

ARTÍCULO ORIGINAL

**Efectos del colorante natural
inflorescencia de colli
(Buddleja Coriacea) en la
solidez de color de teñido
de fibras de alpaca****Effects of colli
inflorescence (Buddleja
Coriacea) natural dye on
the color fastness of dyed
alpaca fibers**Alexander Sucasaca Quispe ^{1*} y Eusebio Disederio Guevara Garnica ¹¹ Instituto Tecnológico de la Producción, Lima, Perú. Email: citetexcam_puno@itp.gob.pe

* Autor de correspondencia

Resumen

El propósito de la presente investigación fue obtener pigmento de color amarillo a partir de la inflorescencia de colli para su aplicación y evaluación en el teñido de fibra de alpaca. A partir de ello, se planteó determinar los efectos del colorante natural inflorescencia de colli (*Buddleja coriácea*) en la solidez del color de teñido de fibras de alpaca. La metodología aplicada es experimental y el tipo de investigación es explicativo, se trabajó con 8 tratamientos y 2 repeticiones en total de 16 tratamientos, las pruebas de tintura y las evaluaciones de solidez se realizaron en los laboratorios del CITE Textil Camélidos Puno del Instituto Tecnológico de la Producción; la recolección de datos fue mediante fichas técnicas; se experimentó a nivel laboratorio con el colorante extraído de la inflorescencia de colli, para obtener diferentes resultados se trabajó modificando los factores de concentración de mordiente, tiempo y temperatura del proceso de teñido. Según los resultados, se logró teñidos con una gama amplia de tonalidades amarillas. En la prueba de solidez de color a la luz solar, los efectos principales son los factores B (tiempo) con un $p\text{-valor} = 0.048 < 0.05$ y C (temperatura) con un $p\text{-valor} = 0.000 < 0.05$, estos dos factores dominan el proceso, explicando el 91.52 % de la variabilidad total.

Palabras claves: colorante natural, fibra de alpaca, inflorescencia de colli, proceso de teñido, solidez de color

Abstract

The purpose of the present investigation was to obtain yellow pigment from the colli inflorescence for its application and evaluation in the dyeing of alpaca fiber. Based on this, it was proposed to determine the effects of the colli inflorescence (*Buddleja coriacea*) natural dye on the color fastness of alpaca fiber dyeing. The applied methodology is experimental and the type of research is explanatory, we worked with 8 treatments and 2 repetitions in total of 16 treatments, the dyeing tests and the fastness evaluations were carried out in the laboratories of the CITE textile Camelids Puno of the Technological Institute of the production; data collection was through technical sheets; Experiments were made at a laboratory level with the dye extracted from the colli inflorescence. To obtain different results, work was done by modifying the mordant concentration factors, time and temperature of the dyeing process. According to the results, a wide range of yellow shades were dyed. In the sunlight color fastness test, the main effects are the factors B (time) with a p-value = 0.048 < 0.05 and C (temperature) with a p-value = 0.000 < 0.05, these two factors dominate the process, explaining 91.52% of the total variability.

Keywords: natural coloring, alpaca fiber, colli inflorescence, dyeing process, color fastness

Introducción

Hoy en día, la fibra de alpaca es una materia prima de alto valor, que viene siendo exportada a mercados internacionales, esto debido a su gran demanda, por ser una fibra fina con características importantes para el desarrollo de prendas textiles, el Perú tiene la mayor población de alpaca a nivel mundial; y la Región de Puno cuenta con la mayor cantidad de alpacas en el país, seguido por los departamentos de Arequipa, Cusco y Huancavelica (Barreda, 2020). La actividad de crianza de alpacas y elaboración de artesanía a base de fibra de alpaca, son los sustentos económicos principales en las zonas alto andinas de la Región de Puno.

La fibra de alpaca es sometida a varios procesos de transformación para otorgarle un valor agregado, desde la clasificación, lavado, cardado, peinado e hilandería, siendo el resultado de estos procesos la obtención de cintas cardadas continuas (*round sliver*), cintas peinadas continuas (tops) e hilos. Posterior a ello, para darle un mayor valor agregado, los productos primarios e intermedios obtenidos pasan a ser tinturados con la finalidad de otorgarle un color; y es en ese punto donde interviene el estudio de la presente investigación; actualmente la tintura de fibra de alpaca es desarrollada con colorantes sintéticos (colorantes reactivos, complejo metálico y ácidos), debido a su fácil trabajo, en tiempos cortos en el proceso de teñido, amplia gama de

colores desde los más claros hasta los más oscuros y con muy buenas solidez al frote, lavado y a la luz (Raimondo, 2010). Debido a esas bondades que ofrece ese tipo de colorantes, la aplicación de los colorantes naturales en el teñido de fibras textiles es muy reducido. En el presente, nos encontramos en una era ecológica donde la importancia de utilizar insumos naturales ha cobrado espacio; los sustratos textiles teñidos con colorantes naturales tienen un alto valor agregado y son requeridos por los mercados que se identifican con la moda sostenible y slow fashion; cuya mentalidad es el cuidado del medio ambiente, a través de la reutilización de materiales para elaborar productos. Según Ponce de León y Valdivia (2014). El valor de una prenda y/o accesorio artesanal elaborado con insumos naturales radica por ser un producto eco amigable y 100 porcientos natural.

La industria textil es una de las más contaminantes a nivel mundial, es por eso, que surge la necesidad de buscar nuevas tecnologías limpias que no alteren al medio ambiente y también como eje de investigación de valorización de antiguas técnicas de tintura, haciendo una adaptación a nuestro entorno dándole un enfoque técnico, descubriendo diversas maneras de obtener pigmento a partir de plantas, flores, raíces, frutos, etc., para su aplicación en el teñido de fibras textiles. (Laura, 2018).

Para Obando (2013), la utilización de pigmentos extraídos de fuentes naturales, es una opción para el teñido de flocas, cintas cardadas, tops e hilado; puesto que presenta buena solidez de color, amplia gama de tonalidades y logrando productos terminados con etiqueta verde, ayudando a reducir la contaminación ambiental, ya que al ser colorantes naturales pueden degradarse fácilmente al momento de realizar el desagüe de los baños utilizados en la tintura.

Nina (2018) realizó una investigación con la finalidad de obtener y caracterizar el pigmento de la inflorescencia de colli para el teñido de fibra de alpaca, teniendo por objetivo la extracción por solvente orgánico de colorante a partir del colli, evaluando principales factores (tiempo, temperatura y pH) de la extracción y del teñido. Según los resultados, se obtiene una mejor extracción de pigmento con solvente alcohol al 75 % y su tiempo de extracción del colorante es un promedio de 2 horas; y los parámetros óptimos para el teñido son a temperatura de agotamiento de 84 °C, tiempo 60 minutos y pH de 4.5. La misma investigación refiere que existen pocos estudios sobre los efectos de los parámetros en el proceso de teñido de fibra de alpaca con colorantes naturales en la solidez de color". Bajo esta perspectiva, el propósito principal del estudio es determinar el efecto del colorante natural inflorescencia de colli (*Buddleja coriácea*) en la solidez de color a la luz solar en el teñido de fibras de alpaca.

La solidez de color, es uno de los puntos más críticos en el proceso de teñido, ya que es la última etapa para poder revisar la calidad del sustrato teñido, antes que el producto sea concluido y enviado a otra área de producción (Lockuán, 2012). La

evaluación de la solidez de color a la luz solar, sirve para determinar la resistencia de un material al cambio de las características de color como resultado de la exposición a la luz o una fuente de luz artificial, esta prueba está basada en la norma internacional de la Asociación estadounidense de químicos y coloristas textiles AATCC Test Method 16 Colorfastness to Light y Normas Técnica Peruana NTP 231.193:1986 (revisada el 2020). Método para determinar la solidez de color a la luz solar en tejidos artesanales.

Material y métodos

Raimondo (1990). Los procesos de tintorería comienzan con la disposición de materia prima a teñir, colorantes, auxiliares textiles, máquina para la tintura y la escala de grises para evaluar la solidez del color.

Para la presente investigación se consideró los siguientes materiales:

- El hilado de alpaca título 3/10, en calidad flecce (23.86 μm).
- Colorante natural extraído de la flor de colli (*Buddleja coriacea*) fueron recolectadas en la ciudad de Juliaca, San Román ubicado en la Región de Puno, en el mes de febrero del 2021.
- Mordiente cremor de tártaro (Birtartrato de potasio), marca sumacsipas.
- Humectante/ detergente Invadina Lun, marca Química Suiza.
- Máquina de teñido de muestras.
- Escala de grises al cambio de color para evaluar la solidez de color a la luz solar, marca James Heal.
- Auxiliares textiles: (igualante albegal Set, fijador albalix eco y antiquiebre albafluid cd)

La investigación se realizó en el CITE Textil Camélidos Puno del Instituto Tecnológico de la Producción.

Extracción del colorante

Para la extracción se utilizó el método de la infusión en un medio acuoso a una relación de baño 1/4(1 g de material: 4 ml de agua), las condiciones de temperatura y tiempo se muestran en la tabla 1, el volumen alcanzado fue de 6500 ml. Finalmente, el colorante se recolectó en frascos y fue almacenado en ausencia de luz hasta su posterior uso.

Tabla 1

Parámetros de extracción de colorante

ITEM	MUESTRA	PESO	TEMPERATURA	TIEMPO
1	Inflorescencia de colli	1500 g	89° C	60 minutos

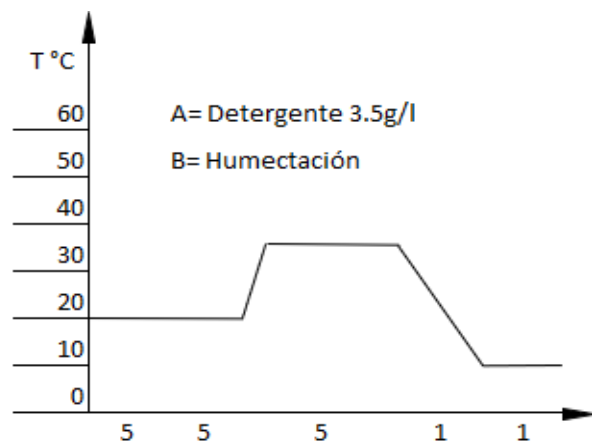
Nota. Esta tabla muestra los parámetros controlables para la extracción del colorante.

Pretratamiento

El proceso de pretratamiento de fibra de alpaca se trabajó a una relación de baño 1:30 (1 gramo de fibra: 30 ml de agua), el detergente / humectante utilizado fue Invadina lun, a una concentración de 3.5 g/l y el tiempo de pretratamiento de los hilos de fibra de alpaca es de 17 minutos a una temperatura de 35 ° C. El proceso se realizó, según la curva de pretratamiento, mostrada en la (Figura 1).

Figura 1

Curva de pretratamiento de fibra de alpaca



Nota. En el punto A se adiciona el detergente y en el punto B, se humecta la fibra y la solución.

Proceso de teñido

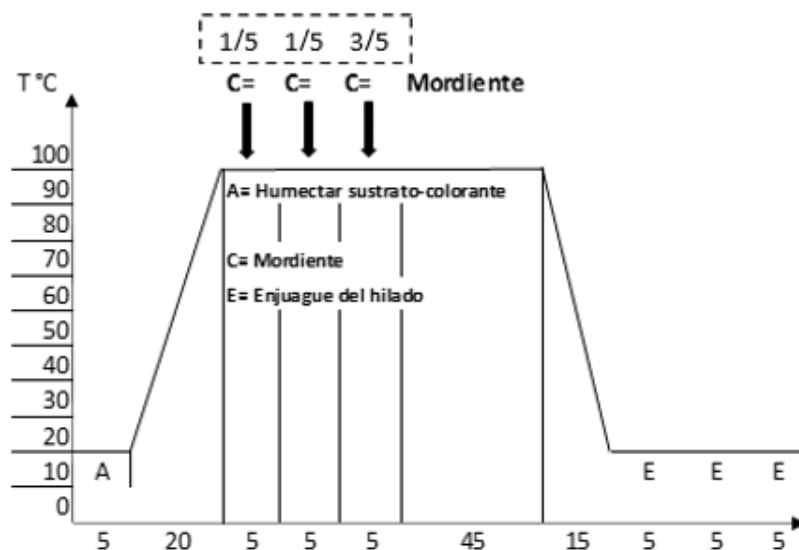
El teñido empieza con la humectación del colorante y el hilado de alpaca, después se eleva a una temperatura determinada, posterior a ello, se adiciona el mordiente crémor de tártaro en tres etapas: 1/5, 1/5 y 3/5; el sustrato con el colorante debe cumplir el tiempo establecido para cada prueba. Finalmente, el hilado teñido se enjuaga tres veces hasta

obtener un agua cristalina y se procede a secar el sustrato teñido. El proceso de tintura se llevó a cabo según la Figura 2.

El diseño experimental de teñido que se aplicó al teñido de fibra de alpaca con colorante natural inflorescencia de colli, corresponde a un diseño factorial $2k^3$, de 8 tratamientos con dos réplicas, en total 16 tratamientos.

Figura 2

Curva de teñido de fibra de alpaca con colorante inflorescencia de colli



Nota. El mordiente es adicionado en tres partes, con la finalidad de no alterar bruscamente la solución.

Tabla 2

Matriz de experimentos

Nro. de tratamiento	A: Mordiente (g/l)	B: Tiempo (minutos)	C: Temperatura (°C)
1	35	75	75
2	75	75	75
3	35	110	75
4	75	110	75
5	35	75	90
6	75	75	90
7	35	110	90
8	75	110	90

Nota. Se trabajó con parámetros máximos y mínimos para determinar el efecto de cada factor en la solidez de color a la luz.

Resultados

Realizados los 8 tratamientos con dos repeticiones en total 16 tratamientos, la evaluación de la solidez de color a la luz solar, se realizó basada según la NTP 231.183:1986. Método para determinar la solidez del color a la luz solar en tejidos artesanales y AATCC Test Method 16 Colorfastness to Light, usando la escala de grises para cambio de color como indica la NTP 231.005:2014. Escala de grises para cambio de color muestra los siguientes resultados:

Tabla 3

Resultados de solidez de color a la luz solar del teñido de fibra de alpaca

N° de tratamiento	Repetición Nro. 1	Repetición Nro. 2
1	3	3
2	3	2.5
3	3.5	3
4	3	4
5	4	4
6	4	4.5
7	4	4.5
8	4.5	5

Nota. Las solideces obtenidas están dentro del rango de los parámetros aceptables.

Tabla 4

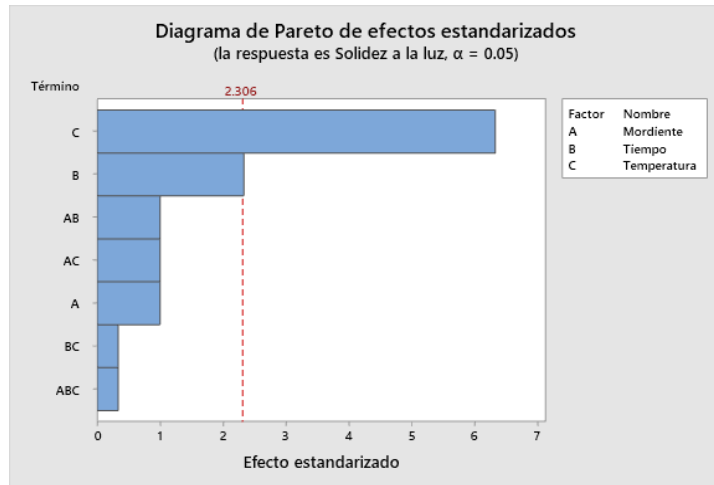
Análisis de varianza para la solidez de color a la luz

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Valor p
Modelo	7	6.85937	0.97991	6.97	0.007
Lineal	3	6.54687	2.18229	15.52	0.001
Mordiente	1	0.14063	0.14063	1.00	0.347
Tiempo	1	0.76563	0.76563	5.44	0.048
Temperatura	1	5.64062	5.64062	40.11	0.000
Interacciones de 2 términos	3	0.29688	0.09896	0.70	0.576
Mordiente*Tiempo	1	0.14063	0.14063	1.00	0.347
Mordiente*Temperatura	1	0.14063	0.14063	1.00	0.347
Tiempo*Temperatura	1	0.01562	0.01562	0.11	0.747
Interacciones de 3 términos	1	0.01562	0.01562	0.11	0.747
Mordiente*Tiempo*Temperatura	1	0.01562	0.01562	0.11	0.747
Error	8	1.12500	0.14063		
Total	15	7.98437			

De acuerdo a un análisis de regresión factorial general, encontramos que el modelo tiene un *p*-valor de 0.007, lo cual es posible concluir que el colorante natural inflorescencia de colli (*buddleja Coriacea*) tiene efectos significativos en la solidez de color a la luz solar de teñido de fibras de alpaca (Figura 3).

Figura 3

Diagrama de Pareto de efectos estandarizados para la solidez de color a la luz solar



Nota. El efecto principal C (temperatura) y el efecto principal B (tiempo) dominan el proceso, explicando el 91.52 % de la variabilidad total.

En la Tabla 4, se muestra prioritariamente los parámetros principales que tienen un efecto significativo en la solidez de color a la luz del teñido de fibra de alpaca con colorante extraído de la inflorescencia de colli.

Tabla 5

Parámetros principales con efecto significativo en el teñido

Factor	Orden de prioridades en el proceso de tintura
Temperatura de teñido	1°
Tiempo de teñido	2°

Nota. El factor más influyente para el presente estudio es la temperatura, seguida del tiempo del proceso de teñido.

Los factores (temperatura y tiempo de teñido) son significativos e influyentes en el proceso de tintura, podemos inferir que son importantes y se debe de tener el mayor control posible. Por otro lado, la concentración de mordiente no es significativa en esta investigación.

Discusión

Según Cavenago y Córdova (2014). La industria textil trabaja los procesos de tintorería con colorantes sintéticos para el proceso de teñido de fibras proteicas, con la finalidad de obtener amplia gama de colores y con muy buenas solidez. Por tal motivo, la utilización de colorantes naturales es muy reducida por la falta de estudios de investigación en el sector textil; cuya afirmación es correcta, es por ello, que al culminar la experimentación del presente estudio podemos afirmar que los colorantes naturales son aptos para la utilización en el teñido de fibra de alpaca, siempre y cuando se tenga procesos tecnificados, parámetros establecidos de extracción y de tintura, se puede lograr buenas solidez y diferentes tonalidades.

Conclusiones

Se obtuvo colorante de color amarillo a partir de la inflorescencia de colli para su aplicación y evaluación en el teñido de fibras de alpaca, los 16 sustratos teñidos tienen la tonalidad amarilla y con solidez aceptables dentro del rango de 3 a 5 en la escala de grises al cambio de color.

El colorante natural extraído de la inflorescencia de colli (*Buddleja coriácea*) tiene efectos significativos en la solidez del color a la luz de teñido de fibras de alpaca, el modelo explica la variación de las respuestas. Además, según el análisis del efecto medio y significancia de los factores del proceso de la prueba de solidez de color a la luz, se ha podido establecer que los factores C (temperatura) y B (tiempo) dominan el proceso, explicando el 91.52 % de la variabilidad total.

Referencias bibliográficas

Cavenago, M. F., & Córdova, A. (2014). *Estudio del efecto del pH y la concentración de mordiente en el teñido sobre sustrato de alpaca suri con colorantes naturales de estructura Curcuminoide, xantófila y antroquinónica*. [Tesis de Ingeniero, Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa]. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/3898>.

Laura, G. J. (2018). *Extracción y caracterización de flavonoides a partir de las flores de misiq'o (Bidens andicola)*. [Tesis de Ingeniero, Universidad Nacional de Juliaca, Puno]. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/8534>.

Lockuán, F. (2012). *La industria textil y su control de calidad: tintorería*. <https://bit.ly/3oojNfn>.

- Mamani, P. (2020). *Caracterización física de la fibra de alpaca en base a la finura, longitud e índice de confort de las provincias de Lampa y Puno*. [Tesis de Ingeniero, Universidad Nacional de Juliaca, Puno]. <http://repositorio.unaj.edu.pe:8080/handle/UNAJ/121>.
- Nina, Y. (2018). *Obtención y caracterización del colorante natural a partir de la inflorescencia de colli (Buddleja coriacea) para su aplicación en teñido de fibra de alpaca*. [Tesis de Ingeniero, Universidad Nacional del Altiplano, Puno]. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/8369>.
- Obando, R. E. (2013). *Tintura alternativa en hilos de lana con colorantes naturales*. [Tesis de Ingeniero, Universidad Técnica del Norte, Ibarra]. <https://bit.ly/311UUmh>.
- Ojeda, G. (2012). *Teñido de fibra de abacá (musa textillis) utilizando colorante extraído del carmín de cochinilla*. [Tesis de Ingeniero, Universidad Técnica Particular de Loja]. <https://bit.ly/3AZWNH5>.
- P., Mahjebin, S., Sufian, M. A., Rabbi, M. R., Chowdhury, S., & Imran, I. H. (2021). Impacts of natural and synthetic mordants on cotton knit fabric dyed with natural dye from onion skin in perspective of eco-friendly textile process. *Materials Today: Proceedings*, 47(10), 2633-2640. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.05.229>.
- Samanta, A. K., & Agarwal, P. (2009). Application of natural dyes on textiles. *Indian Journal of Fibre & Textile Research*, 34, 384-399. <https://bit.ly/3iqB8jX>
- Soto, S. (2017). *Evaluación del tiempo de ebullición en la intensidad de color y solidez a la luz del teñido de lana de ovino (Ovis aries) con ayrampo (berberis sp)*. [Tesis de Ingeniero, Universidad Nacional de Huancavelica]. <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/1082>