

Caracterización y fortalecimiento del proceso artesanal de la lana con enfoque en técnicas sostenibles de teñido en Concepción, Santander

Jean Pierry Pereira Castellanos

Trabajo de Grado para Optar por el Título de Zootecnista

Directora

Laura Vanessa Álvarez Palomino

MSc. Magíster en agronegocios

Codirector

Daniel Felipe Torres Ruda

MSc. Magíster en reproducción animal

Universidad Industrial de Santander

Instituto Proyección Regional y Educación a Distancia IPRED

Programa de Zootecnia

Bucaramanga

2026

Dedicatoria

Dedico este trabajo de grado a:

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por darme la vida, la fortaleza y la sabiduría necesaria para alcanzar este logro.

A la virgen, por acompañarme y protegerme en cada paso de este camino.

A mi madre, Ambar Milena Castellanos, por ser mi mayor inspiración, por su amor incondicional, por su esfuerzo y sacrificio para verme salir adelante, por ser el pilar fundamental en mi formación personal y profesional, por motivarme a siempre dar lo mejor de mí, por enseñarme que con esfuerzo y fe todo es posible, este logro es tan tuyo como mío.

A mis abuelos maternos, a mis hermanos y a mi familia, por ser mi inspiración, el motor que me impulsa a seguir adelante y la razón para superarme cada día.

A mi compañera y amiga de la universidad, Karen Mora, por su comprensión, su ánimo y motivación constante durante todo este proceso, por acompañarme con paciencia y entusiasmo, y por inspirarme a que todo lo que se comienza se debe terminar.

Agradecimientos

Agradezco a:

Agradezco a Dios y a la Virgen por su guía y protección durante todo este proceso.

A mis abuelos, a mis hermanos, a mi familia, por ser mi apoyo incondicional y mi inspiración.

A la gloriosa Universidad Industrial de Santander, mi alma mater, por brindarme una formación académica integral, por proporcionarme las herramientas necesarias para mi desarrollo profesional.

A mi directora Msc. Laura Vanessa Álvarez, por su orientación, por su acompañamiento durante la realización de este trabajo, por las enseñanzas en cada clase que dejaron huella importante en mi formación universitaria.

A mi tutor académico, amigo y codirector Msc. Daniel Felipe Torres, por su confianza, dedicación y paciencia durante mi formación. Gracias por las enseñanzas compartidas en clase, por guiarme a mejorar como profesional y como persona, por los consejos, por la orientación, por ser un verdadero mentor y ejemplo durante toda mi trayectoria universitaria.

A mis profesores, por su dedicación, paciencia y valiosos conocimientos compartidos.

A mi tía Yaneth Pinto, por su cariño, apoyo incondicional y sabios consejos, que han sido un sostén importante en mi vida y en mi formación.

A la Sra. Maria Elena y ASOARTECON, por su colaboración y apoyo de sus conocimientos ancestrales para el desarrollo de este proyecto.

A mis amigos y futuros colegas, por su apoyo, compañía y por compartir esta etapa de formación.

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción	12
1. Objetivos	14
1.1 Objetivo general.....	14
1.2 Objetivos específicos	14
2. Marco de antecedentes	15
3. Marco teórico	16
3.1 Historia de la lana	16
3.2 Producción ovina	17
3.3 Características de la lana.....	17
3.4 Factores que afectan los parámetros de calidad de la lana.....	17
3.5 Factores no genéticos que afectan la calidad de la lana.....	18
3.6 Influencia de la nutrición	18
3.7 Factores climáticos.....	19
3.8 Factores genéticos que afectan la calidad de la fibra de lana	19
3.9 Parámetros de calidad física de la lana	19
3.9.1 Longitud de la fibra.....	19
3.9.2 Curvatura de fibra	20
3.9.3 Tipo de fibra.....	20
3.9.4 Diámetro de la fibra	20
3.10 Proceso de esquila.....	21

3.10.1 Esquila manual.....	21
3.10.2 Esquila mecánica	21
3.11 Procesamiento de la lana.....	22
3.11.1 Esquilado	22
3.11.2 Limpieza	22
3.11.3 Lavado y secado.....	22
3.11.4 Escarmenado	23
3.11.5 Cardado	23
3.11.6 Hilado	23
3.11.7 Tinturado	23
3.12 Mordiente	24
3.13 Pigmentos vegetales.....	24
3.14 Pigmentos sintéticos.....	24
3.15 Comercialización y valor cultural.....	25
4. Metodología	26
4.1 Área de estudio	27
4.2 Caracterización del proceso artesanal de transformación de la lana.....	26
4.3 Evaluación de pigmentos naturales en el teñido artesanal de la lana	27
4.4 Preparación de los extractos naturales	28
4.5 Preparación de la lana	29
4.6 Proceso de hervido.....	31
4.7 Proceso de enfriamiento, lavado y secado de la lana.....	32
4.8 Análisis de la coloración de las madejas.....	32

4.8.1 Análisis de las imágenes	34
4.8.2 Evaluación de la estabilidad.....	34
4.9 Análisis de la estabilidad del color frente a procesos de lavado y re-lavado.....	35
5. Resultados.....	36
6. Discusión.....	55
Referencias bibliográficas.....	60

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. Caracterización cromática de las muestras teñidas.....	46

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Proceso de transformación	27
Figura 2. Proceso de esquila mecánica y tijera	36
Figura 3. Materia prima recién obtenida.....	37
Figura 4. Proceso de lavado	38
Figura 5. Proceso de secado.....	38
Figura 6. Proceso de escarmentado y cardado	39
Figura 7. Proceso de hilado.....	40
Figura 8. Aplicación de mordientes	41
Figura 9. Medidas y proporciones	44
Figura 10. Extracción de color.....	45
Figura 11. Material vegetal en maceración.....	46
Figura 12. Periodo de fijación.....	48
Figura 13. Evaluación del teñido	49
Figura 14. Muestra de lana teñida con pigmentos naturales	50
Figura 15. Muestra de lana teñida con pigmentos naturales	51
Figura 16. Muestra de lana teñida con pigmentos naturales.....	52
Figura 17. Muestra de lana teñida con pigmentos naturales.....	53
Figura 18. Lana teñida antes del lavado.....	54
Figura 19. Pérdida de color en la madeja.....	54
Figura 20. Comportamiento en la fibra.....	52

Glosario

Bienestar animal: condición física y sanitaria que permite al ovino expresar su comportamiento natural sin estrés ni sufrimiento

Cadena productiva de la lana: secuencia de actividades que va desde la producción ovina hasta la comercialización de productos elaborados con lana

Conocimiento tradicional: saberes prácticos transmitidos entre generaciones para la transformación artesanal de la lana

Estandarización de procesos: organización y definición de procedimientos para asegurar resultados uniformes en la producción artesanal

Manejo ovino: conjunto de prácticas aplicadas al cuidado, alimentación, sanidad y reproducción de las ovejas

Tinte natural: sustancia colorante obtenida de fuentes vegetales utilizada para teñir fibras textiles

Vellón ovino: conjunto de fibras de lana obtenidas de una oveja durante la esquila

Resumen

Título: Caracterización y fortalecimiento del proceso artesanal de la lana con enfoque en técnicas sostenibles de teñido en Concepción, Santander*

Autor: Jean Pierry Pereira Castellanos**

Palabras Clave: Desarrollo rural, Fibra textil, Lana, Ovino, Teñido.

Descripción: La transformación artesanal de la lana ovina es una actividad de gran relevancia económica, social y cultural en el municipio de Concepción, Santander, reconocido como la capital lanar de Colombia. Esta práctica no solo genera ingresos para las familias campesinas, sino que también contribuye a la preservación de saberes ancestrales y al fortalecimiento del patrimonio cultural regional. No obstante, los procesos artesanales tradicionales enfrentan limitaciones importantes, como la falta de estandarización, la variabilidad en la calidad del producto final y el uso de tintes sintéticos que afectan el medio ambiente. El presente estudio tiene como objetivo caracterizar el proceso artesanal de transformación de la lana ovina e incorporar técnicas sostenibles de teñido con pigmentos naturales. La investigación se desarrolló con un enfoque cualitativo, utilizando un muestreo no probabilístico intencional y recopilando los conocimientos de mujeres campesinas directamente vinculadas a la cadena productiva de la lana. La investigación se estructuró en dos fases: la primera consistió en la documentación detallada del proceso artesanal de transformación de la lana, y la segunda se centró en la evaluación técnica de los procedimientos de teñido natural, analizando la estabilidad del color frente a procesos de lavado y re-lavado. Se espera que los resultados permitan estandarizar los procesos artesanales, mejorar la calidad del producto final y promover prácticas sostenibles que fortalezcan el desarrollo rural y la conservación del patrimonio cultural de la región, consolidando la producción de lana como una actividad económica viable y ambientalmente responsable.

* Trabajo de Grado

** Instituto Proyección Regional y Educación a Distancia (IPRED). Programa de Zootecnia. Directora: Laura Vanessa Álvarez Palomino. MSc. Médica Veterinaria Zootecnista. Codirector: Daniel Felipe Torres Ruda. MSc. Zootecnista.

Abstract

Title: Characterization and Strengthening of the Artisanal Wool Process with a Focus on Sustainable Dyeing Techniques in Concepción, Santander*

Author: Jean Pierry Pereira Castellanos**

Key Words: Rural development, Textile fiber, Wool, Sheep, Dyeing.

Description: The artisanal processing of sheep's wool is an activity of great economic, social, and cultural importance in the municipality of Concepción, Santander, recognized as the wool capital of Colombia. This practice not only generates income for farming families but also contributes to the preservation of ancestral knowledge and the strengthening of regional cultural heritage. However, traditional artisanal processes face significant limitations, such as a lack of standardization, variability in the quality of the final product, and the use of synthetic dyes that harm the environment. This study aims to characterize the artisanal process of sheep's wool processing and incorporate sustainable dyeing techniques using natural pigments. The research was conducted with a qualitative approach, using purposive non-probability sampling and gathering knowledge from rural women directly involved in the wool production chain. The research was structured in two phases: the first consisted of detailed documentation of the artisanal wool processing method, and the second focused on the technical evaluation of natural dyeing procedures, analyzing color stability after washing and re-washing. The results are expected to standardize artisanal processes, improve the quality of the final product, and promote sustainable practices that strengthen rural development and the preservation of the region's cultural heritage, consolidating wool production as a viable and environmentally responsible economic activity.

* Degree Work

** Institute for regional projection at a distance (IPRED). Zootechnics program. Director: Laura Vanessa Álvarez Palomino. MSc. Veterinary Zootechnician. Co-director: Daniel Felipe Torres Ruda. MSc. Zootechnician.

Introducción

En el municipio de Concepción, Santander, conocida como la capital lanar de Colombia, la producción artesanal de lana ovina es muy importante para la economía local y el sustento de madres campesinas de numerosas familias (Espinel, 2022). Concepción es un centro importante para la ganadería ovina y la fabricación artesanal de textiles (Guerrero, 2003). Allí existen varias asociaciones que agrupan a mujeres que heredan técnicas antiguas de sus ancestros para transformar la lana, manteniendo viva la tradición cultural importante para la región; sin embargo, los métodos artesanales actuales presentan limitaciones que afectan la calidad y la eficiencia de la producción, como la falta de documentación estandarizada en las etapas y técnicas, que generan variabilidad en la calidad del hilo y de los productos finales, lo cual afecta su comercialización y competitividad en el mercado (Díaz et al., 2021).

El uso mayoritario de tintes químicos en la industria textil y artesanal causa graves daños al medio ambiente y a la salud humana por la liberación de metales pesados y sustancias tóxicas en los ríos, afectando ecosistemas y comunidades (Fashion Revolution, 2025). Como alternativa, usar pigmentos vegetales naturales para teñir la lana puede ser más sostenible, ya que reduce la dependencia de tintes sintéticos y sus efectos secundarios (Guerrero, 2003); aunque existen documentos que describen su proceso de extracción de tintes, persiste la falta de claridad en los procesos de tinturado naturales de la lana respecto a los volúmenes de mordientes, volumen de agua, temperatura y las proporciones de material vegetal (Guerrero, 2003). Además, dichos documentos nos indican el uso de algunas fuentes naturales actualmente protegidas por la legislación vigente, lo que requiere una actualización para reorganizar estos protocolos (Escalante et al., 2018). La ausencia de protocolos claros limita la calidad de los productos y dificulta su

comercialización en mercados modernos, afectando su desarrollo económico y social de las comunidades asociadas (Rúa, 2024).

Los tintes naturales de origen vegetal no solo reducen el impacto ambiental, sino que también ayudan a mantener viva la tradición cultural de la región. Esto se logra al conservar prácticas artesanales basadas en el conocimiento tradicional (Montagne, 2025). Bajo esta perspectiva, aprender cómo mejorar la extracción, el uso y la fijación de estos pigmentos naturales es muy importante para crear una producción textil más responsable y apreciada.

A nivel internacional, cada vez más gente busca alternativas a los tintes químicos, resaltando métodos antiguos y naturales, combinados con tecnologías limpias para la industria de la moda en todo el mundo (Muñoz S, 2020). A nivel nacional, Colombia necesita equilibrar la tradición textil con la protección del medio ambiente, promoviendo prácticas responsables que apoyen este sector artesanal sin perder su patrimonio cultural (Montagne, 2025).

La investigación busca llenar la falta de estándar en el proceso artesanal de transformar y teñir la lana ovina en el municipio de Concepción, proporcionando información detallada y técnica que permita mejorar la calidad de las fibras y, con ello, facilitar la elaboración continua de sus productos. La estandarización ayuda a mejorar la eficiencia de la producción artesanal conservando saberes ancestrales, proporcionando así un valor agregado a la comercialización de los tejidos de lana ovina y adicionalmente aporta al cuidado del medio ambiente.

Por lo tanto, la pregunta de investigación que guía este estudio es: ¿Cómo caracterizar el proceso artesanal de transformación de la lana ovina e incorporar técnicas sostenibles de teñido con pigmentos naturales en el municipio de Concepción, Santander?

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Caracterizar el proceso artesanal de transformación de la lana ovina en el municipio de Concepción, Santander, e incorporar técnicas sostenibles de teñido mediante pigmentos naturales.

1.2 Objetivos Específicos

Documentar las etapas y técnicas del proceso artesanal de transformación de la lana en el municipio de Concepción, Santander.

Evaluar la extracción y aplicación de pigmentos naturales provenientes de materiales vegetales, documentando medidas y proporciones utilizadas en el proceso artesanal.

Analizar la estabilidad y pérdida de color en la lana teñida con pigmentos naturales, sometida a procesos de lavado y re-lavado.

2. Marco de Antecedentes

Diversos estudios han documentado que la transformación artesanal de la lana se basa en el uso de técnicas manuales y conocimientos empíricos transmitidos de generación en generación, constituyendo una práctica de alto valor cultural en comunidades rurales, este tipo de sistemas se desarrolla principalmente en contextos rurales, donde la disponibilidad de recursos y la tradición cultural determinan la ejecución de etapas como la esquila, el lavado, el cardado, el hilado y el tejido (Cottyn, 2021).

El uso de tintes naturales en la industria textil ha sido ampliamente estudiado como una alternativa sostenible frente a los colorantes sintéticos, especialmente en sistemas de producción artesanal. Estos pigmentos, obtenidos principalmente de fuentes vegetales, y su compatibilidad con prácticas tradicionales los convierten en una opción viable en contextos rurales. Sin embargo, diversos estudios han señalado que la aplicación de tintes naturales presenta limitaciones asociadas a la variabilidad en la intensidad, tonalidad y uniformidad del color, debido a factores como la concentración del extracto, el tipo de material vegetal y las condiciones del proceso de teñido. En este sentido, se ha evidenciado que la falta de control en estas variables afecta la reproducibilidad de los resultados, lo cual coincide con investigaciones que destacan la naturaleza variable de los pigmentos naturales en aplicaciones textiles (Palma, 2023).

La fijación del color en fibras textiles, especialmente en aquellas de origen proteico como la lana, ha sido ampliamente estudiada en relación con el uso de mordientes durante el proceso de teñido. Estos compuestos actúan como agentes fijadores que facilitan la unión entre los pigmentos naturales y la estructura de la fibra, mejoran la adherencia y la estabilidad del color. Sin embargo, se ha demostrado que la lana, al estar compuesta principalmente por queratina, presenta afinidad química con los colorantes en presencia de mordientes, lo que favorece la formación de enlaces

más estables entre el pigmento y la fibra, ese comportamiento ha sido reportado en estudios sobre el teñido de fibras proteicas, donde se destaca el papel fundamental del mordentado en la calidad del proceso de tinturado (Lozano et al., 2024).

La estabilidad del color en fibras teñidas con pigmentos naturales es un aspecto ampliamente analizado, en relación con su comportamiento frente a procesos de lavado, diversos estudios presentan que los tintes naturales en general tienen una menor solidez al lavado en comparación con los colorantes sintéticos, lo cual se traduce en una pérdida inicial de color en las primeras etapas de limpieza. Este fenómeno se atribuye a la eliminación de pigmentos que no lograron fijarse adecuadamente a la fibra durante el proceso de teñido, se ha reportado que la pérdida de color es más significativa en el primer lavado, mientras en lavados posteriores se observa una mayor estabilidad cromática (Palacios Ochoa et al., 2021).

3. Marco teórico

3.1 Historia de la lana

El aprovechamiento de la lana se remonta a la antigüedad, cuando las civilizaciones precolombinas, como los Paracas y los Incas, desarrollaron sofisticadas técnicas de hilado y teñido natural (Montagne, 2025). Estas técnicas han sido transmitidas generacionalmente hasta hoy en día, constituyendo un legado cultural valorado y vigente que crece fundamentalmente de las actuales prácticas artesanales y que asegura la persistencia de un patrimonio tangible e intangible (Ghildiyal et al., 2023).

3.2 Producción Ovina

Las razas de ovejas en Colombia, como la Mora Colombiana y el Ovino Criollo, presentan características diferenciales que las hacen aptas para las distintas condiciones climáticas del país. Esto permite producir lana que se pueda trabajar de manera artesanal. Por otra parte, la nutrición adecuada y el manejo de reproducción de estos animales son claves para obtener una buena cantidad y calidad de lana, aspectos importantes para sistemas de producción sostenible (Song et al., 2025). Actualmente, en el país existen 7 biotipos raciales registrados por las asociaciones las cuales tienen un enfoque de producción de lana o lana y carne, con los cuales se elaboran los productos artesanales actualmente, según la Federación Nacional de Caprinocultores y Ovinocultores de Colombia (FEDEANCO, 2025).

3.3 Características de la Lana

La calidad de la lana depende de la genética que afecta propiedades como la finura, la longitud y la resistencia (Nuñez, 2020). Los avances en estudios genéticos ayudan a identificar marcadores específicos para elegir ovejas que produzcan lana con buenas características para la industria artesanal y comercial. Algunas razas también tienen propiedades especiales, como resistencia al frío y mayor capacidad para absorber humedad, lo que hace más versátil su uso (Ghildiyal et al., 2023; Zanovello & Cardoso, 2019).

3.4 Factores que afectan los parámetros de calidad de la lana

La condición corporal (CC) de las ovejas es uno de los factores importantes que afectan la calidad de la lana que producen (R. Martínez et al., 2022). Ovejas con un buen estado físico, que se sitúan entre 2,5 y 3,5 en una escala de condición corporal de 1 a 5, presentando un equilibrio

entre masa muscular y grasa subcutánea, indicándonos que el animal tiene un peso corporal óptimo para su producción, incluyendo mayor peso y fibra más fina (Martínez et al., 2022). El clima también es uno de los factores, ya que sus temperaturas, humedad y estación del año influyen en el crecimiento y las características de la lana, por lo que su época de esquila debe planearse bien para evitar daños y aprovechar al máximo la producción de lana. Por último, otro gran aspecto es el cuidado sanitario, una alimentación equilibrada y un buen bienestar también ayudan a mantener a las ovejas en un buen estado y en su ambiente adecuado; esto favorece que la lana sea resistente, fina y uniforme (Schaap, 2021).

3.5 Factores no genéticos que afectan la calidad de la lana

Varios factores no genéticos como la nutrición, los periodos de esquila, el alojamiento de las ovejas y la calidad de las tierras de pastoreo pueden afectar significativamente la calidad de la lana, lo que influye en el valor del vellón en su conformidad (Schaap, 2021).

3.6 Influencia de la nutrición

La nutrición afecta a la salud general del animal, el bienestar y su desempeño, la lana es la cubierta protectora natural del ovino, presente desde los primeros estados fetales hasta el final de la vida del animal. En función de la nutrición, favorece la obtención de lana de una mejor calidad, debe enfocarse en un aporte balanceado de biomoléculas, especialmente en proteínas y energía. Estos nutrientes son esenciales para su buen desarrollo de folículos pilosos y calidad de la fibra; un nivel óptimo en la dieta da resultados en fibras más finas, resistentes y en mayor cantidad, evitando alteraciones negativas en la longitud y finura de la fibra de la lana, afectando los folículos (S/P): a mayor relación: menor diámetro, en el último tercio de la gestación y las primeras semanas de vida del cordero (M. E. Martínez, 2018).

3.7 Factores climáticos

Además de las estrategias aplicadas en la época y temporada de esquila, control de enfermedades, alimentación, manejo de pastoreo, manejo reproductivo, el factor climático actúa como un papel importante en su calidad y cantidad de lana. El clima afecta indirectamente la disponibilidad y calidad de forraje verde, mediante el fotoperiodo que regula el crecimiento de la lana. Condiciones como la humedad y las temperaturas elevadas favorecen parásitos que deterioran la lana, por lo que su manejo es clave para optimizar la producción y la calidad del vellón. (Gelaye et al., 2021).

3.8 Factores genéticos que afectan la calidad de la fibra de lana

La tasa de crecimiento de la lana y la tasa a la que se espera obtener el vellón de un animal, teniendo una variación en los rasgos que están básicamente influenciados por su genotipo animal, cuyos valores varían tanto dentro como en razas. Las características físicas como: longitud de la fibra, rizado, tipo de fibra y diámetro de la fibra, están influenciadas en gran medida por factores genéticos (Gelaye et al., 2021).

3.9 Parámetros de Calidad Física de la Lana

3.9.1 Longitud de la fibra

La calidad de la lana y su valor se determinan globalmente por la longitud de la fibra. Esta característica se mide en milímetros (mm). La longitud de la fibra está relacionada con el rendimiento del procesamiento del vellón. Las lanas con longitud de fibra larga son preferibles comercialmente, ya que tienden a ser más fáciles de hilar, por lo que presentan menos

interrupciones y, en última instancia, pueden formar hilos más fuertes y uniformes en comparación con sus contrapartes más cortas (Huauya Reymundo et al., 2025)

3.9.2 Curvatura de fibra

El rizado de fibra evalúa la curvatura de la fibra o su ondulación natural. El rasgo se evalúa como el número de rizados/ondas por unidad de longitud, generalmente por pulgada (Ortiz, 2020). El número de rizados suele variar de 1 a 30 por pulgada, dependiendo del grado de aspereza de la fibra. Las lanas finas suelen tener un mayor número de rizados en comparación con sus contrapartes gruesas y el rizado se correlaciona con la capacidad de hilado (Ortiz, 2020). Una fibra con un alto rizado produce un hilo más fino y resistente con menos desperdicio. La uniformidad del rizado se asocia con la finura y la longitud, y es un signo de calidad superior (Gelaye et al., 2021).

3.9.3 Tipo de fibra

La razón principal para los diferentes tipos de vellón es la variación en la proporción de folículos secundarios a primarios (S/P). Sin embargo, la variación en la densidad o número de folículos por unidad de área de piel, la disposición de los folículos en la piel y el tamaño relativo de los folículos primarios y secundarios también influyen en el tipo de vellón. Generalmente, los tipos de fibra reconocidos en ovejas adultas son lana, hetero y peluda (Núñez et al., 2025).

3.9.4 Diámetro de la fibra

A nivel internacional, el precio del vellón se determina por el diámetro de la fibra. El ancho promedio de una sola sección transversal del vellón se denomina diámetro de la fibra. Se mide en micrómetros (μm). La finura de la fibra se correlaciona con la densidad de fibra (DF) con la que

se puede hilar un hilo. La cantidad o el peso de lana que puede pasar por la maquinaria de procesamiento se ve influenciado por el diámetro de la fibra(Larios-Francia et al., 2023)

3.10 Proceso de Esquila

La esquila se realiza a mano con cuidado para no dañar la lana y proteger a los animales. Después, la lana se lava para quitar la lanolina y la suciedad, y se pasa por procesos como el escarmenado y el cardado para preparar las fibras para tejer. Estas etapas, hechas de forma artesanal, ayudan a mantener las propiedades naturales de la fibra y facilitan el uso de tintes naturales (Zanovello & Cardoso, 2019).

3.10.1 Esquila manual

En este proceso se utilizan tijeras de esquilar, estando al alcance de productores pequeños y medianos. La ventaja de la esquila manual es que el costo de esta herramienta es relativamente económico, no se necesita energía eléctrica para su uso, su mantenimiento y la manipulación son de fácil traslado (Nuñez, 2020).

3.10.2 Esquila mecánica

La tecnificación de la esquila mecánica se consigue a través del uso de máquinas eléctricas, ofreciendo ventajas sobre la esquila o corte manual de la lana con tijeras. Proporcionando un corte estético, buscando disminuir la pérdida de fibra. Además, se requiere menos tiempo y un menor número de trabajadores, ya que la máquina puede ser manipulada por una sola persona (Nuñez, 2020).

3.11 Procesamiento de la lana

El procesamiento de la lana ovina es de gran tarea importante que transforma la fibra natural que obtiene la oveja de un material útil para la industria textil. Este proceso tiene varias etapas clave para asegurar la calidad y utilidad del producto final. La esquila es la primera parte, donde se obtiene la lana cuidadosamente del animal, evitando dañarla para mantener la calidad del vellón (Abella, 2021).

3.11.1 Esquilado.

Es la acción de cortar la lana de la oveja cuidadosamente para obtener el vellón sin dañar al animal ni a la fibra. Esta operación regula la cantidad y calidad de la fibra, y se realiza generalmente una vez al año (Allafi et al., 2022).

3.11.2 Limpieza

Es importante limpiar bien la lana para que tenga buena calidad. Se elimina suciedad, la lanolina, restos de plantas y contaminantes del ambiente. Se usan métodos físicos y químicos que funcionan en pequeños talleres y que no dañan las fibras ni usan productos contaminantes, promoviendo la sustentabilidad (Zoccola et al., 2023).

3.11.3 Lavado y secado

La lana cruda contiene suciedad, grasa natural (lanolina) y residuos vegetales. El lavado con agua caliente y detergentes suaves elimina estas impurezas mientras protege las propiedades naturales de la fibra, esencial para obtener una fibra limpia y apta para el procesamiento (R. Martínez et al., 2022).

3.11.4 Escarmenado

Consiste en abrir y estirar la lana lavada para separar las fibras, eliminando enredos, permitiendo un mejor cardado. Esta etapa ayuda a preparar la fibra para ser alineada y suavizada (Allafi et al., 2022).

3.11.5 Cardado

Proceso donde se peina y se alinean cuidadosamente las fibras para eliminar fibras cortas y residuos. El cardado mejora la uniformidad y textura del vellón, así facilitando el hilado (Díaz et al., 2021).

3.11.6 Hilado

Transformación de las fibras cardadas en hilos mediante torsión. La torsión se ajusta para obtener el grosor y resistencia deseados para diferentes tipos de productos textiles (Allafi et al., 2022). Después de este proceso es normal que se apile en forma de carrete, el cual se forma enrollando el hilo alrededor de un dispositivo llamado “*aspa o devanadera*”. La madeja facilita el almacenamiento, transporte y manejo del hilo, y es comúnmente utilizada para teñir la lana, ya que al estar en esta forma la fibra queda suelta, permitiendo que el tinte penetre de manera uniforme (Díaz et al., 2021).

3.11.7 Tinturado

El proceso técnico de teñir la lana ovina se basa en la capacidad de la fibra de lana, que está hecha principalmente de queratina, para absorber y fijar pigmentos de colores naturales. Esto implica que el colorante pasa de una solución de agua a la fibra, mediante reacciones químicas y

físicas como enlaces de hidrógeno. El uso de mordientes, que son sustancias que ayudan a fijar el color, es muy importante para que el color se mantenga fuerte y duradero en la lana (Ortiz, 2020).

3.12 Mordiente

Un mordiente es una sustancia que ayuda a fijar los tintes a las fibras textiles, formando un enlace químico entre el colorante y la tela, haciendo que el color se adhiera mejor y dure más tiempo, actúa como un puente entre la fibra y el tinte, para esto se usan sales metálicas o sustancias ácidas como mordientes (Safapour et al., 2023).

3.13 Pigmentos Vegetales

Los pigmentos hechos con hojas, raíces y residuos agrícolas son una opción ecológica en comparación con los tintes artificiales; además, ofrecen una variedad de colores y mantienen viva la cultura. Estos pigmentos se fijan en la lana usando productos no tóxicos, mostrando un fuerte compromiso con el medio ambiente y la cultura en el trabajo artesanal (Sanjuan Lara et al., 2024)

3.14 Pigmentos sintéticos

Los pigmentos usados para teñir la lana ovina son colorantes hechos químicamente para ofrecer muchos tonos brillantes, con buena resistencia al lavado y al frote. Estas tintas tienen moléculas que se unen a las fibras de la lana, lo que permite una fijación rápida y duradera. En comparación con los pigmentos naturales, los sintéticos tienen un color más uniforme y son más duraderos (Martínez et al., 2024).

3.15 Comercialización y Valor Cultural

Las asociaciones de mujeres dedicadas a la producción y transformación de lana en Concepción han fortalecido de manera significativa la organización y el fortalecimiento de los procesos de comercialización de sus productos artesanales. Estas dinámicas han permitido consolidar una estructura productiva basada en el aprovechamiento integral de la fibra ovina, articulando las distintas etapas de la cadena de valor lanar, que comprende la obtención de la materia prima, la esquila, el lavado, el hilado, el tinturado, el tejido y la comercialización final. En este contexto, la transformación artesanal de la lana constituye una actividad que trasciende lo económico, pues también representa un componente relevante del patrimonio cultural local.

El desarrollo en esta actividad productiva ha contribuido a la dinamización de la economía rural, al generar oportunidades de ingreso y empleo para las familias involucradas, especialmente para las mujeres que lideran estos procesos. A su vez, la articulación entre producción, transformación y comercialización ha facilitado la apertura de nuevos mercados locales y nacionales, lo que ha incrementado la visibilidad de los productos artesanales derivados de la lana.

El fortalecimiento de esta cadena de valor también ha sido influenciado por el reconocimiento del saber ancestral y la incorporación progresiva de elementos organizativos que permiten mejorar la gestión del producto final. En este sentido, la integración entre el conocimiento tradicional y los enfoques técnicos aplicados a los sistemas productivos representa una oportunidad para optimizar la calidad, la sostenibilidad y la competitividad de la producción artesanal en el territorio. La certificación y el reconocimiento del saber ancestral han abierto mercados en el país y en otros lados, ayudando a mejorar la economía y la cultura local (Montagne, 2025).

4. Metodología

4.1 Área de estudio

El estudio se realizó en el municipio de Concepción, ubicado en la provincia de García Rovira, al oriente del departamento de Santander, Colombia. Concepción se ubica en las coordenadas 6°46'16"N y 72°41'53"O, a unos 2.129 m.s.n.m., lo que le confiere un clima templado, con temperaturas promedio cercanas a 18 °C. El municipio tiene una superficie de 686 km² y aproximadamente 5.282 personas o habitantes conforman su población actual (DANE, 2025).

4.2 Caracterización del proceso artesanal de transformación de la lana

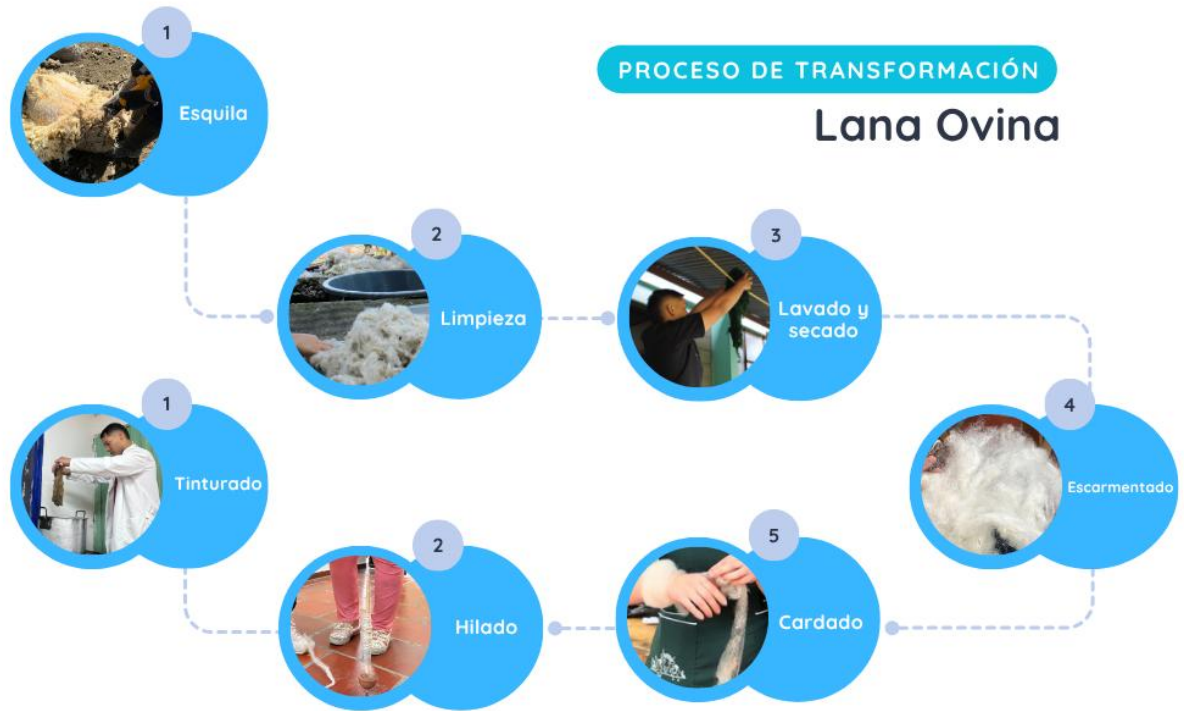
Para la caracterización de este proceso artesanal en el municipio de Concepción, Santander, se realizó un trabajo de campo que permitió observar y documentar cada una de las etapas que conforman este proceso productivo tradicional, con la información recopilada mediante observación directa y registro audiovisual, lo que facilitó la identificación de las técnicas empleadas por las artesanas locales. Durante el desarrollo del trabajo de campo se acompañaron las actividades relacionadas con la obtención de la lana, su limpieza y preparación, el hilado, el proceso del teñido y la elaboración del producto final; cada una de estas etapas realizadas fue registrada con el fin de describir de manera detallada los procedimientos, herramientas utilizadas y conocimientos tradicionales asociados en el oficio realizado.

Adicionalmente se realizaron entrevistas semiestructuradas a las artesanas participantes, las cuales permitieron complementar la información obtenida a través de la observación directa, llevando a cabo diálogos que aportaron elementos relacionados con la transmisión del

conocimiento ancestral, la importancia cultural del proceso artesanal y su relevancia dentro del municipio de Concepción, Santander.

Figura 1.

Proceso de transformación



4.3 Evaluación de pigmentos naturales en el teñido artesanal de la lana

La evaluación de los pigmentos naturales utilizados en el teñido artesanal de la lana, se seleccionaron materiales de origen vegetal disponibles en la región, los cuales son tradicionalmente empleados por las artesanas del municipio de Concepción, Santander. La selección de estos materiales se realizó teniendo en cuenta su accesibilidad y uso dentro del contexto de sus conocimientos centrales. La extracción de los pigmentos se llevó a cabo mediante procesos artesanales, realizándolo por 24 horas de maceración en guarapo y cerveza sumergiendo

los extractos que se utilizaron de la zanahoria, remolacha, mora, hoja de cebolla, pulpa de cedro en pepa, hoja de cedro, achiote, estableciendo cantidades definidas de material vegetal y agua, con el fin de obtener una solución colorante adecuada para el teñido de la lana, durante el procedimiento se controlaron variables como el tiempo de teñido y la temperatura, buscando lograr una coloración uniforme en la lana.

Posteriormente, la lana previamente humedecida fue sometida al proceso de teñido utilizando vinagre, zumo de limón y sal, como mordientes y los pigmentos naturales obtenidos, la lana fue sumergida en las soluciones a temperatura de 100 °C de ebullición durante tiempos determinados (10, 20 y 30 minutos), permitiendo la fijación del pigmento que penetre la fibra disolviendo los mordientes para formar un enlace químico entre el color y la lana, cada ensayo de teñido fue registrado obteniendo datos, lo que permitió comparar visualmente la intensidad y uniformidad del color obtenido.

4.4 Preparación de los extractos naturales

La preparación de los extractos naturales que se realizó con material vegetal específicamente achiote (*Bixa orellana*), hojas de brevo (*Ficus carica*), café en polvo, cedro pepa, hojas y raíces (*Cedrela odorata*), cebolla (*Allium fistulosum*), espinaca (*Spinacia oleracea*), lupinus (*Lupinus sp.*), mora (*Morus nigra*), remolacha (*Beta vulgaris*), zanahoria (*Daucus carota*), seleccionadas por la disponibilidad en la región y su contenido de pigmentos. Inicialmente, el material se lavó cuidadosamente con agua para eliminar las suciedades e impurezas, luego se trituró para mayor facilidad en su liberación de los colorantes.

El material vegetal triturado y previamente pesado (500 a 1000 gramos) se sometió a un proceso de maceración, y luego se dejó en reposo durante 24 horas utilizando 2 litros de jugo de caña de azúcar (Guarapo) y cerveza como medios de extracción a una temperatura ambiente de 20

a 25°C, asegurando una proporción adecuada entre el volumen líquido y la cantidad de materia orgánica que se utilizó promoviendo la liberación de los pigmentos naturales presentes en cada material prima.

Tras este proceso, los extractos se filtraron para separar el material sólido del líquido, y estos se utilizaron en el proceso de teñido de la lana como soluciones de color para evaluar su intensidad, uniformidad y estabilidad del color en la fibra.

4.5 Preparación de la lana

La preparación de la lana se desarrolló mediante cinco fases consecutivas, orientadas para acondicionar la fibra y garantizar una adecuada absorción de los pigmentos naturales durante el proceso de teñido; estas fases se llevaron a cabo siguiendo las prácticas artesanales tradicionales de artesanas del municipio de Concepción, Santander.

Fase 1. Selección y clasificación de la lana. Inicialmente, la lana fue seleccionada y clasificada de manera manual, descartando aquellas fibras que presentaban exceso de suciedad o deterioro de su estructura, esta fase permite trabajar con lana en condiciones adecuadas, asegurando una mayor uniformidad en los procesos a realizar.

Fase 2. Lavado inicial de la lana. La lana seleccionada fue sometida a un lavado inicial con agua, con el objetivo de eliminar el polvo, residuos de tierra y exceso de grasa, el lavado se realizó de forma manual, evitando fricción excesiva que pudiera afectar la fibra, pero sí dándole unos golpes con un palo ayudando a que los excesos de suciedad sean más fáciles de remover, repitiendo este proceso y enjuagando la lana hasta obtener una lana visualmente limpia.

Fase 3. Escurrido y secado. Una vez se finalizó el lavado, se espera que la lana se escurra lo mayor posible, sin retorcerla, con el fin de retirar el exceso de agua y humedad del lavado; posterior a esto se deja secar a la sombra en un espacio con ventilación evitando la exposición directa al sol, lo cual permite conservar las propiedades físicas de la fibra.

Fase 4. Desenredado, hilado y acondicionamiento de la fibra. Después del secado, la lana fue desenredada manualmente, separando las fibras y armando una manilla para facilitar la mayor manipulación, luego, se usó una herramienta manual ancestral llamada “huso” específicamente para hilar, y así pasando de fibras pequeñas a hilo; esta fase es fundamental para lograr una absorción uniforme del pigmento natural que se obtiene en la lana.

Fase 5. Conformación de la madeja. Como etapa previa al teñido, se procedió a la conformación de la madeja y cada una de estas con un peso entre los 60 a 65 gramos, la cual consiste en el enrollado ordenado de la lana para facilitar su manejo y traslado al baño de teñido, la lana fue enrollada de manera manual, evitando la formación de nudos o tensiones excesivas al momento de su forma a quedar, posterior a eso la madeja fue asegurada mediante ataduras suaves, colocadas estratégicamente para conservar su forma sin dañar la fibra ni impedir que el pigmento entre a la fibra.

Desde el conocimiento ancestral, la madeja es una de las fases claves ya que esta nos permite mantener la lana bien organizada, aireada y preparada para finalizar con una buena absorción homogénea del color durante su proceso de teñido.

4.6 Proceso de hervido

El proceso de hervido constituyó una etapa fundamental dentro del tinturado artesanal, que permitió la activación de los pigmentos naturales, así como la fijación del color en la fibra mediante una reacción química al uso de los mordientes naturales. Esta etapa se desarrolló una vez finalizada la preparación de la lana y la obtención de los extractos naturales.

Inicialmente, en los recipientes destinados al teñido se incorporaron 2 litros de agua para disolver los mordientes, específicamente 300 mililitros de vinagre, 50 gramos de sal y 300 mililitros de zumo de limón, los cuales fueron utilizados para favorecer la fijación del pigmento sobre la lana. Estos ingredientes agregados fueron mezclados cuidadosamente antes de iniciar el proceso de calentamiento, permitiendo la distribución homogénea de los mordientes en la solución con el agua.

Posterior a la mezcla de agua y los mordientes, se agregaron los extractos naturales previamente preparados. Una vez incorporados los extractos, juntos a su materia vegetal dentro de una tela para filtrar el extracto de los residuos, así llevándose a fuego directo, iniciando el proceso del calentamiento de manera gradual.

Durante el aumento progresivo de la temperatura, se observó el fortalecimiento de la coloración del líquido, evidenciando su interacción la integración entre los pigmentos y los mordientes, al alcanzar el punto de ebullición, la solución fue mantenida en hervor, para proceder a la introducción de la madeja de lana previamente humedecida, la lana fue sumergida dentro de la solución, asegurando que cubriera toda la lana y la absorción de las fibras, esperando tiempos determinados entre los 10 minutos, 20 minutos y 30 minutos bajo observación continua, permitiendo evaluar visualmente la intensidad del color y su comportamiento en el teñido.

Finalizada esta etapa, la madeja se retira del baño para continuar las fases siguientes de enfriamiento, enjuague y secado.

4.7 Proceso de enfriamiento, lavado y secado de la lana

Una vez finalizado el proceso de hervido y teñido, la madeja de lana se retiró del baño y se procedió a la fase de enfriamiento, la cual se realizó de manera natural: la lana se dejó reposar a temperatura ambiente, evitando cambios bruscos que puedan afectar la fijación del color en la estructura de la fibra. Este tiempo de enfriamiento permitió que la fibra se estabilizara y que el pigmento se fijara en la lana.

Posteriormente, la lana fue sometida a un lavado inicial, con el objetivo de eliminar el exceso de extractos naturales, mordientes no fijados y residuos del proceso de teñido. El lavado se realizó manualmente con agua limpia, sin retorceduras de la madeja, procurando conservar la integridad de la fibra y evitar la pérdida prematura del color, observando la liberación del pigmento residual. Una vez finalizado el lavado, la lana se escurrió suavemente, evitando retorcer la madeja, con el fin de retirar el exceso de agua sin dañar la fibra. Luego, se procedió a secarla en un lugar a la sombra y con buena ventilación, sin contacto directo con el sol, con el propósito de preservar la intensidad del color obtenido y mantener las propiedades físicas de la lana.

Este proceso de secado se llevó a cabo hasta que la lana quedó completamente seca, quedando lista para su posterior evaluación, manipulación o el uso del proceso artesanal.

4.8 Análisis de la coloración de las madejas

Para el análisis de la coloración de las madejas de lana teñidas, se implementó un registro fotográfico bajo condiciones controladas de iluminación, con el fin de garantizar la comparabilidad entre muestras, este procedimiento se fundamenta en el uso de técnicas de análisis de imagen

digital, las cuales permiten la evaluación objetiva del color a partir de modelos cromáticos como RGB, ampliamente utilizados en estudios de caracterización de materiales textiles (Arévalo et al., 2024).

Se realizó un registro fotográfico con la cámara trasera del iPhone 15 pro Max, con la calibración principal (1x) 24mm (f/1.78), con una fuente de iluminación natural a las 09:00 horas de la mañana y con una iluminación propia del teléfono, a una distancia de 40-50 cm, con un fondo blanco de cada madeja tras el proceso de secado, lo que permitió documentar visualmente las variaciones en la intensidad y tonalidad del color resultante de cada tratamiento.

Las fotografías de las madejas se tomaron manteniendo una distancia aproximadamente de 40-50 cm entre la cámara y el objeto, para garantizar uniformidad en el encuadre y minimizar distorsiones visuales. Para la toma de las fotografías se utilizaron condiciones de iluminación controladas, evitando la luz solar directa y sombras, reduciendo variaciones en la percepción del color y asegurando la comparación entre las imágenes obtenidas.

Las imágenes fueron tratadas bajo condiciones controladas de iluminación y con el uso de un fondo uniforme, minimizando variaciones externas que pudieran afectar la percepción del color; este procedimiento permitió estandarizar el registro visual y garantizar mayor confiabilidad en el análisis posterior.

Este procedimiento consistió en cargar cada imagen en la plataforma y seleccionar áreas representativas de las madejas, para obtener con certeza la precisión de los análisis de color. A partir de estas selecciones, la aplicación permitió obtener valores precisos de las propiedades del color: tonalidad, intensidad y luminosidad.

4.8.1 Análisis de las imágenes

Una vez obtenido el producto final, las fibras teñidas fueron analizadas mediante la aplicación “icolorpalette” herramienta utilizada como instrumento de análisis digital comparativo de color en el espacio RGB/HEX, la cual permitió determinar objetivamente las características cromáticas del material. Para garantizar la consistencia de los resultados, las imágenes se capturaron a una distancia aproximada de 30 cm y bajo condiciones de iluminación controladas, evitando sombras, reflejos y variaciones de luz que pudieran alterar los análisis de color. El procedimiento consistió en seleccionar áreas representativas de las fibras dentro de la aplicación, para extraer valores relacionados con las variables de color que proporciona el programa; estos datos fueron registrados sistemáticamente y comparados entre las diferentes muestras para identificar variaciones en la uniformidad y consistencia del color obtenido mediante las técnicas de teñido artesanal.

Para el análisis de los datos obtenidos se empleó una estadística descriptiva, incluyendo medidas de tendencia central y de dispersión, con el objetivo de presentar de manera clara las características cromáticas de cada muestra tomada. Este enfoque combina la evaluación visual con el análisis cuantitativo, proporcionando un criterio objetivo y reproducible que fortalece la interpretación de los resultados y la caracterización del proceso artesanal de teñido de lana con enfoque en técnicas sostenibles.

4.8.2 Evaluación de la estabilidad

Para evaluar la estabilidad de los colores obtenidos en las fibras teñidas, se realizaron pruebas de lavado utilizando tres tipos de detergentes de uso común: jabón neutro, jabón para ropa y jabón para loza. Cada madeja fue lavada cuidadosamente bajo condiciones controladas,

procurando mantener la misma proporción de detergente y cantidad de agua para todas las pruebas, con el fin de asegurar la comparabilidad de los resultados.

Después, las fibras fueron secadas a la sombra, evitando la exposición directa al sol, evitando su decoloración, una vez secas, se realizó una observación visual y un registro fotográfico de las muestras para identificar cambios en la tonalidad, intensidad o uniformidad de color respecto al inicial. Este proceso permitió determinar la resistencia de los colores frente a diferentes agentes de lavado, proporcionando información sobre la estabilidad y durabilidad de los extractos aplicados mediante técnicas artesanales. Los resultados fueron comparados entre los diferentes detergentes, lo que permitió identificar cuáles condiciones favorecen una mayor conservación de la coloración y cuáles son las que producen alteraciones visibles.

4.9 Análisis de la estabilidad del color frente a procesos de lavado y re-lavado

Una vez que se finalizó el proceso de teñido artesanal, la lana fue sometida a un análisis de la estabilidad del color con el fin de evaluar la resistencia del pigmento natural frente a condiciones de usos cotidiano, para esto las muestras teñidas fueron expuestas a procesos de lavado y relavado con jabón neutro, detergente en polvo multiusos y detergente para ropa, cada ciclo de lavado se realizó utilizando agua y repitiendo el procedimiento con el mismo detergente utilizado en la primera lavada, manteniendo algunos sus condiciones constantes para permitir la comparación de resultados. Posterior a cada lavado, se realizó la evaluación visual del color, registrando cambios en la intensidad, su uniformidad y pérdida de pigmento presente en la fibra.

Seguido de esto, se obtuvo una comparación entre las fibras con los diferentes tipos de detergentes, lo que permitió identificar aquellos que presentaron mayor estabilidad y fijación del color sobre la lana.

5. Resultados

Objetivo 1. Documentar las etapas y técnicas del proceso artesanal de transformación de la lana en el municipio de Concepción, Santander.

Se realizó la caracterización detallada de cada una de las fases que componen este sistema productivo tradicional, dicho proceso comprende una secuencia de actividades que inician con la obtención de la materia prima que es la lana mediante la esquila de las ovejas y culminan con la elaboración de productos textiles, integrando técnicas manuales, herramientas tradicionales y sus conocimientos empíricos propios de la comunidad transmitidos de generación en generación para seguir impartiendo dichos procesos.

La identificación y descripción de estas etapas permitió no solo establecer la lógica operativa del proceso, sino también analizar los componentes técnicos que se realizaron, los tiempos de ejecución y la participación de los actores involucrados, evidenciando su relevancia como práctica productiva y como expresión de su patrimonio cultural local en esa provincia.

Proceso de esquila. Este proceso tiene como fin garantizar la obtención del vellón minimizando riesgos de lesiones en el animal sin lastimar, por eso se empleó la esquila mecánica como punto inicial de obtención de la lana, como se evidencia en la figura 2, sin embargo, con el énfasis del presente estudio se centra en las fases posteriores de acondicionamiento y transformación de la fibra, en las cuales se desarrollaron con las principales técnicas artesanales.

Figura 2.

Proceso de esquila mecánica y tijera



Nota. Proceso de esquila de ovinos mediante el uso de tijera y máquina.

Selección y clasificación de la lana. Posterior a la esquila, la lana se selecciona manualmente para retirar las impurezas como tierra, residuos vegetales y materia orgánica que quedan posterior a la esquila, como se evidencia en la figura 3, luego, se clasifica según las características como lo es su color, longitud y calidad de la fibra.

Figura 3.

Materia prima recién obtenida



Nota. Lana obtenida del proceso de esquila, agrupada para su procesamiento.

Lavado de la lana. Se usó abundante agua, y con golpes secos empleando como herramienta un bastón para desprender la suciedad de la lana y así se eliminarán las impurezas más rápido, esta etapa nos permitió eliminar grasa (lanolina), suciedad y otras impurezas adheridas a la fibra, repitiendo este proceso las veces que sean necesarias hasta llegar al punto de que esté bien blanca (ver figura 4).

Figura 4.

Proceso de lavado



Nota. Lavado de la lana para la limpieza de la fibra antes de su procesamiento.

Secado de la lana. Luego de lavarla, colocamos la lana extendida en superficies limpias o colgada en cuerdas para su secado natural evitando el sol y que esté a la sombra como se aprecia en la figura 5; este proceso tarda alrededor de uno a dos días dependiendo de las condiciones climáticas.

Figura 5.

Proceso de secado



Nota. Secado de la lana previo a su transformación.

Escarmentado y cardado

Este proceso consistió en desenredar y airear la lana para facilitar su posterior hilado, realizándose manualmente o con herramientas artesanales, seguido del cardado, que nos permite mejorar la uniformidad y la textura del vellón y facilitar el hilado (ver figura 6).

Figura 6.

Proceso de escarmentado y cardado



Nota. Visualizamos el escarmentado en la figura al lado izquierdo y el cardado al lado derecho, permitiendo desenredar, limpiar y organizar las fibras de lana, mejorando su uniformidad y condiciones para el proceso de hilado.

Hilado. En la figura 7 se observa el proceso del hilado, el cual es una de las etapas más importantes de este proceso, en el cual la fibra es transformada en hilo mediante el uso de herramientas para enrollar el hilo alrededor de la aspa o devanadera, así facilitando el proceso de teñido para obtener la forma de una madeja.

Figura 7.

Proceso de hilado



Nota. Transformación de la lana en hilo mediante el proceso de hilado.

Tinturado. Finalmente, esta fase se basa en la capacidad de la lana, compuesta principalmente por queratina, para absorber y fijar pigmentos de origen natural; se observó que el

procedimiento inicia con la aplicación de mordientes (ver figura 8), que actúan como fijadores, agua y pigmentos naturales.

Figura 8.

Aplicación de mordientes



Nota. Proceso de tinturado de la lana utilizando pigmentos naturales y mordientes, permitiendo la incorporación y fijación del color en la fibra.

Objetivo 2. *Evaluar la extracción y aplicación de pigmentos naturales provenientes de materiales vegetales, estableciendo medidas y proporciones precisas para asegurar el respectivo teñido de la lana.*

Estandarización de medidas y proporciones. Durante la evaluación del proceso, se evidenció la necesidad de establecer relaciones cuantitativas que permitan mejorar la

reproducibilidad del teñido, en este sentido, se definieron proporciones de referencia empleadas en el proceso:

En este caso, las madejas de lana empleadas presentaron un peso comprendido entre 60 y 70 gramos, las cuales fueron teñidas individualmente en un volumen constante de 1.000 ml de agua, manteniendo así una relación fija fibra-agua para todas las pruebas realizadas.

La cantidad de material vegetal utilizado para la extracción de pigmentos naturales varió entre 500 gramos y 1.000 kilogramos, dependiendo de la intensidad cromática deseada, estableciendo una relación ajustable de material vegetal-agua que permitió modificar la concentración del extracto tintóreo sin alterar el volumen del sistema.

Por otra parte, el mordentado se mantuvo constante en todas las muestras, empleando una mezcla compuesta por 300 mililitros de vinagre, 300 mililitros de extracto de limón y 50 gramos de sal, lo que permitió asegurar uniformidad en la fijación del color sobre la fibra. El control de estas proporciones permitió estandarizar el proceso de tinturado artesanal, facilitando la obtención de resultados comparables entre muestras.

Estas proporciones permiten establecer un punto de referencia para la repetibilidad del proceso (ver figura 9), manteniendo la coherencia en los resultados obtenidos.

Figura 9.

Medidas y proporciones



Nota. Medición y control de proporciones para el proceso de teñido de la lana.

Extracción de pigmentos naturales. Se evidenció en la figura 10 que los materiales que se utilizaron son sometidos a procesos de cocción en agua, con el fin de extraer los compuestos colorantes presentes en su estructura; su intensidad y calidad del extracto dependen de variables como la cantidad de material vegetal macerado (ver figura 11), el volumen de agua utilizado y el tiempo de cocción, observándose que mayores concentraciones de materia prima y tiempos prologados favorecen la obtención de tonalidades más intensas.

Figura 10.

Extracción de color



Nota. Obtención de pigmentos naturales a partir de material vegetal para el teñido de la lana.

Figura 11.

Material vegetal en maceración



Nota. Proceso de maceración para la obtención de pigmentos naturales.

Aplicación del pigmento en la fibra. Este proceso se desarrolla bajo condiciones de calentamiento controlado, con tiempos estimados entre 10, 15, 30 minutos, seguidos de un periodo de reposo que facilita la fijación del color (ver figura 12).

Se observó que la interacción entre la fibra, el mordiente y el pigmento natural permite la adherencia del color, generando tonalidades características que varían según las condiciones del proceso y el tipo de materia vegetal utilizada.

Figura 12.

Periodos de fijación



Nota. Podemos evidenciar 3 madejas, la cual la madeja 1 su tiempo estimado fue de 10 minutos, la madeja 2 con un tiempo estimado de 20 minutos, la madeja 3 con un tiempo estimado de 30 a 40 minutos a temperaturas controladas para fijar su color.

Evaluación del proceso de teñido. Estos resultados evidencian que la incorporación de medidas y proporciones definidas contribuye a mejorar la uniformidad e intensidad del color en la fibra; asimismo, el uso de mordientes se identificó como un factor determinante en la fijación del pigmento, favoreciendo la durabilidad del teñido (ver figura 13).

No obstante, se mantiene cierta variabilidad en los resultados debido a la naturaleza artesanal del proceso y a la ausencia del control estricto sobre variables como la temperatura, tiempo y concentración, lo que refleja una combinación entre conocimiento empírico y práctica tradicional.

Figura 13.

Evaluación del teñido



Nota. Evaluación de teñido de la lana con pigmentos naturales.

La evaluación de la extracción y aplicación de pigmentos naturales permitió establecer parámetros técnicos básicos que favorecen la consistencia del proceso de teñido, sin alterar su carácter artesanal. La definición de proporciones y condiciones de proceso representa una herramienta clave para mejorar la calidad del producto final, manteniendo el uso de recursos naturales y saberes ancestrales.

Análisis cromático de las muestras. El análisis cromático digital permitió identificar variaciones en la tonalidad e intensidad del color en las muestras de lana teñida, las cuales fueron cuantificadas mediante códigos en formato HEX y RGB (ver tabla 1).

Tabla 1.

Caracterización cromática de las muestras teñidas

Muestra	Materia Vegetal	Mordiente	Color observado	Código HEX	RGB
M1	Achiote	Si	Amarillos vibrantes	#EAC461	234, 196, 97
M2	Brevo hoja	Si	Amarillos claros	#D7D3A6	151, 124, 79
M3	Café	Si	Cafe moka intenso	#AF8457	175, 132, 87
M4	Cebolla	Si	Blancos crema	#F0E5CF	240,229, 207
M5	Cedro corteza	Si	Canela profunda	#977C4F	151, 124, 79

M6	Cedro hoja	Si	Bosque terroso	#785F37	120, 95, 55
M7	Cedro pepa	Si	Marrón chocolate	#A28B59	162, 139, 89
M8	Color Rey	Si	Rojo anaranjado	#B35A16	185, 80, 17
M9	Espinaca	Si	Verdes claros	#B5C193	181,193, 147
M10	Mora	Si	Morados intensos	#A56D7B	165,109, 123
M11	Remolacha	Si	Rojos profundos	#822E2E	130, 46, 46
M12	Zanahoria	Si	Naranjas cálidos	#B9935C	185, 147, 92

Nota. La tabla muestra las características del teñido de las muestras, incluyendo material vegetal, mordiente, color observado y códigos de color.

Se observaron diferencias en los códigos de color obtenidos, evidenciando variaciones en la tonalidad de las muestras en función del tipo de pigmento utilizado y del tratamiento aplicado durante el proceso de teñido (ver figuras 14, 15, 16 y 17).

Figura 14.

Muestra de lana teñida con pigmentos naturales



Nota: El código #EAC461 su materia vegetal es el achiote, el código #D7D3A6 su materia vegetal es brevo hoja y el código #AF8457 pertenece al café

Figura 15.

Muestra de lana teñida con pigmentos naturales



Nota: El código #F0E5CF su materia vegetal la cebolla, el código #977C4F su materia vegetal es cedro corteza y el código #785F37 pertenece al cedro hoja

Figura 16.

Muestra de lana teñida con pigmentos naturales



Nota: El código #A28B59 su materia vegetal es cedro pepa, para el código #B35A16 es color rey y el código #B5C193 pertenece a la espinaca

Figura 17.

Muestra de lana teñida con pigmentos naturales



Nota: El código #A56D7B su materia vegetal es la mora, para el código #822E2E es la remolacha y el código #B9935C pertenece a la zanahoria

Objetivo 3. Analizar la estabilidad y pérdida de color en la lana teñida con pigmentos naturales, sometida a procesos de lavado y re-lavado.

Evaluación de la estabilidad del color. Se evaluó la estabilidad del color en la lana teñida con los pigmentos naturales, sometidos al proceso de lavado y re-lavado, dándonos que la fijación del color está directamente influenciada por el uso de mordientes y las condiciones del proceso de teñido (ver figura 18).

Figura 18.

Lana teñida antes del lavado



Nota. Lana en estado inicial antes del proceso de limpieza.

Pérdida de color durante el lavado. Durante el primer lavado, se evidencio una perdida parcial de color, atribuida a la liberación de pigmento no fijado en la fibra, está perdida, fue más notable en muestras como lo fue los colores de pigmentos más fuertes como la mora, café y remolacha que las de menor concentración como la zanahoria, pero siendo así realizamos el lavado con 3 tipos de detergentes, el cual el jabón neutro fue eficiente para no cambiar el tono de color en la fibra, el jabón de ropa y jabón de lavalozas si hizo perder los colores principales de algunas fibras (ver figura 19).

Figura 19.

Pérdida de color en la madeja



Nota. Pérdida de color en la madeja de lana después del lavado.

Comportamiento en re-lavado. En los lavados posteriores, se observó en la figura 20 que se obtiene una menor pérdida de color, indicando que la mayor parte del pigmento no fijado se elimina en el primer lavado, seguido esto, las muestras con adecuado uso de jabón neutro no realizaron en la fibra perdida del color o algún desgaste

Figura 20.

Comportamiento en la fibra



Nota. Comportamiento del color en la fibra de lana después del teñido.

El análisis evidenció que, aunque los pigmentos naturales presentan ciertas pérdidas de color en los primeros lavados, la aplicación adecuada de mordientes y el color de variables del proceso mejoran significativamente la estabilidad del teñido, permitiendo obtener productos con mayor permanencia del color bajo sus condiciones de uso.

6. Discusión

Los resultados obtenidos en el presente estudio evidencian que el proceso artesanal de transformación de la lana en el municipio de Concepción, Santander, se desarrolla bajo un enfoque tradicional, caracterizado por el uso predominante de técnicas manuales y de conocimientos empíricos transmitidos de generación en generación. Esta condición configura un sistema productivo con bajo nivel de tecnificación, lo cual incide directamente en la eficiencia del proceso

y en la variabilidad de los productos finales obtenidos, lo cual coincide con estudios sobre conocimientos tradicionales sobre la producción artesanal que destacan la dependencia de los conocimientos tradicionales (Sarmiento, 2021).

En relación con el primer objetivo, orientado a documentar las etapas y técnicas del proceso, se identificó que la transformación de la lana sigue una secuencia estructurada que inicia con la obtención de la materia prima, la lana, y continúa con las fases de acondicionamiento, hilado, tinturado y tejido. Aunque estas etapas están claramente definidas con la ejecución en una gran medida en la experiencia del artesano, lo que indica que limita la estandarización de procedimientos. Este hallazgo sugiere que, si bien el proceso conserva un alto valor cultural, presenta restricciones en términos de escalabilidad y de uniformidad productiva, situación que ha sido descrita en sistemas de producción artesanal donde predomina el trabajo manual (Allafi et al., 2022)

Respecto al segundo objetivo, enfocado en la evaluación de la extracción y aplicación de pigmentos naturales, se evidenció que el uso de materias vegetales como fuente de colorantes constituye una gran práctica sostenible y coherente con el contexto local. No obstante, los resultados muestran la ausencia de control en variables como proporciones, tiempos de cocción o de fijación, y de concentración de los extractos, generando variabilidad en la intensidad y uniformidad del color, comportamiento que ha sido ampliamente reportado en estudios sobre pigmentos naturales (Lucía Vaca-Cárdenas et al., 2020). En este sentido, la incorporación de las proporciones entre fibra, agua, mordiente y material vegetal permitió mejorar la reproducibilidad del proceso, evidenciando la importancia de integrar criterios técnicos sin alterar la naturaleza artesanal del sistema.

En cuanto al proceso de tinturado, se observó que la aplicación de mordientes desempeña un papel fundamental en la fijación del color, favoreciendo la adherencia de los pigmentos a la estructura de la fibra. Este comportamiento está directamente relacionado con la composición de la lana, principalmente constituida por queratina, la cual presenta afinidad por los compuestos de los colorantes en la presencia de agentes fijadores, tal como se ha documentado en estudios sobre teñido de fibras proteicas (Serafini et al., 2024) Por lo tanto, el adecuado manejo del mordentado se establece como un gran factor determinante en la calidad del proceso de teñido.

En relación con el tercer objetivo, orientado al análisis de la estabilidad y pérdida de color, se evidenció que la lana teñida con pigmentos naturales presenta una pérdida inicial de color durante el primer lavado, atribuida a la eliminación de pigmentos no fijados. Sin embargo, en procesos de re-lavado, la pérdida de color disminuye considerablemente, lo que indica que la fijación efectiva del pigmento se consolida tras la eliminación de los excedentes que quedan en la fibra. Este comportamiento ha sido reportado en estudios sobre teñido natural, donde se evidencia una menor fijación inicial del color en comparación con colorantes sintéticos (Palacios Ochoa et al., 2021). Asimismo, se identificó que las muestras sometidas a un adecuado proceso de mordentado presentan mayor estabilidad cromática, lo que confirma la relación directa entre la técnica aplicada y la durabilidad del color.

Estos resultados sugieren que, aunque el uso de pigmentos naturales presenta limitaciones en términos de resistencia al lavado en comparación con colorantes sintéticos, su desempeño puede optimizarse mediante el control de las variables dentro del proceso, lo cual coincide con investigaciones que destacan la importancia de estandarizar parámetros técnicos en el teñido natural para mejorar la calidad del producto final (Quenta Cabrera & Toledo Gonza, 2020).

Conclusiones

En el presente estudio se permitió documentar de manera sistemática las etapas y técnicas del proceso artesanal de transformación de la lana en el municipio de Concepción, Santander, identificando una secuencia estructurada que abarca desde la obtención de la materia prima hasta la elaboración del producto final. Este proceso se caracteriza por el uso predominante de técnicas manuales y conocimiento empírico transmitido de generación en generación, lo que evidencia su carácter tradicional y su importancia como práctica cultural en el contexto rural.

En relación con la evaluación de la extracción y aplicación de pigmentos naturales, se concluye que el uso de materias vegetales constituye una alternativa viable y sostenible para el teñido de la lana. Sin embargo, la ausencia de la estandarización en variables como proporciones, tiempos y concentraciones que generan variabilidad en los resultados, lo que puede afectar la uniformidad del color en la fibra.

Respecto a la estabilidad del color, se determinó que la lana teñida con pigmentos naturales presenta una pérdida inicial de color durante el primer lavado, asociada a la eliminación de pigmentos no fijados. No obstante, en procesos de relavado se evidencia una mayor estabilidad cromática, especialmente en muestras sometidas a un adecuado proceso de mordentado, lo que informa la importancia de este tratamiento en la fijación del color.

De manera general, se concluye que el proceso artesanal de la transformación de la lana en Concepción integra conocimientos tradicionales con prácticas productivas que pueden fortalecerse mediante la incorporación de criterios técnicos básicos. Este equilibrio entre saber empírico y ajuste técnico representa una oportunidad para mejorar la calidad del producto final sin comprometer la identidad cultural del proceso.

Finalmente, aunque existen limitaciones en términos de tecnificación, control de variables y eficiencia productiva, el sistema artesanal evaluado presenta un alto potencial de valorización, tanto desde el punto de vista productivo como cultural, contribuyendo a economías locales y a la preservación de los saberes tradicionales.

Recomendaciones

Se recomienda establecer proporciones definidas en el proceso de extracción y aplicación de pigmentos naturales, con el fin de mejorar la uniformidad del teñido.

Se sugiere optimizar el uso del mordiente, considerando su importancia en la fijación y estabilidad del color en la fibra.

Se recomienda fortalecer la capacitación de los artesanos en el control de variables como tiempo, temperatura y concentración de los pigmentos.

Se propone promover la conservación y transmisión del conocimiento tradicional asociado al proceso artesanal de la lana.

Para futuras investigaciones, se sugiere evaluar nuevas fuentes vegetales de pigmentos naturales y su comportamiento en la estabilidad del color.

Se recomienda analizar la durabilidad del color bajo diferentes condiciones de uso, como el lavado y la exposición ambiental.

Referencias Bibliográficas

- Abella, I. (2021). *Calidad de lana*.
https://www.sul.org.uy/descargas/des/03.I._Abella,_F._Ruvira_e_I._De_Barbieri_Uruguay_proveedor_mundial_de_lanas_de_alta_calidad_Lo_logrado_y_nuevos_desaf%C3%ADos.pdf
- Allafi, F. A., Hossain, M. S., Shaah, M., Lalung, J., Ab Kadir, M. O., & Ahmad, M. I. (2022). A Review on Characterization of Sheep Wool Impurities and Existing Techniques of Cleaning: Industrial and Environmental Challenges. In *Journal of Natural Fibers* (Vol. 19, Number 14, pp. 8669–8687). Taylor and Francis Ltd. <https://doi.org/10.1080/15440478.2021.1966569>
- Arévalo Ortiz, R. P., Astudillo Mamarandi, A. M., & Cevallos Campaña, C. (2024). Registro cromático de fibras textiles naturales teñidas con chuquiragua y tilo. *Chakiñan, revista de ciencias sociales y humanidades*, (24), 130–149. <https://doi.org/10.37135/chk.002.24.07>
- Cottyn, H. (2021). Comunidad, conmensuración y conflicto. Transformaciones rurales en el altiplano desde una perspectiva de ecología-mundo. *História unicap*, 8(15), 11–30. <https://doi.org/10.25247/hu.2021.v8n15.p11-30>
- DANE. (2025). *Censo Nacional de Poblacion y Vivienda- Colombia*. <https://dane.maps.arcgis.com/apps/MapSeries/index.html?appid=340192703f5948f884585d93181711b5>
- Díaz, G. B., Larios Francia, R. P., Hernández Gorriti, W., Chávez Ugaz, R., Gálvez Zárata, C. A., Condori Ticona, A., & Huanca Mamani, T. (2021). Diagnóstico del proceso artesanal de producción de hilo de fibra de alpaca en Puno, Perú. *Ingeniería Industrial*, (40), 145–169. <https://doi.org/10.26439/ing.ind2021.n40.5149>

- Escalante, P., Carolina, A., & Delgado, B. (2018). *Determinación de aspectos y riesgos ambientales asociados a las actividades de una empresa lavadora de lana.*
- Espinel, C. W. A. (2022). *Potencial económico de la lana en sistemas de producción ovinos del Páramo de Concepción-Santander.*
- Fashion Revolution. (2025). *Investigando la contaminación por tintes y nuestras alternativas.*
- FEDEANCO. (2025). *Razas Ovinas en Colombia- Federacion Nacional de Caprinocultores y Ovinocultores de Colombia (FEDEANCO).* <https://fedeanco.org.co/ovinos-2/>
- Gelaye, G., Sandip, B., & Mestawet, T. (2021). A review on some factors affecting wool quality parameters of sheep. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*, 21(105), 18980–18999. <https://doi.org/10.18697/AJFAND.105.19330>
- Ghildiyal, K., Panigrahi, M., Kumar, H., Rajawat, D., Nayak, S. S., Lei, C., Bhushan, B., & Dutt, T. (2023). Selection signatures for fiber production in commercial species: A review. In *Animal Genetics* (Vol. 54, Number 1, pp. 3–23). John Wiley and Sons Inc. <https://doi.org/10.1111/age.13272>
- Guerrero, A. X. (2003). *Taller de tintes naturales.* <https://repositorio.artesantiasdecolombia.com.co/bitstream/001/4402/1/INST-D%202003.%20124.pdf>
- Huauya Reymundo, M., Candio Lopez, J., & Aliaga Gutiérrez, J. L. (2025). Características de la lana de ovinos corriedale y merino alemán criados en condiciones de alta montaña. *Anales Científicos*, 86(1), 1–9. <https://doi.org/10.21704/ac.v86i1.2226>
- Larios-Francia, R., Cárdenas, O., Rodriguez-Huanca, F. H., Ccopa, J., Condori, A., Hernández, W., Chaves-Bellido, L., Díaz, B., Chavez, R., Sánchez, J., & Galvez, C. (2023). Textile characteristics of the Huacaya alpaca fibre, according to agroecological zones, sex and age in

- the Puno Region (Peru). *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Peru*, 34(2).
<https://doi.org/10.15381/rivep.v34i2.21356>
- Lozano, F., Quispe-Quispe, A., & Vilcanqui-Pérez, F. (2024). Effect of mordants on the variation of diameter and colour tone in alpaca fibre threads dyed with colli (*Buddleja coriacea*) flowers. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Peru*, 35(1).
<https://doi.org/10.15381/rivep.v35i1.27379>
- Lucía Vaca-Cárdenas, M. I., Eduardo Hidalgo -Almeida, L. I., & Amada Núñez -Mazza, K. I. (2020). *Aplicación de diferentes tintes naturales para la obtención de hilo orgánico de lana de ovino Application of different natural dyes to obtain organic sheep wool yarn Aplicaçãõ de diferentes corantes naturais para obtenção de fios orgânicos de lã de ovelha*. 5, 1095–1113. <https://doi.org/10.23857/pc.v5i8.1646>
- Martínez, H. A. L., Velázquez Manzanares, M., & Amador Hernández, J. (2024). Tinción artesanal de lana en la manufactura de textiles. *Ciencia e Interculturalidad*, 34(1), 238–251.
<https://doi.org/10.5377/rci.v34i1.19710>
- Martínez, M. E. (2018). *Tecnificación del proceso de Acondicionamiento y Transformación Artesanal de Lanasy Cueros Ovinos pigmentados en la Región de Los lagos*.
- Martínez, R., Peña, S., Abbiati, N. N., López, G., Sacchero, D., Aladin, I., & Allignani, R. (2022). Características de la lana, peso y condición corporal en los ovinos criollos del noroeste de la provincia de Catamarca, Argentina. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 30(2). <https://doi.org/10.53588/alpa.300204>
- Montagne, M. L. (2025). *Los tintes naturales como herencia cultural*. 125–136.
- Muñoz S, F. (2020). *Guía para la obtención de colorantes naturales sostenibles*.
https://diseno.uc.cl/memorias/pdf/memoria_dno_uc_2019_2_salinas_munoz_f.pdf

- Núñez, G. L. J. (2020). *Evaluación de la calidad de la lana de los ovinos mestizos crías de 4m vs marín magellan meat merino (4m) en la región interandina del ecuador.*
- Núñez, O., Bruquetas Correa, E. G., Melis, I. G., Billordo, L. B., Nóbile, A. E., & Forlín, G. L. (2025). Estudio de Fibras Textiles Naturales: Aportes de la Microscopía al Ámbito Forense. *Memorias Forenses*. <https://doi.org/10.53995/25390147.1841>
- Ortiz, U. J. (2020). *Experimentación con las técnicas de tinturado natural y afieltrado de lana de oveja y fibra de alpaca.*
- Palacios Ochoa, C., Guillén Serrano, M. E., & Siddons, D. (2021). Evaluación de la solidez del color en tejidos de lana y alpaca tinturados con biocolorantes extraídos de plantas y animales. *Siembra*, 8(2), e2917. <https://doi.org/10.29166/siembra.v8i2.2917>
- Palma Martínez, J. (2023). *Tintes Naturales*. www.infor.cl
- Quenta Cabrera, A., & Toledo Gonza, A. (2020). Descripción del proceso de la elaboración de tintes naturales y artificiales – Chincheros Cusco. *La Vida & La Historia*, (11), 46–50. <https://doi.org/10.33326/26176041.2020.11.943>
- Rúa, B. C. V. (2024). *La lana de oveja y el tejido del pensamiento*. <https://www.agronet.gov.co/Noticias/Paginas/La-lana-de-ovejo-y-el-tejido-del-pensamiento.aspx>
- Safapour, S., Mazhar, M., & Abedinpour, S. (2023). Broadening Color Shade Range of Rubia tinctorum L. Natural Colorants on Wool Fibers via Combination of Metal Mordants: Color Characteristics and Fastness Studies. *Journal of Natural Fibers*, 20(1). <https://doi.org/10.1080/15440478.2022.2157923>
- Sanjuan Lara, K. P., Pérez Flores, J. G., Contreras López, E., Soto Vega, K., García Curiel, L., Pérez Escalante, E., Jijón, C. Á., & Portillo Torres, L. A. (2024). Exploración Integral de los

- Colorantes Naturales en la Industria Alimentaria: Desafíos y Oportunidades. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(3), 4586–4614.
https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i3.11668
- Sarmiento, J. (2021). Saber para conocer, conocer para construir: conocimientos tradicionales de construcción naval artesanal en la comunidad wayuu, la guajira, colombia. *Boletín Científico CIOH*, 40(1). <https://doi.org/10.26640/22159045.2021.570>
- Schaap, B. C. (2021). *Evaluación de los factores que afectan la calidad de la producción de lana en el Valle Medio provincia de Río Negro*. <http://rid.unrn.edu.ar/handle/20.500.12049/7412>
- Serafini, I., Favero, G., Curini, R., Kavich, G. M., & Cleland, T. P. (2024). Development of a Combined Protein and Dye Extraction Approach for the Analysis of Keratin-Based Textiles. *Journal of Proteome Research*, 23(9), 3890–3903.
<https://doi.org/10.1021/acs.jproteome.4c00253>
- Song, Y., Li, Y., Lu, Z., Yue, L., Xiao, T., Yang, B., Liu, J., Yuan, C., & Guo, T. (2025). FGF20 Secreted From Dermal Papilla Cells Regulate the Proliferation and Differentiation of Hair Follicle Stem Cells in Fine-Wool Sheep. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 109(3), 655–666. <https://doi.org/10.1111/jpn.14081>
- Zanovello, L., & Cardoso, M. B. (2019). *Utilización de lana de oveja de bajo valor como aislante térmico en la patagonia, argentina use of low-value sheep wool as a thermal insulation in patagonia, argentina*.
- Zoccola, M., Bhavsar, P., Anceschi, A., & Patrucco, A. (2023). Analytical Methods for the Identification and Quantitative Determination of Wool and Fine Animal Fibers: A Review. In *Fibers* (Vol. 11, Number 8). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI).
<https://doi.org/10.3390/fib11080067>