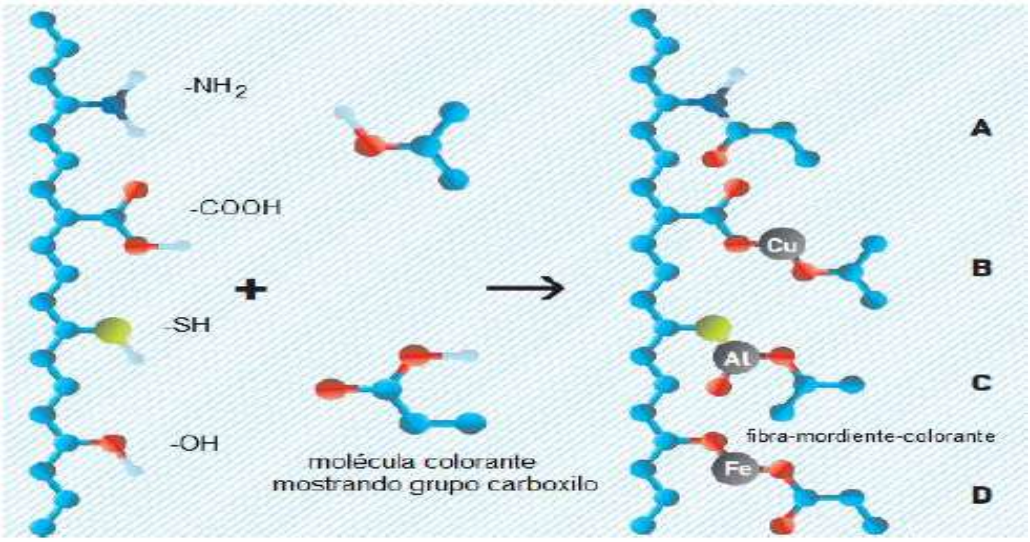
El proceso de teñido se puede describir en varias etapas: el colorante se difunde en una fase líquida para llegar hasta la fibra; posteriormente, pasa de la fase líquida a la fase sólida sobre la superficie de la fibra y finalmente, el colorante ingresa al interior de la fibra estableciendo enlaces para fijarse dentro de la misma (Ojeda Brito, 2012)

La función del mordiente consiste en romper los enlaces de hidrógeno y permitir que el ion metálico se ubique cerca de los átomos de hidrógeno de la fibra. Posteriormente, la fibra tratada

con el mordiente se introduce en la solución acuosa del tinte, se forma un complejo entre el mordiente y el tinte que resulta insoluble. Este medio acuoso puede ser ácido o alcalino. En ese proceso la sal se disocia, y el metal queda con catión y este se une a la fibra textil y forma un complejo con la molécula del colorante; el metal determina la tonalidad de la fibra (Roquero & Cordoba, 1981).

Figura 6

Modelo de interacción entre la Fibra y diversos Mordientes en el teñido



Nota. Es la interacción de la fibra y mordiente la sal se disocia rompe el enlace de hidrogeno y el metal queda como catión metálico (ion positivo procede unirse a la fibra textil, y forma un complejo con la molécula de colorante determina el color (M Christie, 2001).

2.2.4.2. Etapas del proceso de teñido de una fibra proteica

En un proceso de tintura una molécula de colorante pasa por varios procesos o fases antes de quedar unida químicamente a la fibra (Ojeda Brito, 2012).

2.2.4.2.1. Disgregación

Los auxiliares y el colorante se encuentran dispersos en el medio líquido, ya sea como partículas individuales, micelas o agrupaciones de moléculas. Estas formas se encuentran en constante equilibrio fisicoquímico, el cual varía según las sustancias y especies químicas presentes en cada sistema cuando se rompe el equilibrio se da la disgregación (Carvallo, 2000).

2.2.4.2.2. Difusión/Convección

Las moléculas de colorante se mueven desde el seno del baño hasta las zonas próximas a la superficie de la fibra por difusividad debido a la existencia de gradientes de concentración (Ojeda Brito, 2012).

2.2.4.2.3. Adsorción

Se presenta en la superficie de la fibra. Las moléculas de colorante son absorbidas desde la superficie de la fibra mediante interacciones cuya intensidad depende de las relaciones de afinidad entre ambas estructuras (Ojeda Brito, 2012).

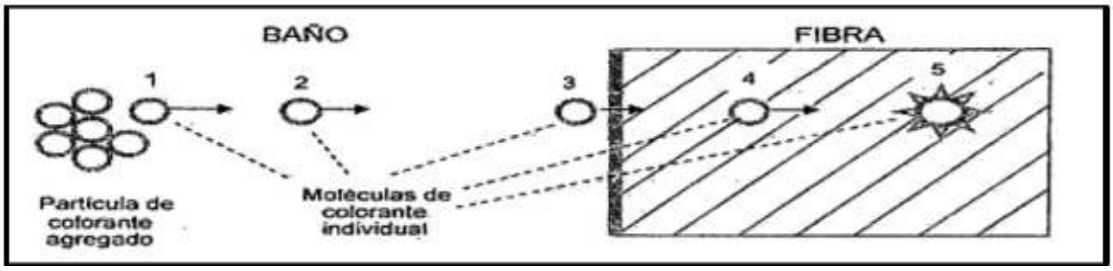
2.2.4.2.4. Fijación

El proceso de tintura requiere ciertas condiciones que permiten que el colorante se impregne totalmente en la fibra sin dañar su estructura interna; para ello se distinguen dos principios de tintura. (Carvallo, 2000).

A. Debido a la afinidad entre el colorante y la fibra, el tinte se transfiere del baño de teñido hacia la fibra hasta alcanzar la saturación y quedar fijado en ella
B. Mediante la impregnación de la fibra, el material textil absorbe el colorante que se encuentra disuelto en la solución. En esta etapa, el colorante todavía no queda adherido de manera permanente a la fibra. La fijación ocurre posteriormente, cuando el colorante se une definitivamente al material textil.

Figura 7

Proceso de Teñido



Nota. En la figura 7 se aprecia los diferentes procesos de teñido que ocurra en la fibra que son 5 pasos: 1 disgregación del colorante, 2 difusión en el tinte, 3 absorción superficial de la fibra, 4 difusión en la fibra ,5 fijación *(*Carvallo, 2000)

2.2.4.3 Variables críticas en un proceso de teñido

- **Temperatura de tintura:** Este parámetro es de mucha importancia con respecto a la difusión. Cuando esta es elevada, la movilidad y energía de las moléculas se incrementa, favoreciendo la migración del color a las fibras y facilitando el paso de las partículas del colorante del baño al tejido (Maldonado Etchegaray, 2005).
- **Tiempo de teñido:** Es el periodo necesario para lograr la migración de las moléculas colorantes a las fibras hasta llegar a un estado de equilibrio o una captación total del color (Maldonado Etchegaray, 2005).
- **pH de baño tintóreo:** El valor del pH del baño es un factor determinante en el buen resultado del color que adquieren las telas. Es de suma importancia saber el estado del pH de la solución; si es ácida, alcalina o neutra, establece la acción del colorante dentro del proceso tintóreo, tiene una influencia directa sobre la intensidad y el tono final obtenido durante el teñido. En los procesos de tintura, se pueden utilizar diferentes niveles de pH, que van aproximadamente desde 2 hasta 12. A un pH fuertemente ácido (iguales o menores que 1) se da ausencia del fenómeno de hidratación (Maldonado Etchegaray, 2005).
- **Tiempo de mordentado.** Es el tiempo de interacción entre el mordiente y la fibra para impregnar el color sobre ella (Maldonado Etchegaray, 2005).
- **Temperatura de baño mordiente**. Es la temperatura a la que se aplica el baño mordiente para la preparación y/o fijación del color por parte de las partículas (Maldonado Etchegaray, 2005).

2.2.4.4 Factores de influencia en el proceso de teñido

El teñido de materiales textiles se ve afectado por la influencia de varios factores que tienen que ser considerados al momento de llevar a cabo este proceso; dichos factores se detallan a continuación. (Cegarra, 2010)

2.2.4.4.1. Efecto de temperatura

La temperatura influye en la dispersión de las moléculas del colorante al interior de la fibra a medida que incrementa la temperatura, la migración de las moléculas incrementa la velocidad de migración. Es importante controlar de forma adecuada el incremento de temperatura durante el

teñido, ya que de ello dependerá la correcta igualación de las tinturas; además, la temperatura de fijación tiene importancia fundamental en la obtención de elevada solidez (Cegarra, 2010).

2.2.4.4.2. Influencia del tiempo de contacto fibra/baño

Es la etapa donde el colorante y la fibra tienen contacto, posibilita que las moléculas de colorante se desplacen hacia la fibra. Es importante conocer durante el proceso de teñido, cuándo termina la difusión y cuándo comienza la fijación del colorante en la fibra, para obtener un teñido eficiente y en el menor tiempo posible, evitando de esta forma el deterioro de las fibras (Cegarra, 2010)

2.2.4.4.3. Influencia de la afinidad del colorante

El agotamiento del baño es función directa de la afinidad si se comparan con los colorantes directos, pero a la vez presentan elevados coeficientes de difusión (Cegarra, 2010).

2.2.4.4.4. pH del baño tintóreo

En los colorantes ácidos de buena igualación, se menciona que a un pH neutro la velocidad de tintura es prácticamente nula; en cambio aun pH de 3, velocidad aumenta que es utilizado este parámetro normalmente en la tintura con buena igualación, y absorción rápida.

Los colorantes de mediana igualación que tiñen a un pH débilmente ácido oscilan de 4.5 a 5; la velocidad de tintura es la adecuada. Los colorantes que tiñen en baño neutro son de mala igualación, ya que a este pH la velocidad de tintura es suficiente, añadiendo en todo caso el ácido acético al final de la tintura para agotar el baño, ya que a pH más bajo de 7 la velocidad es excesivamente elevada, puesto que para que una tintura quede igualada es preciso que la absorción sea gradual, de tal forma que el pH inicial del colorante absorbido al estado de equilibrio sea del orden del 85% (Obando, 2013).

2.2.4.4.5. Relación de baño

Se recomienda utilizar una relación de baño en la que la fibra esté cubierta por el líquido y que le brinda movilidad a la misma (Cegarra, 2010)

2.2.4.4.6. Influencia de movimiento Fibra/Baño

La interacción que hay entre la fibra y el baño tintóreo a través del movimiento espontaneo tiene un impacto en la velocidad de teñido, a medida que incrementa la agitación y movimiento, el contacto entre la fibra y el colorante incrementa.

A mayor movimiento del baño a través de la fibra, se necesitarán tiempos menores para alcanzar el equilibrio del sistema, es decir lograr agotamientos altos, con altos niveles de solidez e igualación (Cegarra, 2010)

2.2.5. MORDENTADO

Es una etapa que se emplea con frecuencia para teñir con colorantes naturales; favorece en la fijación del colorante a la fibra utilizando sales como aluminio, cobre, hierro y estaño; el tipo de mordiente utilizado determina el tono. Asimismo, también incrementa la resistencia del color frente a la luz, lavados Existen tres técnicas de mordentado (Cegarra, 2010).

- **Premordentado**. Es colocar la fibra en una solución acuosa con el mordiente, hasta alcanzar el punto de ebullición por un tiempo específico, se inicia a teñir la fibra (Cegarra, 2010).
- **Mordentado directo o metamordentado**, Se pone la fibra con el colorante junto con el mordiente (Cegarra, 2010).
- **Post mordentado**, Se coloca la fibra regularmente teñida en una solución acuosa que contenga cierta cantidad de mordiente llega al punto de ebullición por cierto periodo (Robles, 2008).

  Los mordientes son sales metálicas que ayudan a fijar el colorante con la fibra o viceversa. El mordiente básicamente cumple tres cosas:

  - El mordiente favorece al colorante para la buena fijación en la fibra.
  - Modifica el color del teñido es decir lo intensifican o lo hacen más tenue.
  - Mantiene estable los colores en presencia de la luz

2.2.5.1. Mordientes acidos y alcalinos

La acidez o alcalinidad es un factor importante en el baño de tinte; afecta de manera directa el resultado del teñido. Por ello es muy importante controlar el pH que permite clasificar el líquido como ácido, neutro o alcalino. (Pino, Extracción artesanal de colorantes naturales, una alternativa de aprovechamiento de la diversidad biológica del choco, 2007).

- **Alcalinos:** Entre los alcalinos más requeridos se encuentran el alumbre, el hierro, el amoníaco, cenizas y lejías. Los álcalis fuertes incluyen las lejías. (Pino, 11.Pino W. Extracción artesanal de colorantes naturales, una alternativa de aprovechamiento de la diversidad biológica del choco, 2007)
- **Ácidos:** El crémor tártaro es el ácido más frecuente. Existen otros ácidos menos fuertes, limón y el vinagre. Estos ácidos se emplean en fibras animales; en cambio, en fibras vegetales se pueden dañar, como el algodón y otras de origen vegetal. Todos los entonadores y fijadores tienen una característica común: modificar el pH del colorante (Pino, Extracción artesanal de colorantes naturales, una alternativa de aprovechamiento de la diversidad biológica del choco, 2007)

2.2.5.2.-Características de los mordientes

Como ya se ha dicho, son muy pocos los tintes que actúan sobre la fibra sin el recurso de un mordiente, puesto que incluso aquellos que actúan como ácidos bases que se incorporan a la estructura molecular de esta con buen resultado aparente son a la larga poco resistentes a la luz y agua (Pino, 2007).

Según (Pino, 2007) **los mordientes son:**

- **Crémor tártaro (tartrato de potasio):** Es un polvo blanco que siempre se utiliza en combinación con otros mordientes (alumbre); tiene la propiedad de dar brillantes y uniformidad al color.
- **Vinagre:** Es el ácido acético el que permite fijar los colores y dar brillo. Generalmente, se utiliza en los teñidos de color rosa y rojos que generalmente provenientes de la uva y del proceso de fermentación de la manzana.
- **Limón:** El jugo de limón puede hacer que los colores se vean más brillantes y claros, debido a la presencia de ácido cítrico en su composición.
- **Sulfato de hierro (FeSO4)**. Se encuentra en forma de polvo de tono gris claro y es corrosivo. No es tóxico tiene que guardarse en ambientes con poca humedad. Modifica el tono de la fibra y baño de tintura. Los colores se oscurecen a verdes, cafés o grises. Al finalizar el baño de tintura, las fibras deben ser lavadas con jabón para retirar todos los residuos de hierro (Corradine Mora, 2014)

- **Alumbre (Sulfato de aluminio – potásico):** El alumbre es un sulfato triple compuesto por el sulfato de un metal trivalente, como el aluminio, y otro de un metal monovalente. El alumbre se encuentra en la naturaleza en forma de cristal que se extrae de una roca de origen volcánico, conocida como traquita aluníferа, No existe producción industrial de este compuesto, proceden de la acción de las solfataras (una combinación de ácidos sulfúricos y anhídridos sulfúricos) sobre rocas que contienen sales de aluminio y potasio. es una sustancia astringente que pueden utilizarse para purificar aguas turbias y también sirve de mordiente en tintorería, curtido de pieles, endurecedor del yeso. Es el mordiente más utilizado debido a su fácil disponibilidad comúnmente se conoce el nombre de "piedra alumbre". Tiene forma de cristales, en polvo blanco o en pasta no es tóxico y no exige condiciones de almacenamiento especiales no altera el color natural de la fibra, ni del material tintóreo, ni del baño de tintura. Realza y da brillo a los colores (Corradine Mora, 2014)

Tabla 5

Propiedades físicas y químicas del alumbre (sulfato doble de aluminio - potásico).

Nombre químico	**Sulfato de aluminio**	**Conformidad**
Sinónimos	Alumbre, torta de alumbre	Estable en condiciones ordinarias de uso y almacenamiento
Fórmula	$KAl(SO_4)_2.12H_2O$	
Familia Química	Sales inorgánicas	
Estado Físico	Sólido Granulado	
Apariencia	Color blanco sin olor Característico	
Ph	8.3 alcalino en agua	

Nota, (Pino, 2007)

- **Cobre: Sulfato de cobre. CuSO4.-** Es un polvo de color azul turquesa; es corrosivo, tóxico y debe ser almacenado en lugares secos y oscuros (Corradine Mora, 2014)

Modifica el color natural de la fibra, del material tintóreo y del baño de tintura, tornándose verdosos y en algunos casos rojizos al finalizar el baño de tintura las fibras deben ser lavadas con jabón para retirar todos los residuos de cobre, ya que estos se deteriorarían rápidamente. (Corradine Mora, 2014)

2.2.6. Colorimetría

La colorimetría es de carácter instrumental; determina cuantitativamente la profundidad del color. Por la absorción de la luz visible en una muestra puede ser una sustancia pura o una mezcla. Con el objetivo de realizar una cuantificación de los colores, siempre teniendo en la meta la obtención de todos los valores numéricos con los que cuentan los colores. (Munsell, 2014).

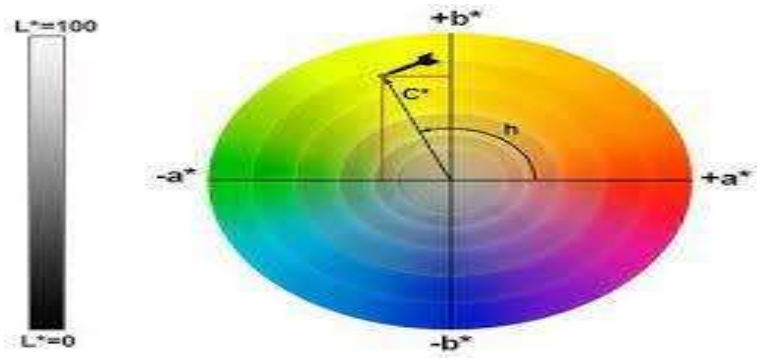
2.2.6.1. Identificar los Atributos del Color

Según (Munsell, 2014)

- **Tono. El croma o matiz** es la propiedad que distingue los colores: verde, violeta, anaranjado etc.
- **Saturación.** Se refiere a la saturación o la cantidad de color de la intensidad cromatica
- **Brillo.** Se refiere a la cantidad de luz que una fuente luminosa produce o que un espacio refleja.
- **Luminosidad.** Es la cantidad de luz que una superficie refleja con respecto a la luz reflejada por un espacio blanco bajo las mismas condiciones de iluminación.
- **Valor. -** Se refiere al nivel de claridad u oscuridad que presenta un color, el cual depende de la cantidad de luz que contiene o refleja.

Figura 8

Diagrama de espacios de color L, a* y b**



Nota. En la figura 8 representa espacio L*, a* y b*, donde L* indica la luminosidad, mientras que a* (rojo y verde) y b*(amarillo y azul) son las coordenadas cromáticas de los colores (Obando, 2013)

2.2.6.2.-Espacios de color L*, a* y b* según (Obando, 2013)

En este código, la L* representa la luminosidad o claridad del color; a* es el componente rojo (cuando es positiva) o verde (si es negativa); mientras que la b* representa el componente amarillo (si es positiva) o azul (si es negativa).

También utilizan los códigos C* y h. El valor C* representa el croma, es decir, la intensidad o saturación del color, mientras que h indica el tono, expresado como un ángulo en la rueda de colores. Estos valores corresponden a las coordenadas polares que se obtienen a partir de las coordenadas cartesianas a* y b*.

Mencionado por (Palomino Cuyo, 2015).” El espacio del color lab fue modelado en base a una teoría de color que establece que dos colores no pueden ser rojo y verde al mismo tiempo, amarillo y azul”.

Donde:

L*: luminosidad

a *: son coordenada que oscilan de rojo a verde cuando es positivo indica rojo, cuando es negativo verde.

b *= coordenada que representan desde amarilla a azul (+ indica amarillo; -b indica azul)

2.2.7 Solidez al color

Los tapices (tapices de Ayacucho) deben cumplir con los requisitos de solidez del color que se muestran en la tabla 5. La valoración de la solidez al lavado, frote y a la luz solar se indica en valores numéricos, que cubren con un rango de 1 (deficiente solidez al color) hasta el número 5 (una excelente solidez al color).

Tabla 6

Cuadro de aceptación para las pruebas para solidez al lavado, frote y la luz

CARACTERÍSTICAS	COLORANTE NATURAL	COLORANTE SINTÉTICO
Solidez al lavado	3-4	4
Solidez al frote	3-4	4
Solidez a la luz solar	5	5

Nota. Representa prueba de solidez con colorante natural y colorante sintético (NTP.232.201, 2007).

2.2.7.1. Intensidad de color

La evaluación de la intensidad del color considera diferentes características.Una de las más importantes es la cromaticidad, que se refiere a la percepción general o intensidad que presenta un color, debido a la pureza y saturación de un color específico dentro del espectro de color, se puede a menudo ofrecer información importante como la composición química de una substancia o la visibilidad total de partes específicas de una escena, pudiendo medir y analizar la intensidad de color en forma precisa y cuantificable, lo que es de suma importancia (Munsell, 2014).

2.2.7.2.-Solidez al lavado del teñido con el método acelerado

Es la resistencia que exhibe el teñido frente a cada agente que son capaces de modificar su color original y originar un manchado sobre un testigo blanco Los distintos agentes que pueden producir alteraciones en el color de los textiles (Munsell, 2014).

2.2.7.3 Determinación de la solidez

Los valores utilizados para determinar la solidez se presentan en la siguiente escala

Tabla 7

Valores que determinan los diferentes rangos de solidez

Valores	Denominación	Teñido
1	Malo	Destiñe muy fuertemente
2	Regular	Destiñe fuertemente
3	Buena	Destiñe sensiblemente
4	Muy buena	Destiñe un poco
5	Excelente	No destiñe

Nota. (Munsell, 2014).

Tabla 8

Escala de valoración de prueba de solidez al color

Valor	**Interpretación**
5	Excelente
4-5	Muy bueno
4	Bueno
3-4	Regular-bueno
3	Regular
2-3	Mediano
2	Bajo
1-2	Deficiente – malo
1	Muy deficiente

Nota: (NTP 231. 042, 2009).

2.2.8. Coeficiente de difusión

La difusión es un fenómeno de transporte de materia que consiste en el movimiento espontáneo de moléculas desde zonas donde la concentración es mayor hacia zonas donde es menor, hasta que se alcanza un estado de equilibrio en el que la concentración se distribuye de forma uniforme. (Crank.J, 1986)

En los procesos de tratamiento de fibras textiles, este mecanismo es el responsable de que el mordiente o el colorante pase desde el baño líquido hacia el interior de la estructura de la fibra. Cuando la concentración cambia a medida que transcurre el tiempo, el proceso se clasifica como régimen no estacionario (Crank.J, 1986)

3.1. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

Hipótesis general

El tiempo de teñido y concentración de mordiente influyen significativamente en el teñido natural con molle (*Schinus molle* L.) aplicados en la fibra de alpaca con respecto a la solidez, tonalidad al color, resistencia y coeficiente de difusión

Hipótesis especificas

1. Existe interacción optima entre las variables tiempo de teñido concentración de mordiente que mejore la solidez al frote, lavado, luz en la fibra de la fibra de alpaca baby teñida
2. Los diferentes niveles de tiempo de teñido y concentración de mordiente influyen significativamente en la tonalidad de color y resistencia a la tracción de la fibra de alpaca baby teñida
3. El coeficiente de difusión del teñido entre baño tintóreo y la fibra de alpaca baby varía en función a la concentración de mordiente

3.2. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

En el presente estudio se consideró variables experimentales y variables descriptivas las variables experimentales son controlables y manipulables en cambio las variables descriptivas son las variables en respuesta al teñido

3.2.1 variables experimentales

Variables independientes

Son variables que son controladas y modificadas por el investigador.

- **Tiempo de teñido.** Está dado por el agotamiento del colorante en toda la superficie de fibra para la buena fijación del teñido; para ello se aplicó distintos tiempos de 20, 40, 60 minutos.
  T1: 20 min

T2: 40 min

T3: 60 min

- **Concentración de mordiente.** Los niveles de mordiente se estudiaron en el 10%, 20%, 30% con respecto a la fibra, y el sulfato de hierro es permanente en todos los tratamientos a 0.05%.

C1:10%

C2:20%

C3:30%

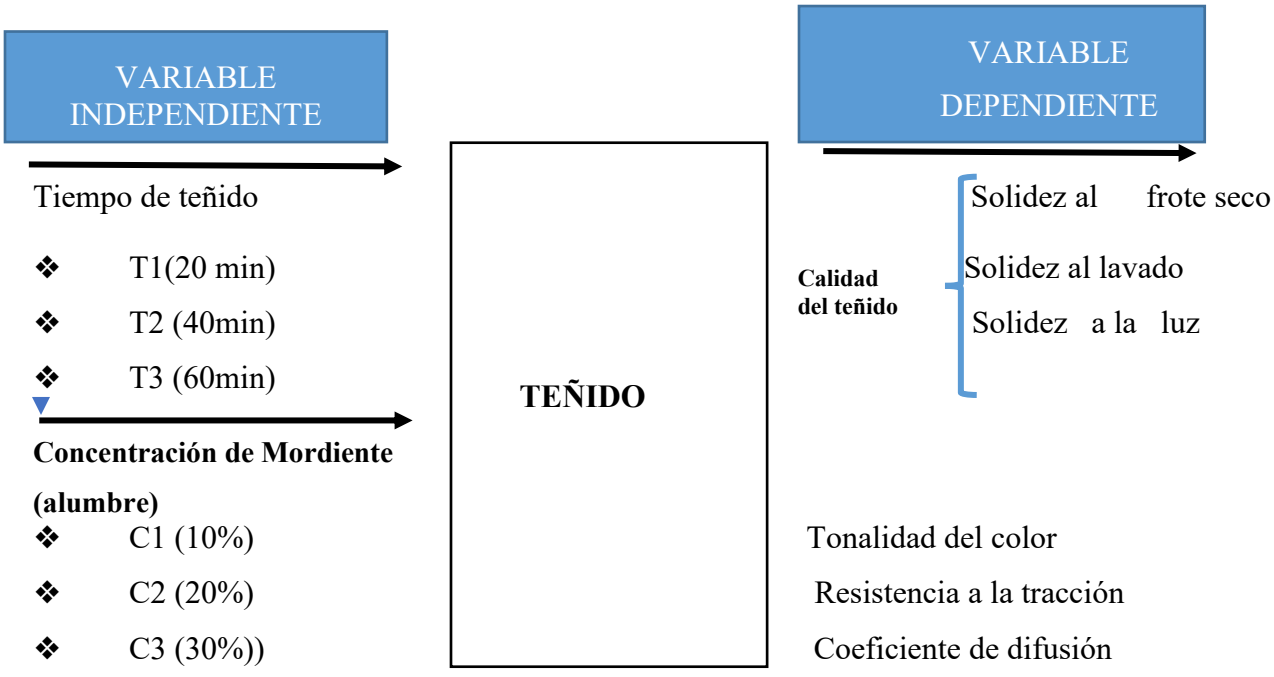
Variables dependientes.

Son aquellas que cambian conforme a los valores independientes en la elaboración de teñido de fibra de alpaca

- Solidez al frote seco, lavado, luz.
- Tonalidad de color.
- Resistencia a la tracción
- Coeficiente de difusión

Tabla 9

Identificación de variables independientes y variables dependientes



3.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 10

Operacionalización de variables

Tipo de variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicador	Técnica /instrumento	Escala
Independiente Tiempo de teñido	Tiempo durante el cual la fibra de alpaca baby permanece en contacto con el baño de teñido	Duración total de la inmersión de la fibra en el baño teñido con extracto de molle	Duración del proceso	Minutos del teñido T1:20min T2:40min T3:60min	Control de proceso controlada y programada maquina teñidora	Razón
Independiente Concentración de mordiente	Proporción de alumbre que mejorar la fijación del colorante natural en la fibra de alpaca baby	Cantidad de alumbre expresada en porcentaje aplicada durante el proceso de teñido, con respecto a la fibra alpaca baby	Nivel de concentración en %	Concentración de mordiente en porcentaje C1:10% C2:20% C3:30%	Preparación en el baño de teñido con balanza analítica	Razón
Dependiente Calidad de teñido	Solidez al color es la capacidad del colorante permanecer fijo sobre la fibra evitando	**Solidez al frote** .Mide la cantidad de color transferido de la superficie	Seco	Capacidad de mantener estables el color frente a las pruebas de calidad	Solidez al frote frictometro NTP 231.42	Ordinal
		Solidez al lavado. La pérdida de color	Grado de solidez		Solidez al lavado NTP231.008	Ordinal

		Solidez a la luz.se expone las madejas a luz solar bajo condiciones aceleradas	Grado de resistencia a la luz		Solidez a la luz NTP 231.183	Ordinal
TONALIDAD	Es fundamental en el proceso de teñido	Refleja el grado de fijación y uniformidad del colorante sobre la fibra	tonalidad del color cuantifica el color expresado en el sistema cielab (l,*,a*,b*)	intensidad y variación del color	valores colorimétricos	Intervalo
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN	Es una propiedad mecánica fundamental indica la capacidad textil fuerzas de estiramiento	Durante el teñido natural los diferentes factores pueden provocar modificaciones en la resistencia.	Resistencia a la tracción	Fuerza máxima soportada	ensayo mecánico dinamómetro	Razón
COEFICIENTE DIFUSION	Determina la velocidad del mordiente que se desplaza desde el baño hacia el interior de la fibra	Se obtiene partir de los cambios de concentración en relación al tiempo usándola relación de pendiente y radio	Impregnación y movilidad de sustancia	Valor numérico expresado cm2/s	Por la ley Fick Pesajes	Razón

Nota: descripción de las variables de operación

IV. MATERIALES Y METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

4.1. LUGAR DE INVESTIGACIÓN

El presente trabajo de investigación en su parte experimental se realizó en los siguientes lugares.

- Laboratorio de tecnología de cueros y pieles de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial Filial Sicuani de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, ubicado en la avenida san felipe, se realizó las primeras pruebas de ensayo.
- Empresa Kuski ubicada en Parque Industrial G-1, Cusco: se realizó el deshidratado de las hojas de molle y el proceso de molido.
- Laboratorio de Fibras en el Centro Experimental Cicas la Raya de la UNSAAC ubicado en el distrito de Marangani: se realizó el lavado de fibra y medición de diámetro.
- Laboratorio de pruebas de calidad textil en CITE Textil Camélidos Cusco, ubicado en Av. Las Américas J-1; se realizó el teñido y pruebas de solidez a la luz, al frote y al lavado.
- Laboratorio de Incalpaca PTX S.A. domiciliado en la calle Cóndor n.° 100, Urb. Tahuaycani, Arequipa. Se realizo las pruebas de resistencia y colorimetría.

4.2 TIPO, NIVEL Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

4.2.1 Tipo de investigación

El propósito de esta investigación es de tipo aplicado, tiene como objetivo de generar conocimientos prácticos, orientado a mejorar y optimizar el proceso de teñido natural con molle.

4.2.2 Nivel de investigación

En cuanto al nivel de investigación es de nivel explicativo, determina la relación de causa y efecto entre las variables independientes y dependientes. El enfoque de la presente investigación es cuantitativo que se centra en la recolección y análisis de datos numéricos.

4.2.3 Diseño de investigación

El diseño es experimental que se utilizó para el análisis de teñido de fibra de alpaca tuvo 9 tratamientos, con tres repeticiones se aplicó el diseño factorial completo con un factorial de 3^2. (Fernadez, 2020), solidez, frote seco, al lavado y solidez a la luz, resistencia a la tracción , tonalidad

del color , coeficiente de difusión respectivamente veremos el nivel significancia por la prueba de Tukey.

4.2.4 Población.

En cuanto a la población es fibra de alpaca baby

4.2.5 Muestra

Para la muestra estuvo constituida por la cantidad utilizada en cada tratamiento que fue 6 gramos de fibra de alpaca con un total de 54 gramos

4.3 MATERIALES, EQUIPOS, INSTRUMENTOS Y REACTIVOS

4.3.1 Materias primas

- La fibra de alpaca se adquirido del Centro Experimental de la Raya, ubicado en el distrito de Marangani en la provincia de Canchis, está a una altitud de aproximadamente 4,130 metros sobre el nivel del mar. Esquila del año 2021.
- Hojas de molle (*Schinus molle* L.) fue adquirida del complejo arqueológico de Piquillaqta, se encuentra el distrito de Lucre, perteneciente a la provincia de Quispicanchi que está situada en el departamento del Cusco, a unos 30 km al sureste de la ciudad del Cusco y altitud 3.250 m s. n. m. con una coordenada 13°37′00″S 71°42′53″O / -13.616666666667, -71.714722222222

4.3.2 Insumos (CITEX TEXTIL CAMELIDOS CUSCO)

- Alumbre ($KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$).
    - MARCA: OREGON CHEN GROU
    - PUREZA: MINIMA DEL 98.0%
    - Densidad Aparente: 1.1+- 0.2 (g/ml)
    - Color: Blanco solubilidad: 110 gr/lt de agua a 30º
      Granulometría Granular de menor de 2 cm
    - Ph 2.5 – 3,0 al 1 % solución.
    - Empaque: sacos de 25 kg, paletas de 1000 Kg
    - Detergente hostapal MARCA: SNK

- Sulfato Hierro (FESO4)
    - MARCA: DQI DISTRIBUIDORA DE QUÍMICOS INDUSTRIALES SAC
    - Pureza como hierro 19.5 % mìn
    - Insolubles 2.0 % máx.
    - Acidez libre (como H2SO4) 2.0 % máx.
    - Agua combinada 44.79 % máx

4.3.3 Equipos

- Balanza gramera de precisión keen ABJ-NM
- Termómetro digital de lectura doble con DATALOGGER DTM 500 SW
- PH-metro digital, medidor de pH, EC, TDS y temperatura, Peachímetro PH3508
- Dinamómetro
- Pipeta de 1ml y 0.5ml,10ml
- Estufa de Secado

4.3.4 Equipos para la caracterización de fibra

- Analizadora óptica de fibra (OFDA 2000)
- Lavadora acondicionada Eléctrica para lavado de Fibra de Alpaca
- Laminas porta objeto para muestra de laboratorio
- Termohigrometro Digital BOECO SH-110 Digital BOECO SH-110
- Detergente liquido HELPASOL FLP

4.3.5 Equipos para el deshidratado y molido del molle

- Balanza analítica capacidad 5 kg Dakota modelo EB50
- Bandejas de acero inoxidable
- Deshidratador convectivo de bandejas de 32 bandejas
- Molino martillo MAG 300 potencia de 5hp 300kg por hora
- Balanza gramera de precisión keen ABJ-NM

4.3.6 Equipos para el teñido de fibra de alpaca

- Máquina Teñidora de Laboratorio: Marca Ahiba, Rango de temperatura de 20-

140°C, Exactitud del control de la temperatura de teñido *±2ºC.*

- Titulador madejera de laboratorio: Marca Mesdan Lab.
- Tubos de acero inox
- Balanza 5kg METTLER TOLEDO
- Termómetro digital rango de medición -50 a +300 °C/-58°F a 572°F, longitud de sonda 30cm, precisión: 0.1°C/°F, marca BOECO.
- Cocina a gas
- Colador
- Recipientes

4.3.7 Para control de calidad de la fibra teñida

4.3.7.1. Equipo para medición solidez al frote

- Frictómetro: Marca SDL ATLAS Electronic Crockmeter, cuenta con contador electrónico y un brazo de peso de 9N El instrumento se suministra con superficies de roce de diámetro 1,6 cm y 3,2 cm y con dos pesos de 9 N
- Testigo cuadrado de tela de algodón blanca
- Papel secante textil blanco
- Medición por escala de grises Escala de transferencia cromática

4.3.7.2. Equipos para medición solidez a la luz

- Escalas grises para valorar los cambios de color
- Cabina de Luz, cuenta con diferentes fuentes MARCA PCE - CIC 11 CUENTA CON DIFERENTES FUENTE DE LUZ DEL DÍA (D65) FLUORESCENTE (TL 83/U30) ULTRAVIOLETA (UV) FRÍA FLUORESCENTE(CWF)

4.3.7.3. Equipo para medición solidez al lavado

- Tejido de Prueba Multifibra de 8mm contenido de Acetato, Algodón, Nylon, Poliéster, Acrílico y Lana.
- Detergente sin blanqueador optico y sin fosfato.Hostapal
- Escala de grises para cambio de color
- Equipo probador de solidez de lavado de tela para prueba

4.3.8 Otros Materiales.

- Ollas de acero inoxidable.
- Tamizadores y paletas.
- Cocina eléctrica
- Cocina semi Industrial a gas.
- Litrera de capacidad de 2lt y llt
- Cinta de embalaje

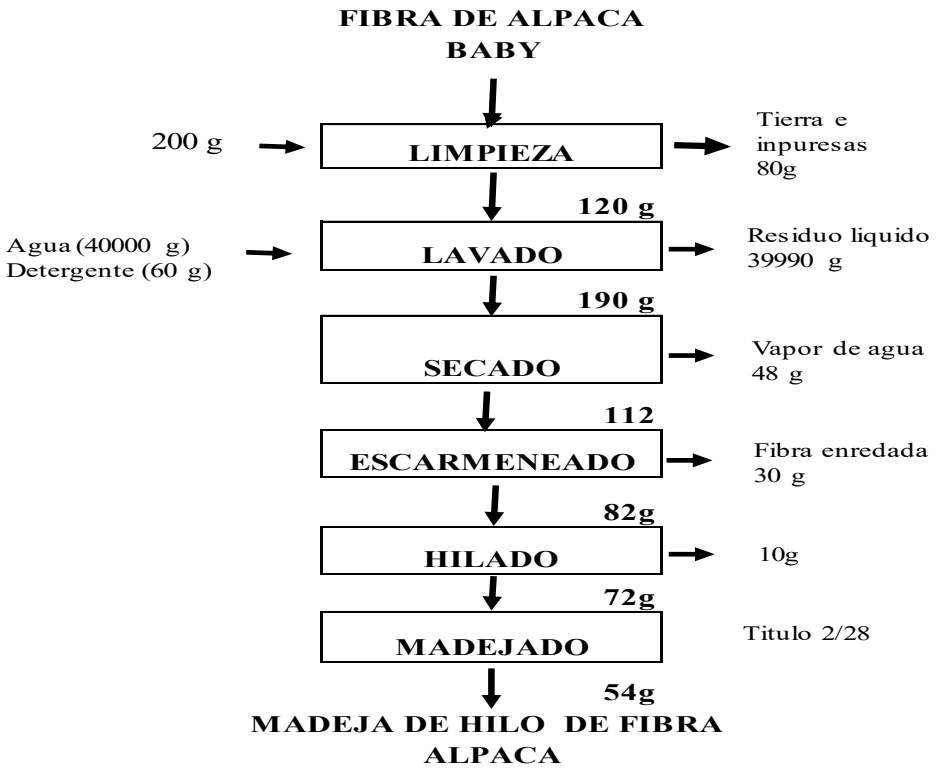
4.4. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

4.4.1. Metodología para obtención de fibra teñida con molle

4.4.1.1 Acondicionamiento de la fibra de alpaca

Figura 9

Obtención de la fibra de alpaca



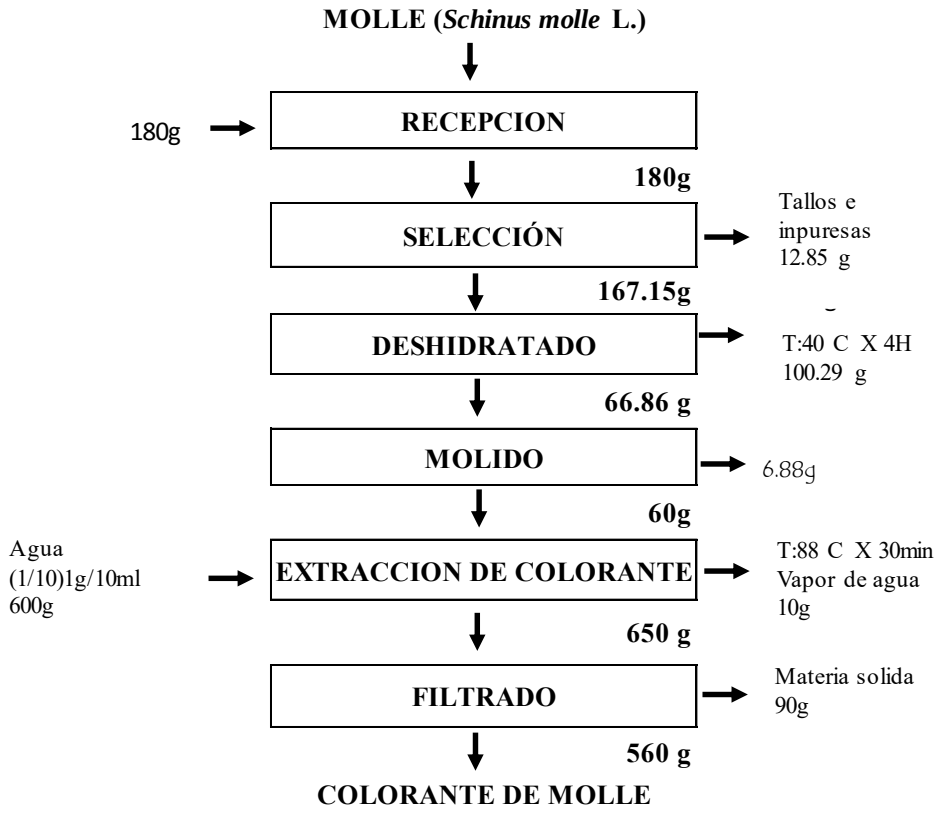
- **Materia prima:** La fibra de alpaca se adquirió del Centro Experimental Cicas La Raya de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco de la raza huacaya baby.
- **Limpieza:** Se realizó la limpieza manual de la fibra, se eliminó pajas, tierras y algunas impurezas presentes
- **Lavado:** Se lavó en una lavadora eléctrica de acero inoxidable que permite controlar la temperatura a 50 °C. Se realizó con la finalidad de quitar el polvo y grasa existente en la fibra; contiene 4 fases con 40 lt de agua; se removió lentamente con una paleta en forma manual para que no se enrede la fibra.
    - ✓ En el primero se puso la fibra sucia
    - ✓ En el segundo se puso detergente hostapal de 150 gramos para eliminar la suciedad y la grasa de la fibra
    - ✓ El tercero y cuarto se realizó el enjuague

  Hasta que quede totalmente blanca y brillante.
- **Secado:** El proceso de secado se realizó a temperatura ambiente se extendió en un colgador.
- **Escarmenado:** Se realizó manualmente para eliminar las impurezas que quedó después del lavado estirar los fragmentos para retirar alguna pajilla y enredos de fibra con cuidado para evitar romper la fibra.
- **Hilado.-** El hilado se realizó en la empresa CITE textil camélidos Cusco. Fue manual
- **Madejado** Se utilizó el titulador de madejas cuyo título es de 2/28 es decir 28 metros mide 2 gramos, para el teñido se utilizó 6 gramos para cada tratamiento se utilizó 74 metros de hilado de fibra de alpaca baby

4.4.1.2 Descripción para la obtención del colorante de Molle (*Schinus molle* L.)

Figura 10

Extracción de colorante de Molle



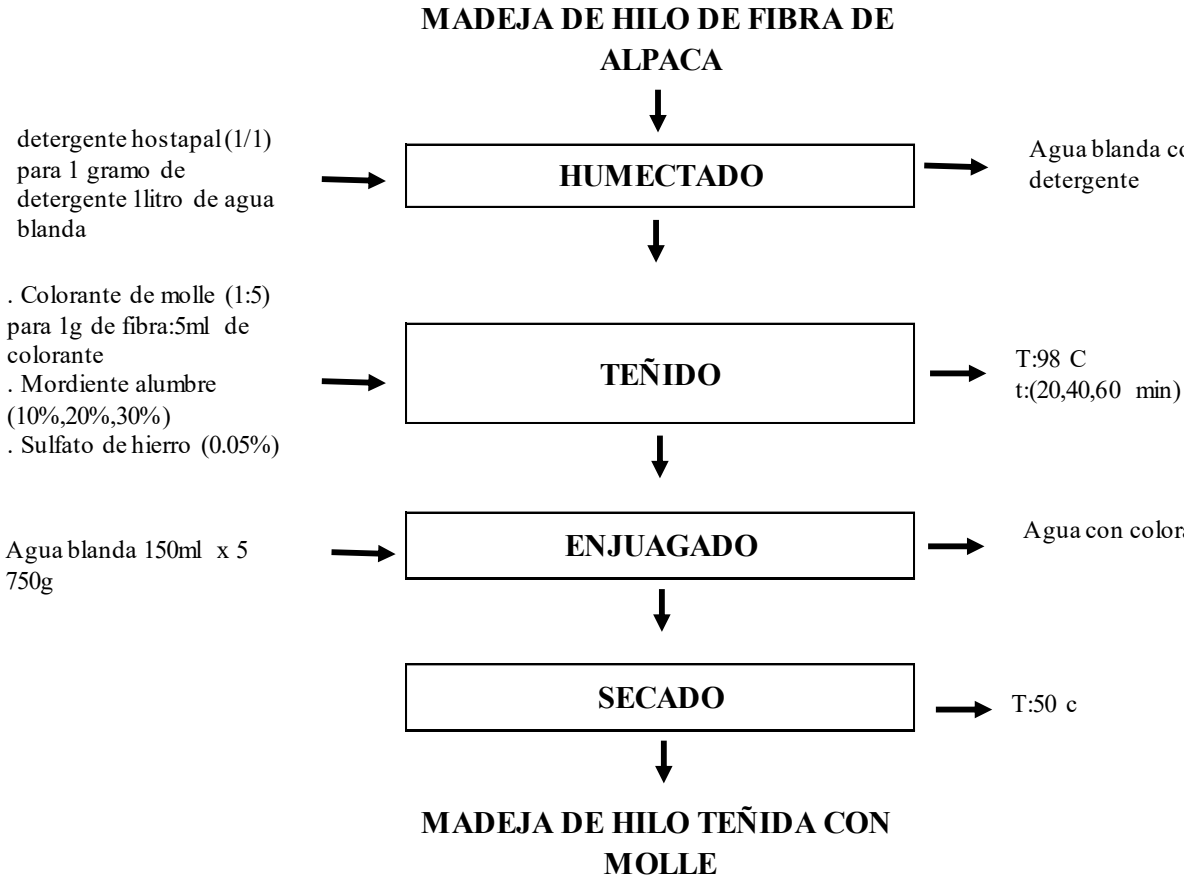
- **Recepción de la materia prima.** Se recolectó molle; la parte de las hojas del Parque Arqueológico de Pikillaqta está ubicada a 32 km de la ciudad del Cusco, en la provincia de Quispicanchis.
- **Selección.** Se selecciono la hoja de molle considerando el raquis el eje central y foliolos se eliminaron materias extrañas.
- **Deshidratado.** El deshidratado se realizó en la empresa Kuski utilizando el equipo deshidratador convectivo de 12 bandejas; se colocaron las hojas de molle en cada bandeja y se programó a una temperatura de 40 °C por 4 horas.
- **Molido.** Luego de obtener las hojas de molle seco, se muelen en molino tipo martillo en partículas pequeñas y así obtener muestras finas para mayor concentración de colorante.
- **Extracción del colorante.** Se realizó colocando en una olla grande de acero inoxidable a una concentración 1/10 por cada un gramo de molle molido, se adiciono 10 ml de agua hasta llegar a la temperatura de ebullición, que es de 88° por 30 minutos.

- **Filtrado.** El filtrado se realizó en una malla fina de 75 micras a una temperatura de 60 °C para evitar que entren partículas gruesas de las hojas de molle.

4.4.1.3 Descripción de teñido natural con molle en la fibra de alpaca.

Figura 11

Teñido de fibra de alpaca



- **Humectado.** Una vez madejadas las muestras, se procedió a humectarlas en una olla de acero inoxidable, con una concentración de 1/1 L; es decir, para 1 gramo de detergente hostapal en un litro de agua, se utilizó 3 gramos de detergente en 3 litros a una temperatura de 50 °C para que se impregne mejor el color en los tubos de acero.
- **Mordentado Directo.** Este proceso es muy importante; incluye muchos factores, tales como el volumen de colorante con respecto a la cantidad de fibra y mordiente que se puso en el tubo de acero inoxidable a una temperatura de 18 °C.

1.-Volumen de colorante. Se determino de acuerdo a la capacidad de los tubos de acero inoxidable, que son de 110 ml. Para ello utilizamos una relación de baño 1/5; nos indica que para 1 g de fibra de alpaca utilizaremos 5 ml de colorante. En el laboratorio se utilizó 6 gramos de fibra con 30 ml de colorante de molle; se adicionó agua blanda para llenar la capacidad del tubo.

2.-Cantidad de mordiente. Se utilizó el sulfato doble de aluminio y potasio KAI (SO4)2 _ 12H20 con diferentes niveles de 10%, 20%, 30% con respecto a la fibra de alpaca con sulfato de hierro F2S04 0.05%, que es un parámetro constante en todos los tratamientos. Por último, medimos el pH de la solución de los 9 tratamientos.

- **Teñido.** Una vez lista la solución del mordentado directo en el tubo de acero inoxidable, pasamos a taparlo herméticamente y rotularlo. Programamos la máquina teñidora a una temperatura de 98 °C por diferentes tiempos de 20, 40, 60 min.
- **Enjuagado.** En el proceso de enjuagado utilizamos vasos precipitados con 5 repeticiones de 150 ml, donde existe el desprendimiento del color en cada lavado.
- **Secado.** La fibra ya enjuagada será secada en la estufa a una temperatura de 50 °C, donde se observa que la fibra pierde peso debido a la separación del agua.

4.4.2 Análisis equipo de OFDA 2000 para caracterizar la finura de la fibra de alpaca.

Es un equipo utilizado para evaluar, en tiempo real, las características de las fibras de lana y de otras fibras de origen animal a lo largo de las mechas, expresando los siguientes resultados: diámetro, factor confort, coeficiente de variabilidad. El OFDA es el único instrumento capaz de mostrarnos un perfil de finuras a lo largo de las mechas medidas (Shaman Elvira, 2000)

PROCEDIMIENTO

- Calibrar el equipo OFDA 2000 (Analizador Óptico del Diámetro de Fibra)
- Poner en el porta objetos la muestra de fibra
- Expandir bien la fibra sobre el portaobjeto
- Poner al equipo e interpretar la curva

4.4.3 Metodología de calidad de teñido con métodos acelerados de cuerdo a la Norma Técnica Peruana

4.4.3.1. Solidez del color al frote seco.

La prueba de solidez al frote se realizó de acuerdo a la **Norma Técnica Peruana 231.042 revisada en el 2019;** método para determinar la cantidad de color transferida de la superficie a la superficie blanca por frotación.

Principio: Se frota un espécimen junto con un tejido testigo blanco para valorar el desprendimiento del color a condiciones controladas. Se evalúa y se da valoración con la escala de grises (sangrado y manchado), la cual tiene nueve pasos.

Metodología:

- Coloque la muestra teñida en la base del Frictometro estirada sobre el papel abrasivo
- Colocar una porta muestras sobre la muestra, como un medio adicional para evitar el desplazamiento de la muestra.
- Coloque un cuadrado testigo blanco con el dibujo paralelo a la dirección de la frotación, sobre el extremo del brazo frotador cargado
- Programar el frictometro para que realice la frotación para que rose hacia atrás y adelante 20 veces con un peso estándar de 9N.
- Sacar el testigo blanco y valorar el frote con la escala de grises.

4.4.3.2 Método acelerado de ensayo de solidez al lavado

La prueba de solidez de lavado acelerado se realizó de acuerdo a la **Norma Técnica Peruana NTP 231.008.2015**. Manifiesta que existe pérdida de color del tejido y los cambios superficiales de la acción de solución del detergente, así como la acción abrasiva que emulan en una prueba de 45 minutos.

Principio: El espécimen que se va a ensayar es lavado en condiciones de tiempo adecuadas, a la acción abrasiva, el detergente blanqueador y la temperatura; el cambio de color es similar al lavado de mano o lavadoras domésticas,

Metodología:

- Se acomoda la muestra teñida en contacto directo con la multifibra en partes iguales, se puede coser o grapar la fibra teñida a la multifibra.

- Preparar el detergente líquido 0.23% con respecto al volumen del agua que se pondrá a los tubos cada vaso contiene 50 esferas de acero para la abrasión del color en la multifibra
- Cerrar herméticamente el tubo de acero inoxidable y acomodar en la máquina de lavado programada a una temperatura de 49ºC por 45 minutos.
- Extraer los tubos de la máquina de lavado y retirar las muestras, enjuagar y secar.
- Constatar el manchado en la multifibra y relacionar con la escala de grises en la cabina de luz.

4.4.3.3. Solidez del color a la luz

La solidez del color a la luz es la resistencia de un material a la decoloración o al cambio de color cuando se expone a fuentes de luz, como la luz solar o luces artificiales. (Norma Técnica Peruana NTP 231.183 revisada el 2010

Principio. Se coloca las muestras del tejido a luz solar en periodo de 12 horas durante tres días, a razón de 4 horas diarias bajo condiciones adecuadas. Protegido de la lluvia. La solidez se determina por comparación de cambio de color de la muestra ensayada con la escala grises para valorar los cambios de color

Metodología.

- Se pone la muestra sobre una superficie plana
- Con el cartón se cubre la mitad de la muestra
- Expone a luz solar durante las 4 horas de sol intenso
- Quitar el objeto que cubrió la mitad de la muestra si hay cambio del color de la muestra este se valora con la escala grises utilizando la cabina de luz para que no exista distorsión de colores.

4.4.3.4. Evaluación de tonalidad de color mediante el colorímetro

Para la medición de la tonalidad se utilizó el colorímetro data Tools en la empresa Incalpaca TPX Se puso las muestras en el equipo en el programa dio los resultados.

Según (Palomino Cuyo, 2015) el espacio cielab está dado,

L*=luminosidad

a*= es coordenadas de rojo/verde (un valor +es rojo, - es verde)

b* = coordenadas amarillo/azul (+b indica amarillo, -b indica azul).

Teniendo las coordenadas cromáticas en valor numérica se aplica con la siguiente ecuación:

$$c* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$$

$$h* = arctg[\frac{b^*}{a^*}]$$

Dónde: c*= cromo

h*= tono de color

4.4.3.5 Método de la resistencia a la tracción

Método de prueba que mide la resistencia de un hilo, se requiere una fuerza mínima para evitar la ruptura del hilo por lo tanto se utilizó el Equipo Dinamómetro Micro-CX el cual cuenta con dos mordazas entre las cuales se coloca el hilo sin aplicar tensión al dar marcha al equipo mide fuerza para romper el hilo se expresa en gramos -fuerza. (Lockuand, 2021)

4.4.3.6 Método para coeficiente de difusión

El comportamiento matemático de la difusión en régimen no estacionario se describe mediante la segunda ley de Fick para materiales con geometría cilíndrica.

$$\frac{\partial C}{\partial t} = D(\frac{\partial^2 C}{\partial r^2} + \frac{1}{r}\frac{\partial C}{\partial r})$$

- $\frac{\partial C}{\partial t}$=variación de la concentración con el tiempo
- D =coeficiente de difusión
- r=coordenada radial es decir la dirección desde el centro hacia la superficie de fibra

resolver esta ecuación diferencial, se obtiene una expresión que aparece como una serie infinita. Sin embargo, para tiempos de tratamiento iguales o superiores a 20 minutos, como los utilizados en este estudio, los términos sucesivos de la serie tienen valores muy pequeños y pueden despreciarse sin afectar la precisión del resultado (Crank.J, 1986)

$$ln\frac{Co - Ct}{Co} = -\left(\frac{\alpha^2.D}{R^2}\right).t$$

Donde

Co: concentración inicial de mordiente en el baño

Ct: concentración de mordiente en el baño en un tiempo determinado

R: radio hilo de alpaca

α^2: constante derivada de la función de Bessel

4.5 DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental que se utilizó para el análisis de teñido de fibra de alpaca tuvo 9 tratamientos, con tres repeticiones se aplicó el diseño factorial completo con un arreglo de tratamiento factorial de 3^2. (Fernadez, 2020), solidez, frote seco, al lavado y solidez a la luz, resistencia a la tracción , tonalidad del color y coeficiente de difusión con el nivel significancia por la prueba de Tukey.

Tabla 11

Matriz 3 a la 3 de acuerdo a Fernandez 2020

ORDEN ALEATORIO	***FACTOR A***	***FACTOR B***
	Tiempo de teñido	Concentración de mordiente
1	-1	-1
2	0	-1
3	1	-1
4	-1	0
5	0	0
6	1	0
7	-1	1
8	0	1
9	1	1

Nota: Se utilizo este modelo el diseño de matriz

Tabla 12

Diseño experimental para la obtención del teñido de fibra de alpaca

Orden aleatorio	Variable independiente		Repetición	Variable independiente					
	Tiempo de teñido (min)	Concentración de mordiente (Alumbre)		Solidez			Tonalidad al color	Resistencia la tracción	Coeficiente de difusión
				Color	Lavado	Luz			
1	20	10%	R1, R2, R3						
2	40	10%	R1, R2, R3						
3	60	10%	R1, R2, R3						
4	20	20%	R1, R2, R3						
5	40	20%	R1, R2, R3						
6	60	20%	R1, R2, R3						
7	20	30%	R1, R2, R3						
8	40	30%	R1, R2, R3						
9	60	30%	R1, R2, R3						

Nota. Diseño experimental para 9 tratamientos con tres repeticione

V. RESULTADO Y DISCUSIONES

5.1.-CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA FIBRA DE ALPACA

Tabla 13

Características de la fibra de alpaca tipo Huacaya resultados equipo OFDA 2000

FIBRA DE ALPACA	DIÁMETRO Micron(μm)	COEFICIENTE DE VARIABILIDAD (cv)%	FACTOR CONFORT CF
numero de lectura			
1	18.50	18.40	99.7
2	18.20	20.20	99.6
3	17.80	20.60	99.2
PROMEDIO	18.17	19.73	99.5

Nota: los valores obtenidos por el equipo OFDA

En la Tabla 13. Representa el resultado obtenido del Laboratorio Cicas la Raya analizado con el equipo OFDA 2000 que permite medir de manera precisa, rápida cuyo diámetro fue de 18.17um con un Coeficiente de Variabilidad 19.73% el Factor Confort 99.5%.

Según la (NTP 231.301:2014) la fibra hasta 23 micras se encuentra en la clasificación baby, por lo tanto, nuestra fibra se encuentra en este rango (18.17 um).

El Factor Confort de la fibra de alpaca baby utilizada en nuestra investigación tipo Huacaya tiene un 99.5% que es bastante confortable para la piel, no produciendo picazón.

Según el enunciado Sacchero (2008). Las empresas dedicadas a textilería de prendas priorizan vellones con un FC igual o mayor a 95% que tiene las sensaciones de suavidad y no genera picazón en el cuerpo humano ante respuestas fisiológicas y sensoriales de las personas.

5.2 RESULTADOS DE SOLIDEZ AL FROTE SECO DEL TEÑIDO DE FIBRA DE ALPACA

Tabla 14

Resultados de solidez al frote Seco

Muestra	Tiempo de teñido (Min)	Concentración de Mordiente %	Solidez Frote Seco I	II	III	Promedio
1	20	10	3	3	3.5	3.2
2	40	10	3	3	3	3.0
3	60	10	2.5	3	2.5	2.7
4	20	20	3.5	3.5	3.5	3.5
5	40	20	3.5	3.5	3	3.3
6	60	20	3.5	3	3.5	3.3
7	20	30	4	4	4	4.0
8	40	30	4.5	4.5	4.5	4.5
9	60	30	3.5	3	3.5	3.3

Tabla 15

Análisis de varianza para la solidez al frote seco

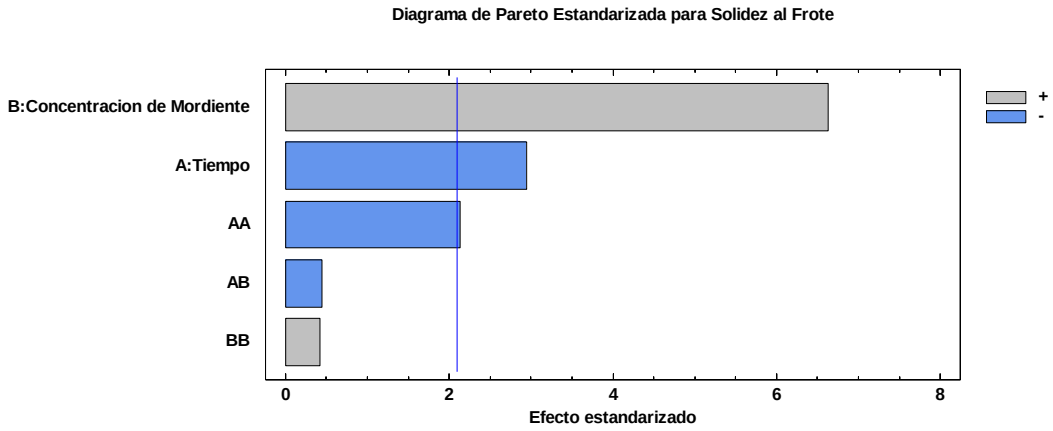
Análisis de Varianza para Solidez al Frote

Fuente	*Suma de Cuadrados*	*Gl*	*Cuadrado Medio*	*Razón-F*	*Valor-P*
A: Tiempo de teñido	0.888889	1	0.888889	8.70	0.0082
B: Concentración de mordiente	4.5	1	4.5	44.02	0.0000
AB	0.0208333	1	0.0208333	0.20	0.6568
Bloques	0.0185185	2	0.00925926	0.09	0.9138
Total (corr.)	7.85185	26			

INTERPRETACIÓN: En la tabla 15 del análisis ANOVA muestra que las variables independientes tiempo de teñido y concentración de mordiente son menores al valor de $P < 0.05$ son significativos, indica que las variables influyen de forma directa en los resultados.

Figura 12

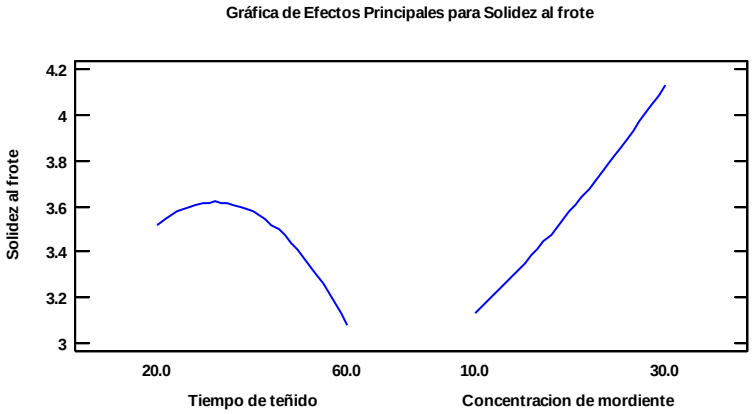
Diagrama de Pareto con respecto a la solidez al frote



En la figura 12 diagrama Pareto de recta efecto – porcentaje se observa el orden de mayores efectos que es la variable concentración de mordiente es altamente significativo para adquirir una buena solidez al frote seguidamente el tiempo de teñido.

Figura 13

Gráfico de efectos principales para solidez al frote



La Figura 13 muestra los efectos principales que la concentración de mordiente sobre la solidez frote que al incrementar del 10% al 30% de alumbre y 0.05% de sulfato de hierro nos da como resultado aproximado de 4.5 solidez al frote demostrando un efecto positivo que tiene mayor significancia respecto al tiempo de teñido

Respecto al del tiempo de teñido se observa la solidez al frote inicialmente aumenta hasta alcanzar un valor máximo en 40 minutos posteriormente tiende descender en los 60 min

la Norma Técnica (NTP 231. 042, 2009) manifiesta que la solidez al color se mide por escala usando puntuación del 1 al 5, una solidez de 4.5 el teñido es muy bueno. Según Munsell (2014) menciona que una valoración 4 destiñe poco en la solidez al frote.

Soncco (2024). Realizó el estudio de Teñido con colorante natural de hojas de molle para la solidez del color en hilo ovino obteniendo buena solidez al frote con mordiente alumbre solidez al color 4 obteniendo una solidez superior a lo indicado

Los parámetros adecuados para obtener una buena solidez al frote de 4.5 con colorante acuoso de Molle. Cantidad de mordiente (30% alumbre 0.05%sulfato de hierro) en un tiempo de 40 min a una temperatura de 98°C con un PH 3.39 en una solución ácida se mejoró relativamente en cuanto a solidez

5.3. RESULTADOS DE SOLIDEZ AL LAVADO DEL TEÑIDO DE FIBRA DE ALPACA

Tabla 16

Resultados de la solidez al lavado

Muestra	Tiempo Min	Concentración Mordiente del Alumbre (%)	Solidez al Lavado		
			I	II	III
1	20	10	4	4	4
2	40	10	4	4	4
3	60	10	3	3.5	3.5
4	20	20	3	3	3
5	40	20	3.5	3.5	3.5
6	60	20	3	3	3
7	20	30	4	4	4
8	40	30	4.5	4.5	4.5
9	60	30	4	3.5	3.5

Tabla 17

Análisis de varianza para la solidez al lavado

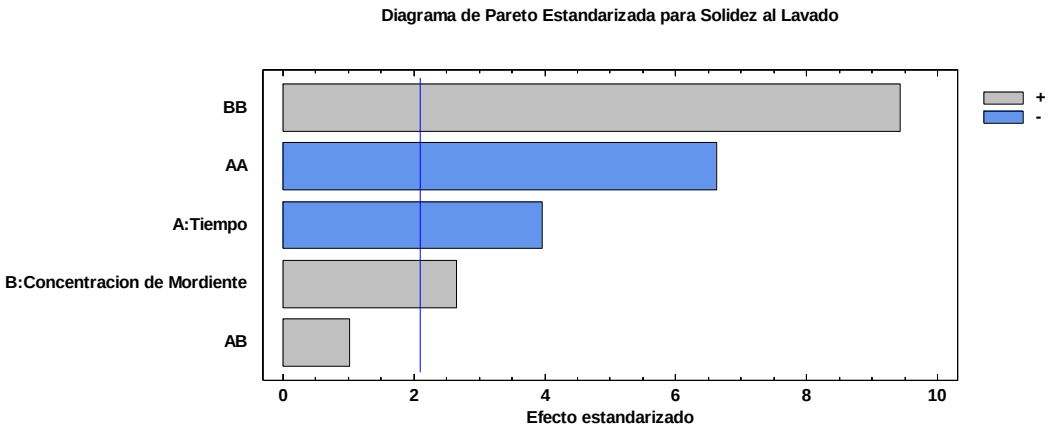
Análisis de Varianza para Solidez al Lavado

Fuente	*Suma de Cuadrados*	*Gl*	*Cuadrado Medio*	*Razón-F*	*Valor-P*
A: Tiempo de teñido	0.556429	1	0.556429	15.72	0.0009
B: Concentración de Mordiente	0.24889	1	0.24889	7.03	0.0162
AB	0.0366784	1	0.0366784	1.04	0.3221
Bloques	0.00582397	2	0.00291199	0.08	0.9213
Error total	0.636933	18	0.0353852		
Total (corr.)	6.38462	25			

INTERPRETACIÓN: La tabla 17 de análisis de varianza (ANVA) para la solidez al lavado donde se mide por escalas los valores de P es inferior a 0.05 existe significancia en un 95% de confiabilidad de tiempo de teñido y concentración de mordiente tienen efecto significativo para cada ensayo.

Figura 14

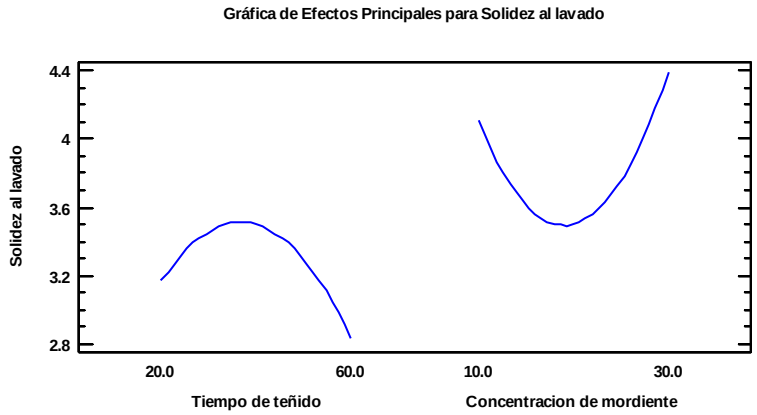
Diagrama de Pareto estandarizada para Solidez al Lavado



En la figura 14 diagrama Pareto de recta efecto – porcentaje se observa el orden de mayores efectos que es la variable concentración de mordiente es altamente significativo para adquirir una buena solidez al lavado seguidamente el tiempo.

Figura 15

Gráfico de efectos principales para solidez al lavado



La figura 15 muestra los efectos principales para el resultado de solidez al lavado de la variable concentración mordiente del 30% y tiempo de teñido 40 minutos presenta mejor solidez al lavado que es de 4.5

La investigación con Bocangel et al (2021) con colorante molle tuvo una solidez de 4 a 98°C por 60 min. En el trabajo de Investigación estudiado se obtuvo mejor solidez con molle que es 4.5 utilizando mordiente (30% de alumbre con 0. 05% de sulfato de Hierro) que es muy bueno cumpliendo con el enunciado de la norma técnica (NTP 231. 042, 2009).

(NTP.232.201, 2007) realiza comparación de solidez al lavado con colorante natural de 3 a 4 y colorante sintético que es una valoración de 4 en nuestro trabajo de investigación obtuvimos 4.5 de solidez al lavado que supera el teñido con colorante sintético que el mercado exige dándole mayor estabilidad en cuanto al lavado

5.4 RESULTADO DE LA SOLIDEZ A LA LUZ EN EL TEÑIDO DE FIBRA DE ALPACA.

Tabla 18

Resultados de Solidez a la Luz

Muestra	Tiempo de teñido (min)	Concentración Mordiente (%)	Solidez Luz		
			I	II	III
1	20	10	4	4	4
2	40	10	4	4	4
3	60	10	4	4	4
4	20	20	3.5	3.5	3.5
5	40	20	4.5	4	4.5
6	60	20	3.5	3.5	3.5
7	20	30	3.5	3	3
8	40	30	4	3	3
9	60	30	3	3	3

Tabla 19

Análisis de varianza con respecto a la solidez de la luz.

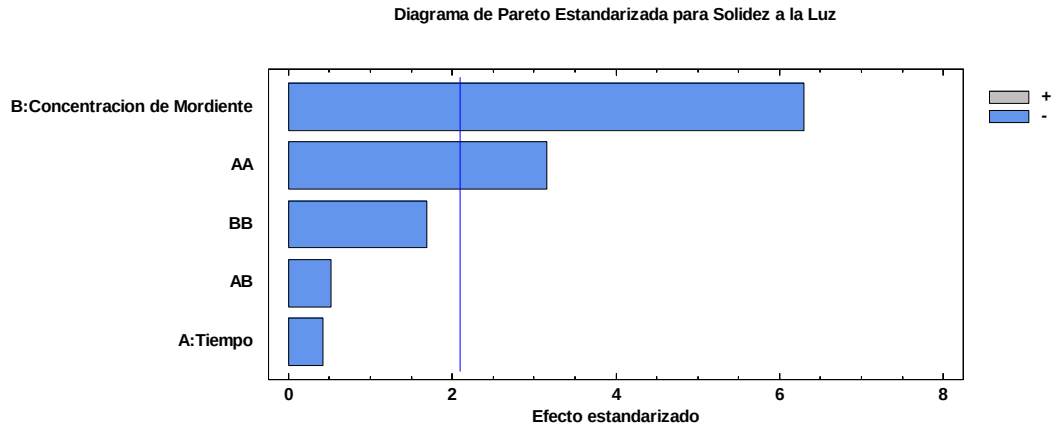
Análisis de Varianza para Solidez a la Luz

Fuente	*Suma de Cuadrados*	*Gl*	*Cuadrado Medio*	*Razón-F*	*Valor-P*
A:Tiempo de teñido	0.0138889	1	0.0138889	0.18	0.6794
B:Concentracion de Mordiente	3.125	1	3.125	39.64	0.0000
AB	0.0208333	1	0.0208333	0.26	0.6131
Bloques	0.240741	2	0.12037	1.53	0.2427
Error total	1.49769	19	0.0788255		
Total (corr.)	5.90741	26			

INTERPRETACIÓN: El análisis de varianza (ANVA) se tiene como valor P es inferior 0.05% del nivel de significancia. Indica que existe una diferencia estadísticamente significativa al 95% en la variable concentración de mordiente.

Figura 16

Diagrama de Pareto estandarizado para la solidez a la luz

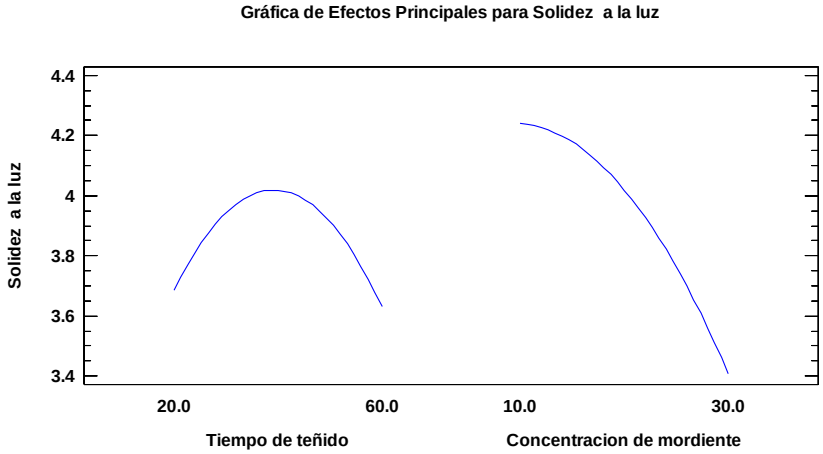


INTERPRETACIÓN

La figura 16 representa el diagrama Pareto de recta efecto – porcentaje se observa el orden de mayores efectos que es la variable concentración de mordiente es altamente significativo para adquirir una buena solidez a la luz seguidamente de las interacciones del tiempo.

Figura 17

Gráfico de efecto principales para Solidez a la Luz



INTERPRETACIÓN

La figura 17 representa las interacciones del tiempo de teñido y concentración de mordiente frente a la solidez a la luz que determina la resistencia de colorante frente a la exposición luminosa en un tiempo de 20 minutos la solidez es baja representando un tiempo óptimo de 40 minutos que alcanza una solidez de 4 aproximadamente y empieza a descender tiempo mayores que este parámetro.

En cuanto a la concentración de mordiente con respecto solidez a la luz cuando mas incrementa la concentración de mordiente tiende a reducir.

El tiempo de teñido y concentración de mordiente que tenga mejor solidez a la luz con un tiempo de 40 minutos donde existe menos desnaturalización y cambio del color con una solidez de 4 con un mordiente del 20% y sulfato de hierro de 0.05%

Sucasaca & Guevara (2020).En su investigación obtuvo colorante de color amarillo a partir de la inflorescencia de collí con el mordiente Crémor Tártaro de 4.75 a una temperatura de 90°c por 110min. Se realizó otro estudio (Aguilar, 2018) de la misma planta utilizando como mordiente el ácido cítrico a 84°c por 60 min una solidez de 4.

La solidez a la luz que se obtuvo fue con molle fue de 4.33 que es bueno para la calidad que se aproximada al valor de Sucasaca, se utilizó a una temperatura de 98°c por 40 minutos con un ph 3.33 en un medio ácido. Cumpliendo con las Normas Técnicas Peruanas.

5.5 LOS RESULTADO DE COLORIMETRÍA (CIELAB)

Para este análisis se realizó la comparación solo la tonalidad amarilla que obtuvimos en teñido natural con molle**.** Se realizó el análisis de tonalidades de la tonalidad b* cuando es positivo mayor es la intensidad al color amarillo y negativo a la coloración azul

Tabla 20

Resultado de colorimetría (Espacio CIELAB)

			LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD					
Muestras	**Tiempo Teñido (min)**	**Concentración Mordiente (%)**	**L***	**a***	**b***	**c***	**H**	**ΔE***
1	20	10	72.89	-4.34	46.42	46.62	95.34	86.53

2	40	10	72.03	-4.42	49.46	49.65	95.11	87.49
3	60	10	69.23	-3.85	47.16	47.32	94.67	83.86
4	20	20	81.35	-4.78	53.25	53.46	95.13	97.35
5	40	20	76.88	-3.68	58.4	58.52	93.61	96.62
6	60	20	75.59	-3.37	56.04	56.14	93.44	94.16
7	20	30	80.24	-4.11	54.29	54.45	94.33	96.97
8	40	30	77.89	-3.33	58.89	58.99	93.24	97.70
9	60	30	72.87	-2.09	55.21	55.25	92.17	91.45

Tabla 21

Análisis de varianza de tonalidad amarrilla

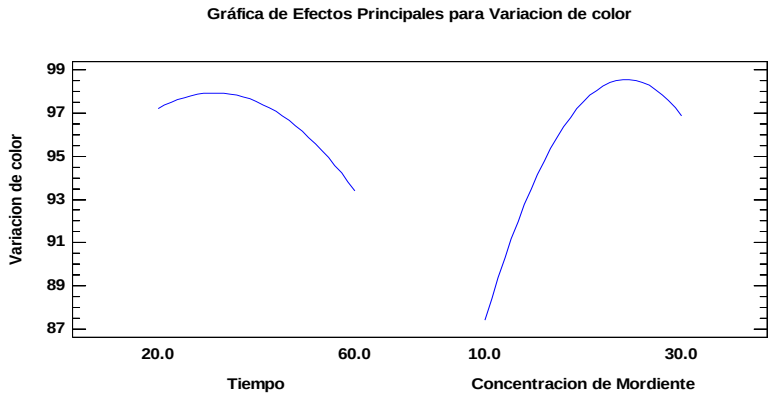
Análisis de Varianza para la variacion de color

Fuente	*Suma de Cuadrados*	*Gl*	*Cuadrado Medio*	*Razón-F*	*Valor-P*
A: Tiempo de teñido	21.5841	1	21.5841	25.14	0.0153
B: Concentración de Mordiente	132.916	1	132.916	154.79	0.0011
AB	2.03062	1	2.03062	2.36	0.2217
Error total	2.57602	3	0.858673		
Total (corr.)	226.751	8			

INTERPRETACIÓN: Del análisis de la tabla 21 de ANOVA con referencia a la variación de color amarillo), se tiene que el valor de "P" menor a 0.05 las variables tiempo de teñido y concentración de mordiente indica que existe diferencia estadística significativa al 95% de confiabilidad

Figura 18

Gráfico de efectos principales para solidez para la tonalidad del color



La figura 18 se aprecia el efecto principal en función a la tonalidad b* que a medida que va incrementando la cantidad de mordiente tiende intensificar más al color amarrillo de acuerdo al espacio Cielab del ANEXO 3-A la tonalidad b* positivo es en la curva tiende a tener más amarrillo cuando tiende el valor a negativo se aproxima al color azul por lo tanto que un mordiente a 30% tiene mejor tonalidad y mantiene el color característico donde predomina el color del colorante ,con respecto al tiempo la tonalidad se satura a partir de los 40 min y tiende reducir la intensidad del color amarrillo.

Según Bocangel et al (2021) realizo estudio de espacio cielab tonalidad amarilla con respecto a los distintos mordientes observamos que sulfato de aluminio (alumbre) tiene b* 25.50 y sulfato de hierro b* 10.9 en un 10% de mordiente con un tiempo de 98°c por 60 minutos de tonalidad. En la investigación realizada obtuvimos una tonalidad amarilla b* 58.80 utilizando alumbre y apoyo del co mordiente de sulfato de hierro a 0.05% que tiene un efecto de mantener el color característico del molle variando ligeramente el color que es superior a lo estudiado.

Según Ponce & Morales (2011) Indica que el mordiente son sales minerales o metálicas, solubles en agua, cuando introducimos al baño de tintura estas se enlazan forman puentes de hidrogeno e intensifican o cambian el color del baño de tintura y hacen que el color sea más fuerte a la luz, al lavado y al roce a su vez proporcionando brillo y colores intensos aumentando el rango de colores.”

(Mendoza, 2018) En su evaluación de tipo y cantidad de mordiente en la intensidad de color y solidez al lavado con aliso obtuvo como resultado parámetros fueron: “L* = 81,45; a* = 5,98; b* = 40,33; C* = 28,65; H* = 83,43 . Con respecto a la investigación que se realizó nosotros obtuvimos en la prueba de colorimetría L* = 77.89; a* = -3,53; b* = 58.89; C* = 58.99; H* = 93.24 que la tonalidad amarilla es superior al estudio realizado presentando una buena solidez al lavado y frote de 4.5 .

5.6 RESULTADOS DE LA RESISTENCIA ALA TRACCIÓN DE LA FIBRA DE ALPACA DESPUÉS DEL TEÑIDO

Tabla 22

Resultados de la Resistencia Después del Teñido

Muestra	Tiempo de teñido (min)	Concentración de Mordiente (%)	Replica de Resistencia (g.f)						Promedio	RKM
			I	II	III	IV	V	VI		
Crudo	-	-	710	720	680	620	700	680	685.00	9.09
1	20	10	700	680	750	620	600	600	658.33	8.91
2	40	10	610	710	780	650	680	700	688.33	9.11
3	60	10	710	650	680	720	680	720	693.33	9.22
4	20	20	780	600	700	760	750	760	725.00	9.95
5	40	20	630	630	670	750	770	620	678.33	8.74
6	60	20	620	700	710	680	600	700	668.33	8.78
7	20	30	700	650	710	720	680	670	688.33	9.16
8	40	30	670	660	700	650	670	620	661.67	8.86
9	60	30	650	670	700	650	700	680	675.00	9.28

Tabla 23

Análisis de varianza con respecto a la resistencia de la fibra de alpaca

Análisis de Varianza para Resistencia a la tracción

Análisis de Varianza para Resistencia a la tracción

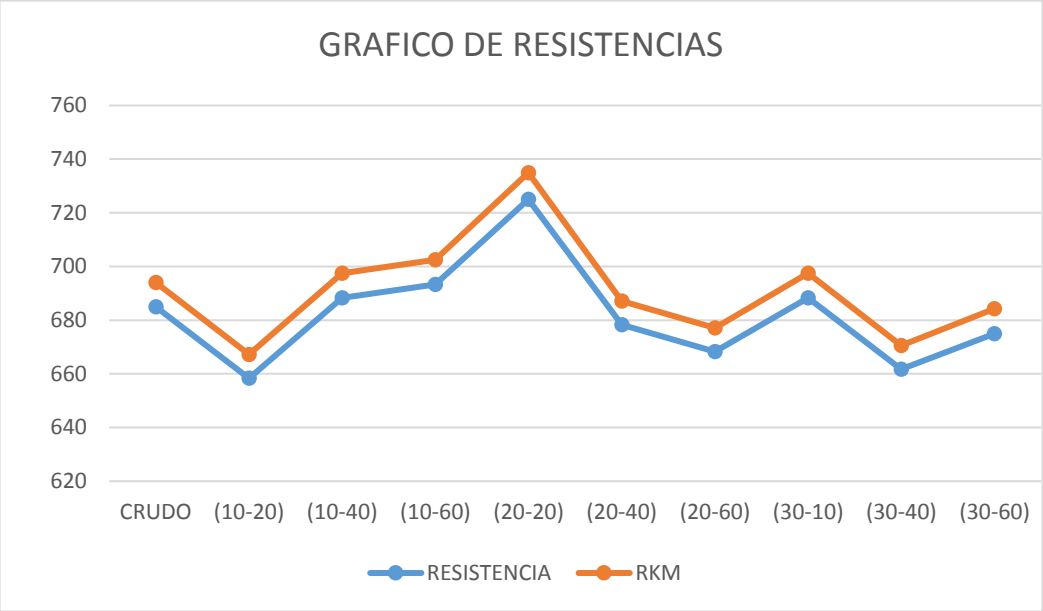
Fuente	*Suma de Cuadrados*	*Gl*	*Cuadrado Medio*	*Razón-F*	*Valor-P*
A: Tiempo de teñido	1225.0	1	1225.0	0.52	0.4738
B: Concentración de mordiente	225.0	1	225.0	0.10	0.7583
AB	3504.17	1	3504.17	1.49	0.2282
Bloques	13014.8	5	2602.96	1.11	0.3692
Error total	105646.	45	2347.69		
Total (corr.)	123615.	53			

INTERPRETACIÓN: Según al análisis de varianza (ANOVA) para la resistencia a la tracción las variables tiempo de teñido y concentración de mordiente el valor P es superior al 0.05% no existe diferencia significativa en un 95% por lo tanto resistencia de fibra es la misma en

todos los ensayos. Esto indica que las variables no tienen significancia y no alteran el producto final en cuanto a la resistencia de la fibra de alpaca

Figura 19

Comparación de la Resistencia y RKM



INTERPRETACIÓN

En la figura 19 indica que la resistencia tiene relación directa con RKM a mayor RKM mayor es la resistencia en nuestra investigación.

Según al estudio de Michel cia el RKM de la alpaca huacaya es mayor a 5. En nuestra investigación la alpaca cruda sin tratamiento de 9.09 y la prueba ganadora muestra un RKM 8.86 que es superior a lo indicado por dicho autor.

Roquero & Cordoba (1981) Indica que una cantidad excesiva de mordiente lo hace pegajosa pierde sus propiedades tiende a romperse muy fácilmente en nuestro teñido realizado utilizamos 30% de mordiente no hubo efecto significativo en cuanto resistencia utilizando distintas cantidades de mordiente (10%,20%,30%) y manteniendo constante el sulfato de hierro 0.03% indicando que no modifica la resistencia de tracción

Lupton et al (2006) Menciona “una resistencia mayor a 30 N/ktex es considerada adecuada para la industria textil, y las fibras de alpaca son bastante fuertes, pues exhiben una resistencia a

la tracción de alrededor o mayor de 50 N/ktex “En la investigación utilizamos un teñido cuya resistencia es 661,67 g.f y número métrico 27.78 que es equivalente a 178 .3 N/ktex que es superior 50 N/ktex

5.1 RESULTADOS DEL COEFICIENTE DE DIFUSIÓN POR LA LEY DE FICK

5.1.1 Cálculo de coeficiente de difusión para concentración de mordiente al 10% de alumbre con sulfato de hierro al 0.05%

Peso de fibra alpaca baby :6.00g

Mordiente alumbre:6x10%=0.600g

Sulfato ferroso:6x0.05%=0.003g

Masa total de sustancia:0.603g

Volumen de baño:110ml

Concentración inicial

$$Co = \frac{0.603g}{110ml} = 0.0055g/ml$$

Tabla 24 *Datos experimentales y valores transformados para el calculo de coeficiente de difusión 10% de alumbre*

Tiempo (min)	Tiempo (s)	Mo-m1	Ct (g/ml)	Co (g/ml)	co-ct	$\frac{Co-Ct}{Co}$	$ln\frac{Co-Ct}{Co}$
20	1200	0	0	0.0055	0.0055	0	0
40	2400	0.04	0.000363636	0.0055	0.0051	0.9336	-0.069
60	3600	0.02	0.000181818	0.0055	0.0053	0.9668	-0.034

5.1.1.1 Calcular la pendiente por mínimos cuadrados

$$m = \frac{n\sum(t.y) - \sum t.\sum y}{n\sum t^2 - (\sum t)^2}$$

n= 2

$$\sum t = 2400 + 3600 = 6000$$

$$\sum y = -0.069 - (-0.034) = -0.1032$$

$$\sum t.y = (2400\,x - 0.069) + (3600x - 0.034) = -288$$

$$\sum t^2 = 2400^2 + 3600^2 = 18720000$$

Remplazando valores:

$$m = \frac{\mathbf{2}(-288) - (6000)(-0.103)}{2(18720000) - 6000^2}$$

$$m = \boldsymbol{-2.92\,X10^{-5}S^{-1}}$$

5.1.1.2 Coeficiente de difusión para el 10% de concentración de mordiente

Radio de hilo R:0.0092cm

$$R^2 = 8{,}464\,X\,10^{-5}$$

Constante $\alpha^2 = 5.783$

$$D = \frac{|m|xR^2}{5.783}$$

$$D = \frac{\boldsymbol{-2.92\,X10^{-5}}x8{,}464\,X\,10^{-5}}{5.783}$$

$$\boldsymbol{D = 4.27x10^{-10}cm^2/s}$$

Para el tratamiento al 10% de mordiente de alumbre más 0.05% de sulfato de hierro con diferentes tiempos de 20 40 y 60 min pendiente obtenida por mínimos cuadrados $-2.92\,X10^{-5}$ se calculo el coficiente de difusion es $4.27x10^{-10}cm^2/s$

5.1.2 cálculo de coeficiente de difusión para concentración de mordiente al 20 % de alumbre con sulfato de hierro al 0.05%

Peso de fibra de alpaca baby: 6g

Mordiente alumbre:6x20%=1.200g

Sulfato ferroso:6x0.05%=0.003g

Masa total de sustancia:1,203g

Volumen de baño:110ml

Concentración inicial

$$Co = \frac{1{,}203g}{110ml} = 0.0109g/ml$$

Tabla 25

Datos experimentales y valores transformados para el cálculo de coeficiente de difusión 20% de alumbre

Tiempo (min)	Tiempo (s)	Mo-m1	Ct(g/ml)	Co (g/ml)	co-ct	$\frac{Co-Ct}{Co}$	$ln\frac{Co-Ct}{Co}$
20	1200	-0.02	0.000	0.0109	0.0111	-0.016619578	0
40	2400	0.04	0.0004	0.0109	0.0106	0.9668	-0.034
60	3600	0.05	0.0005	0.0109	0.0105	0.9585	-0.042

5.1.2.1 Calcular la pendiente por mínimos cuadrados

n= 2

$$\sum \boldsymbol{t = 2400 + 3600 = 6000}$$

$$\sum \boldsymbol{y = -0.034 - (-0.042) = -0.076}$$

$$\sum \boldsymbol{t.y = (2400\,x - 0.034) + (3600x - 0.042) = -232.8}$$

$$\sum \boldsymbol{t^2 = 2400^2 + 3600^2 = 18720000}$$

Remplazando valores:

$$\boldsymbol{m = \frac{2(-232.8) - (6000)(-0.076)}{2(18720000) - 6000^2}}$$

$$\boldsymbol{m = -6.67\,X10^{-6}S^{-1}}$$

5.1.2.2 Coeficiente de difusión para el 10% de concentración de mordiente

$$D = \frac{|m| x R^2}{5.783}$$

$$D = \frac{\boldsymbol{-6.67\,X10^{-6}} x 8{,}464\ X\ 10^{-5}}{5.783}$$

$$\boldsymbol{D = 9.76\,x10^{-11} cm^2/s}$$

Para el tratamiento al 20% de mordiente de alumbre más 0.05% de sulfato de hierro con diferentes tiempos de 20 40 y 60 min pendiente obtenida por mínimos cuadrados $-6.67\ X10^{-6}S^{-1}$se calculo el coficiente de difusion es $9.76\ x10^{-11}cm^2/s$

5.1.3 cálculo de coeficiente de difusión para concentración de mordiente al 30 % de alumbre con sulfato de hierro al 0.05%

Peso de fibra de alpaca baby=6g

Mordiente alumbre:6x30%=1.800g

Sulfato ferroso:6x0.05%=0.003g

Masa total de sustancia: 1,803g

Volumen de baño:110ml

Concentración inicial

$$o = \frac{1{,}803g}{110ml} = 0.0164g/ml$$

Tabla 26

Tiempo (min)	Tiempo (s)	Mo-m1	Ct(g/ml)	Co (g/ml)	co-ct	$\frac{Co-Ct}{Co}$	$ln\frac{Co-Ct}{Co}$
20	1200	-0.02	-0.000181818	0.0164	0.0166	1.0110	0.0110
40	2400	0.04	0.000363636	0.0164	0.0160	0.9756	-0.025
60	3600	0.04	0.000363636	0.0164	0.0160	0.9756	-0.025

Datos experimentales y valores transformados para el cálculo de coeficiente de difusión 30% de alumbre

5.1.3.1 Calcular la pendiente por mínimos cuadrados

n= 2

$$\sum t = 2400 + 3600 = 6000$$

$$\sum y = -0.025 - (-0.025) = -0.0494$$

$$\sum t.y = (2400\,x - 0.025) + (3600x - 0.025) = -148{,}2$$

$$\sum t^2 = 2400^2 + 3600^2 = 18720000$$

Remplazando valores:

$$m = \frac{\mathbf{2}(-148.2) - (6000)(-0.0494)}{2(18720000) - 6000^2}$$

$$m = \boldsymbol{-4.12X10^{-6}S^{-1}}$$

5.1.3.2 Coeficiente de difusión para el 30% de concentración de mordiente

$$D = \frac{|m|xR^2}{5.783}$$

$$D = \frac{\boldsymbol{-4.12X10^{-6}}x8{,}464\ X\ 10^{-5}}{5.783}$$

$$\boldsymbol{D = 6.03\ x10^{-11} cm^2/s}$$

Para el tratamiento al 30% de mordiente de alumbre más 0.05% de sulfato de hierro con diferentes tiempos de 20 40 y 60 min pendiente obtenida por mínimos cuadrados $-4.12X10^{-6}S^{-1}$el coficiente de difusion es $6.03\ x10^{-11} cm^2/s$

Tabla 27

Coeficiente de difusión del extracto acuoso de molle en la fibra de alpaca baby para diferentes concentraciones (10%,20%,30%)a tiempos de teñido de 20,40,60

Tiempo de teñido (min)	Concentración de mordiente (%)	Coeficiente de difusión
20,40,60	10%	$\boldsymbol{4.27x10^{-10} cm^2/s}$
20,40,60	20%	$\boldsymbol{9.76\ x10^{-11} cm^2/s}$
20,40,60	30%	$\boldsymbol{6.03\ x10^{-11} cm^2/s}$

La tabla 27. Muestra que el coeficiente de difusión disminuye al incrementar la concentración del mordiente obteniendo el velocidad mayor de transporte entre extracto acuoso de molle con respecto a la fibra al 10% de concentración de alumbre con sulfato de hierro 0.05% el coeficiente es de $\boldsymbol{4.27x10^{-10} cm^2/s}$ que indica que en esta condición el mordiente se desplazó e impregno con mayor rapidez hacia el interior de la fibra de alpaca mientras que los tratamiento de 20% y 30%presentaron valores menores, esto indica que una mayor concentración limitada velocidad de difusión del colorante hacia la fibra

Es aspecto puede explicarse por el aumento de viscosidad de la solución al elevar la concentración de mordiente la mayor cantidad de solido disuelto, las moléculas encuentran mayor resistencia para desplazarse reduciendo su velocidad de difusión esto coincide según Crank (1986). quien señala a mayor concentración, la viscosidad de la solución aumenta reduciendo la movilidad de las moléculas

Sim embargo una mayor velocidad no implica necesariamente un mejor desempeño en el teñido en la evaluación de solides al color y tonalidad el tratamiento con 30% de alumbre y 40

minutos de tiempo teñido presento la mejor estabilidad de color y una tonalidad más uniforme esto sugiere que una mayor concentración de mordiente favorece en la formación de enlaces más estables.

CONCLUSIONES

1. La fibra analizada corresponde baby alpaca caracterizada con el equipo OFDA 2000 se obtuvo un diámetro promedio (18.7 µm) y el factor confort (99.5%) y Cv% 17.73. que se encuentran dentro de los rangos de 25 µm garantizando que la materia prima fue homogénea y adecuada para el teñido natural.
2. Se comprobó el efecto significativo entre concentración de mordiente y tiempo de teñido tubo mayor significancia la concentración de mordiente frente a la solidez, obteniendo el mejor parámetro eficaz 30% de mordiente con 0.05% de sulfato de hierro durante 40min que le dio estabilidad y mejoro en la fijación que fue de 4.5 que es muy bueno, solidez a la luz 4.33 que es bueno aún mordiente del 20% de acuerdo a la Norma Técnica es aceptable y muy bueno.
3. Con respecto a la tonalidad las variables evaluadas influyen en la tonalidad final con la ayuda del colorímetro obtuvimos como resultado L* = 77.89; a* = -3,53; b* = 58.89; C* = 58.99; H* = 93.24.
4. La resistencia a la tracción no se ve afectada significativamente por el tiempo de teñido y concentración de mordiente no alterando su estructura manteniendo constante la resistencia en todos los tratamientos 661.67g.f.estos resultados indican que las condiciones evaluadas de teñido natural con molle no deteriora la integridad mecánica de la fibra .
5. El coeficiente de difusión fue mayor al 10% de concentración de mordiente lo que indica impregnación rápida sin embargo al incrementar la concentración disminuye la velocidad de desplazamiento aumenta la cantidad retenida en la fibra y muestra la estabilidad de color el lapso de 40 minutos fue suficiente para alcanzar el equilibrio optimo tiempos mayores no aportan mejoras adicionales

RECOMENDACIONES

Teniendo terminado el trabajo de investigación se recomienda para próximas investigaciones

- Optimizar la cantidad de colorante extraído de molle con respecto a la fibra sobre el teñido para evitar el desaprovechamiento del colorante
- Realizar estudios con diferentes porcentajes de sulfato de hierro en teñido natural con molle para mejorar la solidez y sacar variedad de gama de colores
- Ensayar con otros mordientes con la misma condición del laboratorio para comparar difusión color y solidez
- Cuantificar la cantidad de colorante absorbida por fibra mediante otra metodología

BIBLIOGRAFIA

Aguilar, N. y. (2018). *Obtencion y Caraterizacion del Colorante Natural a partir de la Inflorecencia de Colli(Buddleja coriacea) Para su aplicacion en Teñido de Fibra de Alpaca.* tesis, Universidad Nacional del Altiplano ,Facultad de Ingenieria Quimica ,Escuela Profesional de Ingenieria quimica, Puno.

Álvarez, J. (1997). *"fundamentos cientificos aplicados de material textiles ".* Barcelona: cultivo de la tuna y crianza de cochinilla.

Andrade et al. (2024). Environmental sustainability of the removal of alpaca fiber dye using a thermally modified sludge from a drinking water treatment facility. *Sustainability*. doi:https://doi.org/10.3390/su16187876

Arellano Padilla, M. J. (2023). *Evaluación de la calidad del hilo de alpaca (Vicugna pacos) teñido con diferentes tintes naturales a distintos valores de pH".* Escuela Superior Politecnica de Chimborazo, Riobamba – Ecuador. Obtenido de https://dspace.espoch.edu.ec:8080/server/api/core/bitstreams/7c001b14-a806-41bf-a911-9171ae9562fa/content

Baldeón, C. J., & Orihuela, A. B. (2017). *Evaluación de la sustitución parcial de carne de alpaca (Vicugna pacos).* Tesis para optar el título de Ingeniero Agroindustrial., Universidad de Nacional del Centro del Perú Facultad de Ciencias Aplicadas, Tarma , Perú.

Bocangel Carrasco, J., Alexander, S., Sanchez Gonzales, G., Flores Moran, G., & Zanchez Barriga, M. (2021). Estudio preliminar de teñido de fibra de alpaca utilizando extracto acuoso de molle (Schinus molle) como pigmento natural. *Revista de innovacion y transferencia productiva - RITP, numero 2*.

Bulnes, F., Orrego, M., & Terán, A. (2017). *Árboles y palmeras del vivero forestal características, requerimientos y recomendaciones de 40 especies para la arboricultura urbana.* Lima (Perú). Obtenido de Universidad Nacional Agraria La Molina

Bvenura, C., & Kambizi, L. (2022). Composition of phenolic compounds in South African Schinus molle L. *berries. Foods*. doi:https://doi.org/10.3390/foods11101376

Cabieses, F. (1993). *Apuntes de Medicina Tradicional* (Vol. Tomo II). peru: Diselpesa.

Carvallo, M. (2000). *Carvallo, M. (2000). Colorante naturales derivados de la cochinilla(Dactilopius coccus Costa)y su comercio mundial).* tesisi para optar el Titulo Agronomo, facultad de ciencias Agrarias y Forestales, Chile.

Cegarra, J. (2010). *fundamento cinetico y aplicads de la tintura de materias textiles.* Barcelona.

Contreras, J. A. (2009). *Estructura cuticular y características fisicas de la fibra de alpaca Huacaya (Vicugna Pacus) de color blanco en la región de Huancavelica.* tesis de la Universidad Nacional de Huancavelica.

Corradine Mora, M. G. (2014). Guía para tintura con tintes naturales en lana para los artesanos de los municipios de Sutatausa, Tausa, Ubaté Fúquene, Sesquilé y Villapinzón. Obtenido de https://core.ac.uk/download/pdf/52156621.pdf

Corrales, F. (1994). *Aplicación de los Colorantes de Flor de Niachag Bidens Humilis en el Teñido de lana.* Quito -Ecuador.

Cortazar Martínez, A., Coronel Olivares, C., Escalante Lozada, A., & González Ramírez, C. (2014). Contaminación generada por colorantes de la industria textil. *Científica Boletín Científico De La Escuela Preparatoria*. Obtenido de https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/prepa4/article/view/1862

Crank.J. (1986). *The mathematic of diffusion.* Oxford University Press.

Cruz, M., & Pérez, A. (2021). Mordientes naturales y su aplicación en tintes ecológicos. Revista de Ciencia y Tecnología Textil. 15(2), 45–53.

Dominguez, J. (2010). *Metodo de Investigacion Fitoquimica.* mexico: Limusa.

Fernadez, B. S. (2020). *Diseño de Experimentos y Diseño factorial.*

Flores, & Quispe. (2019). *Estudio del uso tintóreo del molle (Schinus molle) en tejidos artesanales del altiplano peruano.* Universidad Nacional del Altiplano. puno.

Flores, L. (1990). *Extracción de Colorantes Naturales.* México,. Obtenido de www.ingenieria.buap.mx/DOCUMENTOS/REVISTA/Rev_8/1_Conocimiento_fibras_textiles-colorantes naturales .pdf

Fuertes, A. (2006). *Apuntes de ciencias de las Fibras.* Universidad Nacional de Ingenieria, Lima-Perú:.

Gallejos, T. A., & Hidalgo, P. C. (2009). *Parámetros de deshidratación;semilla de molle;schinus molle linneo anacardiaceae;obtención de un polvo;especias naturales.* Tesis para la obtención del Título profesional , Universidad Técnica del Norte, Ibarra-Ecuador.

Garcilazo et al. (2025). Evaluation of alpaca yarns dyed with Buddleja coriacea dye and metallic mordants. Fibers. *Fibers*. Obtenido de https://doi.org/10.3390/fib13010002

Garnsworthy, R. K., Gully, R. L., Kandiah, R. P., Kenins, P., Mayfield, R. J., & Westerman, R. A. (1988). Understanding the Causes of Prickle and Itch from Skin Contact of Fabrics, Australiasian Textiles. 26-29.

Gómez, D., & Rivas, J. (2021). Plantas tintóreas andinas y su potencial ecológico en el Perú. *Revista Agroindustrial Andina*, 8(1), 22–30.

González, l., Fontalvo, M., Álvarez, C., & Restrepo, A. (2014). *Generalidades de la seda y su proceso de teñido.* (Vol. 12(1)).

Guillen, A. L., & Victor, L. (2020). Variación en el diámetro de fibra por efecto de la medulación en vellones finos de alpacas Huacaya de tres grupos etarios. *Rev investig vet. Perú - Scielo Perú, vol.31* (no.4).

Guillén, M., Palacios, C., & Christopher, D. (2021). *Evaluación de la solidez del color en tejidos de lana y alpaca tinturados con biocolorantes extraídos de plantas y animales.* Universidad Central del Ecuador. doi:https://doi.org/10.29166/siembra.v8i2.2917

Gutiérrez, P., & Salazar, M. (2021). Impacto ambiental de los colorantes sintéticos en la industria textil latinoamericana. *Revista Ambiental del Sur*, 10(3), 22–31.

Hoyos, M. M. (2016). *Evaluacion de frutos Mio-Mio(Coriaria ruscifolle) a Distintos Mordientes y Parametros de Teñido de fibra de alpaca(Lama pacos).* Tesis, Universidad Nacional de Micaela Bastidas de Apurimac Escuela Academica Profesional de Ingenieria Agroindustrial., Abancay.

Huamán, C., & Condori, P. (2020). Evaluación de colorantes naturales aplicados en fibras de alpaca con mordientes metálicos. *Revista Textil del Sur*, 12(3), 55–63.

Kadwell, M., Fernández, M., Stanley, H., Baldi, R., Wheeler, J., Rosadio, R., & Bruford., M. (2001). *Genetic analysis reveals the wild ancestors of the llama and alpaca.* Proceedings of the Royal Society London B (268:2575-2584).

Kasimala, M. B., & Kasimala, B. B. (2012). A review on brazilian pepper plant. *Schinua molle - Proquest*. Obtenido de https://www.proquest.com/openview/5918e94df64984712114484bd5ee582a/1?pqorigsite=

Lencinas, S. M., & Alegre, C. C. (2021). MANUAL DE CLASIFICACION DE FIBRA DE ALPACA NORMA TECNICA PERUANA NTP 231.301.2014-FIBRAS DE ALPACA CLASIFICACDA DEFINISIONES,CLASIFICACION POR GRUPO DE CALIDADES REQUISITO Y ROTULADOS. *MINISTERIO DE COMERCIO EXTERIOR Y DE TURISMO CENTRO DE INNOVACION TECNOLOGICO DE CAMELIDOS SUDAMERICANOS*. Obtenido de efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://citecamelidospuno.com.pe/wp-content/uploads/2025/06/CLASIFICACION-DE-FIBRA-DE-ALPACA-FINAL-CTP.pdf

Lencinas, S. M., & Torres, Z. D. (2010). *Desarrollo de competencias en buenas prácticas de esquila y valor agregado de la fibra de alpaca.* Manual Técnico , Lima.

Lewis, D. M., & Rippan, J. (2013). *The coloration of Wool and other Keratin fibres.* Andrew Filarowsky, Australia.

Linnaeus, C. (1758). *Systema naturae per regna tria naturae, secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis. Tomus I.* decima, reformata. Laurentii Salvii, Holmiæ.

Lockuand, L. F. (2021). *La Industria Textil y su Control de Calidad.*

López, J. P., & Torres, M. (2020). Propiedades botánicas y químicas del molle (Schinus molle) como fuente tintórea natural. *Revista de Investigación Ambiental*, 6(2), 67–74.

Lupton, C., McColl, A., & Stobart, R. H. (2006). Fiber characteristics of the Huacaya Alpaca. Small Rumin. Res., 64: 211-224.

M Christie, R. (2001). *la Quimica del Color.* Editorial Acribia.

Maldonado Etchegaray, F. (2005). *Optimización del proceso del teñido de telas.* Tesis de la Universidad Nacional de Quilmes, Quilmes Argentina.

McGregor, B. A. (2006). *Production attributes and relative value of alpaca fleeces in southern Australia and implications for industry development.* Res 61 93.111.

McRae, B. (1993). *Colors from nature: Growing, collecting & using natural dyes.* 160: Storey Publishing, United States.

Mejia, A. F. (2015). *Ciencias textiles Programa de textilizacion* (Sexta ed.). Obtenido de https://programadetextilizacion.blogspot.com/

Mendoza, C. M. (2018). *Evaluacion del Tipo y Cantidad de Mordiente en la Intensidad de Color y Solidez al lavado del Teñido de Fibra de Alpaca(Vicugna pacos) con Aliso(Alnus acuminata H.B.K).* tesis, Universidad Nacional de Huancavelica,Escuela Profesional de Ingenieria Agroindustrial, Huancavelica, Acobamba.

MINAGRI. (2020). Plataforma digital unica del estado peruano. Obtenido de https://www.gob.pe/institucion/minagri/noticias/285670-dia-nacional-dela-alpaca-peru-primer-productor-de-alpaca-en-el-mundo

Mollehuanca Uñapillco, F. d. (2025). *Evaluación del potencial tintóreo de extractos hidroalcohólicos de Schinus molle L. en fibras de alpaca y oveja.* Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco.

Munsell, A. (2014). *Informe técnico, colorimetría.* Comisión Internacional de Iluminación. Obtenido de http://www.quantotec.com/sp/Colorimetria.htm.

NTP 231. 042. (2009). *INACAL. TEXTILES. Ensayos de solidez del color. Solidez del color al frote.*

NTP.232.201. (2007). *Compendio de normas tecnicas peruanas Indecopi.*

Obando, P. (2013). *tintura alternativa en hilos con colorantes naturales.* tesis previa ala obtencion del titulo de ingenieria, Universidad tecnica del Norte Ecuador.

Ojeda Brito, G. A. (2012). *teñido de fibra de alpaca (textiles musa)utilizando colorante extraido de cochinilla (Dactilopiu coccus.* tesisi para optar el titulo de ingeniero quimico, universidad de loja, Ecuador.

Ojeda Land, E. &. (2008). *Compendio de fichas de la Base de especies introducidas en Canarias (2008-2011).*

Ojeda, E., & Mesa, R. (2008). *Schinus molle L.* Gobierno de Canarias. España, 6 pp.

Palomino Cuyo, J. L. (2015). *Espacio de color CIELAB.* Universidad Nacional San Cristobal de Huamanga, AYACUCHO-PERU.

Pino, W. (2007). *11.Pino W. Extracción artesanal de colorantes naturales, una alternativa de aprovechamiento de la diversidad biológica del choco.* Colombia. Obtenido de 11.Pino W. Extracción artesanal de colorantes naturales, una alternativa de aprovechamiento de la diversidad biológica del chocó, Colombia. http://www.virtual.unal.edu.co/revistas/actabiol/PDF's/V8N2/Art9V8N2.pdf,2007

Pino, W. (2007). *Extracción artesanal de colorantes naturales, una alternativa de aprovechamiento de la diversidad biológica del choco.* Colombia. Obtenido de 11.Pino W. Extracción artesanal de colorantes naturales, una alternativa de aprovechamiento de la diversidad biológica del chocó, Colombia. http://www.virtual.unal.edu.co/revistas/actabiol/PDF's/V8N2/Art9V8N2.pdf,2007

Ponce, G. M., & Morales, J. D. (2011). *"Estudio de procesos de elaboración de tintes naturales con dos especies vegetales "Nogal" (Junglans neotropica) y "Guarango" (Caesalpinia spinosa) y propuesta de revalorización de saberes ancestrales con las mujeres de la Asociación de Artesanas".* Ibarra-Ecuador. Obtenido de http://tex-eco-sost.blogspot.com/2006/09/colorantes-naturales.html

Pretell, J. (1985). Apuntes sobre algunas especies forestales nativas de la sierra peruana. *Proyecto FAO/Holanda/INFOR*, pág. 65.

Quispe, E., Paúcar, R., Poma, A., Sacchero, D., & Mueller, J. P. (2008). *Perfil del diámetro de fibras en alpacas.* Seminario Internacional de Biotecnología Aplicada en Camélidos Sudamericanos., Huancavelica peru.

Quispe, E., Rodríguez, T., Iñiguez, L., & Mueller, J. (2009). *Producción de fibra de alpaca llama, vicuña y guanaco en Sudamérica. Animal Genetic Resources Information.*

Radzik-Rant, A., & Wiercińska, K. (2021). Analysis of the wool thickness and medullation characteristics based on sex and colour in a herd of alpacas in Poland. *Archives of Animal Breeding*, 64,157. Obtenido de https://doi.org/10.5194/aab-64-157-2021

Ramos, P., & Quispe, C. (2019). *Colorantes naturales en la industria textil artesanal del Perú.* Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco.

Ramos, P., & Quispe, C. (2019). *Estudio del uso tintóreo del molle (Schinus molle) en tejidos artesanales del altiplano peruano.* Universidad Nacional del Altiplano.

Repon, M. R., Dev, B., Rahman, M. A., Jurkonienė, S., & Haji, A. (2024). Textile dyeing using natural mordants and dyes. *Environmental Chemistry Letters.* doi:https://doi.org/10.1007/s10311-024-01716-4

Rodrigues, N., & Moralez de la Nuez, A. (2020). *La Vicuña Ecuatoriana y su Entorno.* ecuador. Obtenido de http://maetransparente.ambiente.gob,ec/documentacion/Biodiversidad/la_VICU%C3%91A_ECUATORIANA.pdf

Rojas Tapia, B. L. (2011). *"Tecnología de fibras animales" Publicado Por Investigacion - OURA-UNA.* Puno, peru.

Roquero, A., & Cordoba, C. (1981). *Manual de Tintes de Origen Natural para Lana* (Vol. primera edicion). Editorial del Serbal.

Rosas, E. (2010). *"Estudio de las principales características de la fibra de alpaca grasienta y de las condiciones de su proceso de lavado " tesis para optar el titulo:ingeniero textil UNI.* lima.

Sacchero, D. (2005). *"Utilización de medidas objetivas para determiner calidad de lanas".* Bariloche, Argentina: Memorias del VII Curso: Actualización en Producción Ovinas.

Sacchero, D. (2008). *"Biotecnologia Aplicada en Camelidos Sudamericanos ",.* IERL-Huancayo-Peru: Grafica Industrial.

Safley, M. (2001). *Alpacas.* Synthesis of a Miracle.

Sanches, R. C. (2004). *Crianza y producción de alpacas* (RAPALMA ed.). lima: RAPALMA.

Sanchez de lorenzo, c. J. (2007). *Arboles ornamentales.* Obtenido de http://www.arbolesornamentales.com/Schinusmolle.htm leído el 12 de Enero.

Schulte, A., Rojas, C., & Rojas., R. (1992). *Reforestación y agroforestería en los andes uso sostenido, conservación y restauración de suelos con árboles y arbustos nativos:Apuntes sobre el molle (Schinus molle L.).* Cochabamba (Bolivia):. Obtenido de http://atlas.umss.edu.bo:8080/xmlui/handle/123456789/43>. (Acceso 08/02/2019)

Shabbir, M. R., Bukhari, L. J., Ul-Islam, M. N., S, S., M Khan, M. A., & Mohammad, F. (2019). Light Fastness and Shade Variability of Tannin Colorant Dyed Wool with the Effect of Mordanting Methods. *Journal of Natural Fibers, 16(1)*(100-113). Obtenido de https:/doi.org/10.1080/15440478.2017.1408521.

Shaman Elvira, M. (2000). *Presentacion del Instrumentos de Medicion de finura (OFDA 2000).* Argentina.

Soncco Ramos, R. (2024). *Teñido con colorante natural de hojas de molle (Schinus molle) para la solidez del color en hilo de ovino, Juliaca, 2022.* Universidad Nacional de Juliaca, Juliaca. Obtenido de https://repositorio.unaj.edu.pe/items/da0d086a-75c2-4f43-8120-1ea2ecac6a76

sucasaca, Q. A., & Guevara, G. E. (2020). Efecto del Colorante Natural Inflorecemcia de Colli(Buddleja Coriacea) en la Solidez de Color de Teñido de Fibras de Alpaca. *Revista de Innovacion y Transferencia Productiva- RITP, 1*(2).

Sucasaca, Q., & Guevara, G. E. (2022). *Teñido de hilado de alpaca utilizando pigmento extraído de la col morada (Brassica oleracea var. capitata f. rubra).* Revista de Innovación y Transferencia Productiva. doi:https://doi.org/10.54353/ritp.v2i1.e004

Terralingua. (2021). Traditional textiles of Cusco. *Weaving heritage*. Obtenido de https://terralingua.org/stories/traditional-textiles-of-cusco-weaving-heritage/

Valdivia, S. R., & Alvarez, H. Y. (09 de mayo de 2024). La Medulacion de la Fibra de Alpaca. (e. peruano, Ed.) *Centro de Innovacion Productiva y Tranferencia tecnologica Textil Camelidos Cusco*. Obtenido de https://www.gob.pe/institucion/citetextilcamelidos-cusco/noticias/951522-la-medulacion-de-la-fibra-de-alpaca

Vargas, E., & Choque, M. (2021). Aplicación de tintes vegetales en fibras de alpaca: comparación entre especies nativas del altiplano. *Revista Científica Andina, 9(4)*, 9(4), 33–41.

Vargas, M., & Choque, M. (2021). Aplicación de tintes vegetales en fibras de alpaca: comparación entre especies nativas del altiplano. *Revista Científica Andina*, 9(4), 33–41.

Velarde, R. (1993). *Comercialización de productos derivados de los camélidossudamericanos: Informe del Simposio sobre camélidos sudamericanos.* Santiago de Chile.

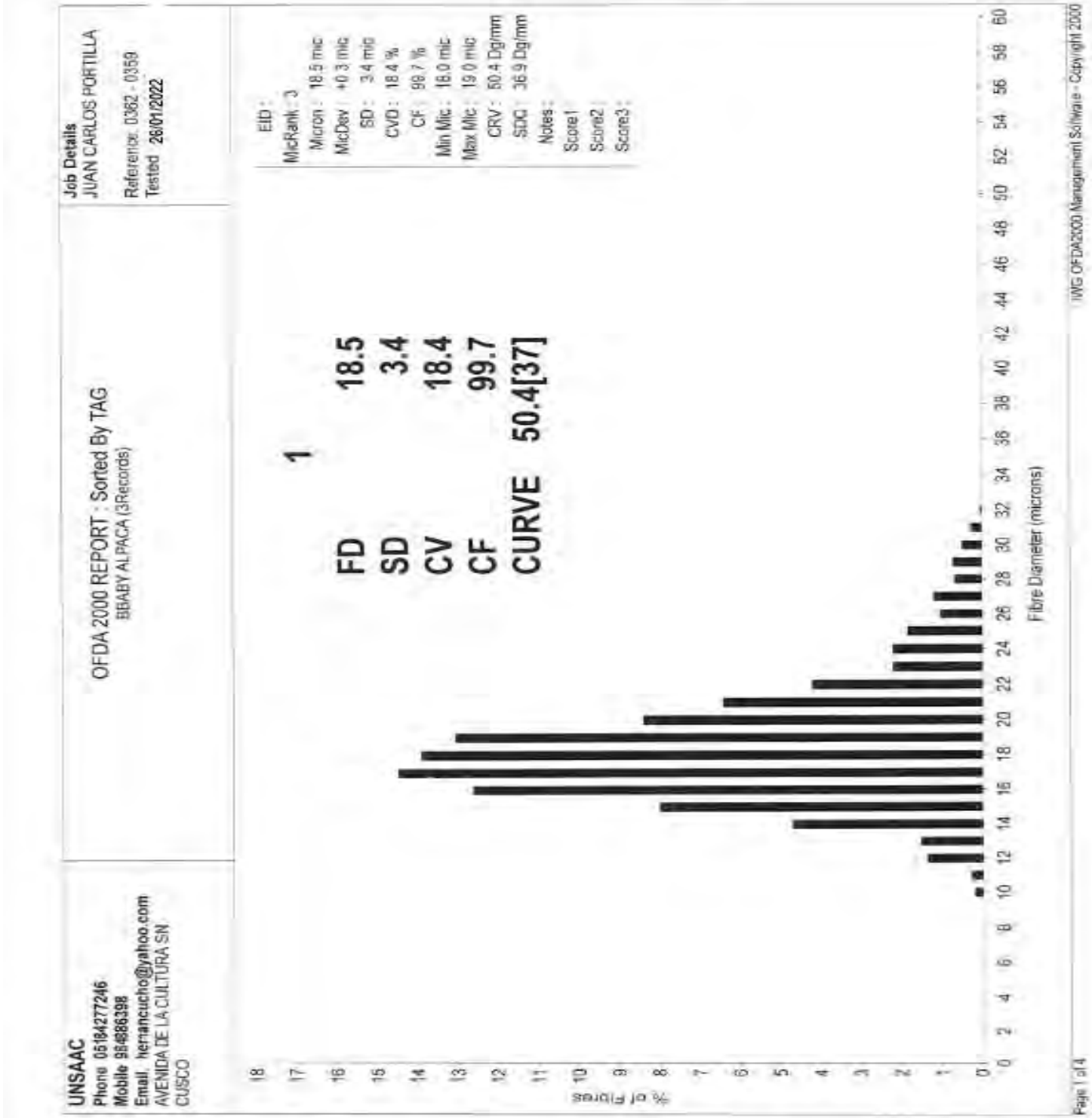
Vidal, S. (2010). *Tingimento Textil" Fibras Conceitos y Tecnologías.* E. Blucher.

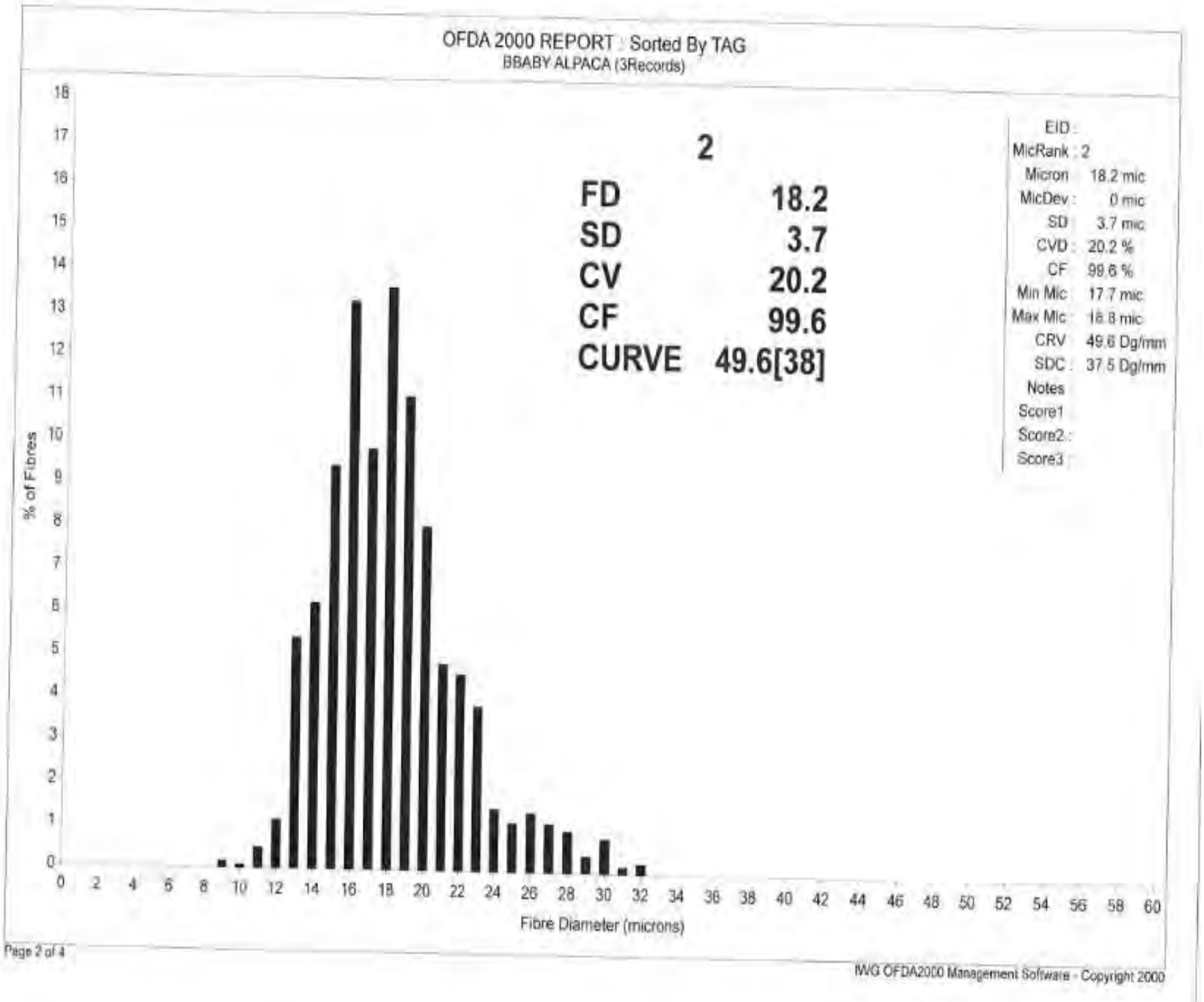
Yusuf, M., Shabbir, M., & Mohammad, F. (2017). Natural colorants: Historical, processing and sustainable prospects. *Natural Products and Bioprospecting*, 123–145. doi:https://doi.org/10.1007/s13659-017-

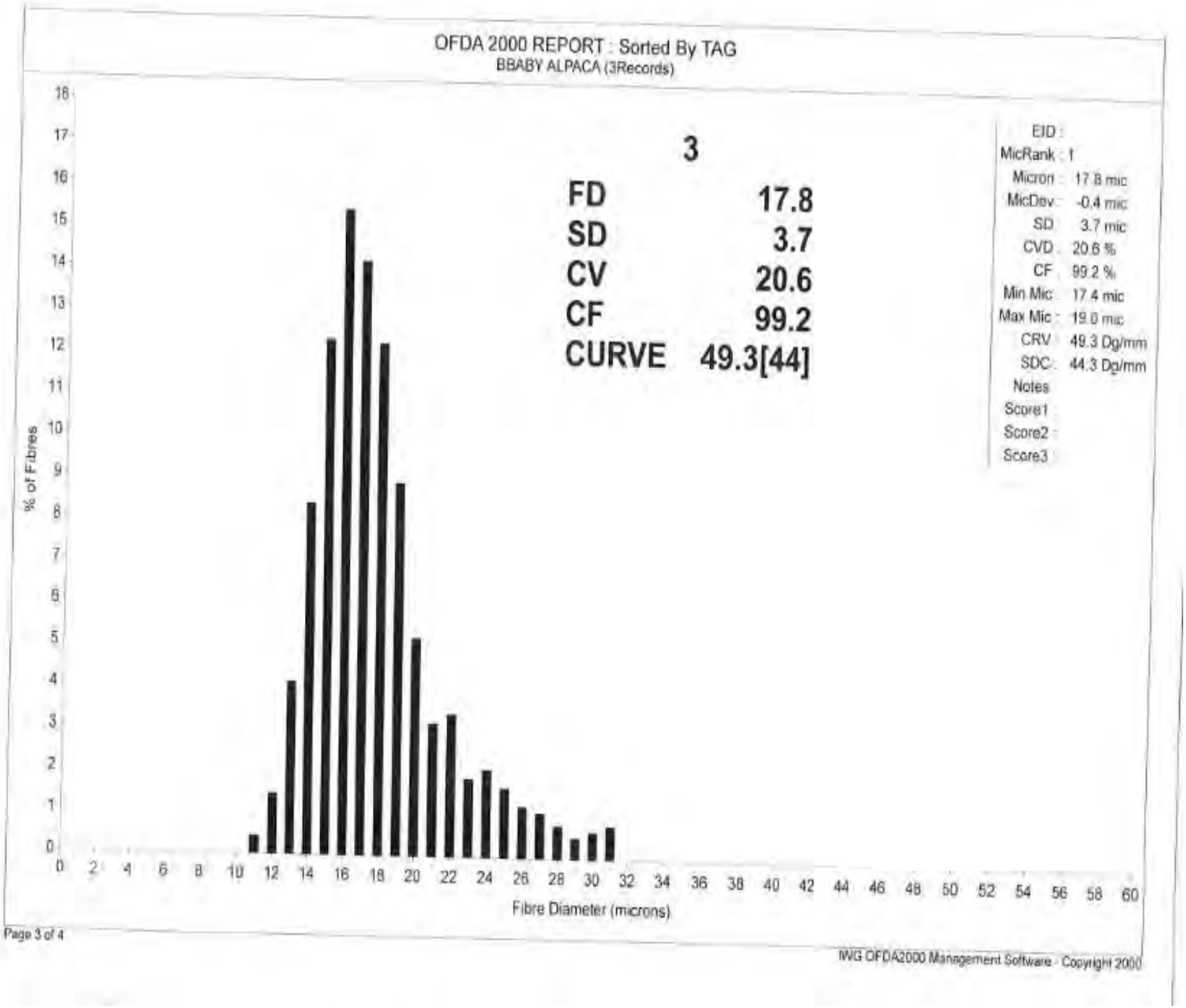
Zárate, A. (2012). *Guía técnica: Asistencia técnica dirigida en caracterización y clasificación de fibra de alpaca.* Obtenido de http://infoalpacas.com.pe/guia-tecnica-asistencia-tecnica-dirigida-en-caracterizacion-y-clasificacion-de-fibra-de-alpaca/

ANEXOS 1-A

MEDIDAS DEL DIÁMETRO DE LA FIBRA PARA DETERMINAR LA FINURA




OFDA 2000 REPORT : Sorted By TAG
BBABY ALPACA (3Records)
2
FD 18.2
SD 3.7
CV 20.2
CF 99.6
CURVE 49.6[38]
EID :
MicRank : 2
Micron 18.2 mic
MicDev : 0 mic
SD 3.7 mic
CVD : 20.2 %
CF 99.6 %
Min Mic 17.7 mic
Max Mic 18.8 mic
CRV 49.6 Dg/mm
SDC : 37.5 Dg/mm
Notes
Score1
Score2 :
Score3 :
% of Fibres
Fibre Diameter (microns)
Page 2 of 4
IWG OFDA2000 Management Software - Copyright 2000


OFDA 2000 REPORT : Sorted By TAG
BBABY ALPACA (3Records)
3
FD 17.8
SD 3.7
CV 20.6
CF 99.2
CURVE 49.3[44]
EID :
MicRank : 1
Micron : 17.8 mic
MicDev : -0.4 mic
SD : 3.7 mic
CVD : 20.6 %
CF : 99.2 %
Min Mic : 17.4 mic
Max Mic : 19.0 mic
CRV : 49.3 Dg/mm
SDC : 44.3 Dg/mm
Notes
Score1 :
Score2 :
Score3 :
% of Fibres
Fibre Diameter (microns)
Page 3 of 4
IWG OFDA2000 Management Software - Copyright 2000

ANEXO 2-A

CITEtextil camélidos Cusco	LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD INFORME DE ENSAYO ANALISIS DE SOLIDEZ AL COLOR	CODIGO: LCC REVISION: 01 FECHA: 2022 PÁG. 1 DE 1

N° DE EXPEDIENTE: 1371-2022 Y 1372-2022
N° DE MUESTRAS: 9
CODIGO DE MUESTRAS: M01 - M09

DATOS DEL CLIENTE:

NOMBRE: JUAN CARLOS PORTILLA HUALLPA — **DNI:** 46859557
RUTHSY MAGIQUE HANCCO — 46900189

SOBRE LA MUESTRA:

FECHA DE RECEPCIÓN: 2/03/2022
FECHA DE EVALUACIÓN: 4/03/2022
FECHA DE EMISIÓN: 8/03/2022

DATOS BRINDADOS POR EL CLIENTE:

MUESTRA:	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9
MATERIAL	Hilado	Hilado	Hilado	Hilado	Hilado	Hilado	Hilado	Hilado	Hilado
CALIDAD:	B. alpaca	B. alpaca	B. alpaca	B. alpaca	B. alpaca	B. alpaca	B. alpaca	B. alpaca	B. alpaca
COLOR:	amarillo	amarillo	amarillo	amarillo	amarillo	amarillo	amarillo	amarillo	amarillo
TITULO	2/28	2/28	2/28	2/28	2/28	2/28	2/28	2/28	2/28
PESO	0 g	0 g	0 g	0 g	0 g	0 g	0 g	0 g	0 g

RESULTADOS OBTENIDOS:

MUESTRA		M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9
Solidez al frote	Seco	3.0	3.0	2.5	3.5	3.5	3.5	4.0	4.5	3.5
	Húmedo	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Solidez al lavado acuoso	Acetato	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
	Algodón	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
	Nylon	4.5	3.0	2.5	4.0	4.5	3.0	4.0	4.0	3.5
	Poliester	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
	Acrilico	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
	Lana	4.0	4.0	3.0	3.0	3.5	3.0	4.0	4.0	4.5
	Cambio de matiz	3.5	3.0	3.0	4.0	3.0	3.5	4.0	3.0	3.0
Solidez a la luz	Cambio de matiz	4.0	4.0	4.0	3.5	4.5	3.5	3.5	3.0	3.0

NTP 231.042:2009. TEXTILES. Ensayos de solidez del color. Solidez del color al frote
NTP 231.008:2015 TEXTILES. Método acelerado de ensayo de solidez del color al lavado
NTP 231.183:1980 TEXTILES. Método para determinar la solidez del color a la luz solar en tejidos artesanales.

LEYENDA:
CLASE 5: SIN SANGRADO/SIN CAMBIO DE COLOR
CLASE 4 : LIGEROSANGRADO/CAMBIO DE COLOR
CLASE 3 : NOTORIO SANGRADO/CAMBIO DE COLOR
CLASE 2 : CONSIDERABLE SANGRADO/ CAMBIO DE COLOR
CLASE 1 : EXCESIVO SANGRADO/CAMBIO DE COLOR

*NOTA: Los resultados se aplican a la muestra como ingresó.
El ensayo hace referencia únicamente a la muestra sometida al ensayo.
El presente informe es irreproducible sin la aprobación del laboratorio de Control de Calidad del CITE Textil Camélidos Cusco.

CITE TEXTIL CAMELIDOS CUSCO
AREA DE CONTROL DE CALIDAD

CITE TEXTIL CAMELIDOS CUSCO
ESPECIALISTA

SOLIDEZ AL FROTE, SOLIDEZ AL LAVADO ACUOSO, SOLIDEZ A LA LUZ

CITEtextil camélidos Cusco	LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD	CODIGO : LCC
	INFORME DE ENSAYO	REVISION: 02 FECHA: 2022
	ANALISIS DE SOLIDEZ AL COLOR	PÁG. 1 DE 1

N° DE EXPEDIENTE: 1371-2022 Y 1372-2022
N° DE MUESTRAS: 9
CODIGO DE MUESTRAS: M01 - M09

DATOS DEL CLIENTE:

NOMBRE: JUAN CARLOS PORTILLA HUALLPA **DNI:** 46839557
NOMBRE: RUTHSY MAQQUE HANCCO **DNI:** 48900189

SOBRE LA MUESTRA:

FECHA DE RECEPCIÓN: 25/03/2022
FECHA DE EVALUACIÓN: 20/03/2022
FECHA DE EMISIÓN: 28/04/2022

DATOS BRINDADOS POR EL CLIENTE:

MUESTRA:	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9
MATERIAL	Hilado	Hilado	Hilado	Hilado	Hilado	Hilado	Hilado	Hilado	Hilado
CALIDAD:	B. alpaca	B. alpaca	B. alpaca	B. alpaca	B. alpaca	B. alpaca	B. alpaca	B. alpaca	B. alpaca
COLOR:	amarillo	amarillo	amarillo	amarillo	amarillo	amarillo	amarillo	amarillo	amarillo
TITULO	2/28	2/28	2/28	2/28	2/28	2/28	2/28	2/28	2/28
PESO	6 g.	6 g.	6 g.	6 g.	6 g.	6 g.	6 g.	6 g.	6 g.

RESULTADOS OBTENIDOS:

MUESTRA		M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9
Solidez al frote	Seco	3.0	3.0	3.0	3.5	3.5	3.0	4.0	4.5	3.0
	Húmedo	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Solidez al lavado acuoso	Acetato	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
	Algodón	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
	Nylon	4.5	3.0	3.0	4.0	4.5	3.0	4.0	3.5	3.5
	Poliester	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
	Acrílico	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
	Lana	4.0	4.0	3.5	3.0	3.5	3.0	4.0	4.5	3.5
	Cambio de matiz	3.5	3.0	3.5	4.0	3.0	3.5	4.0	3.0	3.5
Solidez a la luz	Cambio de matiz	4.0	4.0	4.0	3.5	4.0	3.5	3.0	3.0	3.0

NTP 231.042:2005. TEXTILES. Ensayos de solidez del color. Solidez del color al frote
NTP 231.008:2015 TEXTILES. Método acelerado de ensayo de solidez del color al lavado
NTP 231.183:1988 TEXTILES. Método para determinar la solidez del color a la luz solar en tejidos artesanales.

LEYENDA:

CLASE 5: SIN SANGRADO/SIN CAMBIO DE COLOR
CLASE 4 : LIGEROSANGRADO/CAMBIO DE COLOR
CLASE 3 : NOTORIO SANGRADO/CAMBIO DE COLOR
CLASE 2 : CONSIDERABLE SANGRADO/ CAMBIO DE COLOR
CLASE 1 : EXCESIVO SANGRADO/CAMBIO DE COLOR

*NOTA: Los resultados se aplican a la muestra como ingresó.
El ensayo hace referencia únicamente a la muestra sometida al ensayo.
El presente informe es irreproducible sin la aprobación del laboratorio de Control de Calidad del CITE Textil Camélidos Cusco.

CITE TEXTIL CAMELIDOS CUSCO
ÁREA DE CONTROL DE CALIDAD

CITE TEXTIL CAMELIDOS CUSCO
ESPECIALISTA

Área de Recepción de Muestras y Control de Calidad
Av. Las Americas J-1. Urbanización Parque Industrial 2da Etapa - Cusco
www.itp.gob.pe
Cusco-Perú

CITEtextil camélidos Cusco	LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD	CODIGO : LCC REVISION: 03
	INFORME DE ENSAYO	FECHA: 2022
	ANALISIS DE SOLIDEZ AL COLOR	PÁG. 1 DE 1

N° DE EXPEDIENTE: 1371-2022 Y 1372-2022
N° DE MUESTRAS: 9
CODIGO DE MUESTRAS: M01 - M09

DATOS DEL CLIENTE:

NOMBRE: JUAN CARLOS PORTILLA HUALLPA **DNI:** 46839557
NOMBRE: RUTHSY MAQQUE HANCCO **DNI:** 46900189

SOBRE LA MUESTRA:

FECHA DE RECEPCIÓN: 25/03/2022
FECHA DE EVALUACIÓN: 28/03/2022
FECHA DE EMISIÓN: 28/04/2022

DATOS BRINDADOS POR EL CLIENTE:

MUESTRA:	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9
MATERIAL	Hilado	Hilado	Hilado	Hilado	Hilado	Hilado	Hilado	Hilado	Hilado
CALIDAD:	B. alpaca	B. alpaca	B. alpaca	B. alpaca	B. alpaca	B. alpaca	B. alpaca	B. alpaca	B. alpaca
COLOR:	amarillo	amarillo	amarillo	amarillo	amarillo	amarillo	amarillo	amarillo	amarillo
TITULO	2/28	2/28	2/28	2/28	2/28	2/28	2/28	2/28	2/28
PESO	6 g.	6 g.	6 g.	6 g.	6 g.	6 g.	6 g.	6 g.	6 g.

RESULTADOS OBTENIDOS:

MUESTRA		M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9
Solidez al frote	Seco	3.5	3.0	2.5	3.5	3.0	3.5	4.0	4.5	3.5
	Húmedo	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Solidez al lavado acuoso	Acetato	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
	Algodón	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
	Nylon	4.5	3.0	2.5	4.0	4.5	3.0	3.5	4.0	3.5
	Pollester	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
	Acrílico	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
	Lana	4.0	4.0	3.5	3.0	3.5	3.0	4.0	4.5	3.5
	Cambio de matiz	3.5	3.5	3.0	4.0	3.0	3.5	4.0	3.0	3.5
Solidez a la luz	Cambio de matiz	4.0	4.0	4.0	3.5	4.5	3.5	3.0	3.0	3.0

NTP 231.042:2009. TEXTILES. Ensayos de solidez del color. Solidez del color al frote
NTP 231.008:2015 TEXTILES. Método acelerado de ensayo de solidez del color al lavado
NTP 231.183:1980 TEXTILES. Metodo para determinar la solidez del color a la luz solar en tejidos artesanales.

LEYENDA:

CLASE 5: SIN SANGRADO/SIN CAMBIO DE COLOR
CLASE 4 : LIGERDSANGRADO/CAMBIO DE COLOR
CLASE 3 : NOTORIO SANGRADO/CAMBIO DE COLOR
CLASE 2 : CONSIDERABLE SANGRADO/ CAMBIO DE COLOR
CLASE 1 : EXCESIVO SANGRADO/CAMBIO DE COLOR

*NOTA: Los resultados se aplican a la muestra como ingresó.
El ensayo hace referencia únicamente a la muestra sometida al ensayo.
El presente informe es irreproducible sin la aprobación del laboratorio de Control de Calidad del CITE Textil Camélidos Cusco.

CITE TEXTIL CAMELIDOS CUSCO
AREA DE CONTROL DE CALIDAD

CITE TEXTIL CAMELIDOS CUSCO
ESPECIALISTA

CITEtextil camélidos	LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD	COD. ENSAYO: M01-M09
		SERVICIO N°:
	RESULTADOS DE LABORATORIO	FECHA ENTREGA : 04/03/2022
	SOLIDEZ AL FROTE SECO (AATCC08)	PÁG.1 DE 3

CONDICIONES AMBIENTALES: **T °C:** **Hu %:**

FECHA DE RECEPCIÓN : 2/03/2022 **REALIZADO : CCZ**

FECHA DE EVALUACIÓN : 4/03/2022 **REVISADO : CPV**

MATERIAL/ HILADO EN FIBRA DE ALPACA

CALIDAD: Baby alpaca
COLOR : amarillo
TITULO: 2/28
PESO: 6 g

M1
3.0

CALIDAD: Baby alpaca
COLOR : amarillo
TITULO: 2/28
PESO: 6 g

M2
3.0

CALIDAD Baby alpaca
COLOR : amarillo
TITULO: 2/28
PESO: 6 g

M3
2.5

NTP 231.042:2009. SOLIDEZ DEL COLOR AL FROTE

LEYENDA:

CLASE 5 : SIN SANGRADO/SIN CAMBIO DE COLOR

CLASE 4 : LIGEROSANGRADO/CAMBIO DE COLOR

CLASE 3 : NOTORIO SANGRADO/CAMBIO DE COLOR

CLASE 2 : CONSIDERABLE SANGRADO/ CAMBIO DE COLOR

CLASE 1 : EXCESIVO SANGRADO/CAMBIO DE COLOR

CYNTHIA CENTENO Z.

ING. CARLOS PACHA V.

CITEtextil camélidos	LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD	COD. ENSAYO: M00 -21
		SERVICIO N°:
	RESULTADOS DE LABORATORIO SOLIDEZ AL FROTE SECO (AATCC08)	FECHA ENTREGA : 04/03/2022
		PAG.2 DE 3

CONDICIONES AMBIENTALES: T °C: Hu %:

FECHA DE RECEPCIÓN : 2/03/2022 **REALIZADO : CCZ**

FECHA DE EVALUACIÓN : 4/03/2022 **REVISADO : CPV**

MATERIAL/ HILADO EN FIBRA DE ALPACA

CALIDAD Baby alpaca
COLOR : amarillo
TITULO: 2/28
PESO: 6 g

M4
3.5

CALIDAD Baby alpaca
COLOR : amarillo
TITULO: 2/28
PESO: 6 g

M5
3.5

CALIDAD Baby alpaca
COLOR : amarillo
TITULO: 2/28
PESO: 6 g

M6
3.5

NTP 231.042:2009 SOLIDEZ DEL COLOR AL FROTE

LEYENDA:

CLASE 5: SIN SANGRADO/SIN CAMBIO DE COLOR

CLASE 4 : LIGERO SANGRADO/CAMBIO DE COLOR

CLASE 3 : NOTORIO SANGRADO/CAMBIO DE COLOR

CLASE 2 : CONSIDERABLE SANGRADO/ CAMBIO DE COLOR

CLASE 1 : EXCESIVO SANGRADO/CAMBIO DE COLOR

CYNTHIA CENTENO Z.
CONTROL DE CALIDAD

ING. CARLOS PACHA V.
CONTROL DE CALIDAD

CITEtextil camélidos	LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD	CÓD. ENSAYO: M00 -22
		SERVICIO N°:
	RESULTADOS DE LABORATORIO SOLIDEZ AL FROTE SECO (AATCC08)	FECHA ENTREGA : 04/03/2022
		PÁG.3 DE 3

CONDICIONES AMBIENTALES: T °C: Hu %:

FECHA DE RECEPCIÓN : 2/03/2022 **REALIZADO : CCZ**

FECHA DE EVALUACIÓN : 4/03/2022 **REVISADO : CPV**

MATERIAL/ HILADO EN FIBRA DE ALPACA

CALIDAD: Baby alpaca
COLOR : amarillo
TITULO: 2/28
PESO: 6 g

M7
4.0

CALIDAD: Baby alpaca
COLOR : amarillo
TITULO: 2/28
PESO: 6 g

M8
4.5

CALIDAD Baby alpaca
COLOR : amarillo
TITULO: 2/28
PESO: 6 g

M9
3.5

NTP 231.042:2009 SOLIDEZ DEL COLOR AL FROTE

LEYENDA:

CLASE 5 : SIN SANGRADO/SIN CAMBIO DE COLOR

CLASE 4 : LIGERO SANGRADO/CAMBIO DE COLOR

CLASE 3 : MODERADO SANGRADO/CAMBIO DE COLOR

CLASE 2 : CONSIDERABLE SANGRADO/ CAMBIO DE COLOR

CLASE 1 : EXCESIVO SANGRADO/CAMBIO DE COLOR

CYNTHIA CENTENO Z.
CONTROL DE CALIDAD

ING. CARLOS PACHA V.
CONTROL DE CALIDAD

CITEtextil camélidos Cusco	LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD	CÓDIGO ENSAYO:SLA-00001
		SERVICIO N°: 2021-001
	RESULTADOS DE LABORATORIO (INTERNO)	FECHA ENTREGA : 04/03/2022
	SOLIDEZ AL LAVADO ACUOSO (AATCC61)	PÁG.1 DE 1

CONDICIONES AMBIENTALES T°C: **HR%:**

MATERIAL/CALIDAD : Baby alpaca

COLOR : Amarillo

FECHA DE RECEPCIÓN : 2/03/2022

FECHA DE EVALUACIÓN : 04/03/2022

REALIZADO :CCZ

REVISADO : CPV

			6
Muestra antes lavado			
Muestra despues lavado			
Acetato			
Algodón			
Nylon	4.0	4.5	3.0
Poliester			
Acrilico			
Lana	3.0	3.5	3.0
Cambio de matiz	4.0	3.0	3.5

LEYENDA:

CLASE 5: SIN SANGRADO/SIN CAMBIO DE COLOR

CLASE 4 : LIGEROSANGRADO/CAMBIO DE COLOR

CLASE 3 : NOTORIO SANGRADO/CAMBIO DE COLOR

CLASE 2 : CONSIDERABLE SANGRADO/ CAMBIO DE COLOR

CLASE 1 : EXCESIVO SANGRADO/CAMBIO DE COLOR

CITE TEXTIL CAMELIDOS CUSCO
CONTROL DE CALIDAD

CITEtextil camélidos Cusco	LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD	CÓDIGO ENSAYO :SLA-00001
		SERVICIO N°: 2021-001
	RESULTADOS DE LABORATORIO (INTERNO)	FECHA ENTREGA : 04/03/2022
	SOLIDEZ AL LAVADO ACUOSO (AATCC61)	PÁG.1 DE 1

4.5

CONDICIONES AMBIENTALES T°C: **HR%:**

MATERIAL/CALIDAD : Baby alpaca
COLOR : Amarillo
FECHA DE RECEPCIÓN : 2/03/2022

FECHA DE EVALUACIÓN : 04/03/2022
REALIZADO :CCZ
REVISADO : CPV

Muestra antes lavado								
Muestra despues lavado								
Acetato								
Algodón								
Nylon		4.0		4.0		3.5		
Poliester								
Acrilico								
Lana		4.0		4.5		4.0		
Cambio de matiz		4.0		3.0		3.0		

LEYENDA:
CLASE 5: SIN SANGRADO/SIN CAMBIO DE COLOR
CLASE 4 : LIGERO SANGRADO/CAMBIO DE COLOR
CLASE 3 : NOTORIO SANGRADO/CAMBIO DE COLOR
CLASE 2 : CONSIDERABLE SANGRADO/ CAMBIO DE COLOR
CLASE 1 : EXCESIVO SANGRADO/CAMBIO DE COLOR

CITE TEXTIL CAMELIDOS CUSCO
CONTROL DE CALIDAD

CITEtextil camélidos Cusco	LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD	COD. ENSAYO: M01-M09
		SERVICIO N°: 1371-2022 Y 1372-2022
	RESULTADOS DE LABORATORIO (INTERNO)	FECHA ENTREGA : 08/03/2022
	SOLIDEZ A LA LUZ	PÁG.1 DE 1

CONDICIONES AMBIENTALES:

FECHA DE RECEPCIÓN : 2/03/2022
FECHA DE EVALUACIÓN : 8/03/2022

MATERIAL/CAL. : **HILADO EN FIBRA DE ALPACA**

CALIDAD: Baby alpaca
COLOR : amarillo
TITULO: 2/28
PESO: 6 g



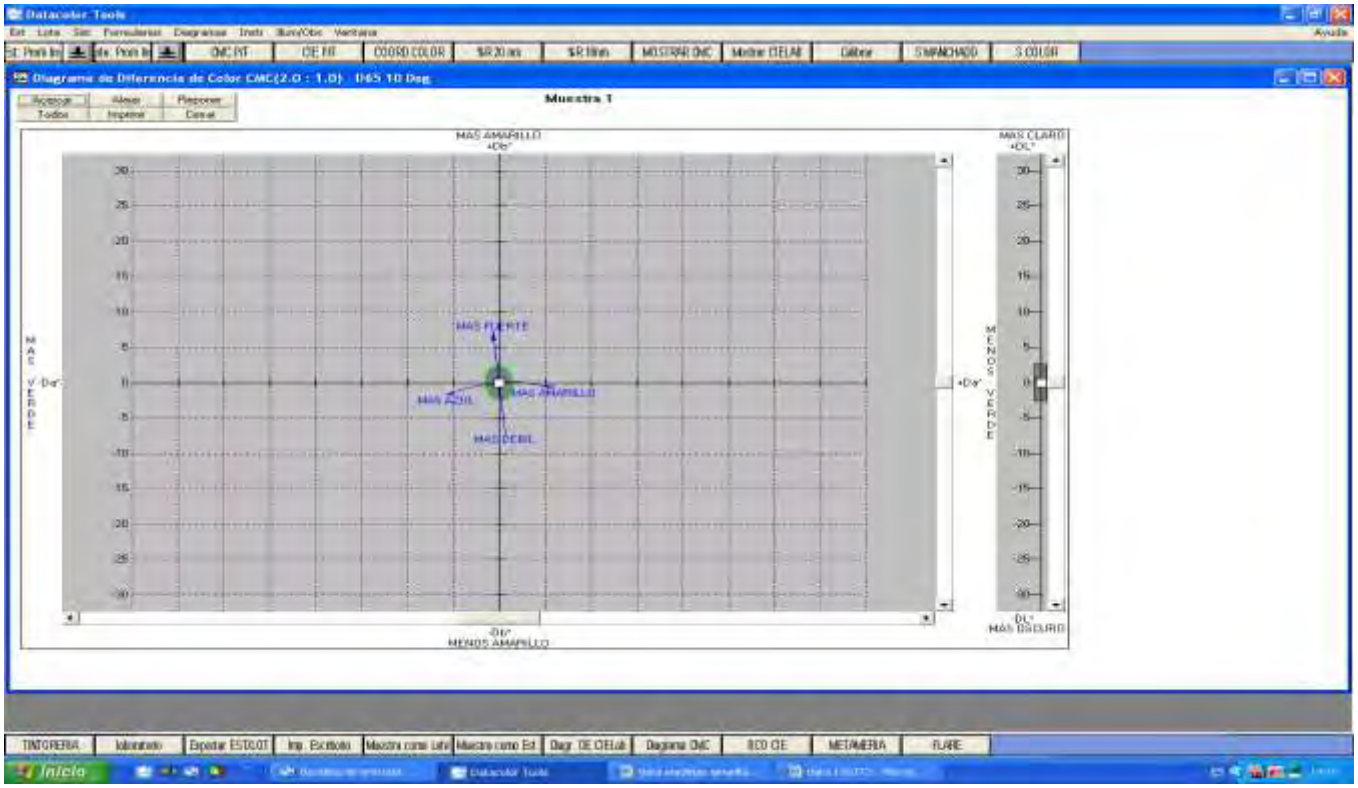
CITE TEXTIL CAMELIDOS CUSCO
AREA DE CONTROL DE CALIDAD

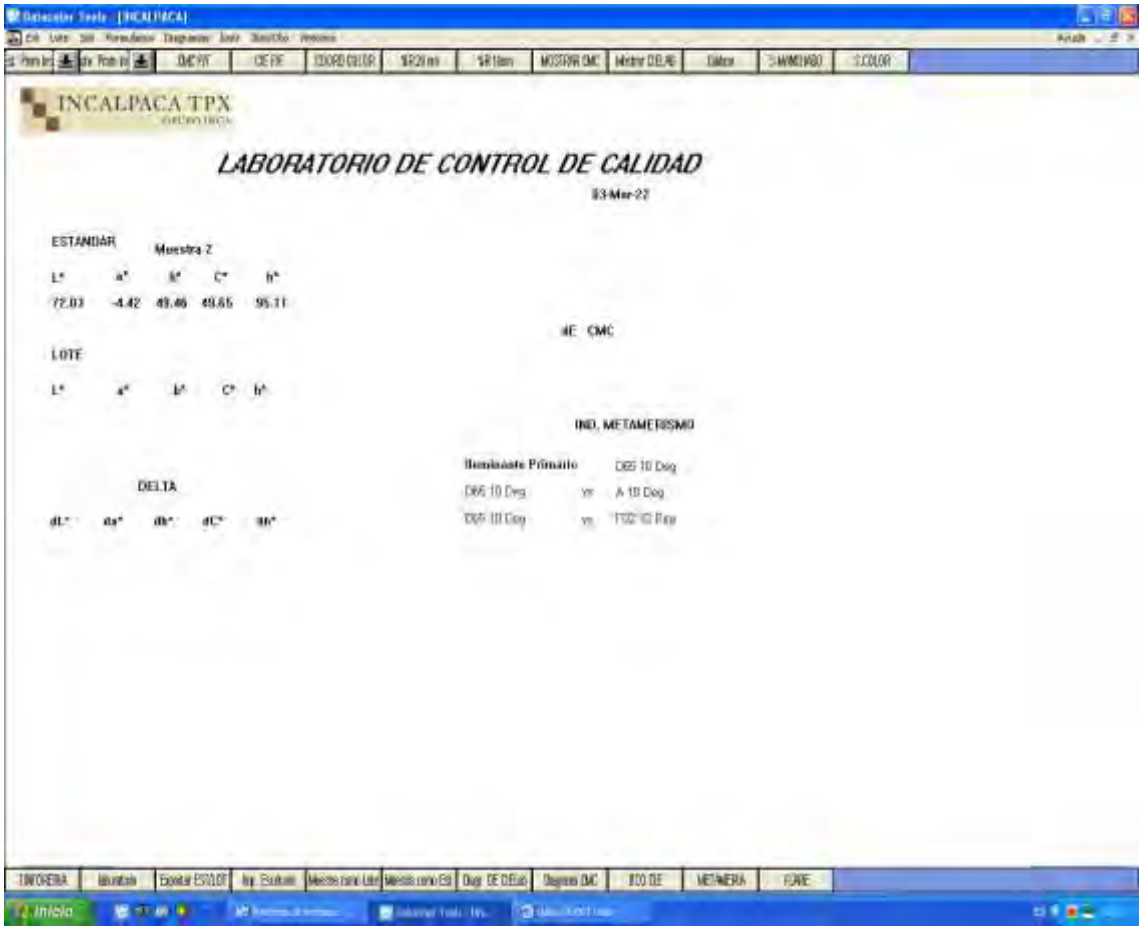
CITE TEXTIL CAMELIDOS CUSCO
ESPECIALISTA

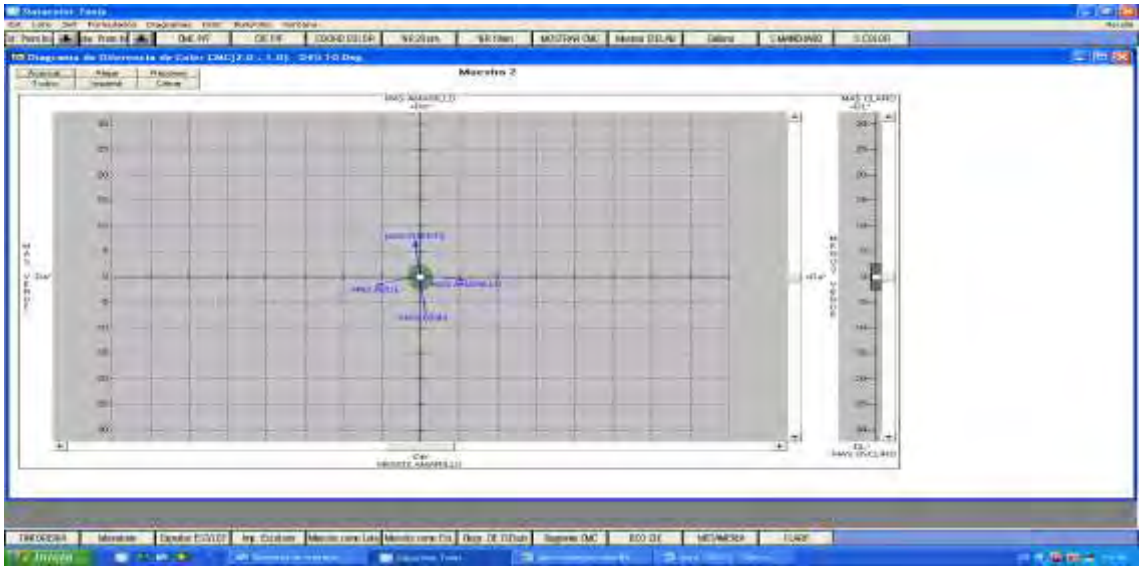
ANEXOS 3-A

RESULTADO DE COLORIMETRÍA Y RESISTENCIA A LA TRACCIÓN






INCALPACA TPX
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD
03-Mar-22
ESTANDAR
Muestra 2
L* a* b* C* h*
72.03 -4.42 49.46 49.65 95.11
LOTE
L* a* b* C* h*
dE CMC
IND. METAMERISMO
Iluminante Primario
DELTA
dL* da* db* dC* dH*


Muestra 2


INCALPACA TPX
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD
03-Mar-22
ESTANDAR
Muestra 3
L* a* b* C* h*
65.21 -3.85 47.16 47.32 94.67
dE CMC
COTE
L* a* b* C* h*
IND. METAMERISMO
Iluminante Primario D65 10 Deg
DELTA
dL* da* db* dC* dH*

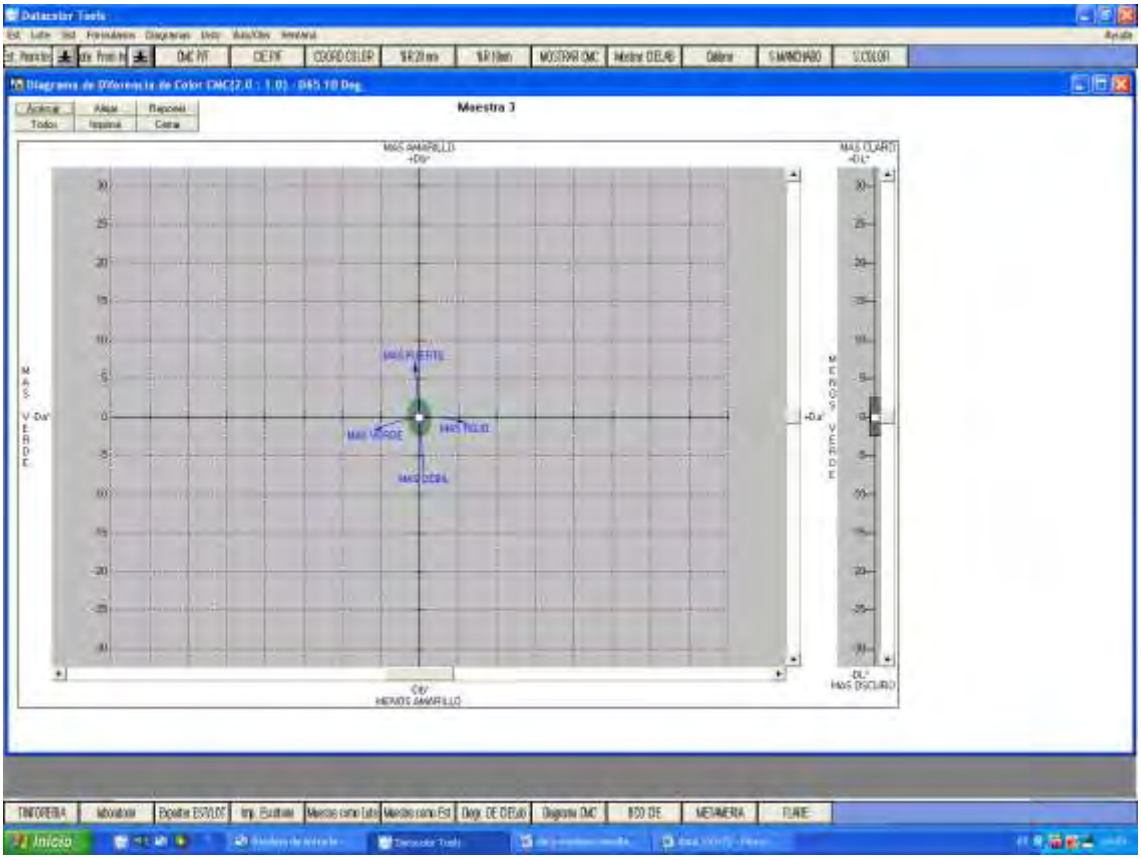
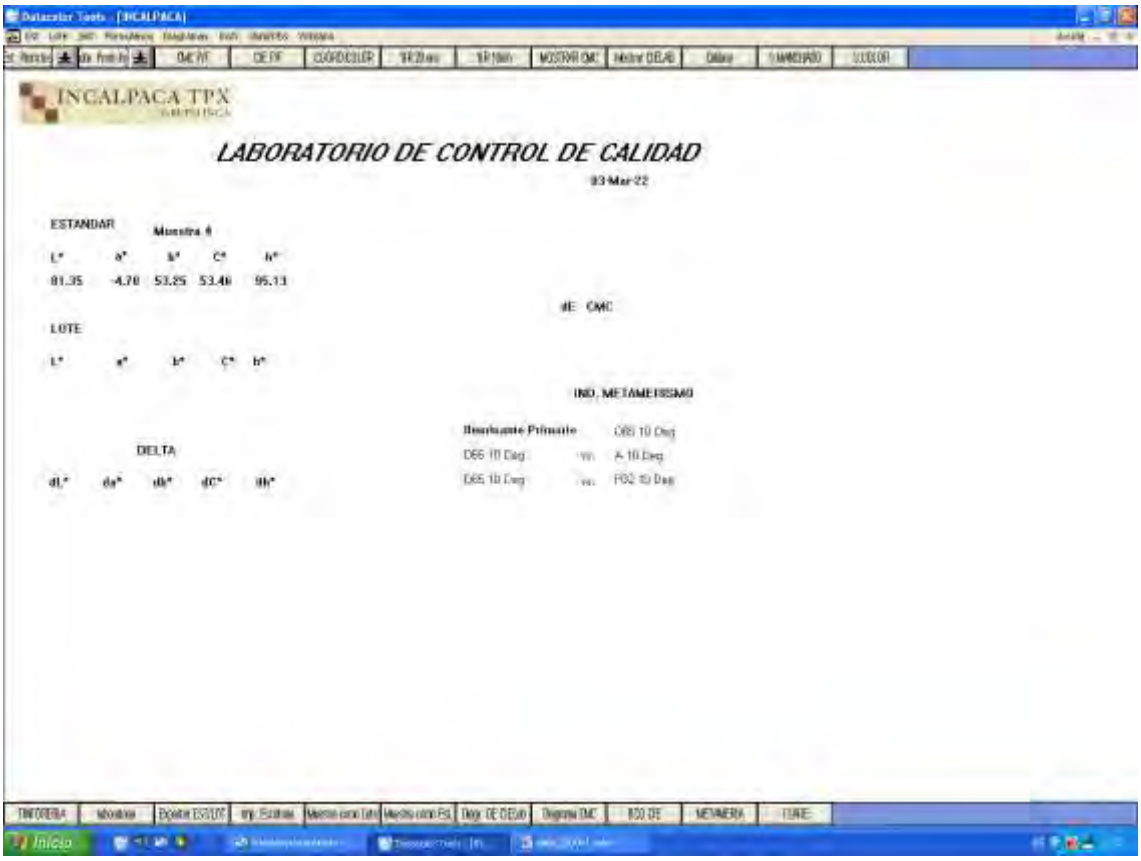
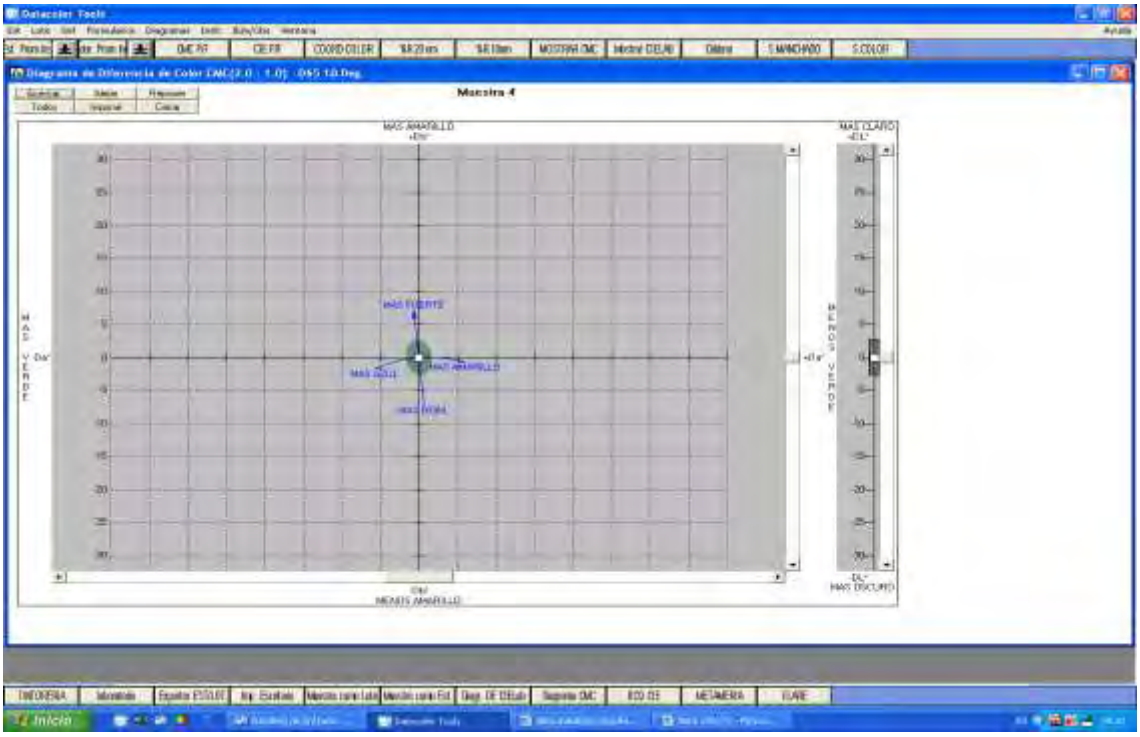
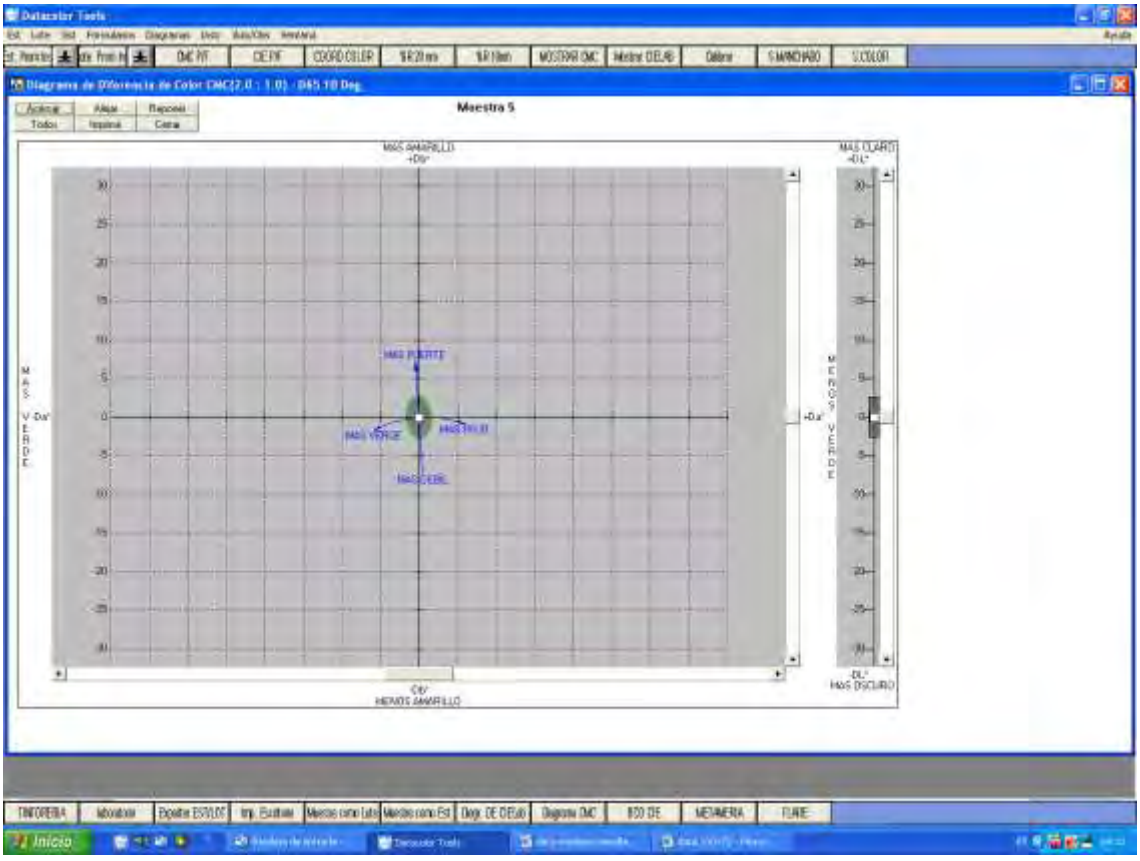


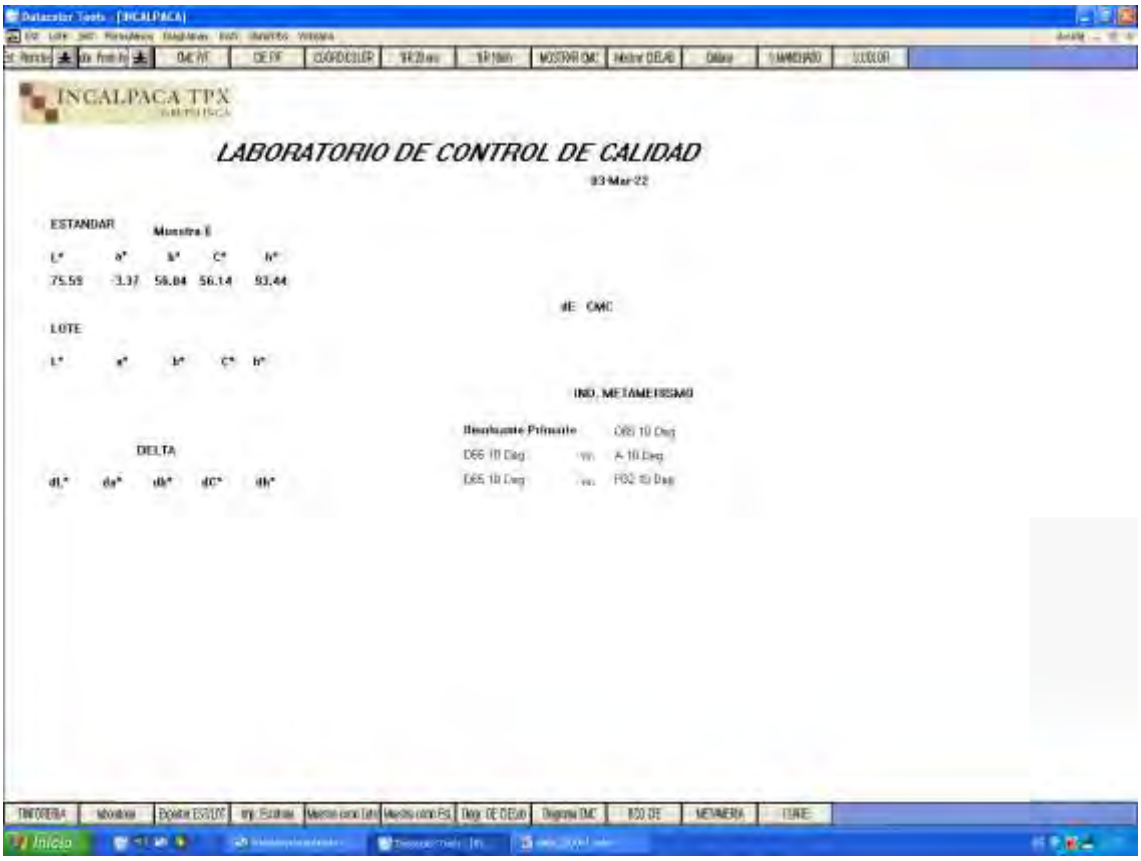
Diagrama de Diferencia de Color CMC(2.0 : 1.0) - D65 10 Deg
Muestra 3
MAS AMARILLO
+Db*
MAS CLARO
+DL*
MAS VERDE
-Da*
+Da*
MAS ROJO
MAS AZUL
MENOS AMARILLO
-Db*
MAS OSCURO
-DL*

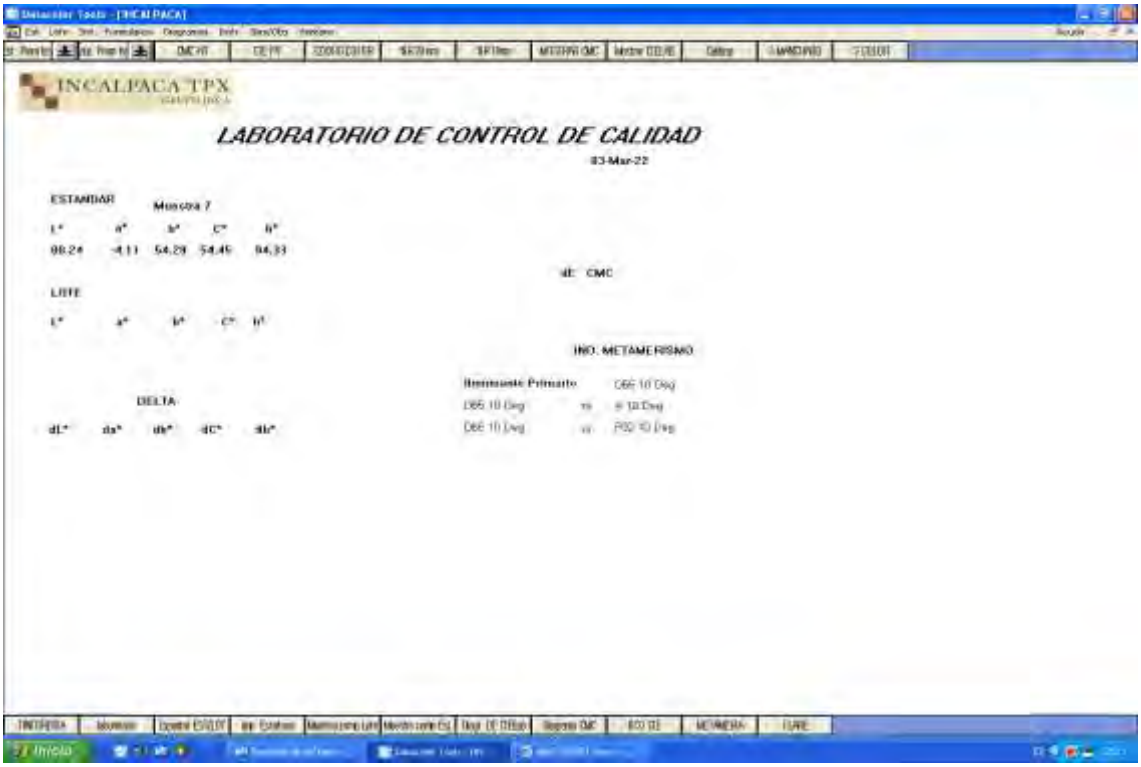

INCALPACA TPX
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD
03-Mar-22
ESTANDAR
Muestra 4
L* a* b* C* h*
81.35 -4.70 53.25 53.46 95.13
dE CMC
LOTE
L* a* b* C* h*
IND. METAMERISMO
Iluminante Primario
DELTA
dL* da* db* dC* dh*

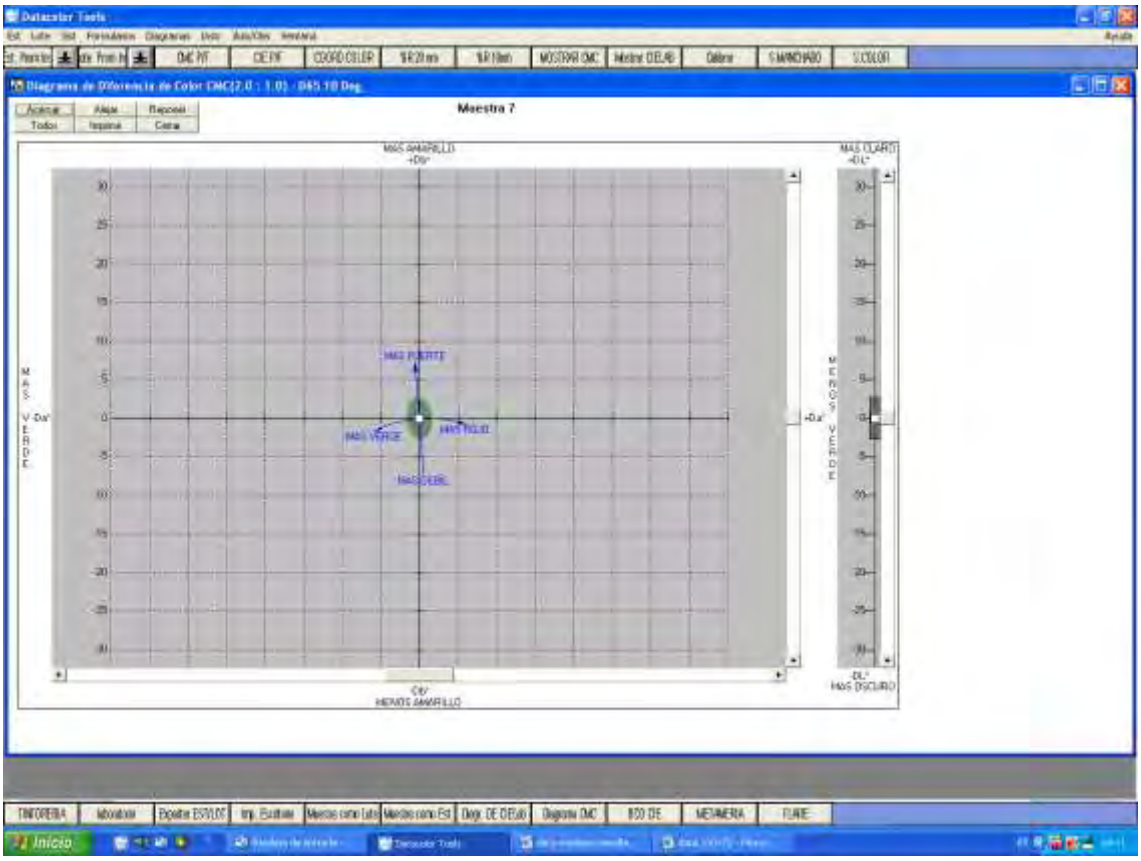

Muestra 4
MAS AMARILLO
MAS CLARO
MAS VERDE
MAS OSCURO
MENOS AMARILLO

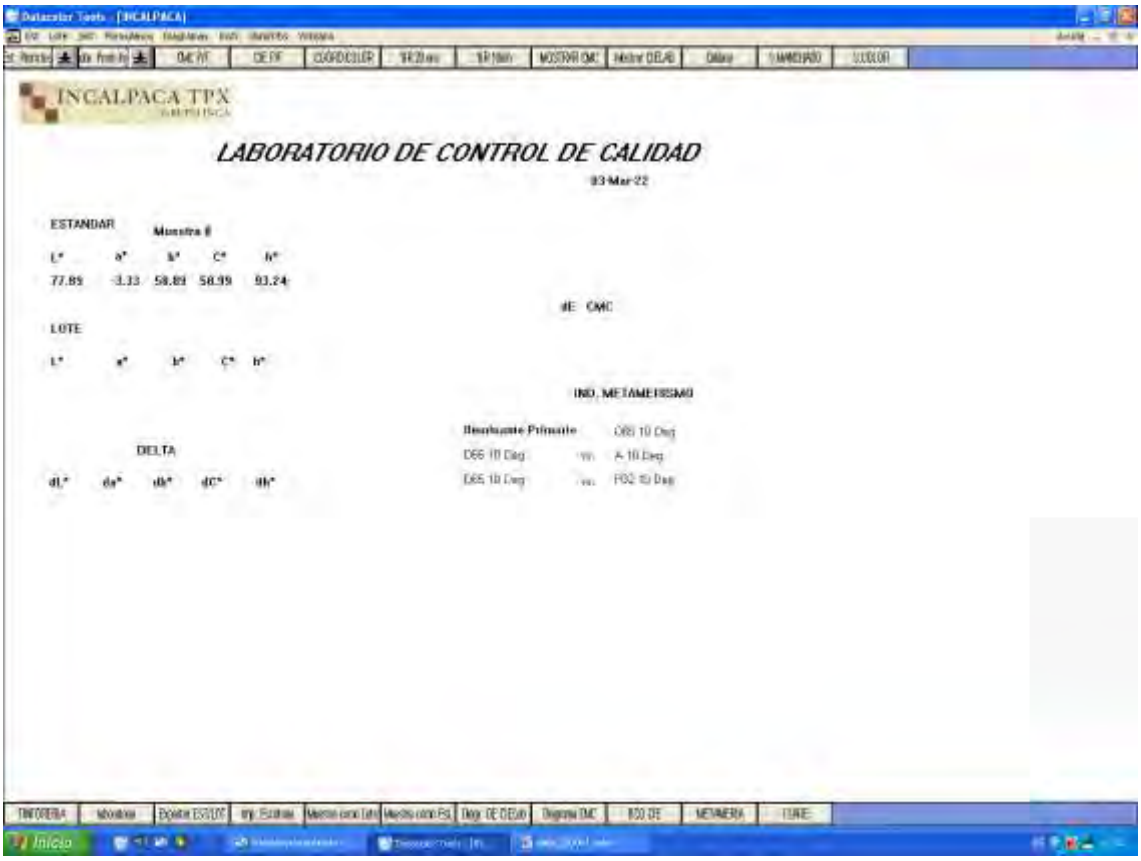

INCALPACA TPX
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD
ESTANDAR
Muestra 5
LOTE
DELTA
IND. METAMERISMO

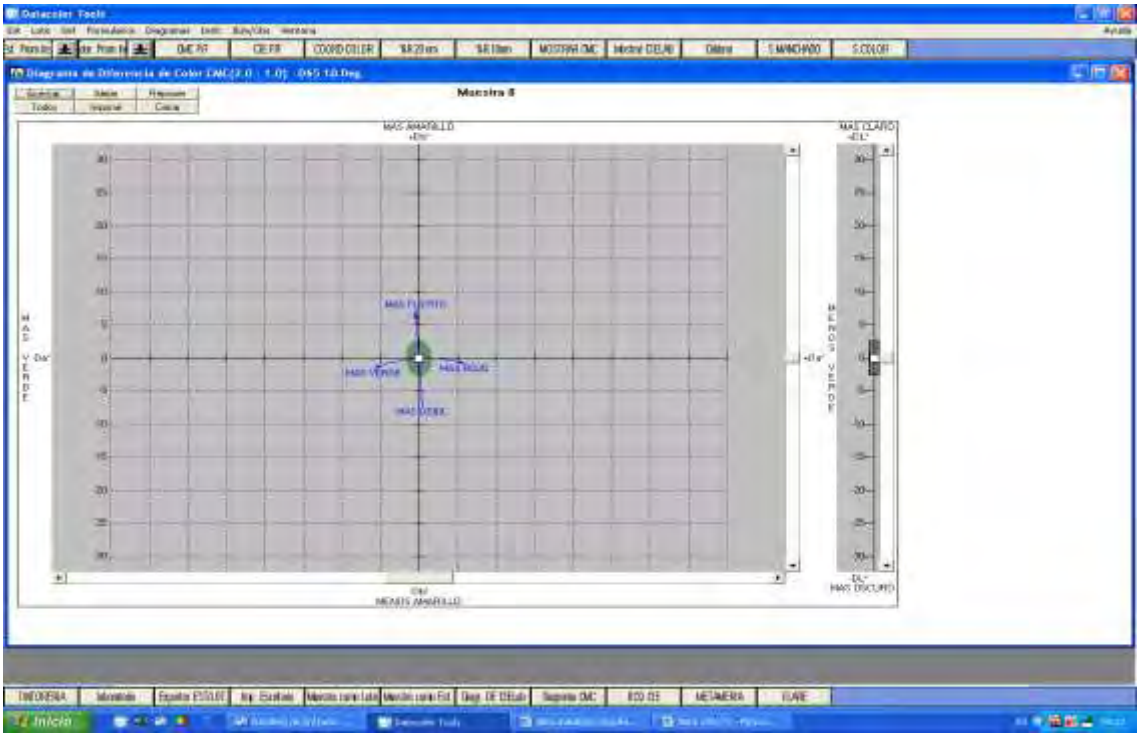

Datacolor Tools
Muestra 5
MAS AMARILLO
MAS CLARO
MAS VERDE
MAS PUERTE
MAS VERDE
MAS AZUL
MAS DEBIL
MENOS AMARILLO
MAS OSCURO

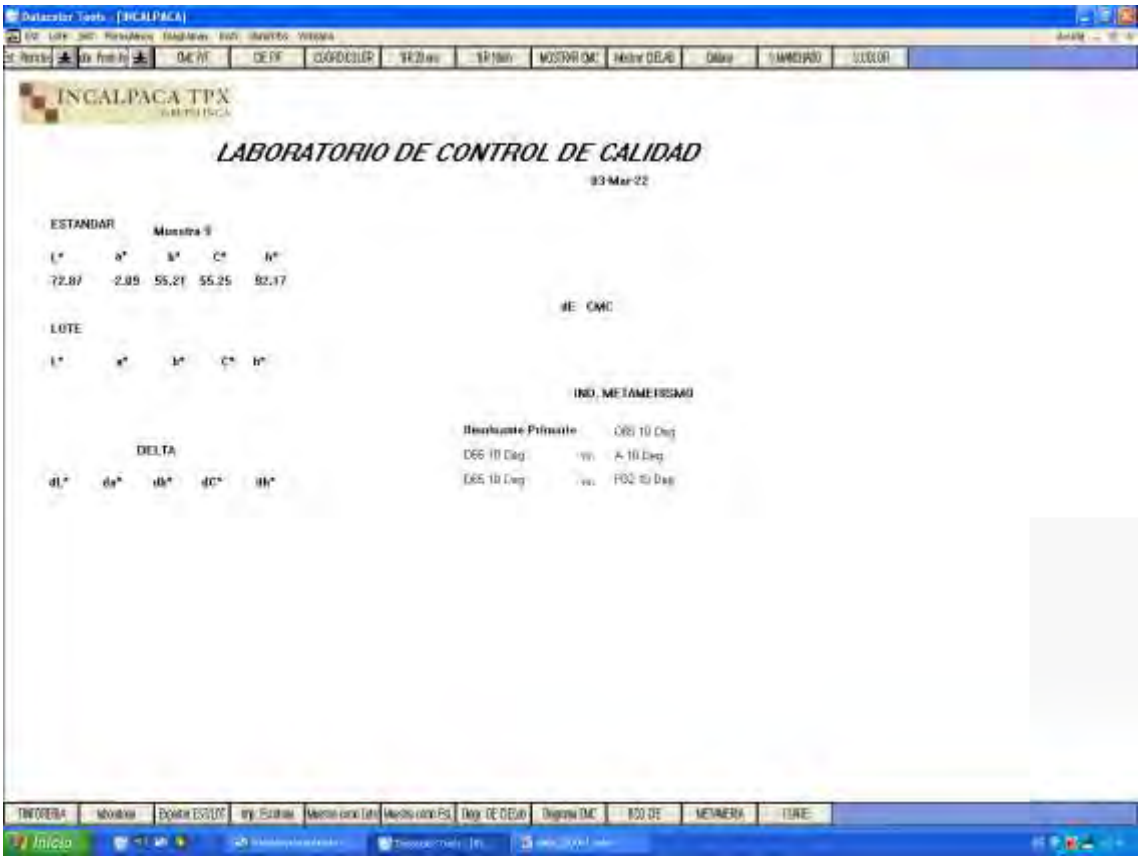

INCALPACA TPX
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD
03-Mar-22
ESTANDAR
Muestra E
L* a* b* C* h*
75.59 -3.37 56.84 56.14 93.44
dE CMC
LOTE
L* a* b* C* h*
IND. METAMERISMO
DELTA
dL* da* db* dC* dh*

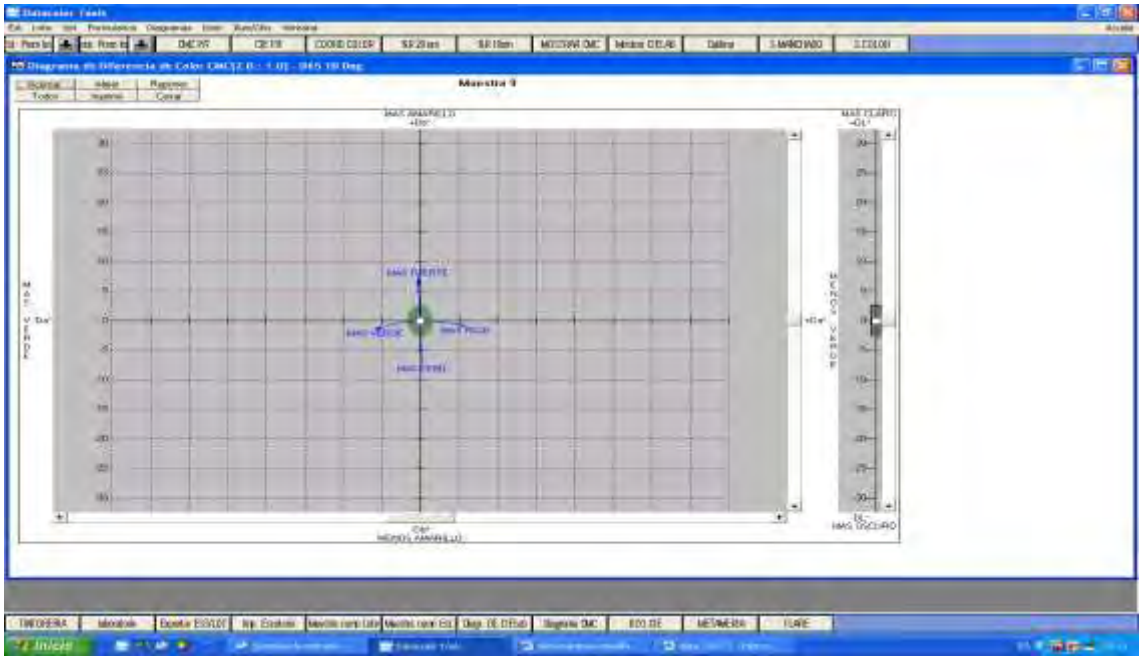

INCALPACA TPX
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD
03-Mar-22
ESTANDAR
Muestra 7
L* a* b* C* h*
98.24 -4.11 54.29 54.45 94.33
dE CMC
LOTE
L* a* b* C* h*
IND. METAMERISMO
DELTA
dL* da* db* dC* dh*


Datacolor Tools
Diagrama de Diferencia de Color CMC(2.0 : 1.0) - D65 10 Deg.
Maestra 7
MAS AMARILLO
+Db*
MAS CLARO
+DL*
MAS VERDE
-Da*
MAS ROJO
+Da*
MAS AZUL
-Db*
MAS OSCURO
-DL*
Inicio


INCALPACA TPX
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD
03-Mar-22
ESTANDAR
Muestra 8
L* a* b* C* h*
77.85 -3.33 58.89 58.99 93.24
dE CMC
LOTE
L* a* b* C* h*
IND. METAMERISMO
DELTA
dL* da* db* dC* dh*


Muestra 8


INCALPACA TPX
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD
03-Mar-22
ESTANDAR
Muestra 9
L* a* b* C* h*
72.87 2.89 55.21 55.25 92.17
LOTE
L* a* b* C* h*
dE CMC
IND. METAMERISMO
DELTA
dL* da* db* dC* dh*


Muestra 9



CALPACA TPX

Fecha 26 / 03 /

División

Laboratorio de Control de Calidad
Informe de Calidad Hilados

ARTIDA

CALIDAD: BABY

COLOR: CRUDO

TELLO: 3/28

Torsión:

Retorcido:

Peso: BLANCO

Procedencia:

Sentido Simple:

Sentido Retorcido:

Pruebas	Norma	Req. Mínimo
[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]

Pruebas	Norma	Req. Mínimo
[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]

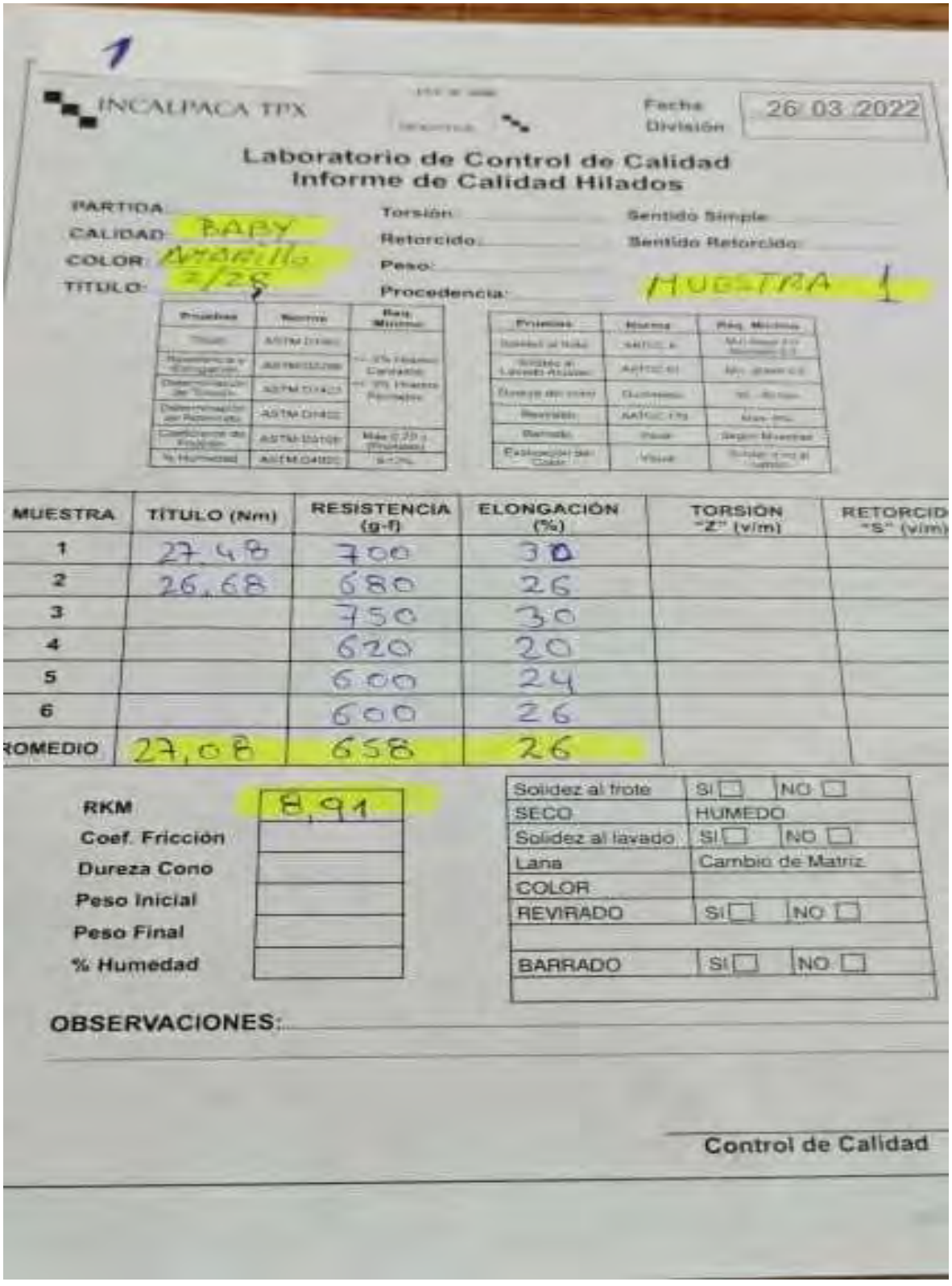
MUESTRA	TÍTULO (Nm)	RESISTENCIA (g-f)	ELONGACIÓN (%)	TORSIÓN "Z" (v/m)	RET
1	26,55	710	26		
2	26,52	720	28		
3		680	20		
4		620	24		
5		700	26		
6		680	22		
PROMEDIO	26,54	685	24		

RKM	9,09
Coef. Fricción	
Dureza Cono	
Peso Inicial	
Peso Final	
% Humedad	

Solidez al frote	SI ☐	NO ☐
SECO	HUMEDO	
Solidez al lavado	SI ☐	NO ☐
Lana	Cambio de Matriz	
COLOR		
REVIRADO	SI ☐	NO ☐
BARRADO	SI ☐	NO ☐

OBSERVACIONES:

Control de Cali



1

INCALPACA TPX

Fecha: 26 03 2022
División:

Laboratorio de Control de Calidad
Informe de Calidad Hilados

PARTIDA:
CALIDAD: BABY
COLOR: AMARILLO
TITULO: 2/28

Torsión:
Retorcido:
Peso:
Procedencia:

Sentido Simple:
Sentido Retorcido:

MUESTRA 1

Pruebas	Norma	Req. Mínimo
Título	ASTM D1907	
Resistencia y Elongación	ASTM D2256	>= 2% Hilados Cardados
Determinación de Torsión	ASTM D1423	>= 3% Hilados Peinados
Determinación del Retorcido	ASTM D1422	
Coeficiente de Fricción	ASTM D3108	Más 0.25 x (Promedio)
% Humedad	ASTM D4820	5-12%

Pruebas	Norma	Req. Mínimo
Solidez al frote	AATCC 8	Mín. Grado 3-4 Normal 2-3
Solidez al Lavado Acuoso	AATCC 61	Mín. Grado 3-4
Dureza del cono	Durómetro	90 - 90 min
Revirado	AATCC 179	Máx. 8%
Barrado	Visual	Según Muestras
Evaluación del Color	Visual	Solidez a no al cambio

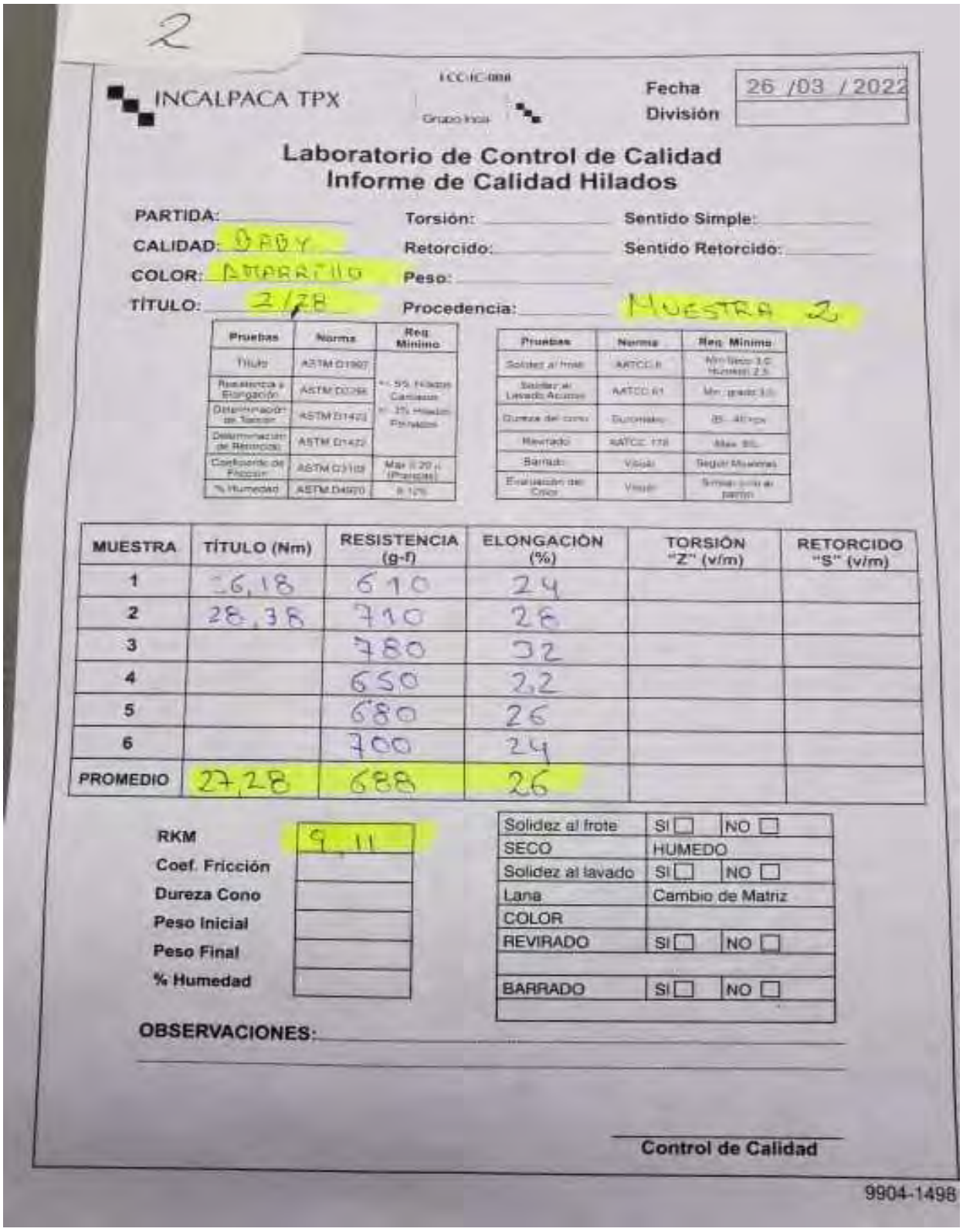
MUESTRA	TÍTULO (Nm)	RESISTENCIA (g-f)	ELONGACIÓN (%)	TORSIÓN "Z" (v/m)	RETORCID "S" (v/m)
1	27,48	700	30		
2	26,68	680	26		
3		750	30		
4		620	20		
5		600	24		
6		600	26		
ROMEDIO	27,08	658	26		

RKM	8,91
Coef. Fricción	
Dureza Cono	
Peso Inicial	
Peso Final	
% Humedad	

Solidez al frote	SI ☐	NO ☐
SECO	HUMEDO	
Solidez al lavado	SI ☐	NO ☐
Lana	Cambio de Matriz	
COLOR		
REVIRADO	SI ☐	NO ☐
BARRADO	SI ☐	NO ☐

OBSERVACIONES:

Control de Calidad



2

INCALPACA TPX

ICC-IC-008

Grupo Inca

Fecha 26 /03 /2022

División

Laboratorio de Control de Calidad
Informe de Calidad Hilados

PARTIDA:

CALIDAD: BABY

COLOR: AMARILLO

TÍTULO: 2/28

Torsión:

Retorcido:

Peso:

Sentido Simple:

Sentido Retorcido:

Procedencia: MUESTRA 2

Pruebas	Norma	Req. Mínimo
Título	ASTM D1907	+/- 5% Hilados Cardados +/- 3% Hilados Peinados
Resistencia y Elongación	ASTM D2256	
Determinación de Torsión	ASTM D1423	
Determinación de Retorcido	ASTM D1422	
Coeficiente de Fricción	ASTM D3108	Max 0.20 u (Peinados)
% Humedad	ASTM D4972	8.12%

Pruebas	Norma	Req. Mínimo
Solidez al frote	AATCC 8	Min Seco 3-4 Humedo 2-3
Solidez al Lavado Acetato	AATCC 61	Min grado 3-4
Dureza del cono	Durometro	35 - 40 hrc
Revirado	AATCC 172	Max 8%
Barrado	Visual	Según Muestras
Evaluación del Color	Visual	Similar color de patron

MUESTRA	TÍTULO (Nm)	RESISTENCIA (g-f)	ELONGACIÓN (%)	TORSIÓN "Z" (v/m)	RETORCIDO "S" (v/m)
1	26,18	610	24		
2	28,38	710	28		
3		780	32		
4		650	2,2		
5		680	26		
6		700	24		
PROMEDIO	27,28	688	26		

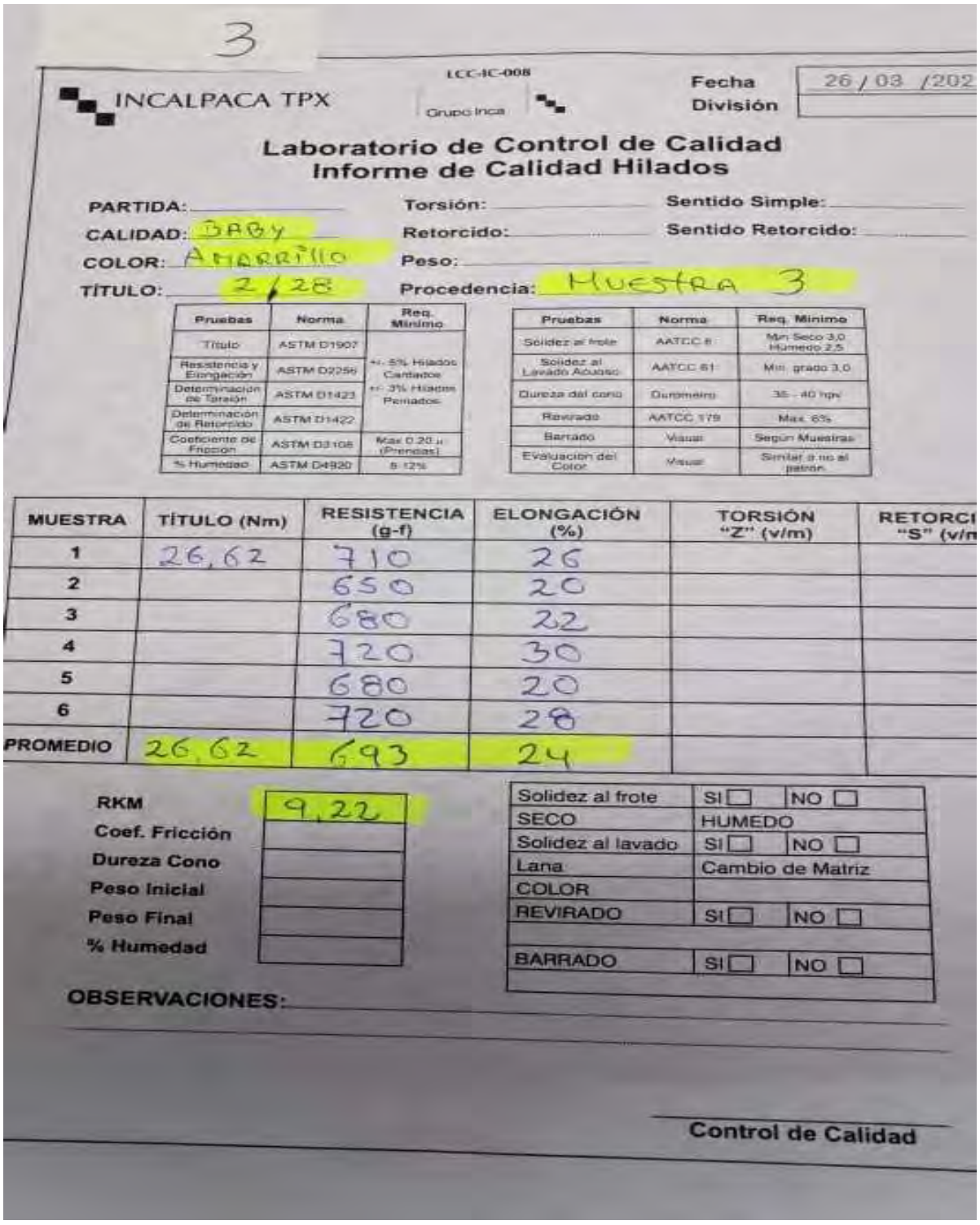
RKM	9,11
Coef. Fricción	
Dureza Cono	
Peso Inicial	
Peso Final	
% Humedad	

Solidez al frote	SI ☐	NO ☐
SECO	HUMEDO	
Solidez al lavado	SI ☐	NO ☐
Lana	Cambio de Matriz	
COLOR		
REVIRADO	SI ☐	NO ☐
BARRADO	SI ☐	NO ☐

OBSERVACIONES:

Control de Calidad

9904-1498



3

INCALPACA TPX

LCC-IC-008

Grupo Inca

Fecha 26 / 03 /202

División

Laboratorio de Control de Calidad
Informe de Calidad Hilados

PARTIDA:

CALIDAD: BABY

COLOR: AMARRILLO

TÍTULO: 2/28

Torsión:

Retorcido:

Peso:

Sentido Simple:

Sentido Retorcido:

Procedencia: MUESTRA 3

Pruebas	Norma	Req. Mínimo
Título	ASTM D1907	
Resistencia y Elongación	ASTM D2256	+/- 5% Hilados Cardados
Determinación de Torsión	ASTM D1423	+/- 3% Hilados Peinados
Determinación de Retorcido	ASTM D1422	
Coeficiente de Fricción	ASTM D3108	Max 0.20 u (Premium)
% Humedad	ASTM D4820	8-12%

Pruebas	Norma	Req. Mínimo
Solidez al frote	AATCC 8	Min Seco 3,0 Húmedo 2,5
Solidez al Lavado Acuoso	AATCC 61	Min. grado 3,0
Dureza del cono	Durometro	35 - 40 hpv
Revirado	AATCC 179	Max. 6%
Barrado	Visual	Según Muestras
Evaluación del Color	Visual	Similar o no al patrón

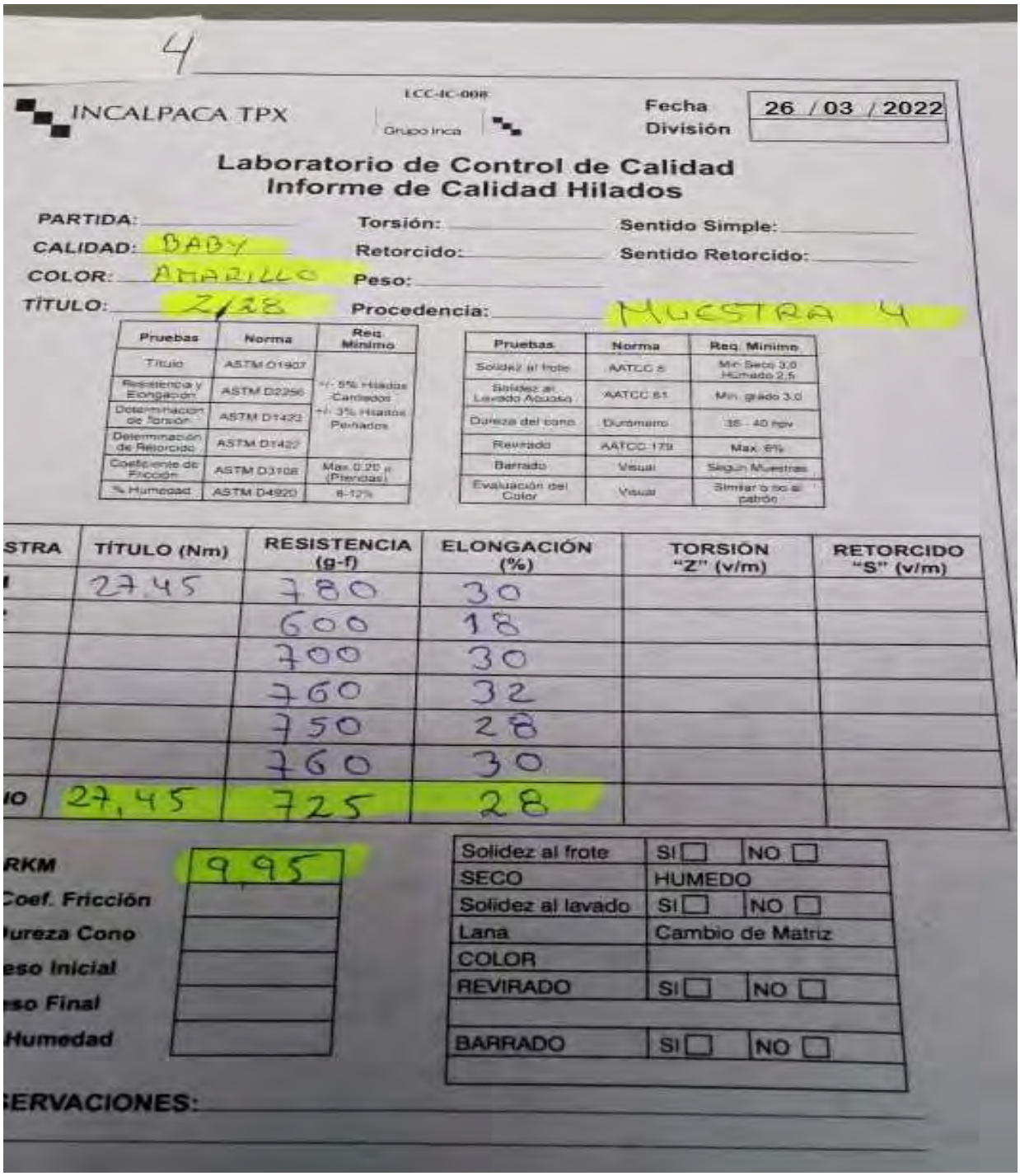
MUESTRA	TÍTULO (Nm)	RESISTENCIA (g-f)	ELONGACIÓN (%)	TORSIÓN "Z" (v/m)	RETORCI "S" (v/m
1	26,62	710	26		
2		650	20		
3		680	22		
4		720	30		
5		680	20		
6		720	28		
PROMEDIO	26,62	693	24		

RKM	9,22
Coef. Fricción	
Dureza Cono	
Peso Inicial	
Peso Final	
% Humedad	

Solidez al frote	SI ☐	NO ☐
SECO	HUMEDO	
Solidez al lavado	SI ☐	NO ☐
Lana	Cambio de Matriz	
COLOR		
REVIRADO	SI ☐	NO ☐
BARRADO	SI ☐	NO ☐

OBSERVACIONES:

Control de Calidad



4

INCALPACA TPX

LCC-4C-008

Grupo Inca

Fecha 26 / 03 / 2022

División

Laboratorio de Control de Calidad
Informe de Calidad Hilados

PARTIDA: _____ Torsión: _____ Sentido Simple: _____

CALIDAD: BABY Retorcido: _____ Sentido Retorcido: _____

COLOR: AMARILLO Peso: _____

TÍTULO: 2/28 Procedencia: MUESTRA 4

Pruebas	Norma	Req. Mínimo
Título	ASTM D1907	+/- 5% Hilados Cardados +/- 3% Hilados Peinados
Resistencia y Elongación	ASTM D2256	
Determinación de Torsión	ASTM D1423	
Determinación de Retorcido	ASTM D1422	
Coeficiente de Fricción	ASTM D3108	Max. 0.20 (Peinadas)
% Humedad	ASTM D4920	8-12%

Pruebas	Norma	Req. Mínimo
Solidez al frote	AATCC 8	Mín. Seco 3.0 Húmedo 2.5
Solidez al Lavado Alcalino	AATCC 61	Mín. grado 3.0
Dureza del cono	Durómetro	35 - 40 hov
Revirado	AATCC 179	Max. 6%
Barrado	Visual	Según Muestras
Evaluación del Color	Visual	Similar o no al patrón

STRA	TÍTULO (Nm)	RESISTENCIA (g-f)	ELONGACIÓN (%)	TORSIÓN "Z" (v/m)	RETORCIDO "S" (v/m)
	27.45	780	30		
		600	18		
		700	30		
		760	32		
		750	28		
		760	30		
IO	27,45	725	28		

RKM	9,95
Coef. Fricción	
Dureza Cono	
eso Inicial	
eso Final	
Humedad	

Solidez al frote	SI ☐	NO ☐
SECO	HUMEDO	
Solidez al lavado	SI ☐	NO ☐
Lana	Cambio de Matriz	
COLOR		
REVIRADO	SI ☐	NO ☐
BARRADO	SI ☐	NO ☐

ERVACIONES: _____

5

INCALPACA TPX

LCC-IC-068

Grupo Inca

Fecha 26 /03 /2022

División

Laboratorio de Control de Calidad
Informe de Calidad Hilados

PARTIDA: Torsión: Sentido Simple:

CALIDAD: BABY Retorcido: Sentido Retorcido:

COLOR: AMARILLO Peso:

TÍTULO: 2/28 Procedencia: MUESTRA 5

Pruebas	Norma	Req. Mínimo
Título	ASTM D1907	+/- 5% Hilados Cardados +/- 3% Hilados Peinados
Resistencia y Elongación	ASTM D2256	
Determinación de Torsión	ASTM D1423	
Determinación de Retorcido	ASTM D1422	
Coeficiente de Fricción	ASTM D3108	Max 0.20 (Prendas)
% Humedad	ASTM D4820	9-13%

Pruebas	Norma	Req. Mínimo
Solidez al frote	AATCC 8	Min Seco 3.0 Humedo 2.5
Solidez al Lavado Acuoso	AATCC 61	Min. grado 3.0
Dureza del cono	Durómetro	55 - 60 hrc
Revirado	AATCC 179	Max. 8%
Barrado	Visual	Según Muestras
Evaluación del Color	Visual	Similar o no al patron

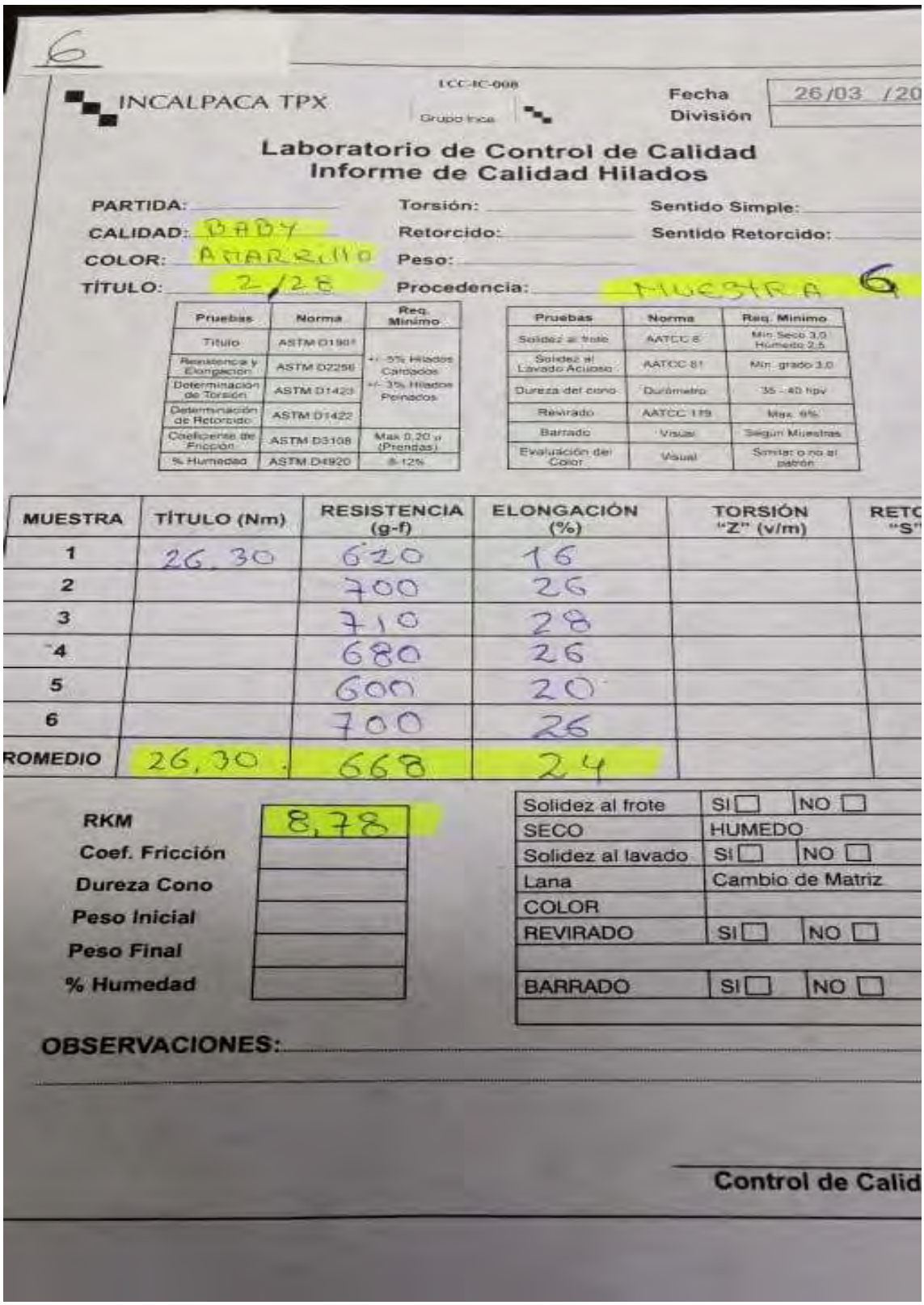
MUESTRA	TÍTULO (Nm)	RESISTENCIA (g-f)	ELONGACIÓN (%)	TORSIÓN "Z" (v/m)	RETORCIDO "S" (v/m)
1	26,39	630	24		
2		630	20		
3		670	26		
4		750	28		
5		770	24		
6		620	20		
PROMEDIO	26, 39	662	24		

RKM	8,74
Coef. Fricción	
Dureza Cono	
Peso Inicial	
Peso Final	
% Humedad	

Solidez al frote	SI ☐	NO ☐
SECO	HUMEDO	
Solidez al lavado	SI ☐	NO ☐
Lana	Cambio de Matriz	
COLOR		
REVIRADO	SI ☐	NO ☐
BARRADO	SI ☐	NO ☐

OBSERVACIONES:

Control de Calidad



6

INCALPACA TPX

LCC-IC-008

Grupo Inca

Fecha 26/03 /20

División

Laboratorio de Control de Calidad
Informe de Calidad Hilados

PARTIDA:

CALIDAD: BABY

COLOR: AMARILLO

TÍTULO: 2/28

Torsión:

Retorcido:

Peso:

Procedencia: MUESTRA 6

Sentido Simple:

Sentido Retorcido:

Pruebas	Norma	Req. Mínimo
Título	ASTM D1907	+/- 5% Hilados Cardados +/- 3% Hilados Peinados
Resistencia y Elongación	ASTM D2256	
Determinación de Torsión	ASTM D1423	
Determinación de Retorcido	ASTM D1422	
Coeficientes de Fricción	ASTM D3108	Max 0.20 u (Prendas)
% Humedad	ASTM D4920	8-12%

Pruebas	Norma	Req. Mínimo
Solidez al frote	AATCC 8	Min Seco 3.0 Humedo 2.5
Solidez al Lavado Acuoso	AATCC 61	Min. grado 3.0
Dureza del cono	Durómetro	35 - 40 hpv
Revirado	AATCC 179	Max. 6%
Barrado	Visual	Según Muestras
Evaluación del Color	Visual	Similar o no al patrón

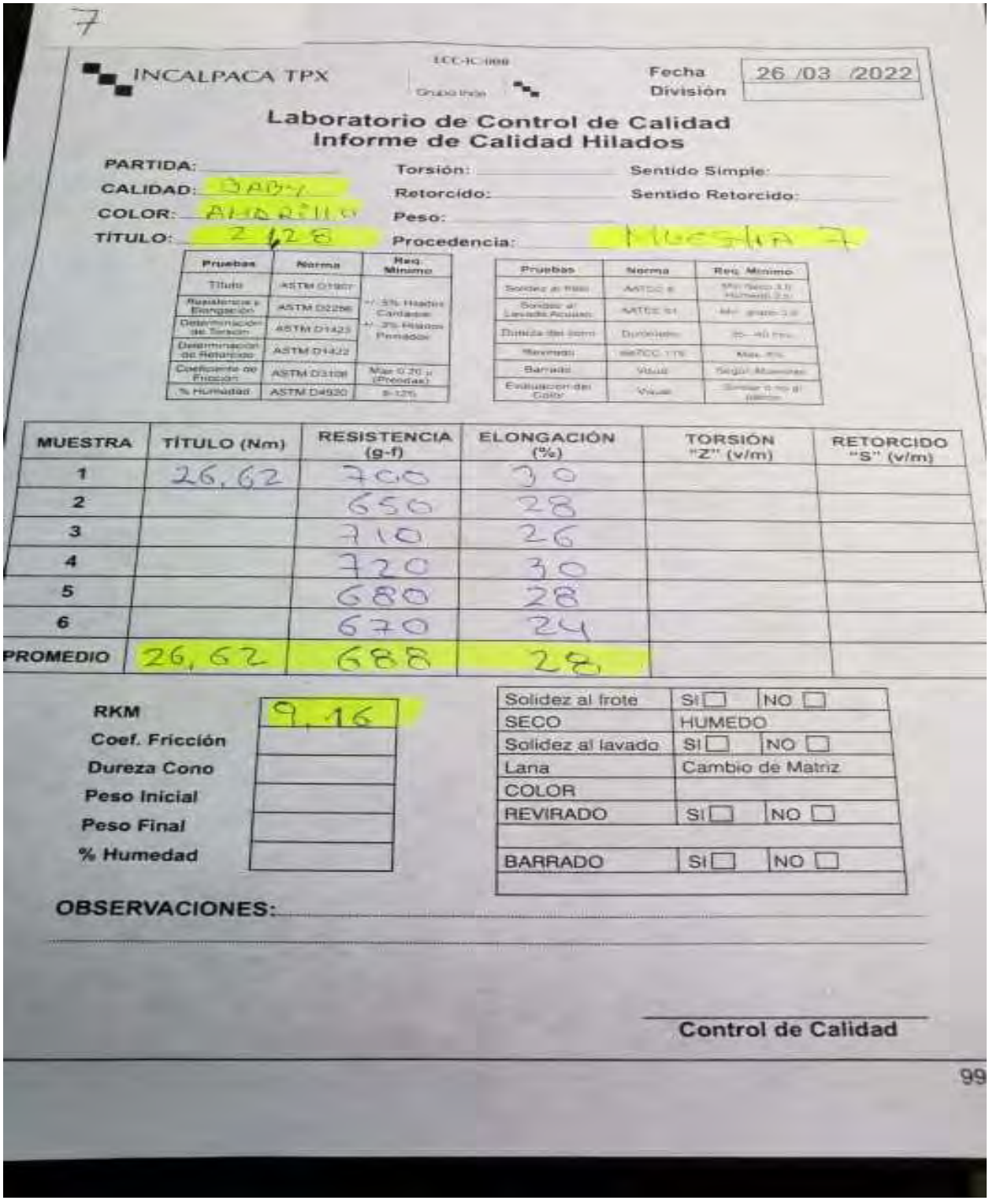
MUESTRA	TÍTULO (Nm)	RESISTENCIA (g-f)	ELONGACIÓN (%)	TORSIÓN "Z" (v/m)	RETO "S"
1	26.30	620	16		
2		700	26		
3		710	28		
4		680	26		
5		600	20		
6		700	26		
ROMEDIO	26,30	668	24		

RKM	8,78
Coef. Fricción	
Dureza Cono	
Peso Inicial	
Peso Final	
% Humedad	

Solidez al frote	SI ☐	NO ☐
SECO	HUMEDO	
Solidez al lavado	SI ☐	NO ☐
Lana	Cambio de Matriz	
COLOR		
REVIRADO	SI ☐	NO ☐
BARRADO	SI ☐	NO ☐

OBSERVACIONES:

Control de Calid



7

INCALPACA TPX

ECC-IC-008

Grupo Inca

Fecha 26 /03 /2022

División

Laboratorio de Control de Calidad
Informe de Calidad Hilados

PARTIDA:

CALIDAD: BABY

COLOR: AMARILLO

TÍTULO: 2 1/28

Torsión:

Retorcido:

Peso:

Procedencia: MUESTRA 7

Sentido Simple:

Sentido Retorcido:

Pruebas	Norma	Req. Mínimo
Título	ASTM D1907	+/- 3% Hilados Cardados +/- 3% Hilados Peinados
Resistencia y Elongación	ASTM D2256	
Determinación de Torsión	ASTM D1423	
Determinación de Retorcido	ASTM D1422	
Coeficiente de Fricción	ASTM D3108	Max 0.20 µ (Prendas)
% Humedad	ASTM D4920	8-12%

Pruebas	Norma	Req. Mínimo
Solidez al frote	AATCC 8	Min Seco 3.0 Húmedo 2.5
Solidez al Lavado Acuoso	AATCC 61	Min grado 3.0
Dureza del cono	Durómetro	35 - 40 mm
Revirado	AATCC 179	Max. 4%
Barrado	Visual	Según Muestras
Evaluación del Color	Visual	Similar o no al patrón

MUESTRA	TÍTULO (Nm)	RESISTENCIA (g-f)	ELONGACIÓN (%)	TORSIÓN "Z" (v/m)	RETORCIDO "S" (v/m)
1	26,62	700	30		
2		650	28		
3		710	26		
4		720	30		
5		680	28		
6		670	24		
PROMEDIO	26,62	688	28		

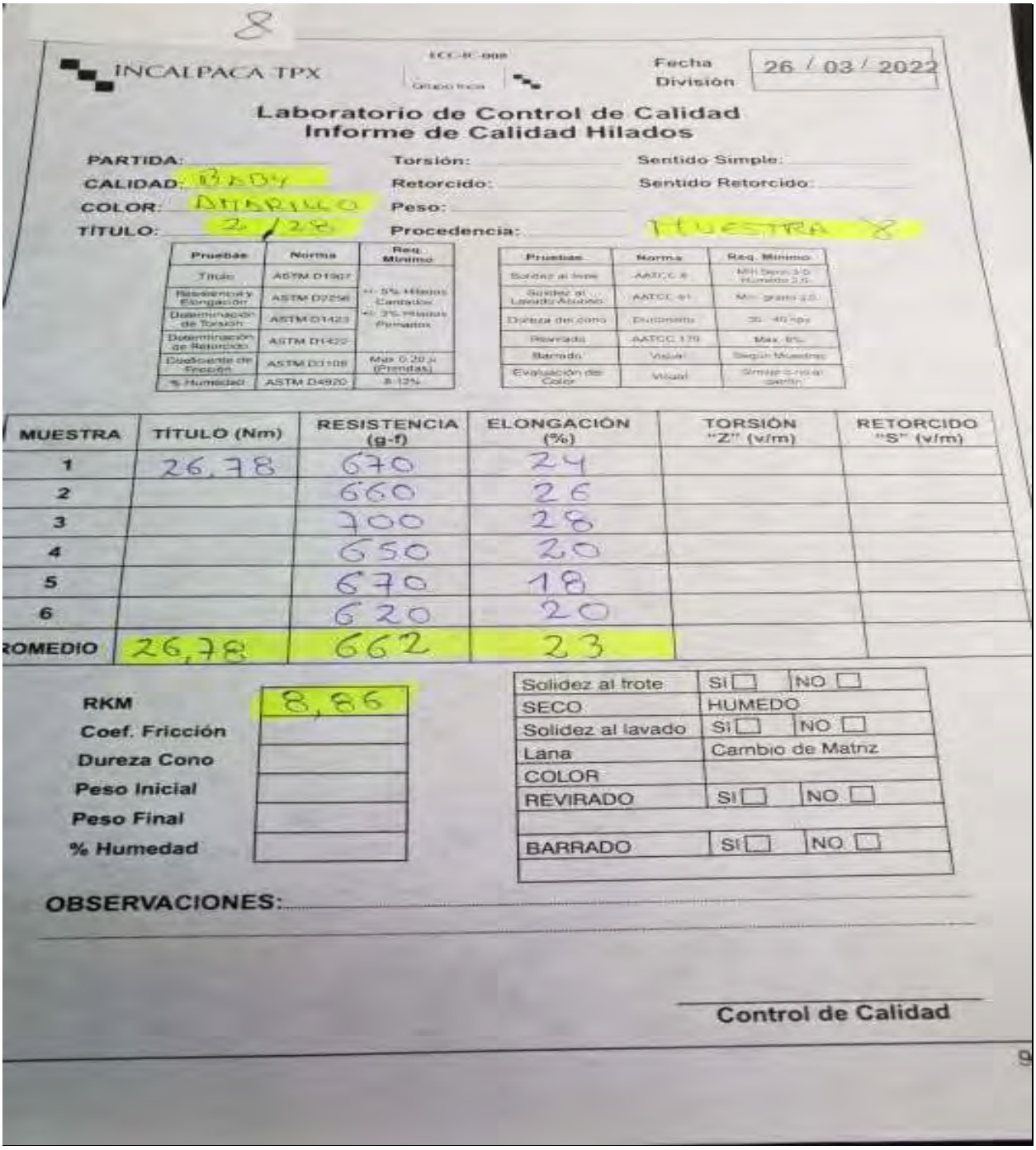
RKM	9,16
Coef. Fricción	
Dureza Cono	
Peso Inicial	
Peso Final	
% Humedad	

Solidez al frote	SI ☐	NO ☐
SECO	HUMEDO	
Solidez al lavado	SI ☐	NO ☐
Lana	Cambio de Matriz	
COLOR		
REVIRADO	SI ☐	NO ☐
BARRADO	SI ☐	NO ☐

OBSERVACIONES:

Control de Calidad

99



8

INCALPACA TPX

Fecha 26 / 03 / 2022
División

Laboratorio de Control de Calidad
Informe de Calidad Hilados

PARTIDA:
CALIDAD: BABY
COLOR: AMARILLO
TÍTULO: 2/28
Torsión:
Retorcido:
Peso:
Procedencia: MUESTRA 8
Sentido Simple:
Sentido Retorcido:

Pruebas	Norma	Req. Mínimo
Título	ASTM D1907	+/- 5% Hilos Cardados +/- 3% Hilos Peinados
Resistencia y Elongación	ASTM D7256	
Determinación de Torsión	ASTM D1423	
Determinación de Retorcido	ASTM D1422	
Coeficiente de Fricción	ASTM D1894	Max 0.20 µ (Prendas)
% Humedad	ASTM D4920	8-12%

Pruebas	Norma	Req. Mínimo
Solidez al frote	AATCC 8	MH Seco 3-5 Humedo 2-5
Solidez al Lavado Acuoso	AATCC 61	Min. grado 3-5
Dureza de cono	Durómetro	35 - 40 hrs
Revirado	AATCC 179	Max. 8%
Barrado	Visual	Según Muestras
Evaluación de Color	Visual	Similar o igual al patrón

MUESTRA	TÍTULO (Nm)	RESISTENCIA (g-f)	ELONGACIÓN (%)	TORSIÓN "Z" (v/m)	RETORCIDO "S" (v/m)
1	26,78	670	24		
2		660	26		
3		700	28		
4		650	20		
5		670	18		
6		620	20		
PROMEDIO	26,78	662	23		

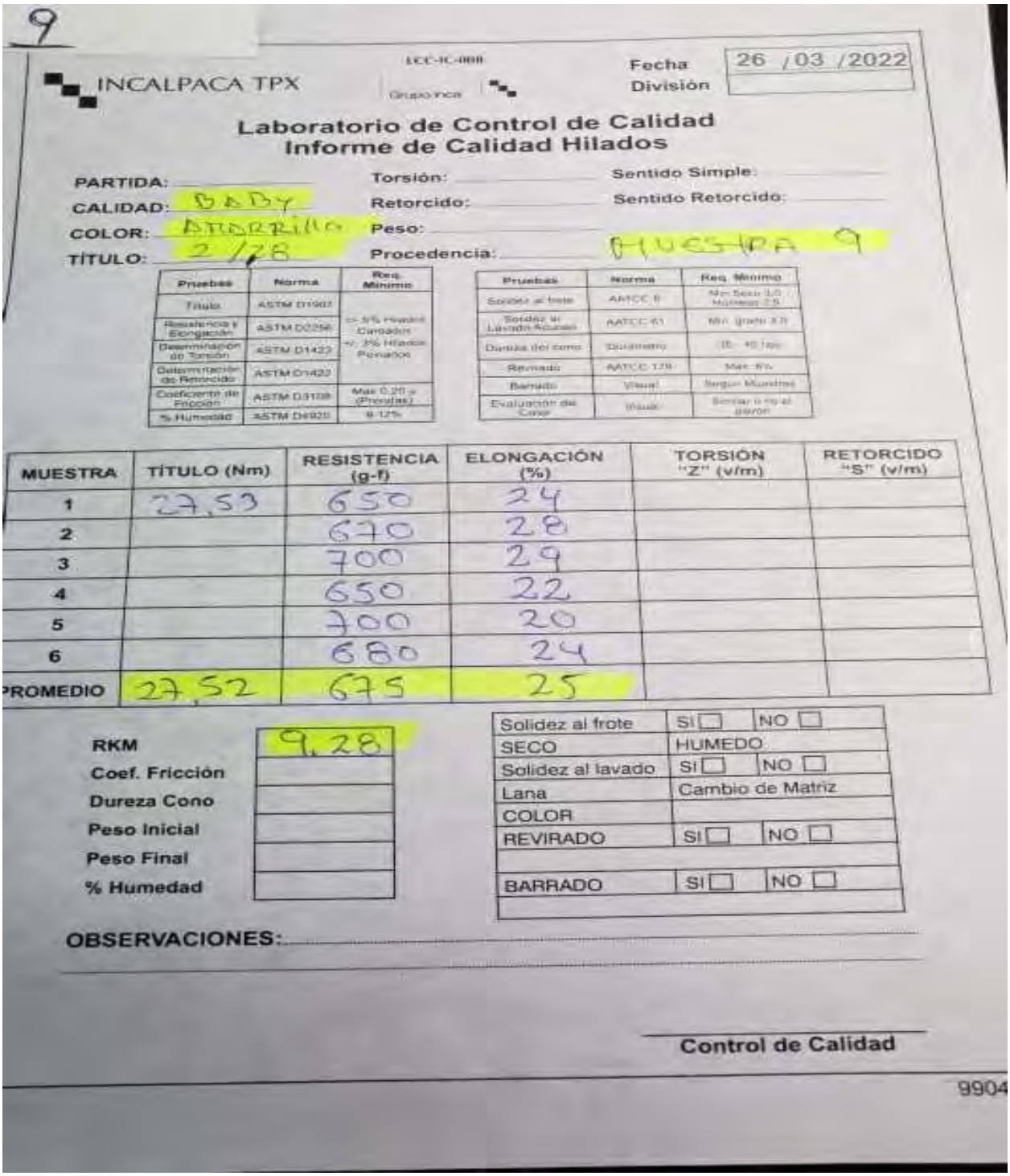
RKM	8,86
Coef. Fricción	
Dureza Cono	
Peso Inicial	
Peso Final	
% Humedad	

Solidez al frote	SI ☐	NO ☐
SECO	HUMEDO	
Solidez al lavado	SI ☐	NO ☐
Lana	Cambio de Matriz	
COLOR		
REVIRADO	SI ☐	NO ☐
BARRADO	SI ☐	NO ☐

OBSERVACIONES:

Control de Calidad

9



9

INCALPACA TPX

LCC-IC-008

Grupo Inca

Fecha 26 /03 /2022

División

Laboratorio de Control de Calidad
Informe de Calidad Hilados

PARTIDA:

CALIDAD: BABY

COLOR: AMARRILLO

TÍTULO: 2/28

Torsión:

Retorcido:

Peso:

Procedencia: MUESTRA 9

Sentido Simple:

Sentido Retorcido:

Pruebas	Norma	Req. Mínimo
Título	ASTM D1907	+/- 5% Hilados Cardados +/- 3% Hilados Peinados
Resistencia y Elongación	ASTM D2256	
Determinación de Torsión	ASTM D1423	
Determinación de Retorcido	ASTM D1422	
Coeficiente de Fricción	ASTM D3108	Max 0.20 μ (Prendas)
% Humedad	ASTM D4920	9-12%

Pruebas	Norma	Req. Mínimo
Solidez al frote	AATCC 8	Min Seco 3.0 Húmedo 2.5
Solidez al Lavado Acuoso	AATCC 61	Min. grado 3.0
Dureza del cono	Durómetro	(B - 40 Ha)
Revirado	AATCC 179	Max. 6%
Barrado	Visual	Según Muestras
Evaluación del Color	Visual	Similar o no al patrón

MUESTRA	TÍTULO (Nm)	RESISTENCIA (g-f)	ELONGACIÓN (%)	TORSIÓN "Z" (v/m)	RETORCIDO "S" (v/m)
1	27,53	650	24		
2		670	28		
3		700	29		
4		650	22		
5		700	20		
6		680	24		
PROMEDIO	27,52	675	25		

RKM	9,28
Coef. Fricción	
Dureza Cono	
Peso Inicial	
Peso Final	
% Humedad	

Solidez al frote	SI ☐	NO ☐
SECO	HUMEDO	
Solidez al lavado	SI ☐	NO ☐
Lana	Cambio de Matriz	
COLOR		
REVIRADO	SI ☐	NO ☐
BARRADO	SI ☐	NO ☐

OBSERVACIONES:

Control de Calidad

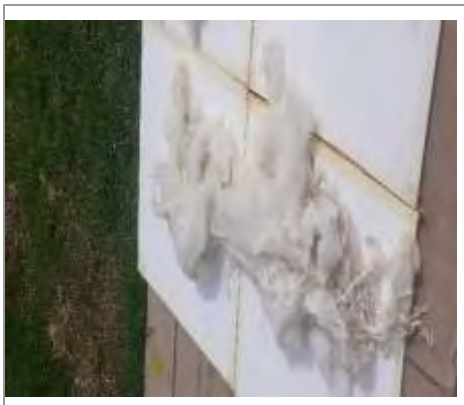
9904

ANEXOS 5

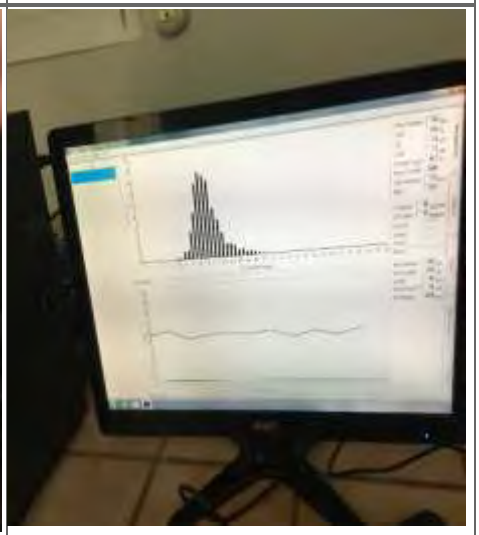
PANEL FOTOGRÁFICO

5.1 ACONDICIONAMIENTO DE FIBRA DE ALPACA

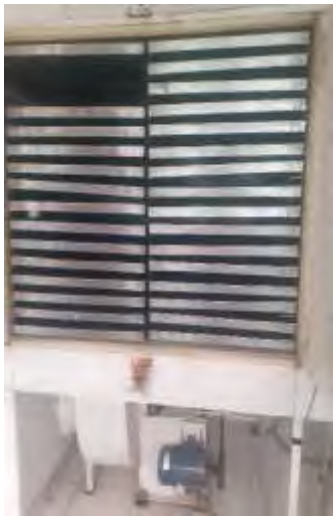
Foto N°1. Pesado	***Foto N°2. Limpieza***	***Foto N°3 :Equipo de lavado***
		
24/01/2022 Cicas la raya	*24/01/2022 Cicas la Raya*	*25/01/2022 Cicas la Raya*
Foto N°4. Pesado de detergente	***Foto N°5. llenado de agua al equipo***	***Foto N°6. Lavado de fibra***
		
25/01/2022 Cicas la raya	25/01/2022 Cicas la raya	25/01/2022 Cicas la raya
Foto N°7 secado		

 25/01/2022 Cicas la Raya		

5.2 ANÁLISIS DE CALIDAD DE LA FIBRA OFDA 2000

Foto N°8 Equipo	***Foto N°9 .Distribuidor de fibra para poner al Ofda***	***Foto N°10.Lectura del resultado***
		
26/01/2022 Cicas la raya	*26/01/20 Cicas la Raya*	*26/01/2022 Cicas la Raya*

5.3 DESHIDRATADO Y MOLIDO DE MOLLE

Foto N°11 Molle	*Foto N°12.Deshidratador convectivo de bandejas*	*Foto N°1:Poner a las bandejas en forma uniforme*
		
*17/**01/2022 Empresa** Kuski*	*17/01/2022 Empresa Kuski*	*17/01/202 Empresa Kuski*
Foto N°14 colocar al equipo	***Foto N°15 sacar del equipo***	***Foto N°16 Equipo de martillo***
		
17/01/2022 Empresa Kuski	*17/01/2022 Empresa Kuski*	17/01/2022 Empresa kuski

5.4 PRIMEROS ENSAYOS DE TEÑIDO EN FIBRA DE ALPACA

Foto N°17 pesado molle	***Foto N°18 pesado de fibra (5g)***	***Foto N°19 teñido***
		
07/02/2022 EPIA	*07/02/2022 EPIA*	*07/02/2022 EPIA*
Foto N°20 enfriado	*Foto N°21 medición PH*	*Foto N°22 lavado*
		
07/02/2022 EPIA	*07/02/2022 EPIA*	*07/02/2022 EPIA*

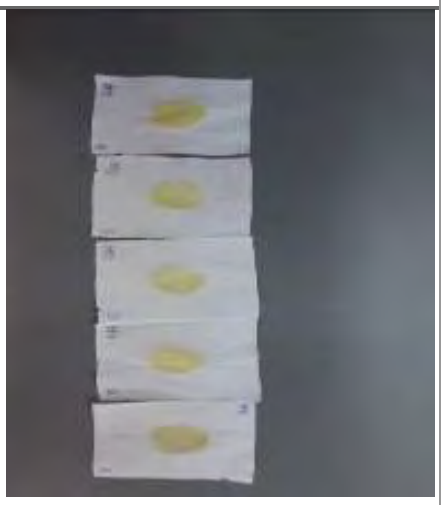
5.5 LABORATORIO DE TEÑIDO EN EL CITEX TEXTIL CAMÉLIDO CUSCO

Foto N°22 Hilado	***Foto N°23 Pesado***	***Foto N°24 Madejado***
		
14/02/2022 Citex textil	*14/02/2022 Citex textil*	*14/02/2022 Citex textil*
Foto N°25 Humectado	***Foto N°26 PH del molle (1/10)***	***Foto N°27 Pesado de molle acuoso***
		
14/02/2022 Citex textil	*14/02/2022 Citex textil*	*14/02/2022 Citex textil*
Foto N°28 Poner fibra a los tubos	***FotoN°29 Cerrado hermético de los tubos***	***Foto N°30 Colocar al equipo***

		
14/02/2022 Citex textil	*14/02/2022 Citex textil*	*14/02/2022 Citex textil*
Foto N°31 temperatura inicial de la dilución	***Foto N°32 programación para la temperatura deseada***	***Foto N°33 enfriado***
		
14/02/2022 Citex textil	*14/02/2022 Citex textil*	*14/02/2022 Citex textil*
Foto N°34 lavado	Foto N°35 secado	Foto N°36 muestra final

		
14/02/2022 Citex textil	14/02/2022 Citex textil	14/02/2022 Citex textil

5.6: PRUEBA DE SOLIDEZ AL FROTE Y A LA LUZ INICIAL CON MORDIENTE ALUMBRE (10%,20%,30%) OBTENEMOS UN MANCHADO DEMASIADO.

Foto N°36 Frictometro	***Foto N°37 Solidez al frote***	***Foto N°38 Resultado***
		
01/03/2022 Citex textil	*01/03/2022 Citex textil*	*01/03/2022 Citex textil*
Foto N°39 Cabina de luz	***Foto N°40 Valoración por escala***	***Foto N°41 Solidez a la luz***
		
01/03/2022 Citex textil	*01/03/2022 Citex textil*	*01/03/2022 Citex textil*

5.7 PARA MEJORAR LA SOLIDEZ SE UTILIZÓ EN MÍNIMAS CANTIDADES EL SULFATO DE HIERRO 0.5% A TODOS LOS TRATAMIENTOS CON ALUMBRE (10%, 20%, 30%)

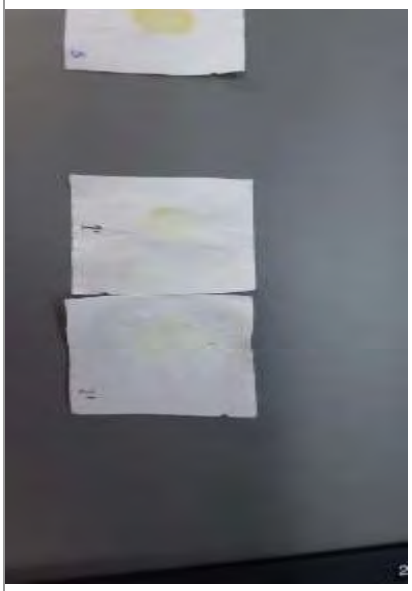
Foto N°42 Solidez al frote	***Foto N°43 Solidez a la luz***	***Foto N°44 Equipo de lavado***
		 
04/03/2022 Citex textil	*04/03/2022 Citex textil*	*04/03/2022 Citex textil*

Foto N°43 Resultado de todas las muestras teñidas llevada para la empresa Incalpaca

ANEXO 6

6.1.-BALANCE DE MASA

El balance de masa se realizó con la finalidad de obtener el rendimiento del producto en cada proceso de teñido de Fibra de Alpaca con molle con diferentes niveles de tiempo y mordiente

Figura 1

Balance de masa "Evaluación de Teñido Natural con Molle (Schinus molle) aplicados en la Fibra Alpaca (Vicugna pacos) con diferentes niveles de tiempo y mordiente"

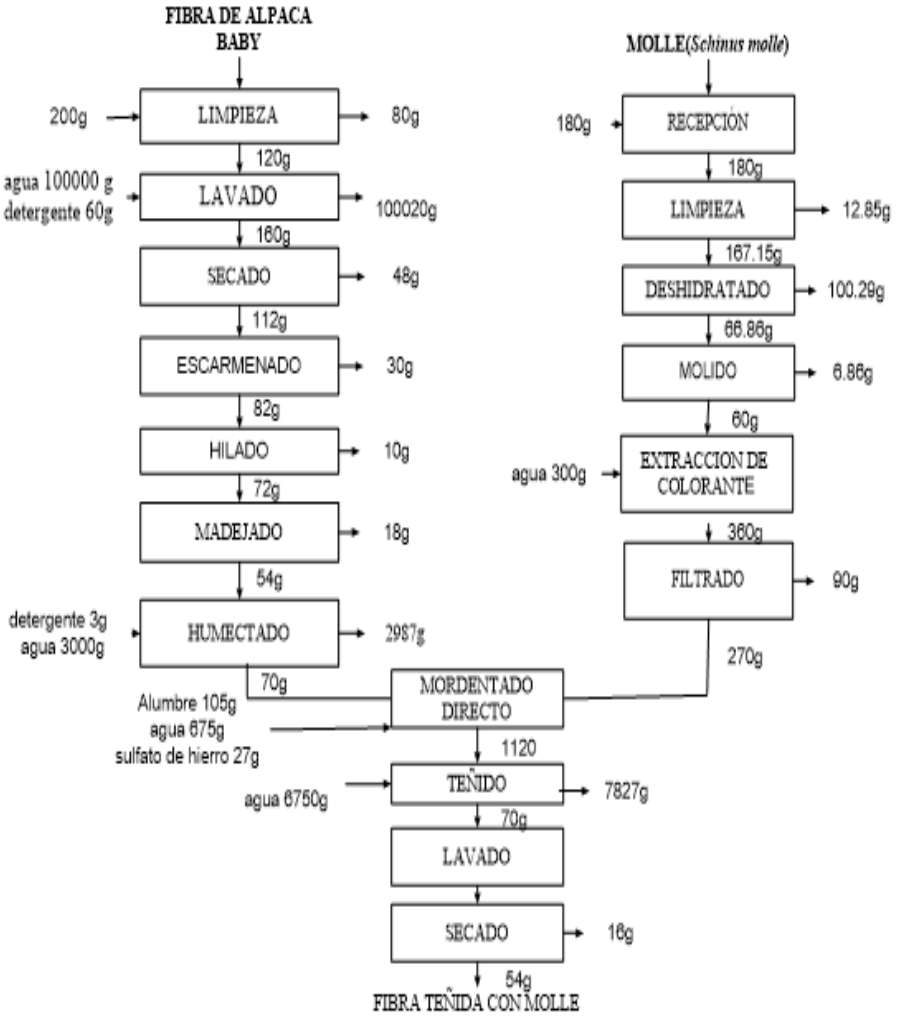


Tabla 1

Balance de masa de la extracción acuoso de colorante de Molle

EXTRACCIÓN DE COLORANTE DE MOLLE			
OPERACIÓN	**ENTRADA(g)**	**SALIDA (g)**	**PROCESO (g)**
Molle	180		180
Limpieza	-	12.85	167.15
Deshidratado	-	100.290	66.860
Molido	-	6.860	60.000
Extracción	-	-	360
• Agua	300		
Filtrado	-	90.000	270.000
TOTAL	480	210	

Tabla 2

balance de masa de acondicionamiento Fibra para el Teñido.

ACONDICIONAMIENTO DE LA FIBRA			
OPERACIÓN	**ENTRADA(g)**	**SALIDA (g)**	**PROCESO (g)**
Fibra de alpaca	200		200
Limpieza		80	120
Lavado			
Detergente	60		
Agua	100000	100020	160
Secado		48	112
Escarmenado		30	82
Hilado		10	72
Madejado		18	54
Humectado			
Detergente	3	2987	70
Agua	3000		
TOTAL	103263	103193	870

Tabla 3

Balance de masa de teñido de Fibra de Alpaca

TEÑIDO DE FIBRA DE ALPACA			
OPERACIÓN	**ENTRADA(g)**	**SALIDA (g)**	**PROCESO (g)**
Mordentado directo			
● hilo humectado	70		1147
● Alumbre	105		
● Colorante	270		
● agua	675		
Sulfato de hierro	27		
Teñido	-	-	
Lavado	6750	7827	70
Secado		16	54
Total	7897	7843	

6.1 Rendimiento de La Extracción de Molle Molido

Para 180 g de hojas de molle se obtuvo 60 g de molle molido

$$\%\text{Rendimiento} = \frac{\text{Producto final}}{\text{Materia prima}} 00$$

$$\%\text{Rendimiento} = \frac{60g}{180g} 00$$

%Rendimiento = 33.32.6.2 Rendimiento de la Extracción de Colorante Acuoso de Molle

Para 60 g de molle molido se obtuvo 270 g de colorante acuoso para el teñido

$$\%\text{Rendimiento} = \frac{\text{Producto final}}{\text{Materia prima}} 00$$

$$\%\text{Rendimiento} \quad \frac{270g}{60g} \quad 00$$

%Rendimiento = 450%2.6.3 Rendimiento de Acondicionamiento de Fibra

Para la fibra 200g se obtuvo 54g de hilo para el proceso de teñido

$$\%\text{Rendimiento} \quad \frac{\text{Producto final}}{\text{Materia prima}} \quad 00$$

$$\%\text{Rendimiento} \quad \frac{54g}{200g} \quad 00$$

%Rendimiento = 27%

6.2 Rendimiento de la Materia Prima no Procesada

Para 2000g de molle con 180 g de fibra se obtuvo 54g de hilo teñido

%RENDIMIENTO =54g/380g

%RENDIMIENTO= 14.21%

5.3 Rendimiento para la Obtención de Fibra Teñida con Materias Procesadas

Para 54g de hilo seco más 60g de molle molido se obtuvo un teñido de 54g de ya teñido

$$\%\text{Rendimiento} = \frac{54g}{114g} \quad 00$$

%Rendimiento = 47.36%

El rendimiento para elaborar un teñido de fibra de alpaca con molle con diferentes niveles de mordiente y tiempo es de 14.21% con Materias Primas no procesadas (hojas de molle y fibra de alpaca)

En cambio, la materia prima procesada (Hilo limpio y Molle extraído diluido) un rendimiento de 47.36%.

ANEXO 7

7.1Control de pH al inicio del baño tinción y después del teñido

Tabla 4

Resultados medición de pH en el mordentado directo antes y después del teñido

MUESTRA	MORDIENTE	TIEMPO	PH DEL MOLLE ACUOSO (1/10)	DILUCIÓN EN EL MORDENTADO DIRECTO							
				ANTES				DESPUÉS			
				I	II	III	Prom	I	II	III	Prom
1	10	20	4.85	3.48	3.50	3.53	3.50	4.02	3.93	4.20	4.05
2	10	40	4.85	3.48	3.50	3.53	3.50	4.02	4.04	3.78	3.94
3	10	60	4.85	3.48	3.50	3.53	3.50	3.86	3.90	3.60	3.78
4	20	20	4.85	3.41	3.40	3.42	3.41	3.70	3.6	3.70	3.66
5	20	40	4.85	3.41	3.40	3.42	3.41	3.66	3.5	3.42	3.52
6	20	60	4.85	3.41	3.40	3.42	3.41	3.58	3.41	3.30	3.43
7	30	20	4.85	3.34	3.34	3.34	3.34	3.60	3.7	3.5	3.60
8	30	40	4.85	3.34	3.34	3.34	3.34	3.59	3.28	3.30	3.39
9	30	60	4.85	3.34	3.34	3.34	3.34	3.49	3.20	3.32	3.33