



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA AGROINDUSTRIA

**“CURTICIÓN DE PIELES OVINAS EN COMBINACIÓN DE
MIMOSA CON SULFATO DE ALUMINIO PARA
MARROQUINERÍA”**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Trabajo Experimental

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

AUTOR: EDGAR ALEXIS SANTILLÁN SUAREZ

DIRECTOR: ING. LUIS EDUARDO HIDALGO ALMEIDA. PhD.

Riobamba – Ecuador

2024

© 2024, Edgar Alexis Santillán Suarez

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Edgar Alexis Santillán Suarez, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 08 de enero de 2024



Edgar Alexis Santillán Suarez
060392563-7

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA AGROINDUSTRIA

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; tipo: Trabajo Experimental, **“CURTICIÓN DE PIELES OVINAS EN COMBINACIÓN DE MIMOSA CON SULFATO DE ALUMINIO PARA MARROQUINERÍA”**, realizado por el señor: **EDGAR ALEXIS SANTILLÁN SUAREZ**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

FIRMA

FECHA

Ing. Darío Javier Baño Ayala. PhD.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



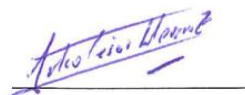
2024-01-08

Ing. Luis Eduardo Hidalgo Almeida. PhD.
DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR



2024-01-08

Ing. Julio César Llerena Zambrano
ASESOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR



2024-01-08

DEDICATORIA

A Dios por darme la bendición y fortaleza de haber llegado a esta instancia de mi vida, a mi madre Inés Patricia que desde el cielo ha sido esa estrella luminosa que nunca me ha dejado caer y en esos momentos de soledad me ha impulsado a siempre ser el mejor. Como no dedicar este trabajo de titulación a la persona más importante en mi vida, mi padre Edgar Emiliano que ha sido el responsable y un pilar fundamental en su realización apoyándome económicamente, moralmente y emocionalmente, siempre lo he dicho es mi ídolo y gracias a su dedicación y educación puedo decir que soy una persona de bien, te amo papá. A Myrita por sus consejos y su cariño incondicional. A mis hermanos Edgar Oswaldo, Katherine e Isaac por estar siempre conmigo y apoyarme a todo momento los quiero mucho y finalmente a mi amigo fiel Gandalf que me acompañó en esas frías y largas madrugadas te quiero hijo mío.

Alexis

AGRADECIMIENTO

A Dios, a la prestigiosa Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, a mi querida carrera de Agroindustria donde me he formado con valores y ética profesional. A mi director el Dr. Luis Eduardo Hidalgo Almeida por estar siempre atento a mis inquietudes y brindarme todo el asesoramiento posible. También al Ing. Julio César Llerena Zambrano por su disposición y dedicación que ha mostrado a lo largo del camino. Al laboratorio de Curtiembre de la Facultad de Ciencias Pecuarias y a todas esas personas especiales que he conocido en mi vida politécnica, mismas que han demostrado una amistad sincera, un apoyo incondicional y una compañía necesaria. Mis más sinceros agradecimientos a todas esas personas que colaboraron para que este trabajo de titulación sea una realidad.

Alexis

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiv
RESUMEN.....	xvi
ABSTRACT	xvii
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

1.	DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA.....	2
<i>1.1</i>	<i>Antecedentes</i>	<i>2</i>
<i>1.2</i>	<i>Planteamiento del Problema</i>	<i>3</i>
<i>1.3</i>	<i>Justificación</i>	<i>3</i>
<i>1.4</i>	<i>Objetivos</i>	<i>3</i>
<i>1.4.1</i>	<i>Objetivo General.....</i>	<i>3</i>
<i>1.4.2</i>	<i>Objetivos Específicos</i>	<i>4</i>

CAPÍTULO II

2.	MARCO TEÓRICO	5
<i>2.1</i>	<i>Antecedentes</i>	<i>5</i>
<i>2.2</i>	<i>Marco conceptual.....</i>	<i>7</i>
<i>2.2.1</i>	<i>Piel</i>	<i>7</i>
<i>2.2.2</i>	<i>Partes de la piel en bruto</i>	<i>7</i>
<i>2.2.2.1</i>	<i>Crupón</i>	<i>8</i>
<i>2.2.2.2</i>	<i>Cuello.....</i>	<i>8</i>
<i>2.2.2.3</i>	<i>Faldas</i>	<i>8</i>
<i>2.2.3</i>	<i>Estructura de la piel.....</i>	<i>9</i>

2.2.3.1	<i>Epidermis</i>	9
2.2.3.2	<i>Dermis</i>	9
2.2.3.3	<i>Tejido subcutáneo</i>	10
2.2.4	<i>Química de la piel</i>	10
2.2.5	<i>Tipos de piel</i>	11
2.2.5.1	<i>Piel bovina</i>	11
2.2.5.2	<i>Pieles caprinas</i>	11
2.2.5.3	<i>Pieles de equinos</i>	12
2.2.5.4	<i>Pieles de ovinos</i>	12
2.2.6	<i>Curtido de pieles</i>	13
2.2.7	<i>Curtición mineral</i>	13
2.2.7.1	<i>Sulfato de aluminio</i>	13
2.2.8	<i>Curtición vegetal</i>	14
2.2.8.1	<i>Mimosa</i>	15
2.2.8.2	<i>Quebracho</i>	16
2.2.8.3	<i>Tara</i>	16
2.2.9	<i>Curticion con silicatos</i>	17
2.2.10	<i>Taninos</i>	17
2.2.10.1	<i>Taninos cationicos</i>	18
2.2.10.2	<i>Estructura de un tanino cationico</i>	19
2.2.11	<i>Marroquinería</i>	19
2.2.11.1	<i>Antecedentes</i>	19
2.2.11.2	<i>Cadena productiva para articulos de marroquineria</i>	19
2.2.11.3	<i>Cadena de valor de articulos para marroquineria</i>	20
2.2.11.4	<i>Exigencias del cuero para marroquiienria</i>	21
2.2.12	<i>Procesos de ribera de pieles ovinas</i>	23
2.2.12.1	<i>Remojo</i>	23
2.2.12.2	<i>Pelambre</i>	24
2.2.12.3	<i>Calero</i>	25

2.2.12.4	<i>Descarnado</i>	25
2.2.13	<i>Proceso de curtido de pieles ovinas.</i>	26
2.2.13.1	<i>Desencalado</i>	26
2.2.13.2	<i>Rendido</i>	26
2.2.13.3	<i>Piquelado</i>	27
2.2.13.4	<i>Desengrase</i>	28
2.2.13.5	<i>Curtido</i>	29
2.2.14	<i>Acabado en húmedo de pieles ovinas</i>	30
2.2.14.1	<i>Neutralizado</i>	30
2.2.14.2	<i>Recurtido</i>	30
2.2.14.3	<i>Tintura</i>	30
2.2.14.4	<i>Engrase</i>	31
2.2.15	<i>Acabado en seco de cueros ovinos</i>	31

CAPITULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO	33
3.1	<i>Localización y duración del experimento</i>	33
3.2	<i>Unidades experimentales</i>	33
3.3	<i>Materiales, equipos, reactivos e insumos</i>	33
3.3.1	<i>Materiales</i>	33
3.3.2	<i>Equipos</i>	34
3.3.3	<i>Reactivos</i>	34
3.3.4	<i>Insumos</i>	35
3.4	<i>Tratamiento y diseño experimental</i>	36
3.5	<i>Mediciones experimentales</i>	36
3.5.1	<i>Resistencias Físicas</i>	36
3.5.2	<i>Análisis Sensoriales</i>	37
3.5.3	<i>Económicas</i>	37

3.6	<i>Análisis estadístico y pruebas de significancia</i>	37
3.7	<i>Procedimiento experimental</i>	37
3.7.1	<i>Curtición de pieles ovinas</i>	37
3.7.1.1	<i>Recepción de pieles ovinas</i>	37
3.7.1.2	<i>Remojo estático</i>	38
3.7.1.3	<i>Pelambre por embadurnado</i>	38
3.7.1.4	<i>Pelambre en bombo</i>	38
3.7.1.5	<i>Descarnado</i>	38
3.7.1.6	<i>Desencalado</i>	39
3.7.1.7	<i>Piquelado 1</i>	39
3.7.1.8	<i>Desengrase</i>	39
3.7.1.9	<i>Piquelado 2</i>	39
3.7.1.10	<i>Curtido</i>	39
3.7.1.11	<i>Perchado</i>	40
3.7.1.12	<i>Raspado</i>	40
3.7.2	<i>Acabado en húmedo de cuero ovino</i>	41
3.7.2.1	<i>Remojo</i>	41
3.7.2.2	<i>Recurtido catiónico</i>	41
3.7.2.3	<i>Neutralizado</i>	41
3.7.2.4	<i>Recurtido aniónico</i>	41
3.7.2.5	<i>Engrase</i>	41
3.7.2.6	<i>Fijación de la anilina</i>	42
3.7.2.7	<i>Perchado</i>	42
3.7.2.8	<i>Aserrinado</i>	42
3.7.2.9	<i>Ablandado</i>	42
3.7.2.10	<i>Estacado</i>	42
3.7.3	<i>Acabado en seco</i>	43
3.8	<i>Metodología de evaluación</i>	44
3.8.1	<i>Análisis de laboratorio</i>	44

3.8.1.1	<i>Resistencia a la tensión, N/cm²</i>	44
3.8.1.2	<i>Porcentaje de elongación</i>	46
3.8.1.3	<i>Abrasión al frote en seco</i>	47
3.8.2	<i>Análisis sensorial</i>	48
3.8.2.1	<i>Llenura, puntos</i>	48
3.8.2.2	<i>Blandura, puntos</i>	49
3.8.2.3	<i>Curvatura del cuero</i>	49

CAPÍTULO IV

4.	MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	50
4.1	<i>Características físicas de los cueros ovinos curtidos con diferentes niveles de mimosa y 4 % de sulfato de aluminio.</i>	50
4.1.1	<i>Resistencia a la tensión</i>	50
4.1.2	<i>Porcentaje de elongación</i>	52
4.1.3	<i>Abrasión al frote en seco</i>	53
4.2	<i>Características sensoriales de los cueros ovinos curtidos con diferentes niveles de mimosa y 4 % de sulfato de aluminio.</i>	55
4.2.1	<i>Llenura</i>	55
4.2.2	<i>Blandura</i>	57
4.2.3	<i>Curvatura del cuero</i>	59
4.3	<i>Análisis económico</i>	61
	CONCLUSIONES	63
	RECOMENDACIONES	64
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1: Química de la piel.....	11
Tabla 2-2: Recomendaciones de calidad del cuero para cueros de marroquinería y tapicería...	22
Tabla 2-3: Principales componentes de una piel recién desollada	23
Tabla 3-1: Condiciones meteorológicas del cantón Riobamba.....	33
Tabla 3-2: Esquema del experimento a investigar.	36
Tabla 3-3: Esquema de análisis de varianza (ADEVA).....	37
Tabla 3-4: Fórmula empleada para el cálculo de la resistencia a la tensión	45
Tabla 3-5: Matriz empleada para la evaluación sensorial	48
Tabla 4-1: Características físicas del cuero ovino curtido con diferentes niveles de mimosa ...	50
Tabla 4-2: Características sensoriales de los cueros ovinos curtidos con diferentes niveles de mimosa.....	55
Tabla 4-3: Evaluación económica.....	61

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 2-1: Partes de piel en bruto.....	8
Ilustración 2-2: Mimosa Púdica	15
Ilustración 2-3: Estructura química de un tanino catiónico.....	19
Ilustración 2-4: Proceso de manufactura de artículos de marroquinería.	21
Ilustración 2-5: Sección transversal de cuero ovino con restos de epidermis.	24
Ilustración 2-6: Distribución estratégica de la grasa en el espesor de la piel ovina.....	28
Ilustración 2-7: Distribución de la grasa en el área de la piel de ovino.....	29
Ilustración 3-1: Diagrama de curtición de pieles ovinas para marroquinería.....	40
Ilustración 3-2: Diagrama de acabado en húmedo de cueros ovinos	43
Ilustración 3-3: Probetas del cuero ovino, utilizadas para los ensayos de resistencia a la tensión y elongación.....	44
Ilustración 3-4: Máquina para el análisis de resistencia a la tensión y elongación.	45
Ilustración 3-5: Equipo para medir la resistencia al frote y probetas para el análisis	48
Ilustración 4-1: Histograma de la resistencia a la tensión del cuero ovino curtido con diferentes niveles de mimosa.....	51
Ilustración 4-2: Histograma del % de elongación del cuero ovino curtido con diferentes niveles de mimosa.....	52
Ilustración 4-3: Regresión de la abrasión al frote en seco del cuero ovino curtido con diferentes niveles de mimosa.....	54
Ilustración 4-4: Regresión de la llenura del cuero ovino curtido con diferentes niveles de mimosa en combinación de sulfato de aluminio.	56
Ilustración 4-5: Regresión de la blandura del cuero ovino curtido con diferentes niveles de mimosa en combinación de sulfato de aluminio.....	58
Ilustración 4-6: Regresión de la curvatura de los cueros ovinos curtidos con diferentes niveles de mimosa en combinación de sulfato de aluminio.	60

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** RESISTENCIA A LA TENSIÓN DE LAS PIELES OVINAS CURTIDAS POR EFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE MIMOSA (10, 12 Y 14%) COMBINADO CON 4% DE SULFATO DE ALUMINIO.
- ANEXO B:** PORCENTAJE DE ELONGACIÓN DE LAS PIELES OVINAS CURTIDAS POR EFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE MIMOSA (10, 12 Y 14%) COMBINADO CON 4% DE SULFATO DE ALUMINIO.
- ANEXO C:** ABRASIÓN AL FROTE EN SECO DE LAS PIELES OVINAS CURTIDAS POR EFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE MIMOSA (10, 12 Y 14%) COMBINADO CON 4% DE SULFATO DE ALUMINIO.
- ANEXO D:** LLENURA DE LAS PIELES OVINAS CURTIDAS POR EFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE MIMOSA (10, 12 Y 14%) COMBINADO CON 4% DE SULFATO DE ALUMINIO.
- ANEXO E:** BLANDURA DE LAS PIELES OVINAS CURTIDAS POR EFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE MIMOSA (10, 12 Y 14%) COMBINADO CON 4% DE SULFATO DE ALUMINIO.
- ANEXO F:** CURVATURA DE LAS PIELES OVINAS CURTIDAS POR EFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE MIMOSA (10, 12 Y 14%) COMBINADO CON 4% DE SULFATO DE ALUMINIO.
- ANEXO G:** HOJA TÉCNICA: MUESTRAS DE CUERO OVINO CON 10% MIMOSA + 4% SULFATO DE ALUMINIO.
- ANEXO H:** HOJA TÉCNICA: MUESTRAS DE CUERO OVINO CON 12% MIMOSA + 4% SULFATO DE ALUMINIO.
- ANEXO I:** HOJA TÉCNICA: MUESTRAS DE CUERO OVINO CON 14% MIMOSA + 4% SULFATO DE ALUMINIO.
- ANEXO J:** ANÁLISIS COSTO BENEFICIO.
- ANEXO K:** BITÁCORA DE CUEROS OVINOS PARA MARROQUINERÍA.
- ANEXO L:** EVIDENCIA FOTOGRÁFICA DEL PESAJE INICIAL, REMOJO ESTÁTICO Y PELAMBRE POR EMBADURNADO DE LAS PIELES OVINAS PARA MARROQUINERÍA.
- ANEXO M:** EVIDENCIA FOTOGRÁFICA DEL PROCESO DE CURTIDO Y RASPADO DE LAS PIELES OVINAS PARA OBTENCIÓN DE CUERO PARA MARROQUINERÍA.
- ANEXO N:** EVIDENCIA FOTOGRÁFICA DEL PROCESO DE ACABADO EN HÚMEDO DE LAS PIELES OVINAS PARA OBTENCIÓN DE CUERO PARA MARROQUINERÍA.

ANEXO Ñ: EVIDENCIA FOTOGRÁFICA DEL PROCESO DE ASERRINADO, ABLANDADO, ESTACADO Y RECORTE DE BORDES OVINAS PARA OBTENCIÓN DE CUERO PARA MARROQUINERÍA.

ANEXO O: EVIDENCIA FOTOGRÁFICA DEL PROCESO DE ACABADO EN SECO DE LAS PIELES OVINAS PARA OBTENCIÓN DE CUERO PARA MARROQUINERÍA.

ANEXO P: EVIDENCIA FOTOGRÁFICA DE LAS PRUEBAS FÍSICAS DEL CUERO OVINO PARA MARROQUINERÍA.

RESUMEN

Actualmente la preocupación medio ambiental que genera la curtiembre por el uso excesivo de metales pesados ha ido en aumento, por lo que la búsqueda de alternativas a la curtiembre tradicional ha incrementado. El uso de taninos como la mimosa en combinación con sales como el sulfato de aluminio ha sido una técnica de curtición que busca comparar los resultados tanto físicos como sensoriales de los cueros ovinos curtidos únicamente al mineral, por lo que, el objetivo de esta investigación fue curtir pieles de ovinos destinados a marroquinería con el 10 (T1), 12 (T2) y 14 (T3) % de mimosa en combinación con 4 % de sulfato de aluminio. La metodología utilizada se basó en datos tanto cuantitativos (resistencia a la tensión, porcentaje de elongación y abrasión al frote) como en datos cualitativos obtenidos mediante la percepción sensorial (llenura, blandura y curvatura del cuero) de los cueros ovinos, se utilizó 15 unidades experimentales mismas que fueron distribuidas en 3 tratamientos y modelados bajo un DCA. La obtención y análisis de datos se los realizó en el laboratorio de Curtiembre y Fibras Agroindustriales de la ESPOCH, en base a las pruebas físicas se obtuvo los siguientes resultados: la mayor resistencia a la tensión (9958,91 N/cm²) se obtuvo al curtir con el 12% de mimosa y el mayor porcentaje de elongación (69,71%), abrasión al frote (249 ciclos) se obtuvo al curtir con 14% de mimosa. Las pruebas sensoriales, en llenura (5 puntos) y curvatura del cuero (5 puntos) se obtuvo el mayor resultado al curtir con el 14% mimosa, y la blandura (5 puntos) evidencio un mejor resultado al curtir con 10% de mimosa. El uso de 14 % de mimosa resultó en cueros con mejores atributos para la fabricación de productos de marroquinería. Usar curtientes vegetales para mitigar el impacto ambiental.

Palabras clave: <PIEL OVINA>, <CUERO OVINO>, <MIMOSA>, <SULFATO DE ALUMINIO>, <MARROQUINERÍA>, <EXTRACTOS VEGETALES>.



18-01-2024
0133-DBRA-UPT-2024

ABSTRACT

The growing environmental concerns associated with traditional tanning methods, particularly the excessive use of heavy metals in leather tanning processes, have prompted more and more interest in exploring alternatives. One of these alternatives involves using tannins, such as mimosa, in combination with salts like aluminium sulfate for the tanning process. This study aims to compare the physical and sensory outcomes of ovine leathers tanned solely with mineral-based methods against those employing a combination of mimosa (at concentrations of 10%, (T1) 12% (T2), and 14% (T3)) and 4% aluminium sulfate for leather destined for leather goods production. The research methodology employed quantitative parameters (tensile strength, elongation percentage, and abrasion resistance) and qualitative assessments derived from sensory perception (fullness, softness, and leather curvature). Fifteen experimental units were used and distributed among three treatments, structured under a completely randomized design. Data acquisition and analysis of the ovine Leather process occurred at the Agro-industrial Fibers Laboratory of ESPOCH. The physical tests yielded the following results: the highest tensile strength (9958.91 N/cm²) was achieved with 12% mimosa, while the maximum elongation percentage (69.71%) and abrasion resistance (249 cycles) resulted in 14% mimosa. Sensory evaluations revealed that 14% mimosa treatment scored highest in fullness (5 points) and leather curvature (5 points), whereas softness (5 points) exhibited superior results with 10% mimosa. The application of 14% mimosa demonstrated superior attributes for leather goods manufacturing. This study emphasizes vegetable tanning agent usage, specifically mimosa, as a sustainable approach to reduce the environmental impact in the leather industry.

Keywords: <OVINE SKIN>, <OVINE LEATHER>, <MIMOSA>, <ALUMINUM SULFATE>, <LEATHER GOODS>, <VEGETABLE EXTRACTS>.



Lic. Mónica Logroño Becerra. Mgs
060274953-3

INTRODUCCIÓN

En la actualidad productos como el cuero son considerados piezas de lujo y de difícil acceso por lo que la utilización de productos sintéticos que pretenden las características del cuero se ha vuelto muy común. Sin embargo, en la antigüedad esto no sucedía ya que la utilización del cuero era algo muy normal. Aún más en los orígenes de la humanidad, donde las prendas de vestir eran pieles de animales que el hombre cazaba. Con el pasar del tiempo el hombre sintió la necesidad de preservar estas pieles, buscando y encontrando técnicas y procesos como el remojo, pelambre, descarnado, dividido, desencalado, rendido, purgado, piquelado y curtido, pasando por el acabado en húmedo y en seco, para brindar características como color, suavidad, textura y blandura, originando así la industria de la curtiembre. Como consecuencia de esta industria se ha evidenciado problemas de contaminación hacia el medio ambiente, debido al uso de metales pesados (Cr, Al y Ti), sales inorgánicas y sulfuros que al homogenizarse producen efluentes o lodos que a la larga son muy difíciles de purificar y que en la mayoría de los casos terminan en la vida acuífera (Esparza, 2001, p. 42).

La búsqueda de alternativas al uso de cromo en los procesos de curtido ha ido en aumento, ya que esto contribuye a reducir el impacto ambiental y mejora la calidad de los productos finales. Los taninos son sustancias extraídas de diversas plantas, especialmente la mimosa, y son muy eficaces en la recurtición de cueros de alta calidad y cueros pesados. Además, se ha desarrollado un método innovador que utiliza sulfato de aluminio junto a la curtición de mimosa para cumplir con las demandas del mercado en cuanto a sostenibilidad ambiental en la industria curtidora. Este proceso implica la dilución de una solución sobresaturada de sales de formiato en agua ácida para formar un agente curtiente ácido que se utiliza para tratar la piel, lo que resulta en un curtido más eficiente (Pastor, 2006, p. 7).

Por lo mencionado anteriormente en la presente investigación se plantea la utilización de un curtiente vegetal (Mimosa) con diferentes porcentajes en combinación con Sulfato de Aluminio como alternativa a la curtición de pieles ovinas tradicionales con la finalidad de respetar la legislación ambiental del país, además de obtener un producto de calidad que se ajuste a los requerimientos y parámetros que establecen las actividades de fabricación como la marroquinería.

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

1.1 Antecedentes

El Homo sapiens, gracias a su notable capacidad cerebral, poseía los medios y herramientas esenciales para asegurar su supervivencia. Eran hábiles en el arte del trabajo con pieles y no consideraban a los animales salvajes como un peligro, sino como valiosos recursos de los cuales sacaban provecho, obteniendo beneficios en forma de pieles, carne, huesos y tendones (Hidalgo y Meléndez, 2012a, p.37).

La curtiduría es la industria encargada de convertir las pieles de animales en cuero, mediante un proceso que incluye diversas etapas para producir un material resistente a microorganismos. A pesar de esto, su impacto ambiental ha sido considerable debido a la generación de grandes cantidades de residuos líquidos que liberan sustancias químicas al medio ambiente.

En Ecuador, la tradición de trabajar con cuero tiene sus raíces en tiempos precolombinos, cuando las poblaciones indígenas utilizaban este material para confeccionar prendas de vestir y proteger sus pies. Incluso en situaciones de guerra, empleaban el cuero como una suerte de escudo. Durante la época del Imperio Inca, se refinaron las técnicas de preservación del cuero, y su aplicación se amplió al ámbito de los "Quipus", que eran símbolos utilizados para la comunicación mediante la elaboración de nudos en cinturones de cuero curtido (Hidalgo y Meléndez, 2012b, p.37).

El proceso de obtención del cuero causa un impacto ambiental negativo, principalmente debido al elevado consumo de agua, que puede llegar a ser entre 50 y 100 litros por cada kilogramo de piel procesada. Además, el uso de iones de cromo, aluminio y sales de sulfuro en el tratamiento y conversión de la piel a cuero es un problema significativo. Estas sustancias liberadas al medio ambiente contribuyen a la presencia excesiva de metales pesados, aumento de sólidos suspendidos y compuestos orgánicos. Esta práctica puede ocasionar problemas de salud como afecciones cutáneas, enfermedades respiratorias, cáncer de pulmón e incluso, en casos graves, la muerte (Gamboa, 2001, p. 42).

1.2 Planteamiento del Problema

En la industria de la curtiembre es muy común el uso de metales pesados, teniendo al Cr como el curtiente más representativo, sin embargo, en la actualidad existen curtientes que no son tomados en cuenta para estos procesos de fabricación, como es el caso de los vegetales, los cuales son extraídos de árboles, entre ellos se puede mencionar la mimosa, que en combinación de sales como el sulfato de aluminio puede causar menor impacto ambiental y brindar iguales o mejores estándares de calidad a los cueros. Es por ello que se ha tomado en cuenta la implementación de una curtición mixta, de un vegetal con un mineral y experimentar cuales son las características que brinda esta combinación a los cueros de ovino para marroquinería.

Así mismo lo que se busca es reducir el impacto ambiental que causa esta práctica, implementando curtientes diferentes al Cr.

1.3 Justificación

Es común utilizar el Cr como curtiente mineral por las características y parámetros de calidad que ha evidenciado este elemento, además de ser el más representativo, por otro lado, la contaminación y el impacto ambiental de esta industria es enorme. Considerando estos acontecimientos se buscó la implementación de alternativas eficaces para el productor y seguras para el medio ambiente.

Es por ello que la utilización de un curtiente vegetal, como la mimosa, en combinación de una sal, que no resulta tan toxico al homogenizarse con los demás productos utilizados en este proceso, como es el caso del sulfato de aluminio, podría ser una alternativa a la curtiembre tradicional, obteniendo cueros para marroquinería de igual o mejor calidad de lo que ofrecen los curtientes minerales.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Aplicar diferentes niveles de Mimosa y Sulfato de Aluminio en la curtición de pieles ovinas para marroquinería.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Evaluar los cueros ovinos curtidos con Mimosa y Sulfato de Aluminio mediante pruebas físicas y sensoriales.
- Establecer cuál de todos los niveles (10, 12 y 14 %) de Mimosa en combinación con Sulfato de Aluminio (4 %) es el más adecuado para la curtición de pieles ovinas para marroquinera.
- Determinar los costos de producción de cada uno de los tratamientos y establecer el costo beneficio.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

La industria de la curtiembre se ocupa de transformar las pieles, generalmente procedentes de ganado, en cuero, un material ampliamente empleado en la fabricación de calzado, tapicería, vestimenta, marroquinería y otros productos. La calidad de las pieles está estrechamente relacionada con la cría y el manejo de los animales, ya sean ovinos o bovinos. La forma en que se crían se alimenta y se cuida influye significativamente en la calidad de las pieles y, por ende, en el proceso de transformación. En otras palabras, el bienestar de los animales involucrados en esta industria es de gran importancia, ya que influye en la cantidad de químicos y procesos necesarios durante el tratamiento de las pieles. Esto, a su vez, afecta la idoneidad del cuero resultante para su uso en la fabricación de diversos productos (FAO, 2010, p.71)

La curtiembre, en pequeña escala artesanal o a gran escala industrial, es reconocida como una de las fuentes más significativas de contaminación por su consumo elevado de agua y productos químicos en el procesamiento de pieles. Esta actividad genera volúmenes considerables de aguas residuales que contienen una diversidad de contaminantes, como metales pesados, partículas en suspensión, sustancias inorgánicas, sulfuros y una gran cantidad de materia orgánica. Esta problemática agrava su impacto en el medio ambiente y tiene efectos negativos directos en la flora y fauna de la región, en la calidad de vida de la población y, sobre todo, en la disponibilidad de recursos hídricos (Méndez, 2007: pp.1-3).

En Ecuador, la principal agrupación de empresas vinculadas a la actividad de curtiembres se ubica en las provincias de Tungurahua y Guayas. En su mayoría, estas empresas están situadas en las proximidades de fuentes de agua, lo que les permite obtener agua para sus procesos y también facilita la liberación de efluentes líquidos que contienen sustancias orgánicas, sulfuros y niveles significativos de cromo (Mafla, 2015, p.17).

El curtido vegetal se considera una opción para mitigar la contaminación. Se trata de un procedimiento tradicional, transmitido de una generación a otra durante más de 200 años, que se basa en el uso de recetas y técnicas (curtientes) con propiedades como flexibilidad, resistencia y belleza. Estas cualidades aportan un gran valor tanto comercial como estético al cuero (Forero, 2012; citados en Amancha et al., 2022).

La curtición vegetal implica el uso de taninos vegetales extraídos de diversas plantas como guarango, acacia, mimosa, quebracho, castaño y cascalote. Estos taninos se extraen mediante el uso de agua y luego se concentran para obtener extractos curtientes vegetales. Estos extractos varían en sus propiedades según la planta de la que provienen. En su composición, los taninos vegetales son principalmente fenoles. Su capacidad para curtir el cuero depende de factores como el peso molecular, el tamaño de las partículas y la cantidad de grupos hidroxilos en su estructura (Moreira y Texeira, 2003; citados en Amancha et al., 2022).

El primer trabajo de investigación que se consideró corresponde a Palango (2023, pp. 29-34) quien en su investigación curtió pieles ovinas con diferentes niveles 10, 12 y 14% de *Caesalpinia Spinosa* (tara) en combinación con 4 % sulfato de aluminio.

Según el informe, utilizó 30 pieles ovinas distribuidas en 3 tratamientos modelados bajo un Diseño Completamente al Azar. Las medidas experimentales que se utilizaron fueron divididas en dos: Resistencias físicas (resistencia a la tensión, elongación, abrasión al frote en seco) y análisis sensorial (llenura, blandura, curvatura) para la evaluación de la calidad de los cueros. De acuerdo con las pruebas físicas. La mayor resistencia a la tensión (2913,94 N/cm²), porcentaje de elongación (61,75%) y la resistencia al frote en seco (195 ciclos), se obtuvieron al curtir con el T2. De las pruebas sensoriales, consiguiéndose la mejor puntuación de llenura (4,50 puntos) y curvatura del cuero (4,50 puntos), al curtir con el T3, mientras que la mejor blandura (4,70 puntos), al curtir con el T1. De estos resultados estimo que, el T2 permite obtener cueros idóneos para la confección de calzado de dama. Se recomienda la curtición vegetal para mantener un ambiente menos contaminado y garantizar una mejor salud para quienes transforman pieles en cueros.

Y un segundo trabajo fue de Guaminga (2011, p. 61) la cual experimento la curtición de pieles de cuy con tres diferentes niveles de taninos.

Al analizar las variables determino que, la utilización de tres taninos vegetales (quebracho, mimosa y guarango), con diferentes niveles en la curtición de pieles de cuy, con 3 tratamientos en dos replicas y con 8 repeticiones, y un tamaño de la unidad experimental de 2, dando un total de 96 pieles de cuy, modelados bajo un Diseño completamente al Azar en arreglo combinatorio, reporto resistencias físicas de lastometría, (8,98 mm), resistencia a la abrasión (92,50 N/cm²), se registraron los mejores resultados en las pieles curtidas con guarango (T3). En el análisis sensorial según kruskall Wallis se registró las mayores puntuaciones de redondez (4.75 puntos), llenura (4.19 puntos), y finura de flor en las pieles curtidas con guarango (T3).

2.2 Marco conceptual

2.2.1 Piel

La piel se define como el órgano más grande del cuerpo humano y cumple una función crucial como barrera protectora entre el organismo y su entorno. Sin embargo, cuando se habla de la utilización de la piel como materia prima para la obtención de cuero, es importante destacar que no se está haciendo referencia a la piel humana, sino a la piel de animales (Barioglio, 2001a: p.235).

Según Barioglio (2001b: p.238), es crucial resaltar que la función principal de la piel es brindar protección contra diversas amenazas a las que los animales están expuestos, como el calor, las lesiones y las enfermedades. Además de esta función primordial, la piel desempeña otras funciones esenciales, que incluyen:

- **Absorción:** La piel es capaz de absorber ciertas sustancias, como oxígeno y nitrógeno, así como otras sustancias químicas, dependiendo de las condiciones y el entorno.
- **Excreción:** La piel contribuye a la eliminación de residuos del cuerpo, como sales, agua y ácido úrico, a través del proceso de sudoración.
- **Termorregulación:** La piel desempeña un papel vital en la regulación de la temperatura del cuerpo, permitiendo que se mantenga dentro de un rango óptimo.
- **Función sensorial:** La piel alberga una gran cantidad de receptores sensoriales que permiten a los animales percibir el tacto, la presión, la temperatura y otras sensaciones, lo que desempeña un papel fundamental en la interacción con el entorno.
- **Función endocrina:** La piel participa en la síntesis de vitamina D cuando se expone a la luz solar, lo que es esencial para la absorción de calcio y otros procesos metabólicos.

2.2.2 Partes de la piel en bruto

Después de extraer la piel de un animal, si no se conserva adecuadamente, puede verse afectada por microorganismos del entorno. Por lo tanto, si no se procesan inmediatamente, hay que preservarla para su almacenamiento adecuado. La degradación biológica que sufre la piel después de su extracción varía y afecta la calidad del cuero resultante. Si se comienza el proceso con una piel que ha sido alterada, la curtición no será óptima, lo que dará como resultado un producto de baja calidad y, como consecuencia, se perderá tanto el valor de la materia prima como el del cuero. La piel recién obtenida de los animales sacrificados se conoce como "piel fresca" o "piel en verde". En la piel fresca, existen áreas con diferencias significativas en cuanto al espesor y la

capacidad, y estos contrastes son especialmente notables en el caso de pieles grandes como el de los bovinos (Lacerca, 1993a, p.2).

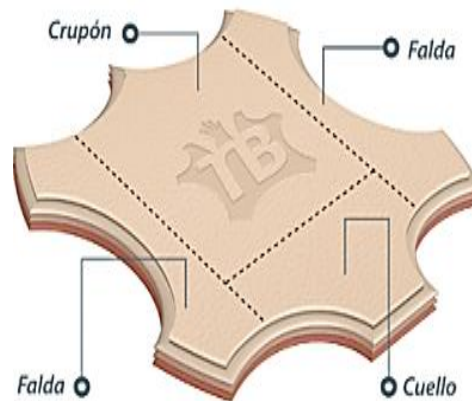


Ilustración 2-1: Partes de piel en bruto.

Fuente: Rivera, 2001, p 23.

2.2.2.1 *Crupón*

El término "crupón" se refiere a la porción de piel ubicada en la región dorsal y lumbar del animal. Esta área de piel es la más uniforme en cuanto a su grosor y estructura dérmica. Además, es la más densa, lo que la hace especialmente valiosa. Representa aproximadamente el 46% del peso total de la piel fresca. La piel que se encuentra en la parte superior de la cabeza se denomina "testuz", mientras que a las áreas laterales se les llama "carrillos" (Bacardit, 2004a, p.10).

2.2.2.2 *Cuello*

Según (Hidalgo, 2004a, p. 10) El cuello se refiere a la piel que cubre tanto el cuello como la cabeza del animal. Su grosor y densidad son variables y tienen una estructura suave y esponjosa. En la superficie del cuello se observan arrugas profundas, las cuales se vuelven más pronunciadas a medida que el animal envejece. La piel del cuello es aproximadamente el 26 % del peso total de la piel del animal.

2.2.2.3 *Faldas*

Las faldas se refieren a la sección de la piel que cubre el abdomen y las patas del animal. Esta área de la piel exhibe variaciones significativas en cuanto a su grosor y capacidad, siendo más suave en las regiones de las axilas y un poco más endurecida en las patas. Las faldas representan alrededor del 28 % del peso de la piel. Además, en una piel se pueden identificar otras partes: el

lado exterior que alberga el pelaje del animal, y una vez que este se retira, se le conoce como el "lado de la flor". El lado interior de la piel, que solía estar en contacto con la carne del animal, se llama el "lado de la carne" (Adzet, 2005a, p. 105).

2.2.3 Estructura de la piel

La estructura de la piel puede diferir entre distintas especies y también presentar variaciones dentro de un mismo organismo. La piel se compone de tres componentes principales, tales como:

- Epidermis
- Dermis
- Tejido subcutáneo

2.2.3.1 Epidermis

La epidermis es la capa más externa de la piel, aproximadamente el 1 % del espesor total de la piel. Durante el proceso de desprendimiento o embadurnado, la epidermis es eliminada. Esta capa se encuentra separada de la dermis por una membrana llamada membrana hialina. La epidermis presenta tres capas en orden de afuera hacia adentro: la capa córnea, la capa granular y la capa mucosa de Malpighi, también conocida como capa basal. La capa de Malpighi se retira fácilmente, ya que está compuesta por células vivas de aspecto gelatinoso con poca resistencia y susceptibles a la acción de bacterias de descomposición y enzimas, y de álcalis. La capa granular es de espesor variable, dependiendo de la especie de mamífero en cuestión y la ubicación de la piel de la que se extrae. Sin embargo, siempre es más delgada que la capa de Malpighi. La capa córnea se origina a partir de la capa granular. Conforme las células avanzan hacia la superficie, van perdiendo gradualmente su humedad, sus núcleos desaparecen y se aplastan hasta adoptar una forma escamosa. En esta etapa, las células ya están muertas. A medida que se aplanan, se fusionan progresivamente para constituir la capa densa y queratinizada del estrato córneo (Bequele, 2016, p. 5).

2.2.3.2 Dermis

La dermis se encuentra inmediatamente debajo de la epidermis y se extiende hasta la capa subcutánea. Está separada de la epidermis por la capa hialina y representa aproximadamente el 84% del grosor total de la piel en bruto, siendo la parte principal utilizada en la fabricación del cuero. La dermis consta de dos capas distintas: la capa papilar y la capa reticular. La capa papilar se compone de una red de fibras entrelazadas que se orientan en diversas direcciones, pero

generalmente siguen una disposición perpendicular a la superficie de la piel. Estas fibras son especialmente finas y se encuentran compactamente empaquetadas, con predominio de fibras de colágeno y una cantidad significativa de fibras elásticas que contribuyen a fortalecer su estructura (Adzet, 2005b, p. 110).

De igual forma Bacardi (2004b, p.15), mencionan que la apariencia del cuero terminado está principalmente influenciada por la capa flor, que aporta un aspecto estético distintivo. La capa reticular, llamada así por su apariencia de red, está compuesta por fibras gruesas y robustas que se entrelazan formando un ángulo de aproximadamente 45 grados con respecto a la superficie del cuero. A medida que nos adentramos en las capas más profundas, estas fibras tienden a orientarse de manera más horizontal y, finalmente, se vuelven completamente paralelas a la superficie del cuero. El espesor de esta capa representa entre el 50% y el 80% del grosor total de la dermis, dependiendo de la edad del animal. Con el envejecimiento del animal, la relación entre la capa reticular y la de flor tiende a aumentar, y su componente principal desde el punto de vista químico es el colágeno.

2.2.3.3 Tejido subcutáneo

El tejido subcutáneo, que es del 15 % del grosor total de la piel en bruto y se retira por descarnado en la ribera, es crucial en la unión con el cuerpo del animal. Este tejido subcutáneo consiste en una estructura muy suave compuesta por fibras largas dispuestas de manera paralela a la superficie de la piel. Entre estas fibras, se encuentran células grasas en diferentes proporciones según la especie animal. En la industria de la curtiembre, se trabajan principalmente las pieles de ganado bovino, ovino y caprino, con una participación mucho menor de pieles de equino, porcino y avestruz, e incluso en cantidades mínimas, pieles de pescado y reptiles (Lacerca, 1993b, p.5).

2.2.4 Química de la piel

La piel fresca está compuesta por un entramado de proteínas fibrosas impregnadas en un líquido acuoso que contiene proteínas globulares, grasas, minerales subcutáneos y orgánicos. La composición aproximada de una piel de bovina recién desollada es la siguiente:

Tabla 2-1: Química de la piel.

Composición de una piel		
Componente	Unidades	Cantidad
Agua	%	64
Proteína	%	33
Grasas	%	2
Sustancias minerales	%	0,5
Otras sustancias	%	0,5

Realizado por: Santillán, Alexis, 2024.

2.2.5 Tipos de piel

La estructura de las pieles puede variar según la especie animal, sus hábitos de vida, la estación del año, su edad, sexo y las condiciones de crianza a las que se sometieron antes del sacrificio.

2.2.5.1 Piel bovina

Los cueros bovinos, ya sean de vacas o vaquillonas, presentan una estructura fibrosa y elástica que, después de un proceso de transformación, resulta en un corte y grano adecuados para su uso en confecciones de alta calidad. En el caso de novillos, novillitos y torunos jóvenes, sus cueros son más gruesos y el tejido conectivo es menos elástico, lo que se traduce en un corte y grano más robusto. En términos generales, los bovinos jóvenes ofrecen cueros de mayor calidad en comparación con los adultos.

Por otro lado, las pieles de becerro presentan una estructura más fina, debido a que los folículos capilares son más pequeños y se encuentran más próximos entre sí. Estas pieles se obtienen de terneros machos criados para la producción de carne, y son sacrificados cuando han alcanzado un desarrollo adecuado para obtener un buen rendimiento en la carne (Hidalgo, 2004b, p. 14).

2.2.5.2 Pieles caprinas

Esta especie proporciona pieles finas usadas para fabricar calzado de lujo, guantes y otros artículos valiosos. Los animales más jóvenes proporcionan cueros aún más delicados y valiosos, como el cuero de cabritilla. Por otro lado, el cuero de cabra, en contraste, tiene una estructura más densa y fibrosa (Hidalgo, 2004c, p. 16).

2.2.5.3 *Pieles de equinos*

Según Hidalgo (2004d, p. 19), menciona que, los cueros obtenidos de la especie de los equinos son de calidad inferior en comparación con los de ganado vacuno. Estos cueros equinos se pueden categorizar en dos secciones:

- La parte frontal presenta una piel relativamente liviana y su textura se asemeja mucho a ciertos tipos de cueros de cabra.
- La sección correspondiente a la región de los cuartos traseros se caracteriza por ser mucho más gruesa y compacta.

2.2.5.4 *Pieles de ovinos*

Se refiere a la capa externa del animal, que se encuentra antes de la eliminación de la lana y se convierte en la materia prima principal para la transformación en cueros. Esta transformación implica la estabilización física y química del colágeno a través de diversos procesos, lo que permite que los cueros resultantes puedan conservarse indefinidamente sin sufrir descomposición bacteriana o verse afectados por condiciones ambientales.

Las pieles de ovino son valoradas por su resistencia, elasticidad y textura. Ahora se curten de manera que parecen un subproducto residual, lo que afecta extremadamente a la calidad del producto. En la piel de ovino, se encuentra una estructura compuesta por folículos pilosos que producen fibras de lana y pelo (Chancusig, 2011a, p.14).

Las razas de ovejas que tienen lana de menor valor suelen proporcionar las pieles de mayor calidad. Las pieles de los animales jóvenes son las más apreciadas por la industria, mientras que las de los animales mayores son de calidad intermedia. Estas pieles se utilizan comúnmente en la fabricación de guantes, zapatos, bolsos y otros productos, ya que la principal función de la piel en los ovinos es ayudar en el crecimiento de las fibras de lana. En general, la piel de las ovejas es delgada, flexible, elástica y de color rosado (Abarca, 2017, p. 12).

La piel de los ovinos está compuesta por dos capas que se superponen: la capa más externa, que se origina a partir del ectodermo, consiste en un tejido epitelial que reviste la piel y tiene un aspecto pavimentoso, estratificado y queratinizado, conocido como epidermis. Por otro lado, la capa interna, que es más gruesa, está formada por tejido conectivo y se llama dermis o corium, y tiene su origen en el mesodermo. El grosor de la epidermis en ovejas varía en diferentes partes del cuerpo, siendo más gruesa en las áreas donde se encuentran los pelos y más delgada en las

zonas cubiertas por lana. La dermis consta de dos capas que no están claramente separadas: la capa papilar, que incluye los folículos pilosos, las glándulas sebáceas y sudoríparas, así como el músculo erector del pelo, y la capa subyacente conocida como reticular (Pilataxi, 2017a, p. 23).

2.2.6 *Curtido de pieles*

El curtido de pieles es el procedimiento químico que transforma las pieles de animales en cuero. El término "cuero" se utiliza para referirse a la piel de grandes animales, como bovinos o equinos, mientras que "piel" se aplica a la cubierta de animales más pequeños, como el de los ovinos o el de las especies menores. El proceso de curtido implica fortalecer la estructura proteica del cuero al establecer enlaces químicos entre las cadenas de péptidos. En el proceso de curtido, se emplean sustancias como ácidos, álcalis, sales, enzimas y agentes curtientes para eliminar las grasas y proteínas no fibrosas, así como para crear enlaces químicos entre las fibras de colágeno (Chancusig, 2011a, p.30).

2.2.7 *Curtición mineral*

La curtición de pieles se realiza utilizando sales metálicas, que incluyen sales de cromo, aluminio y hierro. La principal elección para este proceso es el uso de sales de cromo en pieles piqueladas, ya que es el método más sencillo y se lleva a cabo mediante baños cortos con una agitación energética. En comparación con agentes curtientes de origen vegetal, las pieles curtidas con sales de cromo son capaces de resistir temperaturas de ebullición del agua sin encogerse, manteniendo su integridad a temperaturas por encima de los 100 °C, mientras que las pieles curtidas con agentes vegetales solo pueden resistir hasta alrededor de 70 °C. Los cueros curtidos con sales de cromo destacan por sus cualidades sensoriales, como su suavidad y flexibilidad, y presentan excelentes propiedades físicas y mecánicas, como una notable resistencia a la tensión (Soler, 2000, p. 148).

2.2.7.1 *Sulfato de aluminio*

Históricamente, el sulfato de aluminio ha sido crucial para tratar diversas fuentes de agua, incluyendo el suministro de agua potable y la mejora de la calidad de vertidos industriales o aguas residuales y su uso como mordiente en la industria textil, entre otros fines. Actualmente, su aplicación principal se centra en el tratamiento de aguas. La industria papelera, en particular, demanda sulfato de aluminio libre de hierro para su uso como encolante en procesos ácidos. Este producto se encuentra disponible en formas sólidas, con concentraciones de alrededor del 16% o 17% de sulfato de aluminio, y en forma líquida, con concentraciones que oscilan entre el 7% y el 8% de sulfato de aluminio (Pilataxi, 2017b, p. 33).

La piel que ha sido curtida utilizando sales de aluminio adquiere un aspecto blanco y opaco, con una textura suave, y recibe el nombre de curtición glasé. Sin embargo, es importante tener en cuenta que esta piel, a pesar de su agradable tacto, puede revertir a su estado sin curtir mediante un simple lavado. Dependiendo del método de curtición, es posible alcanzar temperaturas de entre 65 y 85 °C durante el proceso de curtido, particularmente en el caso de la curtición única. Una de las ventajas notables de esta técnica es que la piel resultante conserva su color original sin modificar el color del pelo de los animales, lo que la hace especialmente valiosa. Además, este tipo de curtición proporciona un adobo delgado y flexible, lo cual es esencial en la industria de la peletería (Yanez, 2019, p. 34).

Las sales de aluminio pueden combinarse con el proceso de curtido al cromo con el propósito de mejorar la resistencia del cuero y facilitar el esmerilado. Además, esta forma de curtido mixto contribuye a agotar de manera eficiente el baño de cromo. Las sales de aluminio presentan una afinidad más marcada que el cromo hacia el cuero en condiciones de pH más bajos. Esto permite incorporarlas al curtido al cromo para llevar a cabo una precurtición suave en las etapas iniciales del proceso. El aluminio interactúa con las proteínas del cuero, generando un enlace que no es tan robusto como el que se forma con el cromo. Por lo tanto, la estabilización de las proteínas o el curtido a través del aluminio, en circunstancias normales, no es suficiente para producir un cuero con una completa resistencia al calor durante el proceso de ebullición (Bello, 2022, p. 22).

Cuando se trata la piel con soluciones alcalinas de aluminio, se observa que la cantidad de óxido de aluminio absorbido aumenta a medida que se incrementa la alcalinidad del baño de curtido. En realidad, la piel absorbe ácido sulfúrico en forma de hidróxido de aluminio, es decir, sales alcalinas. A pesar de que se pueden detectar una cantidad considerable de los componentes del baño de curtido, al retirar la piel se obtiene un cuero que es rígido y con una textura similar a la del cuero corneo, lo que indica que la curtición ha sido insatisfactoria.

Sin embargo, si se trata la piel con soluciones alcalinas de sulfato de aluminio en presencia de cloruro sódico, se obtienen pieles que son secas, opacas, suaves al tacto y que poseen características de cuero genuino. Este cuero presenta una mayor resistencia a la hidrólisis y su temperatura de contracción ha aumentado de 47 a 65 °C (Faccini, 2022a, p. 9).

2.2.8 *Curtición vegetal*

Se obtiene una curtición uniforme en todo el espesor de la piel gracias a la interacción entre las estructuras fenólicas de los taninos naturales y las fibras de colágeno de la piel. Entre los taninos naturales empleados se suelen incluir el guarango, la mimosa, el quebracho y el castaño. El

proceso es similar al curtido mineral, pero en lugar de usar sales metálicas, se sustituyen por taninos vegetales, además de aldehídos y en menor medida quinonas. Para lograr el curtido de la piel, es esencial que el agente curtiente penetre en el interior de la piel y que las fibras de colágeno estén en las mejores condiciones para reaccionar con los taninos. En el cuero seco, solo una parte de los taninos se une a las fibras de colágeno de la piel, mientras que el resto se encuentra depositado entre las fibras (Puente, 2018, p. 42).

2.2.8.1 *Mimosa*

Este producto natural es obtenido de la corteza de la Acacia Negra, conocida científicamente como *Acacia Mearnsii*, una especie de árbol nativa de Australia. Originalmente, se introdujo en Sudáfrica en el siglo XIX debido a su valiosa madera. Sin embargo, más tarde se descubrió que su corteza contenía niveles significativos de tanino, lo que la convirtió en un recurso esencial para el tratamiento de la piel y el proceso de curtido de cuero. Esto resultó en un aumento significativo en la plantación de estos árboles para la producción de su corteza. Tanto la corteza de la Acacia como la de la Mimosa se convirtieron en productos muy demandados. Cabe destacar que, por cada tonelada de corteza cosechada de los árboles de Acacia, se obtienen también cinco toneladas de madera de gran utilidad (Tirado, 2022a, p. 27).

- *Mimosa pudica* como curtiente

La *Mimosa pudica* es una planta que se origina en la selva tropical y es notable por sus movimientos únicos, lo que le ha valido el apodo de "no me toques". Esta planta posee la capacidad de cerrarse en respuesta a cualquier estímulo que pueda amenazarla, lo que significa que se encogerá si la tocan o si escucha un ruido fuerte. Este comportamiento es una estrategia de defensa ante posibles depredadores, y es por esta razón que también se le conoce como *Mimosa Sensitiva*, *Mimosa vergonzosa* o planta de la vergüenza (Bacardit, 2022, p. 14).



Ilustración 2-2: *Mimosa Púdica*

Fuente: Bacardit, 2022, p. 14.

El extracto de Mimosa púdica posee propiedades ideales para el curtido de piel, ofreciendo una alternativa más eco amigable en comparación con métodos que involucran metales pesados como: cromo, aluminio, circonio y ácido sulfúrico, entre otros productos químicos. Los cueros curtidos de manera vegetal son altamente receptivos para grabados y los conservan de manera efectiva, a diferencia del curtido mineral. No obstante, una desventaja de la técnica basada en plantas se manifiesta con la exposición a la luz, ya que, con el tiempo, los cueros curtidos de forma vegetal pueden oxidarse, lo que podría ocasionar cambios en su color y oscurecimiento (Fernandez, 2022, p. 22).

2.2.8.2 *Quebracho*

El uso del quebracho como agente curtiente fue descubierto por un botánico alemán quien notó un tinte rojizo en las aguas de un arroyo. Siguiendo la corriente del arroyo, llegó a un aserradero donde se estaban procesando durmientes de ferrocarril. El aserrín proveniente de la madera de quebracho se empapaba con la lluvia y transfería su color rojo al agua circundante. Este árbol es originario de América del Sur y se encuentra en las selvas de Argentina y Paraguay. Es conocido por su crecimiento lento, generalmente alcanzando alturas de alrededor de 12 metros, aunque en algunos casos puede llegar hasta los 23 metros, y requiere aproximadamente 100 años para alcanzar la madurez (Condori, 2017a, p. 33)

El quebracho colorado, que es la variedad principal de esta especie, se encuentra ya sea de manera individual o agrupada en las selvas vírgenes. Este árbol no es propio de las regiones tropicales, y sus bosques más destacados y de alto rendimiento se localizan en regiones que se ubican entre las latitudes de 27,30 a 31 grados al sur. En estas áreas, la temperatura máxima varía alrededor de los 40°C, mientras que la mínima puede llegar a -2°C. Cuando las temperaturas superan estos rangos, esta especie no prospera adecuadamente y su rendimiento es pobre. Esto se debe a las condiciones relacionadas con la humedad relativa en el entorno, lo cual influye en la capacidad curtiente, que es crucial para la extracción de agentes curtientes de esta especie (Faccini, 2022b, p. 22).

2.2.8.3 *Tara*

La tara (*Caesalpinia spinosa*) es un arbusto que se encuentra de forma natural en América del Sur, especialmente en países como Perú y en el Norte de África. Este arbusto produce valiosos frutos en forma de vainas, de las cuales se extraen taninos de tara que son ricos en sustancias pirogálicas y contienen una pequeña cantidad de derivados catequínicos. Silvateam, por su parte, tiene sus propias plantaciones en Perú, ubicadas en las regiones montañosas de Huánuco y en zonas

semidesérticas de Ica, con un total de 450 hectáreas de terreno dedicado a la producción de tara (Perez, 2022, p. 21).

La goma de tara se extrae del endosperma de la vaina y se trata de un espesante natural rico en galactomananos que tiene una alta demanda en la industria alimentaria. Los taninos de tara son conocidos por su tonalidad naturalmente clara, y su utilización permite obtener cueros de un color muy claro y resistentes a la luz. Además, aportan propiedades de llenado y suavidad, manteniendo la superficie del cuero lisa y firme. En las pieles curtidas con taninos de tara, la resistencia de la superficie al desgarro es superior a la lograda con cualquier otro método de curtido vegetal. Por esta razón, se emplean especialmente en la fabricación de asientos e interiores de vehículos de lujo. El ácido gálico, que representa el componente principal del polvo de tara (constituye el 53%), se puede aislar de manera sencilla mediante hidrólisis alcalina de las vainas de tara (Condori, 2017b, p. 33).

2.2.9 *Curtición con silicatos*

La curtición con silicatos se suele llevar a cabo junto con agentes curtientes minerales, principalmente sales de cromo o aluminio. Esto da como resultado que el cuero curtido con estos productos químicos tenga un color blanco y exhiba excelentes propiedades sensoriales, como una alta llenura, ya que las fibras de colágeno se combinan fácilmente con estos agentes curtientes y también resisten el calor. Sin embargo, esta combinación de curtición tiene desventajas en el cuero final, como una menor resistencia y una menor suavidad en el cuero acabado (Morera, 2000, p. 35).

2.2.10 *Taninos*

Los taninos son compuestos polifenólicos hidrosolubles con un sabor muy astringente, amargo y áspero, que provocan sequedad en las mucosas bucales al ser consumidos. Esta cualidad de secar las mucosas se llama astringencia y es característica de las plantas que los contienen. Los taninos suelen acumularse en las raíces, cortezas y frutos de las plantas, aunque también se encuentran en menor cantidad en las hojas. El término "taninos" abarca muchos compuestos químicos que están en la naturaleza como parte de los metabolitos secundarios de las plantas. Son ampliamente distribuidos y se hallan en la mayoría de las hojas, frutos y cortezas de numerosos árboles. Históricamente, se han utilizado en el proceso de curtido de pieles, pero algunos de estos compuestos también se han empleado como agentes floculantes. Los taninos tienen su origen en la naturaleza como productos secundarios de plantas y se pueden encontrar en cortezas, frutos y hojas. En particular, las cortezas de árboles como la Acacia y la Schinopsis son fuentes principales

para la industria del curtido de cuero, y otros árboles no tropicales como el *Quercus ilex*, *Q. suber*, *Q. robur*, el *Castanea* y el *Pinus* también son ricos en taninos (Guzmán y Villabona, 2013: pp. 253-262).

Según Isaza (2007, pp. 13-18), a pesar de que muchas personas todavía prefieren utilizar el término "taninos vegetales" debido a su falta de precisión, desde una perspectiva terminológica y científica se recomienda el uso del término "polifenoles vegetales" para describir con mayor precisión estos compuestos secundarios de las plantas superiores. Esta elección es importante si se desea comprender en profundidad las diversas características y aplicaciones de estos compuestos a nivel molecular. En este contexto, los polifenoles vegetales, también conocidos como taninos catiónicos, pueden ser una fuente de nuevos agentes de coagulación. A nivel experimental, se ha demostrado que es factible sintetizar coagulantes a partir de taninos derivados de diversas materias primas, como *Acacia mearnsii*, *Sch. balansae*, *P. pinaster*, *C. sativa*, mediante un procedimiento sencillo que implica la reacción de Mannish. En una clasificación tradicional, los taninos o polifenoles vegetales se dividen en dos grupos:

- Taninos condensados
- Taninos hidrolizables

Tanto el primer grupo como el segundo grupo consisten en sustancias con una estructura polimérica. El primer grupo está compuesto por flavonoides, mientras que el segundo grupo se forma a través de la esterificación de ácidos fenólicos, principalmente ácido gálico y glucosa.

2.2.10.1 Taninos catiónicos

El proceso de cantonización de los taninos se refiere a una técnica que otorga una naturaleza catiónica a la estructura orgánica de los taninos. Esto es relevante ya que las sustancias cargadas positivamente pueden desestabilizar coloides con carga negativa cuando se combinan en soluciones acuosas. La desestabilización resultante y la subsiguiente sedimentación conducen a la eliminación de diversos compuestos aniónicos, como colorantes, agentes tensoactivos y materia orgánica. Los taninos catiónicos, al tener carga positiva, al entrar en contacto con el agua generan aniones que facilitan la eliminación de partículas con carga negativa, y muestran una mayor eficacia en entornos con un pH bajo.

2.2.10.2 Estructura de un tanino catiónico

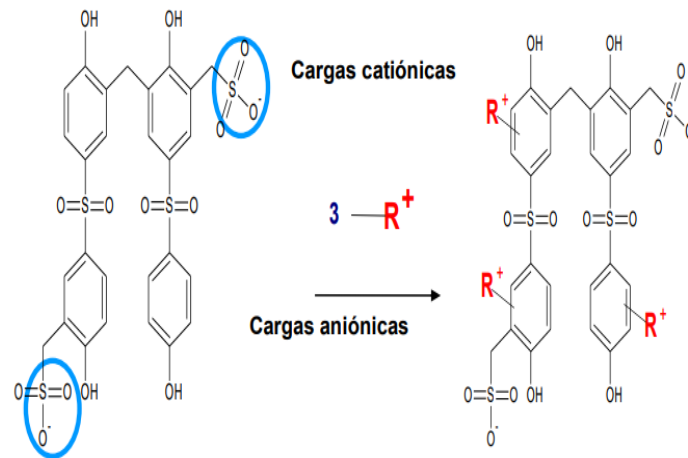


Ilustración 2-3: Estructura química de un tanino catiónico

Fuente: Poles, 2015, p. 30.

2.2.11 Marroquinería

2.2.11.1 Antecedentes

La marroquinería es un término de origen marroquí que se utiliza para describir la fabricación de objetos hechos de cuero, como maletas, carteras y otros accesorios como bolsos, cinturones y pulseras. Este término no abarca la producción de calzado ni prendas de vestir. Puede referirse tanto al taller donde se trabaja el cuero para crear estos artículos como al proceso de trabajar con el cuero en sí, o incluso a la tienda donde se pueden adquirir estos accesorios. En España, especialmente en la región de Andalucía, las escuelas de marroquinería han tenido y siguen teniendo una gran importancia. En estas escuelas, se enseña a confeccionar una amplia variedad de productos de cuero, desde cubiertas para libros hasta fundas para sillas de montar, pasando por cinturones y marcos para cuadros. Básicamente, todo lo que se pueda crear utilizando cuero con relieve y diversas formas (Tirado, 2022b, p. 30).

2.2.11.2 Cadena productiva para artículos de marroquinería

La preparación de la materia prima en la producción de artículos de cuero para marroquinería es de suma importancia. Inicia con la adquisición del cuero crudo, que se obtiene tras el faenamiento de animales, siendo la piel de origen bovino la materia prima principal en la curtiembre. El curtido se refiere al proceso de someter la piel a tratamientos físico químicos para convertirla en un material resistente. Este proceso comprende 4 etapas: ribera, curtido, teñido, y acabado. Una vez

que la piel está curtida, comienza la etapa de la marroquinería, donde se elaboran productos de cuero a través de cinco pasos básicos: diseño, modelo, corte, ensamblado, acabado y empaque (Silva, 2015, p. 45).

El tratamiento de las pieles y todo el proceso relacionado representan una de las profesiones más arraigadas y tradicionales en Ecuador. Las fábricas ubicadas a lo largo y ancho del país cuentan con personal altamente capacitado para asegurar una calidad excepcional en los productos elaborados. La presencia de numerosos establecimientos, que varían en tamaño y nivel de tecnología, refleja una industria marroquina altamente diversificada, con una combinación de procesos altamente mecanizados y talleres familiares en los que todas las operaciones se realizan de forma manual. A pesar de que la tecnificación está en constante desarrollo, se encuentra limitada por la demanda de productos de cuero que exigen una excelente confección y una apariencia estética, lo que solo puede lograrse a través de una minuciosa labor artesanal por parte de los artesanos. El éxito de la marroquinería ecuatoriana se fundamenta en dos aspectos esenciales: la calidad y el diseño (Ángulo, 2007, pp: 30-43).

2.2.11.3 Cadena de valor de artículos para marroquinería

La cadena de valor de la industria de la marroquinería depende en gran medida de la provisión de diversos elementos esenciales, que incluyen materias primas (como el cuero), insumos (tales como adhesivos, aprestos y accesorios como cremalleras, hilos y herrajes), y maquinaria y tecnologías de proceso (como máquinas de fabricación y herramientas especializadas). Aunque el cuero ha perdido su posición como la materia prima principal en la fabricación de productos de marroquinería, la industria ganadera sigue siendo uno de los componentes más cruciales en la cadena de valor. A nivel mundial, algunos países cuentan con una estructura productiva sólida que les permite considerar el cultivo de pieles como una manera de maximizar la utilización de este material, e incluso pueden especializarse en la producción de diferentes tipos de pieles para diversos usos (Urraga, 2011, p. 4).

De acuerdo con Murrialto (2011, p. 15), el uso de pieles de ovino en Ecuador, al igual que en la mayoría de países, proviene de la explotación de animales principalmente destinados a la producción de carne, cría o leche. Esto significa que, para los ganaderos, la piel de los animales no es una prioridad, lo que conduce a que las pieles no estén en condiciones óptimas para su uso en la industria, ya que no se presta especial atención a su calidad. El proceso de fabricación de artículos de marroquinería, como bolsos, carteras y portafolios, se lleva a cabo siguiendo una serie de pasos que se explican en la ilustración 2-4.

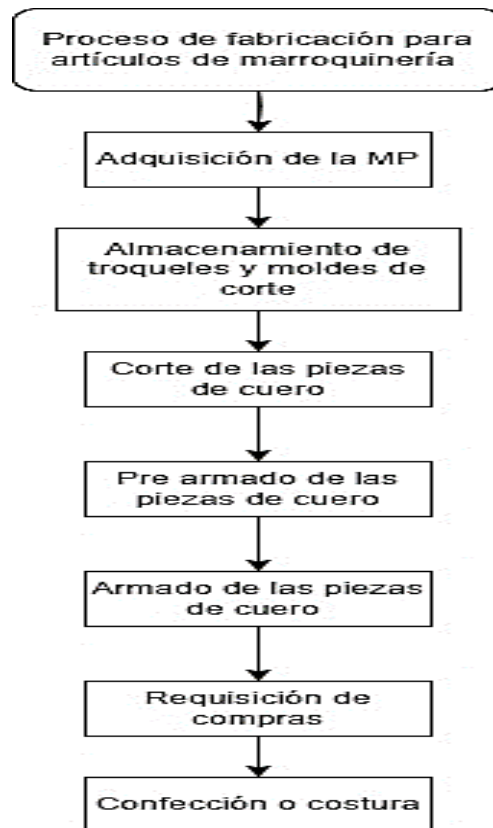


Ilustración 2-4: Proceso de manufactura de artículos de marroquinería.

Realizado por: Santillan, Alexis, 2024.

La producción de artículos de cuero implica el diseño y desarrollo del producto como una fase estrechamente vinculada a la fabricación, pero que es esencialmente independiente del proceso de fabricación en sí. Esta etapa implica la recopilación de información, la conceptualización, la creación tangible del producto y la preparación para su producción en masa. Las tendencias de la moda, las publicaciones y los eventos relacionados con la industria de productos de cuero tienen un impacto directo en la industria y en los consumidores. Por lo tanto, es crucial contar con el respaldo de nuevas tecnologías para brindar información oportuna a todas las empresas e instituciones vinculadas a la industria de productos de cuero a nivel nacional e internacional (Hidalgo, 2004e, p. 50).

2.2.11.4 Exigencias del cuero para marroquinería

Las especificaciones que los cueros destinados a la fabricación de productos de marroquinería deben cumplir son las siguientes:

- La resistencia al desgaste por la solidez al frote crucial, y el nivel requerido varía según el tipo de cuero (afelpado, anilina o con acabado pigmentado) y las necesidades específicas del artículo a confeccionar con dicho cuero.
- Un aspecto fundamental en la marroquinería es cómo el cuero reacciona al contacto con el agua. Después de secarse, el cuero no debería mostrar cambios en su apariencia debido a gotas de agua de lluvia. En particular, no se deben permitir manchas, aureolas o hinchazones.
- Los elementos metálicos en contacto con el cuero, como hebillas, cierres, adornos, entre otros, a veces pueden experimentar problemas de corrosión. El cuero puede volverse corrosivo debido a un pH muy ácido y un alto contenido de sales inorgánicas solubles.
- Para maletas y ciertos tipos de bolsos, es importante evaluar la resistencia al rascado. La resistencia a la abrasión o al rascado se puede medir mediante métodos como el IUF 450 (Veslic C-4505), que utiliza un caucho endurecido como agente de fricción, o utilizando el abrasímetro Taber con un abrasivo CS-10 y aplicando una carga de 1 kilogramo.

Las recomendaciones de calidad para cueros utilizados en marroquinería y tapicería se describen en la tabla 2-2.

Tabla 2-2: Recomendaciones de calidad del cuero para cueros de marroquinería y tapicería.

Determinación	Curtido vegetal	Curtido al cromo	Curtición mixta
Cenizas	Max 2,0 %	Max 2,0 %	Max 2,0 %
Oxido de Cr	----	Min 2,5 %	Min 0,8 %
Sustancias grasas	3 -12%	3 -12%	3 -12%
Perdida maxima de lavado	6,0%	----	6,0%
Grado de curticion	Min 50%		Min 30%
pH del extracto acuoso 1:20	Min 3,5 %		
pH diferencia (solo si es < pH 4)	Max 0,70	Max 0,70	Max 0,70
Resistencia a la tension.			
Cueros de espesor < 2 mm	1000 N/cm ²	1000 N/cm ²	1000 N/cm ²
Cueros de espesor > 2 mm	2500 N/cm ²	2500 N/cm ²	2500 N/cm ²
Alargamiento a la rotura %	Max 50 %	Max 100 %	Max 50 %
Resistencia al desgarrro			
Cueros de espesor < 2 mm	300 N/cm	500 N/cm	300 N/cm
Cueros de espesor > 2 mm	1000 N/cm	500 N/cm	1000 N/cm

Fuente: Asociación Química Española de la Industria del Cuero, 2011, p. 35.

2.2.12 Procesos de ribera de pieles ovinas

2.2.12.1 Remojo

El proceso de remojo, clasificado como una tarea de ribera, se caracteriza por el uso de cantidades significativas de agua, lo que le otorga su nombre. Cuando las pieles y los cueros llegan a la tenería, pueden estar en diferentes condiciones de conservación, y los almacenes deben estar preparados para recibir pieles de diversos tipos. Al recibir un lote de pieles, es esencial verificar su peso, calidad y cualquier posible deterioro. Si el lote cumple con los estándares requeridos, al mismo tiempo que se inspeccionan las pieles, se pueden eliminar partes que no son adecuadas para la fabricación de cuero. La finalidad del proceso de remojo es eliminar cualquier contaminante presente en las pieles y restaurar su nivel de hidratación a la que tenían cuando eran pieles frescas (Hidalgo, 2004f, p. 50)

La complejidad del proceso de remojo depende principalmente de cómo se hayan conservado las pieles. Las pieles frescas generalmente no requieren un proceso de remojo en sí, sino más bien un lavado minucioso para eliminar la sangre, linfa, excrementos y limpiar la piel. Cuando se trata de humedecer una piel que se ha secado, cuanto más gruesa sea la piel y más alta haya sido la temperatura de secado, más complicado resultará el proceso. Las pieles de ovino presentan desafíos adicionales en el proceso de remojo debido a la alta cantidad de grasa que contienen (Casa Comercial Bayer, 1997, pp: 11-45).

En la tabla 2-3 se presentan los valores estimados de los componentes clave de una piel recién obtenida en distintos estados de preservación.

Tabla 2-3: Principales componentes de una piel recién desollada.

Composicion	Piel bovina		Piel ovina	
	Fresca	Salada	Seca	Seca
Agua	62-65 %	43-46 %	13-16 %	12-14 %
Grasas	2-4 %	3-5 %	6-8 %	10-30 %
Sales	1-2 %	13-16 %	2-5 %	2-3 %
Proteina	32-34 %	35-37 %	73-76 %	57-60 %

Fuente: Alvarez, 2011, p. 10.

2.2.12.2 Pelambre

Después del proceso de remojo, las pieles, que están adecuadamente hidratadas y limpias, con algunas proteínas eliminadas de su estructura, avanzan a las etapas de pelado. Estas etapas tienen principalmente dos objetivos fundamentales: en primer lugar, eliminar la epidermis junto con el pelo o la lana del corium, y, en segundo lugar, aflojar las fibras de colágeno para prepararlas de manera adecuada para las fases de curtido. En términos generales, la concentración de los productos químicos utilizados, así como el tiempo y el tipo de proceso, desempeñan un papel crucial en la determinación del método de curtido, en particular en lo que respecta a la suavidad y la resistencia físico-mecánica de los productos finales, como pueden ser capelladas, artículos de tapicería, marroquinería y prendas de vestir (Alcántara, 2011, pp: 50-55).

Los objetivos esenciales del proceso de pelambre son los siguientes:

- Eliminar el pelo o la lana, así como la epidermis de las pieles remojadas, para inducir un aumento en el hinchamiento de la piel, facilitando la relajación de su estructura reticular.
- Fomentar la acción química de hidrólisis en el colágeno, lo que resulta en un aumento en los puntos de reactividad en la piel, al mismo tiempo que la estructura se descompone en sus enlaces químicos.
- Convertir las grasas de la piel en jabones y alcoholes a través de la saponificación, lo que los hace más solubles en agua y, por lo tanto, más fáciles de eliminar.
- Incrementar el grosor de la piel para permitir su posterior descarnado y, en caso necesario, para definir el producto final.
- Extraer y eliminar de las pieles un conjunto de proteínas y otros productos solubles en un entorno alcalino o que pueden degradarse debido a la alcalinidad.

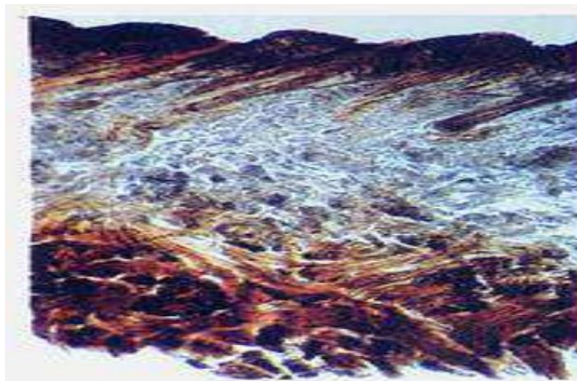


Ilustración 2-5: Sección transversal de cuero ovino con restos de epidermis.

Fuente: Alcántara, 2011, pp: 50-55.

2.2.12.3 Calero

El proceso de calero implica poner en contacto la piel con una solución de productos alcalinos como $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (generalmente la forma más concentrada), Na_2S_2 , NaHS , aminos, así como otras sustancias como sales, agentes tensoactivos y peróxidos, todos disueltos en agua. Este contacto se lleva a cabo en dispositivos de agitación, como fulones o bombos, durante un período de tiempo variable hasta lograr la acción deseada de los productos alcalinos en toda la sección de la piel y alcanzar el grado de transformación físicoquímica deseado (Díaz, 2011, p.10).

El propósito del calero es alcanzar una adecuada acción mecánica que facilite la penetración en la piel y garantice la uniformidad en las concentraciones de productos en las áreas en contacto con la piel. Sin embargo, si la acción mecánica es excesiva, existe el riesgo de dañar la estructura de la piel al forzar el movimiento de fibras extremadamente tensas. En situaciones extremas, esto podría incluso llevar a la ruptura de fibras y daños en la piel en sí.

Los efectos del proceso de calero son los siguientes:

- Inducir un aumento en el hinchamiento de las fibras y fibrillas de colágeno en la piel.
- Producir un efecto químico de hidrólisis en las proteínas de la piel, lo que aumenta los puntos de reactividad.
- En casos más intensos, si el proceso llega a disolver las fibras, estas se transforman en una especie de pasta pre gelatinosa.
- Realizar un ataque químico a las grasas, productos similares, raíces del pelo, etc., lo que facilita su disolución en agua y posterior eliminación.

2.2.12.4 Descarnado

El estado ideal de la piel para el proceso de descarnado es cuando está en la etapa de tripa por su grosor y firmeza. También se puede descarnar durante el remojo en casos de pieles grasas. En el caso de pieles saladas y vacías, esta operación puede llevarse a cabo al principio de la operación o al final si se planea conservar las pieles a través del secado. Cuando se realiza el descarnado durante la etapa de remojo, se denomina graminado. Para llevar a cabo el descarnado de manera efectiva, es importante que la piel tenga una consistencia similar a la de una piel en tripa, evitando así aplicar tensiones excesivas sobre su estructura fibrosa (Adzet, 1995, pp: 199-215).

El descarnado de la piel puede llevarse a cabo manualmente utilizando una cuchilla de descarnar, pero esta es una tarea lenta, laboriosa y que requiere habilidades especializadas. Aunque esta es la mejor manera de lograr una piel completamente desprovista de carne, en la práctica se suele realizar utilizando una máquina apropiada. Después del descarnado, las pieles se recortan para eliminar las tiras de carne y piezas inútiles, como las mamas, que podrían dificultar la operación de dividir. En casos en los que las pieles sean demasiado resbaladizas debido al proceso de pelambre, se pueden sumergir brevemente en un baño con algo de cal para proporcionarles una textura más rugosa y, por ende, más fáciles de manejar (Artigas, 1987, pp: 12-24).

2.2.13 Proceso de curtido de pieles ovinas

2.2.13.1 Desencalado

El proceso de desencalado consiste en la eliminación de la cal y productos alcalinos presentes en el interior del cuero, lo que a su vez elimina la hinchazón alcalina en la piel después del proceso de pelambre. Para llevar a cabo esta operación de manera eficiente, es recomendable elevar la temperatura, lo que reduce la resistencia que las fibras hinchadas presentan a la tensión natural del tejido fibroso. Esto, a su vez, disminuye significativamente la histéresis causada por la hinchazón. El deshinchamiento se logra mediante una combinación de factores, que incluyen la neutralización, el aumento de la temperatura y la acción mecánica. Durante el proceso de pelambre y el calero, la cal se encuentra en la piel de diversas maneras: se combina mediante enlaces salinos con los grupos carboxílicos del colágeno, se disuelve en los líquidos que llenan los espacios entre las fibras, se deposita en forma de lodos sobre las fibras y se forma en jabones cálcicos a través del proceso de saponificación (Casa Comercial Bayer, 1997b, pp: 53-110).

2.2.13.2 Rendido

El rendido afecta principalmente a la estructura fibrosa de la piel, pero también causa problemas secundarios, como la preservación de la elastina, residuos de queratina de la epidermis y grasa natural de la piel. La operación principal es deshinchar las fibras de colágeno. El colágeno después del rendido presenta propiedades similares a las que tenía durante el pelambre, lo que sugiere que no hay modificaciones en la fibra debidas al proceso de rendido. La composición química de la piel no sufre cambios significativos en su punto isoeléctrico como resultado del tratamiento enzimático. Durante el rendido, se elimina principalmente la parte de proteínas no estructuradas presentes en la piel, que forman la sustancia interfibrilar. Por lo general, estas proteínas son solubles en un medio alcalino, por lo que la mayor parte de ellas se habrán eliminado en el proceso de pelambre. Sin embargo, quedan restos de queratina en forma de raíces de pelo, células del

folículo piloso y las glándulas sebáceas y sudoríparas en la capa cutánea. Estos restos deben eliminarse antes de la etapa de curtido, ya que, en condiciones de pH por debajo de 5, podrían precipitar y ser difíciles de eliminar mecánicamente, lo que resultaría en cueros con una superficie poco firme (Cotance, 2004, pp: 23-32).

De igual manera Frankel (1989, pp: 112-148), menciona que el propósito del proceso de rendido es lograr la máxima relajación y transformación de la estructura fibrosa de la piel en una forma peptídica, al mismo tiempo que se elimina la hinchazón alcalina con la ayuda de enzimas específicas. Las enzimas presentes en los agentes de rendido son proteasas, que son catalizadores biológicos que aceleran las reacciones químicas sin modificar su propia composición. Las proteasas utilizadas como agentes de rendido incluyen:

- Proteasas de páncreas (tripsina).
- Proteasas de hongos.
- Proteasas de bacterias.

2.2.13.3 *Piquelado*

El proceso mencionado puede ser visto como parte del desencalado, marcando un punto de detención definitiva en la acción enzimática que afecta al desprendimiento del pelo. Además, sirve como preparación para la etapa posterior de curtición mineral. En las fases de desencalado y eliminación del pelo, no se logra eliminar por completo toda la cal que la piel absorbe durante el proceso de pelado y calado. La operación de piquelado juega un papel crucial en relación a la etapa de curtición que sigue, ya que, sin un piquelado adecuado, el pH de la piel sería elevado, lo que provocaría que las sales del agente curtiente mineral adquirieran una alta viscosidad y reaccionaran de forma rápida con las fibras de colágeno (Fontalvo, 1999, pp: 19-41).

El proceso de piquelado también involucra un ataque químico a las membranas de las células grasas, particularmente en pieles muy grasas, como las de tipo lanar. Para estas pieles, se recomienda realizar un piquel con un alto grado de acidez, seguido de un proceso de desengrasado. En comparación con las pieles obtenidas a partir del rendido y desencalado, las pieles piqueladas presentan un menor grado de hinchamiento. Como resultado de este proceso de deshidratación, la piel adquiere un estado húmedo que se asemeja al tacto de una piel curtida. Después de secar, en lugar de obtener un material traslúcido y corneo como ocurre con la piel en tripa sin piquelar, obtenemos un producto blanco, opaco y suave, que guarda similitudes con el resultado obtenido mediante el proceso de curtición al alumbre (Juran, 1999, pp: 59-56).

2.2.13.4 Desengrase

Las grasas naturales presentes en pieles de ovino, cordero, caprino, porcino y diversas pieles bovinas varían según su origen y la dieta del animal, pueden ser visibles en el matadero y causan problemas en el proceso de curtido, como erupciones y manchas. Por lo tanto, es esencial eliminar estas grasas de manera exhaustiva, distribuyéndolas de manera equitativa en la piel si están en cantidades reducidas. Este proceso se suele realizar a la vez que se usan emulsionantes, añadiendo disolventes orgánicos altamente eficaces para desengrasar y, más recientemente, con productos biodegradables de alto rendimiento. En el caso de pieles de oveja y cordero, es común realizar el desengrase simultáneamente con el proceso de piquelado. Cabe destacar que todas las pieles, independientemente de su origen animal, contienen cierta cantidad de grasa natural que, de no eliminarse, dificultaría considerablemente las etapas de curtido y las posteriores (Guevara, 2010, p. 56).

Según Maltei (2011, p. 25), es importante señalar que la grasa natural presente en las pieles no es uniforme en todas las especies animales, e incluso dentro de una misma especie, su composición puede variar según factores como el lugar de procedencia, la alimentación y el sistema de cría. Además, esta grasa no se distribuye de manera homogénea por su grosor y superficie en la piel.

La disposición en el espesor de la piel generalmente se divide en aproximadamente tres capas, como se muestra en la ilustración 2-6.

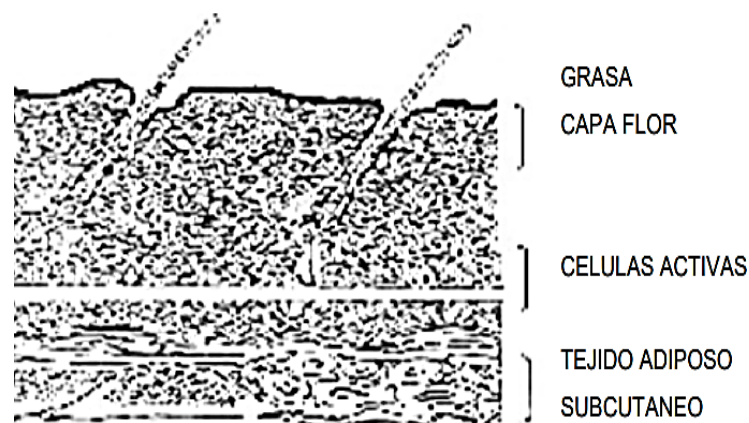


Ilustración 2-6: Distribución estratégica de la grasa en el espesor de la piel ovina.

Fuente: Maltei, 2011, p. 25.

En la capa más cercana a la carne, se encuentra el tejido adiposo subcutáneo, que normalmente se elimina mediante métodos mecánicos, como una máquina de descarnar. En la capa intermedia de la piel, se encuentran las células de grasa, y estas células suelen representar un desafío

significativo en el proceso de desengrase, especialmente en ciertos animales, como corderos u ovejas, y en pieles de ciertas regiones, como Nueva Zelanda, ya que la eliminación de estas células puede llevar a que las pieles queden vacías. En la capa más externa de la piel, la cantidad de grasa natural es relativamente baja y se puede eliminar de manera más sencilla mediante lavados. En cuanto a la distribución de la grasa en la superficie de la piel, se asemeja a lo que se muestra en la ilustración 2-7 (Maltei, 2011, p. 30).

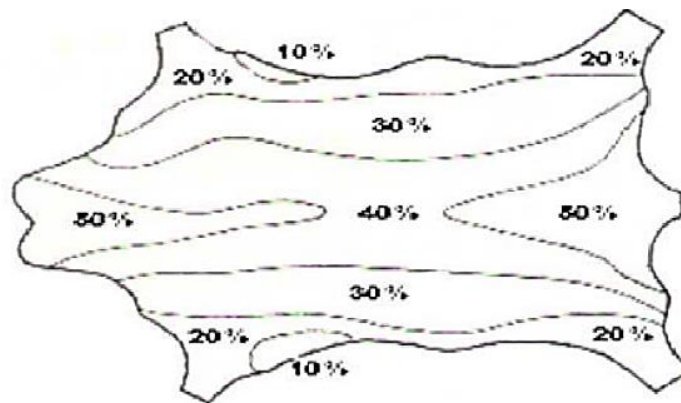


Ilustración 2-7: Distribución de la grasa en el área de la piel de ovino.

Fuente: Maltei, 2011, p. 30.

2.2.13.5 Curtido

El propósito de esta fase es estabilizar el colágeno en relación a los efectos hidrolíticos del agua y enzimas, y se busca dar a la piel una resistencia a la temperatura mayor que la de su estado natural. En estos procesos, también se realizan operaciones mecánicas. Una vez que la piel está limpia, se procede a la curtición con el fin de preservar la materia orgánica y prevenir la descomposición (Chancusig, 2011a, p.30).

Para el proceso de curtido, es esencial inducir una reacción en el colágeno aplicando una sustancia capaz de desencadenar esta reacción. Esta reacción no solo debe involucrar a los grupos reactivos presentes en las cadenas laterales de las fibras de colágeno, sino también debe permitir que esta sustancia reaccione con la propia estructura de la cadena de colágeno. Esto implica reemplazar los puentes de hidrógeno y otros enlaces naturales presentes en esta proteína fibrosa. El objetivo de este proceso es evitar que, al secar la piel previamente empapada, se puedan reformar las conexiones naturales que darían como resultado una piel rígida y translúcida, similar al pergamino (Pilataxi, 2017c, p. 39).

2.2.14 Acabado en húmedo de pieles ovinas

2.2.14.1 Neutralizado

En esta fase del proceso, nos encontramos con un cuero que ha sido curtido con cromo, que ha pasado por el proceso de rebajado, escurrido, y todavía conserva cierta humedad. Antes de proceder a la recurtición utilizando curtientes orgánicos, ya sean naturales o sintéticos, es necesario neutralizar el cuero curtido con cromo. Esto se hace para permitir que los recurtientes y colorantes penetren de manera uniforme en el cuero y evitar saturar la capa superior, lo que podría tener efectos negativos en su aspecto. Simultáneamente, la neutralización busca equilibrar las diferencias de pH que pueden existir entre pieles de diferentes orígenes. Esto es especialmente importante cuando se recurtan pieles de diversas curtidurías o, en particular, cuando se procesan lotes de wet-blue de distintas procedencias. Secar el cuero curtido al cromo sin realizar previamente la neutralización podría dar lugar a defectos en el cuero final o en los productos fabricados con él. Un ejemplo de ello es la corrosión de metales cuando el cuero entra en contacto con ellos durante largos períodos de tiempo y en condiciones desfavorables de humedad y temperaturas elevadas (Adzet, 1995, p. 105).

2.2.14.2 Recurtido

Es importante resaltar que, desde hace mucho tiempo, se ha adoptado la estrategia de unificar los procesos de ribera en la curtiembre para abarcar todas las variedades de cuero hasta la etapa del curtido, dejando la diferenciación entre los diversos tipos de productos para las fases de recurtido y acabado. Este enfoque no solo contribuye a una cierta racionalización de los procedimientos, sino que también permite una clasificación más efectiva de la piel en función de los distintos tipos de productos que se pretenden fabricar. El recurtido es una etapa crucial en la que se empieza a definir el tipo de cuero que se obtendrá al final del proceso. Si se detectan defectos en esta etapa, es el momento oportuno para intentar corregirlos, como es el caso de pieles con flor suelta, cueros con estructuras irregulares o desiguales. El recurtido representa una de las operaciones más relevantes, ya que tendrá un impacto directo en las fases de engrase, teñido y acabado, y definirá las características finales del cuero (Fontalvo, 1999, pp: 19-41).

2.2.14.3 Tintura

La naturaleza nos brinda una amplia gama de colores, y a lo largo de la historia, los seres humanos han sentido una profunda fascinación por estas impresiones visuales, tratando de emularlas. La práctica de teñir cuero tiene raíces que se remontan a la prehistoria, empleando inicialmente

colorantes naturales, luego evolucionando hacia tintes de origen vegetal o animal, algunos de los cuales aún se utilizan en la actualidad. La llegada de colorantes sintéticos marcó un hito en el desarrollo del proceso de teñido del cuero, y este avance continuó con la incorporación de pigmentos en las etapas de acabado. En los últimos cincuenta años, hemos sido testigos de cambios notables en la industria. En el pasado, aproximadamente el 50% de los cueros destinados al calzado eran de color negro, alrededor del 30% eran marrones, y menos del 10% se reservaba para los colores de moda, en función de la demanda en ese momento, con casos excepcionales para cueros blancos. Esta tendencia era similar en los cueros destinados a tapicería y prendas de vestir (Soler, 2004, pp: 12-98).

2.2.14.4 Engrase

Antes de someter el cuero al proceso de curtido, operaciones previas como el depilado y purga eliminan la mayor parte de los aceites naturales presentes en la piel. Independientemente del tratamiento previo que reciba la piel durante el proceso de curtido, una vez completado, el cuero carece de lubricantes suficientes para evitar que se seque. Como resultado, el cuero curtido se vuelve rígido, poco maleable y con una textura áspera al tacto. En contraste, las pieles en su estado natural poseen una agradable sensación de plenitud y flexibilidad gracias a su alto contenido de agua, que representa aproximadamente el 70-80% de su peso total. En épocas anteriores, en los cueros curtidos con sustancias de origen vegetal, el proceso de engrase se basaba únicamente en el uso de aceites y grasas naturales de origen animal o vegetal. Estos se incorporaban al cuero a través de la técnica de batanado en un tambor o aplicándolos directamente en la superficie del cuero. Esta operación era conocida como adobado (Lultcs, 1983, pp: 9-45).

2.2.15 Acabado en seco de cueros ovinos

El proceso de acabado se compone de una serie de acciones que se centran en la superficie del cuero para otorgarle su aspecto final. El acabado se encarga de conferir al cuero sus características visuales, táctiles y propiedades físicas definitivas. En términos generales, los cueros pueden ser finalizados de manera que se respete su color natural, aplicando colorantes para cubrirlo, o empleando pigmentos con la finalidad de ocultar por completo las imperfecciones presentes en la superficie de la flor (Abarca, 2017, p. 35).

Algunas de las operaciones de acabado en seco más comunes son:

- La aplicación de acabados se puede llevar a cabo de varias maneras, ya sea de forma manual utilizando una felpa o mediante una pistola de aerógrafo, o empleando máquinas

especializadas, como las que utilizan rodillos, cortinas, felpas o cabinas de pistolas. Entre la aplicación de cada capa, es común realizar procesos de secado en un túnel específico o al aire libre.

- El planchado tiene como objetivo reticular y compactar las capas de acabado, lo que contribuye a alisar la superficie de la piel, grabar patrones en ella o intensificar el color
- El satinado se realiza con la finalidad de aumentar el brillo de los cueros, mejorando su apariencia visual y su atractivo estético.
- El abrillantado, por su parte, se efectúa en una máquina especializada para alisar el grano de la piel y aumentar su brillo.
- El pulido se utiliza para reducir las imperfecciones en la superficie de la piel.
- El cilindrado se aplica en suelos de cuero con el propósito de proporcionarles compacidad y alisar la superficie de la flor.

CAPITULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1 Localización y duración del experimento

En el Laboratorio de Curtiembre y Fibras Agroindustriales de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH, ubicada en la Av. Panamericana Sur km 1 ½ en la ciudad de Riobamba, provincia de Chimborazo, Ecuador. Y tendrá una duración de 75 días.

Tabla 3-1: Condiciones meteorológicas del cantón Riobamba.

INDICADORES	Unidades	Promedio
Temperatura	°C	16
Humedad relativa	%	88
Precipitación	mm	81,7
Viento	Km/h	23
Heliofanía	Horas/luz	152,9

Realizado por: Santillán, Alexis, 2024.

3.2 Unidades experimentales

Se utilizaron 15 unidades experimentales siendo el tamaño de cada unidad experimental una piel ovina con longitud de 90 cm y 75 cm de ancho.

3.3 Materiales, equipos, reactivos e insumos

Los materiales, equipos, reactivos e insumos fueron los siguientes:

3.3.1 *Materiales*

- 15 pieles ovinas
- Bitácora
- Overol
- Baldes de diferentes dimensiones
- Tinas de diferentes dimensiones
- Ollas de diferentes dimensiones

- Botas de caucho
- Mascarilla
- Guantes de hule
- Tijera
- Estilete
- Mesas
- Pinzas de estirado
- Clavos
- Martillo
- Cilindro de gas
- Fósforos
- Fundas plásticas
- Aserrín

3.3.2 Equipos

- Bombos de curtido
- Bombo de acabado en húmedo
- Equipo de raspado
- Bascula
- Balanza analítica
- Termómetro
- Cronometro
- Zaranda
- Cocina
- Probetas
- Equipo de resistencia a la tensión
- Equipo de porcentaje de elongación
- Equipo de abrasión al frote en seco
- Compresor y pistola

3.3.3 Reactivos

- Sulfuro de sodio
- Cloruro de sodio

- Bisulfito de sodio
- Formiato de sodio
- Producto rindente
- Ácido fórmico
- Tensoactivo
- Sulfato de aluminio
- Mimosa
- Basificante
- Glutaraldehído
- Recurtiente neutralizante
- Recurtiente dispersante
- Anilina
- Rellenante de faldas
- Resina acrílica
- Ester fosfórico
- Parafina sulfurosa
- Aceite de lanolina
- Pull up
- Cera catiónica
- Ligante de partícula fina catiónica
- Ligante de partícula media catiónica
- Hidrolaca
- Alcohol etílico 65 °

3.3.4 Insumos

- Detergente.
- Cloro.
- Cal.
- Diesel.
- Aserrín.

3.4 Tratamiento y diseño experimental

Para realizar la evaluación de la calidad del cuero ovino aplicando diferentes niveles de curtiente vegetal (mimosa) y una constante de 4 % de sulfato de aluminio se utilizó 3 tratamientos experimentales y 5 repeticiones.

Tabla 3-2: Esquema del experimento a investigar.

Tratamientos	Código	Repetición	*T.U. E	Obs. /nivel
10% de Mimosa	T1	5	1	5
12% de Mimosa	T2	5	1	5
124% de Mimosa	T3	5	1	5
TOTAL				15

T.U. E: Tamaño de la unidad experimental.

Realizado por: Santillán, Alexis., 2024.

Las unidades experimentales se modelaron bajo un diseño completamente al azar (DCA) y que para su análisis se ajusta al siguiente modelo lineal aditivo:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Valor del parámetro en determinación

μ = Media general

α_i = Efecto de los diferentes niveles de mimosa.

ϵ_{ij} = Efecto del error experimental.

3.5 Mediciones experimentales

Las mediciones experimentales son las siguientes:

3.5.1 Resistencias Físicas

- Resistencia a tensión (N/cm²)
- Porcentaje de elongación (%)
- Pruebas de abrasión al frote en seco (ciclos)

3.5.2 *Análisis Sensoriales*

- Llenura (puntos)
- Blandura (puntos)
- Curvatura del cuero (puntos)

3.5.3 *Económicas*

- Costo/Beneficio

3.6 **Análisis estadístico y pruebas de significancia**

Los resultados que se obtuvieron fueron analizados mediante las siguientes pruebas estadísticas:

- Análisis de Varianza (ADEVA), para las diferencias entre medias.
- Separación de medias ($P < 0,05$) a través de la prueba de Tukey para las variables que presenten significancia.
- Prueba de Kruskal-Wallis, para variables no paramétricas.
- Análisis de regresión y correlación.

Tabla 3-3: Esquema de análisis de varianza (ADEVA).

Fuente de varianza	Grados de libertad	
Total	n-1	14
Tratamiento	t-1	2
Error	(n-1) - (t-1)	12

Realizado por: Santillán, Alexis., 2024.

3.7 **Procedimiento experimental**

3.7.1 *Curtición de pieles ovinas*

3.7.1.1 *Recepción de pieles ovinas*

Este paso es uno de los más importantes, ya que si se desea un producto de calidad la materia prima debe ser de calidad. Para ello se verificó que las pieles no presenten daños mecánicos, como

cortaduras en la parte de la carne, que no se encuentren en estado de deterioro, ni exista proliferación de microorganismos. Por otra parte, es recomendable usar pieles de ovinos jóvenes, se eligió pieles de 90 cm de largo y 75 cm de ancho.

3.7.1.2 Remojo estático

Para el remojo estático es necesario mencionar que se usó pieles frescas. Dicho esto, se procedió a pesarlas, para colocarlas en una tina con el 300 % de agua, añadiendo 0,5 % de detergente y el 0,01 % de cloro, según el peso de las pieles. Por 12 horas.

3.7.1.3 Pelambre por embadurnado

Se preparó una mezcla con el 5 % de agua a 45 ° C, añadiendo el 3,5 % de cal y 3 % de sulfuro de sodio, hasta obtener una pasta homogénea, todo esto en base al peso de las pieles previo al remojo estético. Posterior a esto se colocó la pasta sobre la dermis de cada una de las pieles, embadurnando homogéneamente por el lapso de 12 horas.

3.7.1.4 Pelambre en bombo

Antes de meter las pieles al bombo se retiró la mayor parte de lana posible con la finalidad de tomar el nuevo peso con el que se trabajara hasta el curtido de las pieles. Seguido del proceso anterior se colocó las pieles en el bombo con el 100 % de agua a 25 ° C y el 0,7 % de sulfuro de sodio para hacerlo rodar por 30 minutos, luego de ello se volvió a colocar 0,7 % de sulfuro de sodio y se rodó el bombo por 30 minutos, posteriormente el 0,5 % de cloruro de sodio por 10 minutos; 0,5 % de cloruro de sodio y 1 % de cal por 30 minutos; se añadió 50 % de agua a 25 ° C, 0,5 % de sulfuro de sodio y 1 % de cal por 30 minutos y finalmente el 1 % de cal por 3 horas, terminado el tiempo de rodaje el bombo pasó a un reposo de 20 horas, en las cuales cada 3 a 4 horas gira por 10 minutos.

3.7.1.5 Descarnado

Se botó el baño del proceso anterior, para posteriormente colocar el 200 % de agua a 25 ° C y el 0,2 % de bisulfito de sodio para girar el bombo por 30 minutos. Finalmente se botó el baño.

3.7.1.6 Desencalado

Se preparó un nuevo baño con 100 % de agua a 30 ° C y 1 % de bisulfito de sodio y se giró por 30 minutos; se añadió 1 % de formiato de sodio y 0,1 % de producto rindente y se giró el bombo por 1 hora; terminado este tiempo se colocó 0,02 % de producto rindente y se giró el bombo por 10 minutos, finalizado este tiempo se botó el baño. En este proceso se realizó un lavado preparando un baño con 200 % de agua a 25 ° C por 20 minutos. Y se botó el baño.

3.7.1.7 Piquelado 1

Se colocó 60 % de agua a temperatura ambiente con 10 % de cloruro de sodio por 10 minutos, posteriormente se preparó una dilución 1:10 de 1 % de ácido fórmico con agua, dividiendo en tres partes y añadió al bombo cada 30, 30 y 60 minutos respectivamente. Se repitió el paso anterior pero esta vez el 0,4 % de ácido fórmico. Botar el baño.

3.7.1.8 Desengrase

Se realizó un baño con 100 % de agua a 30 ° C, 2 % de tensoactivo y 4 % de diésel, se rodó por 60 minutos y se desechó el baño. Se preparó un nuevo baño con 100 % de agua y 1 % de tensoactivo, se giró por 40 minutos, y se botó el baño. Finalmente se lavó las pieles con 200 % de agua a temperatura ambiente por 20 minutos, Se botó el baño.

3.7.1.9 Piquelado 2

Se formuló un nuevo baño con 60 % de agua a temperatura ambiente y 10 % de cloruro de sodio, se giró por 10 minutos. Posteriormente se preparó una dilución 1:10 de 1 % de ácido fórmico con agua para dividirlo en 3 partes iguales, y se colocó en el bombo cada 30, 30 y 30 minutos respectivamente. Se repitió el paso anterior pero esta vez con el 0,4 % de ácido de fórmico. Terminado este proceso se guardó un reposo de 12 horas, culminado este tiempo se rodó el bombo por 10 minutos.

3.7.1.10 Curtido

Se colocó el 4 % de sulfato de aluminio, se giró el bombo por 1 hora. Se colocó el 10, 12 y 14 % de mimosa respectivamente, en dependencia del tratamiento que se ejecutó, rodó el bombo por una hora.

Se preparó una dilución 1:10 de 0,3 % de basificante, se dividió en tres partes iguales y se colocó cada 60 minutos los dos primeros y el último por 5 horas. Se añadió 100 % de agua a 60 ° C por 30 minutos y se botó el baño.

3.7.1.11 Perchado

Se perchó los cueros de ovino por 24 h.

3.7.1.12 Raspado

Con la ayuda de una máquina de raspado se procedió a rebajar los cueros a un calibre de 1,2 mm.

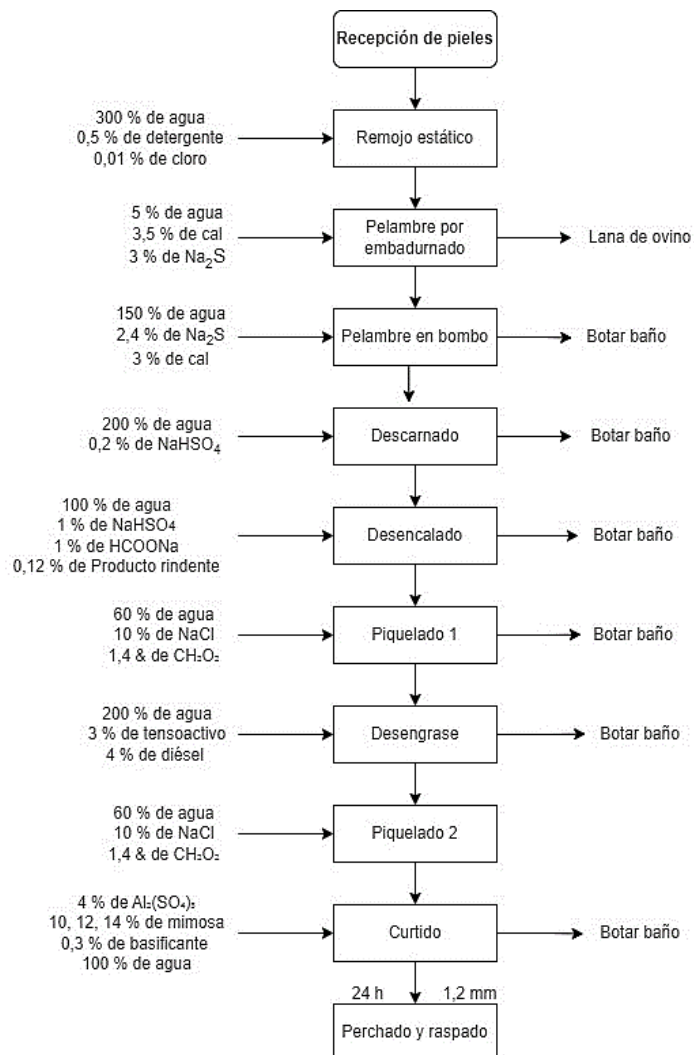


Ilustración 3-1: Diagrama de curtiembre de pieles ovinas para marroquinería.

Realizado por: Santillán, Alexis, 2024.

3.7.2 Acabado en húmedo de cuero ovino

El acabado en húmedo se realizó en base al procedimiento que se muestra a continuación. Vale mencionar que se recibió la piel ya convertida en cuero después del proceso de curtido y raspado a 1,2 mm de grosor.

3.7.2.1 Remojo

El acabado en húmedo se lo realizó en base al nuevo peso. Se preparó un baño con el 200 % de agua a 25 ° C, el 0,2 % de tensoactivo y el 0,2 % de ácido fórmico, se rodó el bombo por 20 minutos y se botó el baño.

3.7.2.2 Recurtido catiónico

Con 80 % de agua a 40 ° C, 3 % de sulfato de aluminio, 3 % de mimosa y 2 % de glutaraldehído en razón 1:5 se preparó un baño y se giró el bombo por 40 minutos, culminado este tiempo se botó el baño.

3.7.2.3 Neutralizado

Se formuló un nuevo baño con 100 % de agua a 40 ° C, 1 % de formiato de sodio, se giró el bombo por 3 minutos, posteriormente se añadió 2 % de recurtiente neutralizante y se rodó el bombo por 60 minutos, se desechó el baño. Finalmente se preparó un lavado con 300 % de agua a 40 ° C, se giró el bombo por 40 minutos y se botó el baño.

3.7.2.4 Recurtido aniónico

Se necesitó 50 % de agua a 40 ° C, 2 % de recurtiente dispersante y 2 % de anilina, se giró por 10 minutos. Transcurrido este lapso de tiempo se añadió 4 % de mimosa, 2 % de rellenante de faldas y 3 % de resina acrílica al 1:10 por 60 minutos.

3.7.2.5 Engrase

Se necesitó 150 % de agua a 70 ° C, posterior a eso se preparó una dilución de 12 % de éster fosfórico, 6 % de parafina sulfurosa, 2 % de aceite de lanolina, se mezcló estas tres grasas con agua a 60 ° C en razón de 1:10 basándose en el peso de las mismas.

3.7.2.6 Fijación de la anilina

Se añadió al baño anterior 0,75 % de ácido fórmico diluido en agua a 1:10 y se giró el bombo por 10 minutos, se repitió el proceso con la misma cantidad de ácido fórmico y por el mismo tiempo de rodaje, se agregó 2 % de sulfato de aluminio y se giró por 20 minutos, seguido de ello se pesó 2 % de mimosa y se giró el bombo por 20 minutos, para finalmente realizar un lavado con 200 % de agua a temperatura ambiente por 20 minutos. Botar baño.

3.7.2.7 Perchado

Se procedió a secar el cuero por el lapso de 24 h.

3.7.2.8 Aserrinado

Posterior al perchado y secado, se colocó los cueros secos en aserrín húmedo por 24 h con la finalidad de absorber humedad.

3.7.2.9 Ablandado

Pasadas las 24 horas de humectación de los cueros, se retiró del aserrín para y se los colocó en la zaranda por 30 minutos, esto con la finalidad de ablandarlos y limpiarlos.

3.7.2.10 Estacado

Se lo realizó estirando los extremos y bordes de los cueros, hasta obtener un centro de tambor, esto por el lapso de 24 horas. Este proceso se ejecutó con la finalidad de obtener plenitud en los cueros.

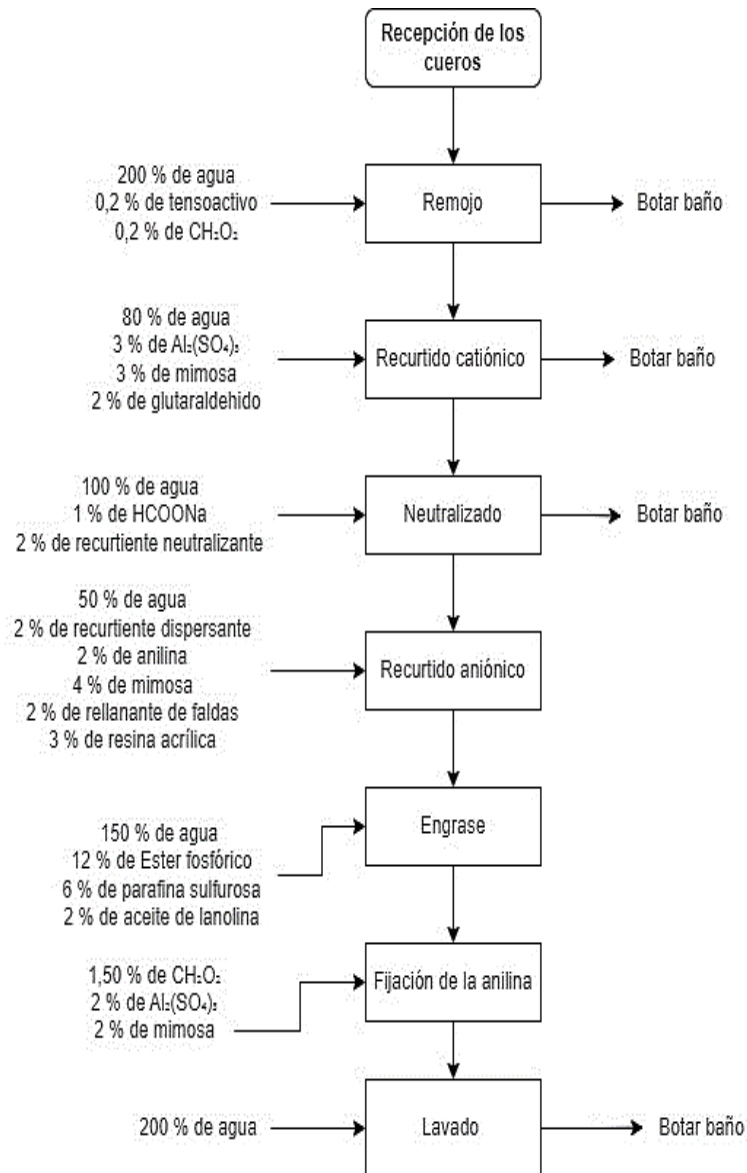


Ilustración 3-2: Diagrama de acabado en húmedo de cueros ovinos.

Realizado por: Santillán, Alexis, 2024.

3.7.3 Acabado en seco

Este proceso se lo llevó a cabo mediante un acabado pull up, la cual es una cera o aceite que les brinda una suavidad y un tacto agradable a los cueros, además del efecto que se aprecia al estirar los cueros.

Se realizó un acabado en seco catiónico, en el cual se preparó 50 g de cera catiónica, 100 g de ligante de partícula fina catiónica, 100 g de ligante de partícula media catiónica y 700 g de agua, se aplicó 2 o 3 veces con la ayuda de un compresor y una pistola, se secó los cueros por el lapso de 30 minutos en cada aplicación. Para culminar el proceso se preparó 500 g de hidrolaca, 480 g de agua y 20 g de alcohol etílico a 65 °, completando los 1000 g de la dilución. Este último proceso

sirve para brindar el brillo característico de los cueros. Finalmente se planchó los cueros en prensas especializadas con un grano grueso y se obtuvo el cuero terminado.

3.8 Metodología de evaluación

3.8.1 Análisis de laboratorio

Los análisis de laboratorio se realizaron en el área de control de calidad del Laboratorio de Fibras Agroindustriales y Curtiembre, que forma parte de la Facultad de Ciencias Pecuarias. Estos análisis se basaron en las normativas IUP 6, que se refieren a los métodos de ensayo físico aplicados al cuero, específicamente para determinar su resistencia al desgarro y a la tracción, así como para evaluar la resistencia a la tensión y la elongación. Además, se siguió la norma INEN 11640 para medir la abrasión al frote. los cuales establecen en la metodología descrita a continuación:

3.8.1.1 Resistencia a la tensión, N/cm^2

Esta evaluación se llevó a cabo con el propósito de comprobar la capacidad del cuero para resistir la fuerza de tracción y para medir su capacidad de elongación en términos de porcentaje, se sometió a pruebas en una máquina de tracción utilizando una carga específica, hasta alcanzar el punto de ruptura, tal y como se observa en la ilustración 3-3.



Ilustración 3-3: Probetas del cuero ovino, utilizadas para los ensayos de resistencia a la tensión y elongación.

Realizado por: Santillán, Alexis., 2024.

Para llevar a cabo la evaluación de la resistencia a la tensión de la muestra de cuero, inicialmente se cortó la probeta conforme a las directrices estipuladas por las normativas internacionales y se realizó esta operación a temperatura ambiente. Durante el ensayo de tensión, se aseguró los extremos opuestos de la probeta y se aplicó una fuerza de separación. La probeta experimentó un alargamiento en una dirección paralela a la carga aplicada. Se colocó la probeta de manera

adecuada en las mordazas tensoras, evitando cualquier deslizamiento, ya que esto podría distorsionar los resultados obtenidos en el ensayo.

El equipo encargado de realizar esta prueba tiene las siguientes características:

- Estirar la probeta de manera constante y continua.
- Tomar nota de los valores de las fuerzas aplicadas y los cambios en la longitud de la probeta.
- Aplicar la fuerza necesaria hasta que ocurra la fractura o una deformación permanente, o sea, hasta que se quiebre o se modifique irreversiblemente. Tal y como se muestra en la ilustración 3-4.



Ilustración 3-4: Máquina para el análisis de resistencia a la tensión y elongación.

Realizado por: Santillán, Alexis., 2024.

Para calcular la resistencia a la tensión (N/cm^2) en cueros, se empleó la fórmula establecida en la norma IUP 6, que considera la resistencia a la tracción, el porcentaje de elongación bajo una carga específica y el porcentaje de elongación hasta la rotura. Como se especifica en la tabla 3-4.

Tabla 3-4: Fórmula empleada para el cálculo de la resistencia a la tensión.

Ensayos	Método	Especificaciones	Fórmula
Resistencia a la tensión al desgarré y a la tracción	IUP 6	Sugerido de 800 a 1200 N/cm^2	$S = \frac{\text{Carga de rotura}}{\text{Espesor de Cuero} * \text{Ancho (mm)}}$

Realizado por: Santillán Alexis., 2024.

Para determinar el cálculo de la resistencia a la tensión se empleó la siguiente formula:

Formula:

$$S_T = \frac{F}{he}$$

Donde:

S= Resistencia a la tensión o tracción.

F= Carga de la ruptura (Dato obtenido de la máquina)

h= Ancho de la probeta.

e= Espesor de la probeta.

3.8.1.2 Porcentaje de elongación

Este ensayo se realizó con el propósito de analizar la capacidad del cuero para resistir fuerzas de tensión en múltiples direcciones al calcular el porcentaje de elongación a la rotura. La medida de la elongación es crucial, ya que nos permite evaluar la resistencia del cuero a la tensión, especialmente en situaciones en las que se planea utilizarlo en la confección de productos que involucran costuras o áreas sujetas a tensiones, como la presión ejercida en los orificios.

Para que un cuero este considerado dentro de los parámetros de calidad debe cumplir la norma IUP 6: Determinación de la resistencia al desgarre y a la tracción. Se verifica la resistencia del cuero en cuanto a la intensidad de tracción y a la elongación porcentual, cuando son sometidos al test en la máquina de tracción por carga específica y en el punto de ruptura. Esta prueba se distingue de la prueba de resistencia a la tensión porque, en este caso, la muestra se somete a diversas fuerzas de tensión en diferentes direcciones. Para lo cual se empleó el siguiente proceso:

- Se realizó una incisión en la muestra.
- Se insertó en los extremos curvados de dos piezas con forma de "L" en la incisión practicada en la muestra.
- Se aseguró las piezas en las mordazas de un dispositivo de medición de fuerza similar al utilizado en pruebas de tensión en su extremo opuesto.
- Al activar el dispositivo, las piezas en forma de "L" insertadas en la muestra se separaron a una velocidad constante en dirección perpendicular al lado más largo de la incisión, lo que provocó que el cuero se rompiera por completo.

3.8.1.3 *Abrasión al frote en seco*

La calidad de los cueros se determinó en gran medida mediante la evaluación de su resistencia a la abrasión por fricción. Los productores lo realizan siguiendo el procedimiento que establece la norma INEN 11640: Cuero. Ensayos de solidez del color. Solidez del color al frote de vaivén, donde se establece el método Veslic.

El procedimiento implica la aplicación de una carga específica sobre el cuero para generar presión y luego moverlo de un lado a otro sobre un material de fieltro. En este estándar, se utilizó el método Veslic, que se considera más fiable que el método Satra, ya que distribuye las fuerzas de fricción de manera uniforme en toda la muestra de cuero.

A continuación, se describe el proceso:

El método de la norma INEN 11640: Cuero. Ensayos de solidez del color. Solidez del color al frote de vaivén. El método Veslic implicó fijar una muestra de cuero con el lado de la flor hacia arriba en una superficie horizontal que se mueve hacia adelante y atrás con un recorrido de aproximadamente 3,5 cm y una frecuencia de 50 ciclos por minuto. Se colocó una pieza de fieltro en la parte opuesta de la base del cuero y se ajustó para que quede bien estirada. Luego, se aplica una carga de 1 kg y se inicia la máquina, que funciona durante 36,17 segundos. Después de este período de tiempo, se verificó si ha ocurrido algún desprendimiento del color.

La calidad del cuero se evaluó en función de este proceso, y se determinó mediante el número de ciclos que la muestra puede soportar. Los cueros de baja calidad pueden resistir menos de 50 ciclos, mientras que los de excelente calidad pueden superar los 150 ciclos. Sin embargo, según la norma INEN 11640, un cuero se considera de calidad cuando puede resistir al menos 100 ciclos en condiciones de sequedad.

Luego de llevar a cabo el ensayo y comprobar si hay alguna alteración en la intensidad del color en el cuero al frotarlo con el fieltro, se evaluó si se produce un cambio apreciable a lo largo de un período de tiempo y una serie de ciclos determinados. Durante este proceso, se observó la posible pérdida de color, cambios en el brillo e incluso la degradación de la textura superficial, lo que señala un deterioro en la calidad del acabado final.



Ilustración 3-5: Equipo para medir la resistencia al frote y probetas para el análisis

Realizado por: Santillán Alexis, 2024.

3.8.2 *Análisis sensorial*

Para el análisis sensorial se llevó a cabo con una evaluación que se basa en la percepción de los sentidos, los cuales proporcionan información acerca de las características de los cueros ovinos. En función de esta evaluación, se asignó una puntuación que varía desde 5, que corresponde a una calidad muy buena, hasta un rango de 3 a 4 para calificar como buena, y de 1 a 2 para categorizar como baja, en lo que respecta a aspectos como llenura, blandura y curvatura del cuero.

Tabla 3-5: Matriz empleada para la evaluación sensorial.

Repeticiones	Pruebas sensoriales		
	Llenura	Blandura	Redondez
1			
2			
3			
4			
5			
Calificación (puntos)			

Realizado por: Santillán Alexis., 2024.

3.8.2.1 *Llenura, puntos*

Para evaluar la llenura o el grado de enriquecimiento de las fibras de colágeno en el cuero ovino, se realizó una inspección táctil cuidadosa en toda la superficie a examinar, empleando las yemas de los dedos. Durante este proceso, se procuró mantener la mayor consistencia posible en el tacto a lo largo del cuero. La finalidad era determinar si las fibras de colágeno estaban adecuadamente llenas o, por el contrario, presentaban huecos notables. En función de esta observación, se asignó

una calificación que variaba en una escala de 1 a 5 puntos. El puntaje de 5 indica cueros con una llenura ideal, mientras que 1 punto correspondía a cueros que estaban muy vacíos o demasiado llenos.

3.8.2.2 Blandura, puntos

Para evaluar la blandura de los cueros, se realizó dobleces repetidos para determinar la facilidad con la que el cuero se doblaba bajo la influencia de su propio peso. Se observó que cuando un cuero es más suave, este proceso se lleva a cabo de manera más rápida. Esta evaluación se basó en la percepción visual y táctil, ya que se observó cómo el cuero se deformaba al doblarlo, y se evaluó la sensación al regresar a su estado original, simulando el tipo de movimiento que se experimentaría durante su uso cotidiano y en la confección de productos.

3.8.2.3 Curvatura del cuero

Para determinar la curvatura del cuero se examinó toda la superficie y se determinó si tiene la cualidad de ser óptimo para su confección, o si, en cambio, se siente rígido, duro o rugoso, lo que podría impedir que, después de doblarlo en repetidas ocasiones, recupere su forma original sin desarrollar fisuras. Esta evaluación se califica en una escala del 1 al 5, según el grado de arqueado, donde 5 indica el mayor arqueado y 1 el menor.

CAPÍTULO IV

4. MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.

4.1 Características físicas de los cueros ovinos curtidos con diferentes niveles de mimosa y 4 % de sulfato de aluminio.

A continuación, en la tabla 4-1 se reportan los resultados de la evaluación de las características físicas realizadas de los cueros ovinos curtidos con diferentes niveles de mimosa.

Tabla 4-1: Características físicas del cuero ovino curtido con diferentes niveles de mimosa.

Parámetros	Niveles de Mimosa						*EE	*Prob.
	10%		12%		14%			
Resistencia a la tensión (N/cm²)	7698	a	9958,91	a	8098,81	a	847,9	0,1748
Porcentaje de elongación	55,43	a	65,14	a	69,71	a	4,38	0,1025
Abrasión al frote en seco (Ciclos)	169	a	220,6	b	236	b	7,05	0,0001

E.E.: Error estándar.

PROB. >0,05: No hay diferencias significativas.

PROB. <0,05: Hay diferencias significativas.

Medias con una letra común no son significativamente diferentes, de acuerdo con la prueba de Tukey ($p > 0,05$).

Realizado por: Santillán, Alexis., 2024.

4.1.1 Resistencia a la tensión

La resistencia a la tensión (N/cm²) en los cueros de ovinos no presentan diferencias estadísticas significativas ($p > 0,05$), por efecto de la utilización de diferentes niveles de mimosa. Sin embargo, se puede mencionar que al curtir con 12 % de mimosa se obtuvo el mayor valor 9958,91 N/cm², mientras que el valor más bajo se presentó al curtir con 10 % de mimosa con 7698 N/cm², tal como se observa en la ilustración 4-1, por lo cual la resistencia a la tensión tiene cierta variación al aumentar los niveles de mimosa durante el proceso de curtición, mostrando numéricamente el valor más alto en el tratamiento curtido con 12 % de mimosa.

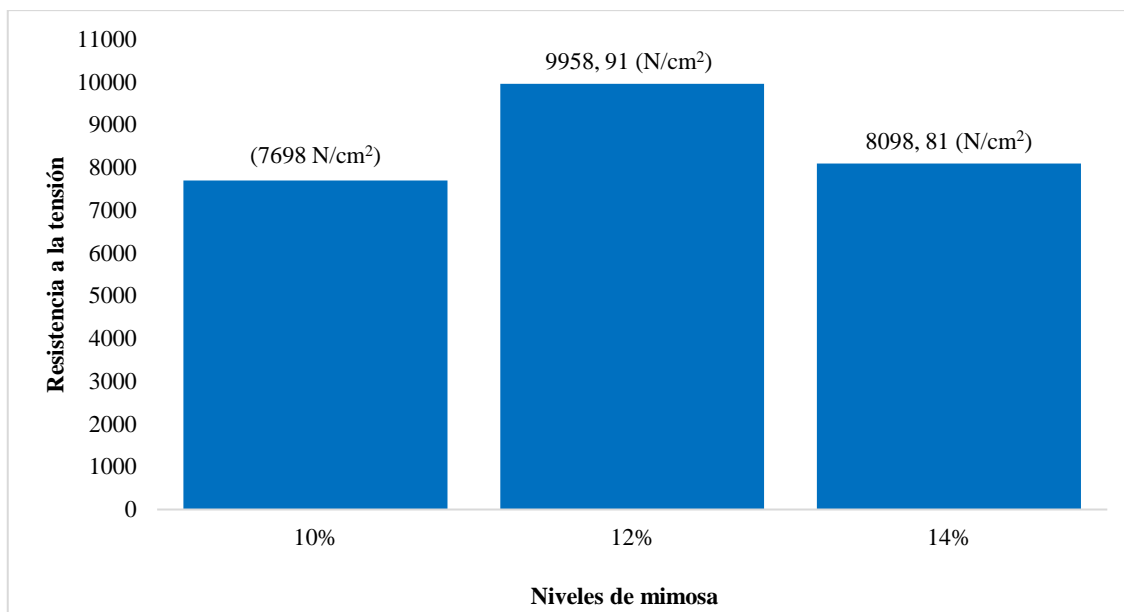


Ilustración 4-1: Histograma de la resistencia a la tensión del cuero ovino curtido con diferentes niveles de mimosa.

Realizado por: Santillán, Alexis., 2024.

Los valores obtenidos una vez realizada la prueba de resistencia a la tensión en esta investigación (9958,91 N/cm²) satisfacen los estándares de calidad requeridos para la fabricación de productos de marroquinería, y por ende cumplen con los parámetros definidos en la norma IUP 6 (2002, p. 1), la cual establece un rango mínimo permisible de 800 a 1200 N/cm². Esto implica que la combinación de taninos (mimosa) con sulfato de aluminio, confiere al cuero de ovino una resistencia a la tensión distintiva y una calidad excepcional, permitiendo que cumpla con los requisitos estipulados para su comercialización.

Todo lo mencionado anteriormente es corroborado en la investigación realizada por Rabasco (2017, p. 67), el cual afirma que la mimosa se caracteriza por su rápida fijación, rendimiento excepcional, dando como resultado cueros muy claros, con una fuerte penetración y un atractivo tono crema. Además, la mimosa, debido a su pH y acidez naturales, contribuye a la formación de un cuero relativamente firme y resistente. Esto se logra mediante la acidificación con ácidos orgánicos suaves, como el ácido fórmico y el ácido cítrico, que se utilizan como los únicos agentes de curtido. Este proceso aumenta la fijación del tanino, lo que, a su vez, mejora la resistencia a la tensión del entrelazado de las fibras del cuero, es decir, su capacidad de soportar estiramientos antes de romperse.

Los resultados antes expuestos son mayores a comparación de los datos 3827,0 N/cm² obtenidos por Cubiña (2023, p. 29), mismo que en su investigación sobre la curtición de pieles ovinas con sulfato de aluminio en combinación con taninos, definió que, cuando se aumenta la cantidad de

sulfato de aluminio en el proceso de curtido de las pieles de ovino, se fortalece la estructura interfibrilar del colágeno. Por lo que, se aprecia una diferencia amplia con los resultados (9958,91 N/cm²) de la presente investigación debido a que al utilizar más niveles 10, 12 y 14 % de mimosa las fibras de colágeno establecen enlaces cruzados con el curtiente vegetal, proporcionando una mayor capacidad para soportar tensiones, lo que conduce a la obtención de cueros más resistentes.

Sela (2018, p. 42), presenta una resistencia a la tensión de 2786,4 N/cm², con la diferencia que en este proceso se añadió Tara con la combinación de glutaraldehído, sin embargo, esto no le brindó mayor resistencia a la tensión debido a que el glutaraldehído fue combinado con Tara y no con Cr, lo que en su lugar proporciona una mayor estabilización de la estructura de la fibra de colágeno y por ende se obtiene una mayor capacidad para resistir el desgarro y evitar la ruptura de la flor.

4.1.2 Porcentaje de elongación

El porcentaje de elongación en los cueros de ovinos curtidos con diferentes niveles de mimosa, no presentaron diferencias significativas ($p > 0,05$), por efecto de la utilización del 10, 12 y 14 % de mimosa. Estableciendo el mayor valor numérico al curtir con el 14 % de mimosa con un valor de 69,71 %, mientras que el valor numérico más bajo se presentó al curtir con el 10 % de mimosa con un valor de 55,43 %, como se observa en la ilustración 4-2, por lo cual el porcentaje de elongación tiene una variación numérica al aumentar los niveles de mimosa durante el proceso de curtición, el nivel numérico más alto es el tratamiento curtido con 14 % de mimosa.

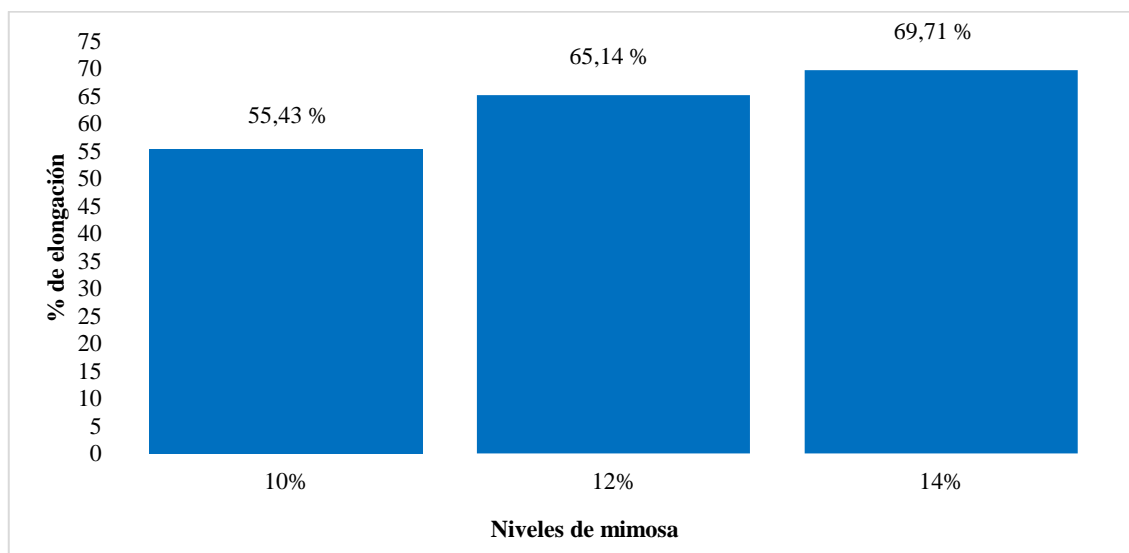


Ilustración 4-2: Histograma del % de elongación del cuero ovino curtido con diferentes niveles de mimosa.

Realizado por: Santillán, Alexis, 2024.

El porcentaje de elongación obtenido satisface los estándares de calidad requeridos para la fabricación de productos de marroquinería, y por ende cumplen con los parámetros definidos en la norma IUP 6 (2002, p. 1), la cual establece valores con un rango mínimo permisible de 30 a 80 %. Esto implica que la combinación de mimosa con sulfato de aluminio, confiere al cuero de ovino un porcentaje de elongación adecuado, ya que, se encuentra entre los rangos establecidos.

Lo establecido anteriormente tiene su fundamento con lo expuesto por Bacardit (2004, p 30), quien sostiene que las pieles curtidas de manera vegetal tienden a exhibir resistencias físicas superiores en términos de desgarró, tracción y elongación en comparación con las pieles curtidas con cromo, debido a que los curtientes vegetales promueven una mayor cohesión de las fibras de colágeno, lo que las hace menos susceptibles a deformarse bajo fuerzas externas. Esto se traduce en un mayor grado de estiramiento en general en comparación con otros métodos de curtido. El curtido con mimosa se considera el más clásico y tradicional, con propiedades únicas que otorgan al cuero una identidad inconfundible. Es la opción más cercana al cuidado y conservación del medio ambiente, ideal para combinar comodidad, estética, tradición, moda, versatilidad en el uso y singularidad del producto a confeccionar.

Los datos 69,71% arrojados en esta investigación son menores a los expuestos por Guaminga (2011, p. 61) ya que este autor en su investigación presenta diferencias significativas y obtiene un porcentaje de elongación de 92, 89 % al curtir con 20 % de mimosa en pieles de cuy. Por otro lado los valores presentados por Paucar (2009, p. 69) se asemejan a los obtenidos en la investigación ya que reporta medias de 59,09 % debido al porcentaje de mimosa utilizado al curtir pieles de llama.

4.1.3 Abrasión al frote en seco

La abrasión al frote en seco de los cueros ovinos presentó diferencias altamente significativas ($P < 0.01$), debido al uso de diferentes niveles de mimosa, lo que dio lugar a mejores resultados al curtir con el 14 y 12 % de mimosa, mostrando 236 y 220,6 ciclos respectivamente; disminuyendo a 169 ciclos al curtir con el 10 % de mimosa, reportando el resultado más bajo de los tres tratamientos, tal como se puede apreciar en la tabla 4-1.

Al aplicar el análisis de regresión que se indica en la ilustración 4-3, se pudo evidenciar una tendencia cuadrática altamente significativa ($P = 0,0001$), al partir de una intercepción de -632 ciclos, la resistencia al desgaste aumenta en 125,35 ciclos y decrece en 4, 52 por cada unidad de cambio en el nivel de mimosa aplicado a la bitácora de curtición y un porcentaje que se mantiene

constante de sulfato de aluminio, con un coeficiente de determinación (R^2) de 80,50% el cual determina que la abrasión al frote en seco depende de los niveles de mimosa utilizados, mientras que el 19.50% restante pertenece a factores que no fueron parte de esta investigación como por ejemplo, la calidad de la piel que se obtuvo al momento de su extracción. La correlación obtenida entre la variable abrasión al frote en seco y los distintos niveles de mimosa con la adición de un porcentaje constante de sulfato de aluminio, fue una correlación positiva alta ($r= 0,89$), por lo que al aumentar el nivel de mimosa al 14 % en la bitácora de curtido la resistencia de alargamiento multidireccional se incrementara de una manera altamente significativa, ($P < 0.01$).

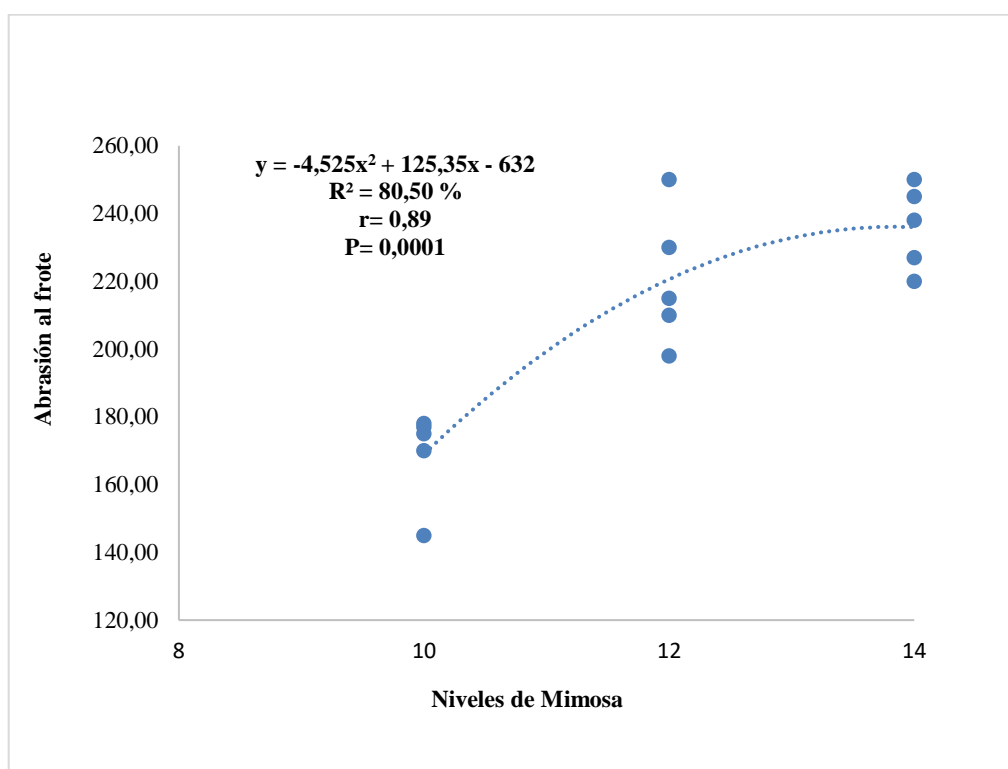


Ilustración 4-3: Regresión de la abrasión al frote en seco del cuero ovino curtido con diferentes niveles de mimosa.

Realizado por. Santillán, Alexis, 2024.

Al comparar los datos obtenidos con la norma INEN 11640 se pudo determinar que dichos valores se encuentran dentro del rango de cueros de calidad, siendo mayor a los establecidos por dicha norma (>159 ciclos) por lo tanto al agregar mayor cantidad de curtiente vegetal, mayor es la resistencia a la abrasión al frote en seco. Eso se debe a que los taninos tienden a crear enlaces tanino - colágeno y enlaces sulfato - colágeno dando como resultado cueros con mayor elasticidad y durabilidad ante el frote.

Los valores de esta investigación superan los mencionados por Yáñez (2019, p. 68), quien reportó como resultado medias de 167, 50 ciclos al curtir pieles bovinas con el 15 % de mimosa en

combinación de 4 % de cromo. De igual manera superan los resultados expuestos por Palango (2023, p. 29), quien obtuvo medias de 195 ciclos al curtir pieles ovinas con diferentes niveles de tara y sulfato de aluminio, el uso de la prueba de abrasión al frote en seco permite conocer la calidad del acabado empleado en la curtición de pieles. El curtir con extractos vegetales como la mimosa garantiza cueros de calidad, debido a que el hinchamiento que se produce es el adecuado, además de una adecuada fijación de la anilina en la flor del cuero.

4.2 Características sensoriales de los cueros ovinos curtidos con diferentes niveles de mimosa y 4 % de sulfato de aluminio.

Los resultados de las pruebas sensoriales (puntos) realizadas en los cueros ovinos destinados a la producción de artículos para marroquinería, donde se utilizó diferentes niveles de mimosa, se muestra a continuación en la tabla 4-2:

Tabla 4-2: Características sensoriales de los cueros ovinos curtidos con diferentes niveles de mimosa

Parámetros	Niveles de Mimosa			*H	*Prob.
	10%	12%	14%		
Llenura	2	3	5	10,82	0,0034
Blandura	5	3	1	10,58	0,0038
Curvatura del cuero	2	3	5	10,82	0,0034

PROB. >0,05: No hay diferencias significativas.

PROB. <0,05: Hay diferencias significativas.

PROB. <0,01: Hay diferencias altamente significativas.

Realizado por: Santillán, Alexis, 2024.

4.2.1 Llenura

La evaluación sensorial correspondiente a la variable llenura presentó diferencias altamente significativas ($P < 0.01$), debido al uso de diferentes niveles de mimosa, reportando un mejor resultado al curtir con el 14% de mimosa, mostrando medianas de 5 puntos con una calificación de excelente, disminuyendo a una calificación muy buena, al obtener medianas de 3 puntos al curtir con 12 % de mimosa. Mientras que al curtir con 10 % de mimosa se obtuvo medianas de 2 puntos, dando una calificación buena, tal como se aprecia en la tabla 4-2.

Mediante el análisis de regresión que se indica en la ilustración 4-4, se evidenció una tendencia cuadrática altamente significativa ($P < 0,01$), partiendo con una intercepción de -12,2 puntos, indicando un incremento de 1,9 puntos y decreciendo a -0,05 puntos por cada unidad de cambio en el nivel de mimosa aplicado a la bitácora de curtido de pieles ovinas para marroquinería, el coeficiente de determinación (R^2) de 79,14% determina que la llenura depende de los niveles de mimosa utilizados, mientras que el 20.86% restante pertenece a factores externos no considerados en esta investigación, como es el caso de los daños mecánicos que pueden ser causados en el rodaje tanto del bombo de curtido como en el de acabado en húmedo, mismos que pueden afectar la calidad de la piel. La correlación entre la variable llenura y los distintos niveles de mimosa en combinación con un porcentaje constante de sulfato de aluminio, fue de $r=0,88$, por lo que al aumentar los niveles de mimosa la variable llenura tiende a incrementar.

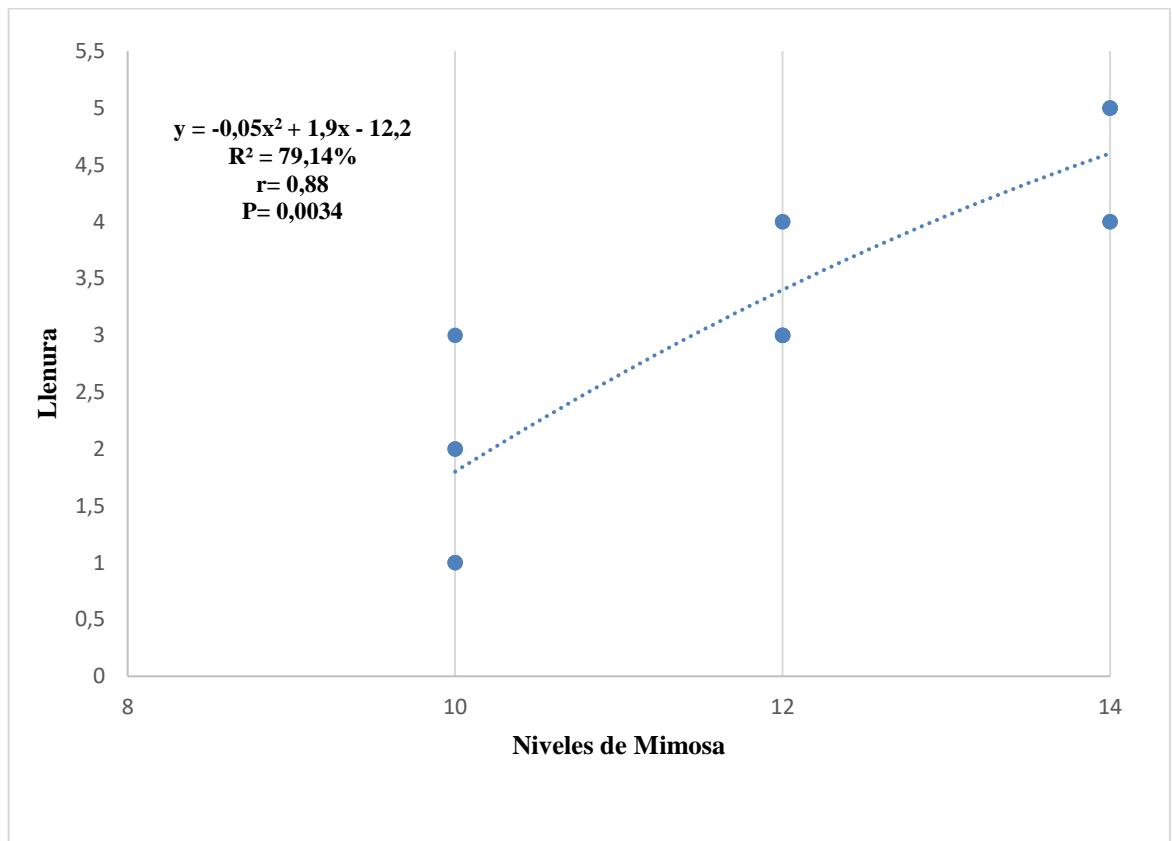


Ilustración 4-4: Regresión de la llenura del cuero ovino curtido con diferentes niveles de mimosa en combinación de sulfato de aluminio.

Realizado por: Santillán, Alexis, 2024.

Los resultados antes expuestos concuerdan con lo corroborado por Abarca (2023, p. 37), quien obtuvo datos ascendentes que, al incrementar el porcentaje de mimosa, la puntuación de llenura también aumentaba, obteniendo así medianas de 4,95 puntos, todo esto se debe a los agentes curtientes de origen vegetal, los cuales pueden establecer enlaces entrecruzados con las fibras de

colágeno gracias a su contenido de polifenoles. Esto conduce a mejoras en el fortalecimiento, resistencia, espesor y aspecto de las fibras.

Por otro lado, los resultados de la variable llenura obtenidos en esta investigación son superiores a los expuestos por Miranda (2023, p. 32), quien obtuvo como puntuación superior un valor de 4 puntos al curtir con 8 % de tara. De igual manera esta investigación supera los valores a los evidenciados por Torres (2019, p. 46), quien reportó como puntuación más alta las pieles curtidas con el 14 % de tara, obteniendo así un valor de 4,50, además este autor manifiesta que, para lograr una calificación perfecta en la llenura de los cueros curtidos al vegetal, es esencial que una cantidad considerable de agente curtiente haya penetrado a través de las diversas capas de la piel y se haya unido a las moléculas de colágeno. La característica distintiva de los cueros curtidos de esta manera radica en su notoria llenura, que se debe a la capacidad de las moléculas de tanino para interactuar de manera significativa con las moléculas de colágeno. Debido a las similitudes en su composición química, ya que ambas son macromoléculas con enlaces similares, lo que permite una interacción efectiva sin necesidad de ajustes precisos.

4.2.2 Blandura

La evaluación sensorial correspondiente a la variable blandura presentó diferencias altamente significativas ($P < 0.01$), debido al uso de diferentes niveles de mimosa, reportando un mejor resultado al curtir con el 10% de mimosa, mostrando medianas de 5 puntos con una calificación de excelente, disminuyendo a una calificación muy buena, al obtener medianas de 3 puntos al curtir con 12 % de mimosa. Mientras que al curtir con 14 % de mimosa se obtuvo medianas de 1 punto, dando una calificación mala, tal como se aprecia en la tabla 4-2.

Los resultados obtenidos muestran que para obtener una mejor puntuación en la variable blandura en las pieles de ovino, es recomendable emplear niveles más bajos de mimosa.

Mediante el análisis de regresión que se indica en la ilustración 4-5, se pudo notar una tendencia lineal altamente significativa ($P < 0,01$), por lo que al partir con un intercepto de 12,6 puntos la calificación de la variable blandura disminuyó en 0,80 puntos por cada unidad de cambio en el nivel de curtiente mimosa con un coeficiente de determinación (R^2) de 80% el cual determina que la blandura depende de los niveles de mimosa utilizados, mientras que el 20% restante pertenece a factores externos no considerados en esta investigación, como es el tipo de conservación que tuvieron las pieles antes de su adquisición.

La relación entre la variable blandura y la cantidad de curtiente mimosa mostró una correlación ($r = 0.89$). Esto sugiere que al reducir el nivel de curtiente mimosa y añadir un 4% de sulfato de aluminio, la puntuación de blandura aumenta significativamente ($P < 0.01$) de manera considerable.

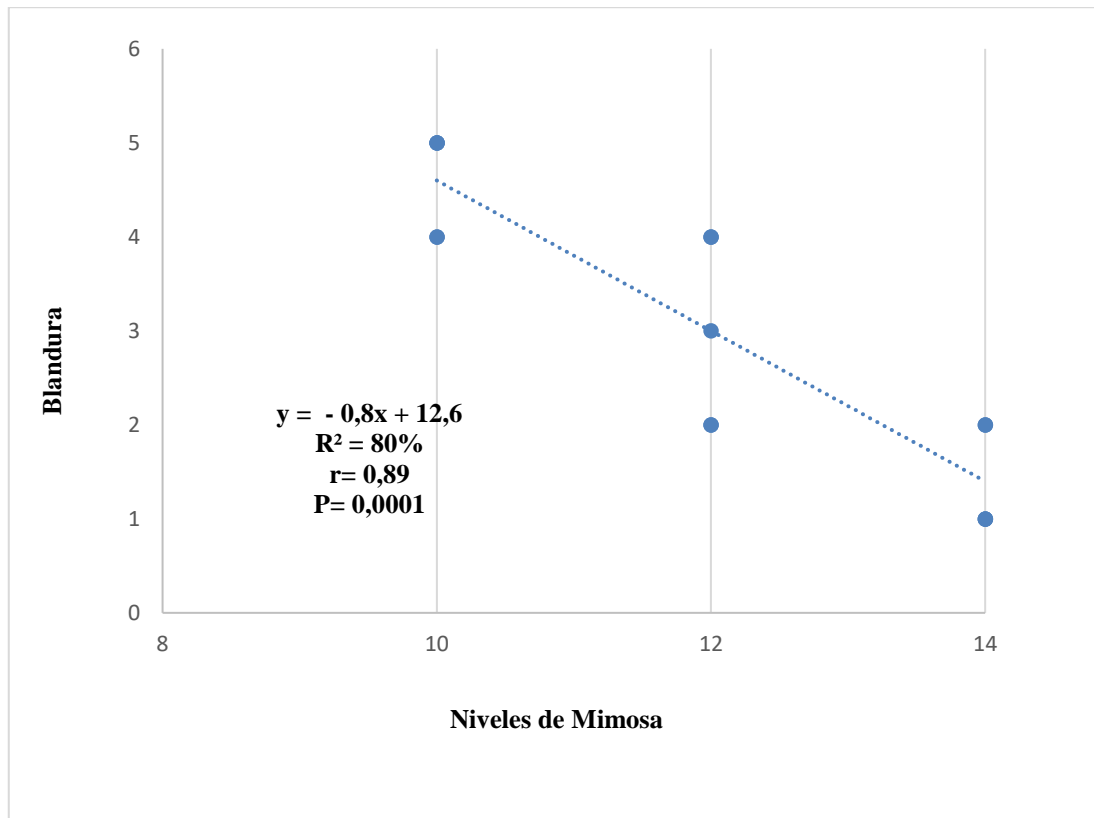


Ilustración 4-5: Regresión de la blandura del cuero ovino curtido con diferentes niveles de mimosa en combinación de sulfato de aluminio.

Realizado por: Santillán, Alexis, 2024.

El nivel de relación de la variable blandura con el tipo de curtiente vegetal de esta investigación concuerda con Palango (2023, p. 34), quien en su estudio menciona que, para lograr una mejora en las respuestas relacionadas con la blandura en las pieles de ovino, es necesario emplear niveles de tara más bajos, dado que, en concentraciones más elevadas, tienden a establecer enlaces fuertes con el colágeno, lo que conduce a la obtención de cuero más rígidos y firmes. No obstante, es importante señalar que, en términos generales, se cree que los agentes de curtido al vegetal por sí solos no aportan blandura, ya que esta característica está influenciada por diversos factores, como la edad, el sexo, tamaño, el proceso de curtido y acabado, entre otros aspectos. De igual manera los resultados obtenidos en este trabajo experimental concuerdan con Asto (2017, p. 65), ya que establece que al curtir con 8 % de tara las medianas obtenidas son de 4, 88 puntos, concordando que al curtir con taninos la blandura del cuero es menor.

La valoración de la variable blandura es mayor a la indicada por Paguay (2022, p. 39), quien al curtir con el 14 % de mimosa en combinación con el 4 % de cromo reporto medianas de 4, 50 puntos. Concluyendo que, la variable blandura muestra una tendencia a disminuir a medida que se incrementa la cantidad de mimosa utilizada en el proceso de curtido.

4.2.3 *Curvatura del cuero*

La evaluación sensorial de la variable curvatura del cuero presentó diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) entre las medianas de los tratamientos, por efecto de la curtición con diferentes niveles de mimosa para la obtención de cueros ovinos destinados a la confección de artículos para marroquinería. Registrando así la respuesta más alta al curtir con 14% de mimosa, con una mediana de 5 puntos y una calificación excelente, mientras que al curtir con 12 % de mimosa se reportó medianas de 3 puntos y una calificación muy buena, para finalmente registrar el nivel más bajo al curtir con 10% de mimosa, con medianas de 2 puntos y una calificación buena, como se muestra en la tabla 4-2. De los resultados obtenidos se estimó que al incrementar el porcentaje de mimosa la puntuación de la curvatura del cuero incrementa, debido a que la mimosa facilita el proceso de moldeado en la fabricación de artículos para marroquinería, lo que resulta en calificaciones sensoriales altas.

Al realizar el análisis de regresión de la curvatura del cuero de las pieles ovinas curtidas con diferentes niveles de mimosa se determinó una tendencia cuadrática altamente significativa ($P < 0,01$), en la cual se parte de un intercepto de -12,2 puntos, la curvatura se incrementa en 1,9 puntos y decrece en -0,05 por cada nivel de incremento en el porcentaje de mimosa, como se muestra en la ilustración 4-6, lo que establece un coeficiente de determinación (R^2) 79,14% indicando que la curvatura del cuero depende de los niveles de mimosa utilizados mientras tanto que el 20,86% restante depende de otros factores que no han sido considerados en este estudio, como es el caso de la calidad de la materia prima, la exactitud al pesar los químicos utilizados y las revoluciones por minuto que emplean al girar los bombos para brindar a las pieles una curvatura adecuada.

La relación entre la variable curvatura del cuero y la cantidad de curtiente mimosa mostró una correlación alta ($r=0.88$), es decir, que al aumentar el nivel de mimosa la curvatura de los cueros ovinos destinados a la confección de artículos para marroquinería también incrementa de una forma altamente significativa ($P < 0.01$)

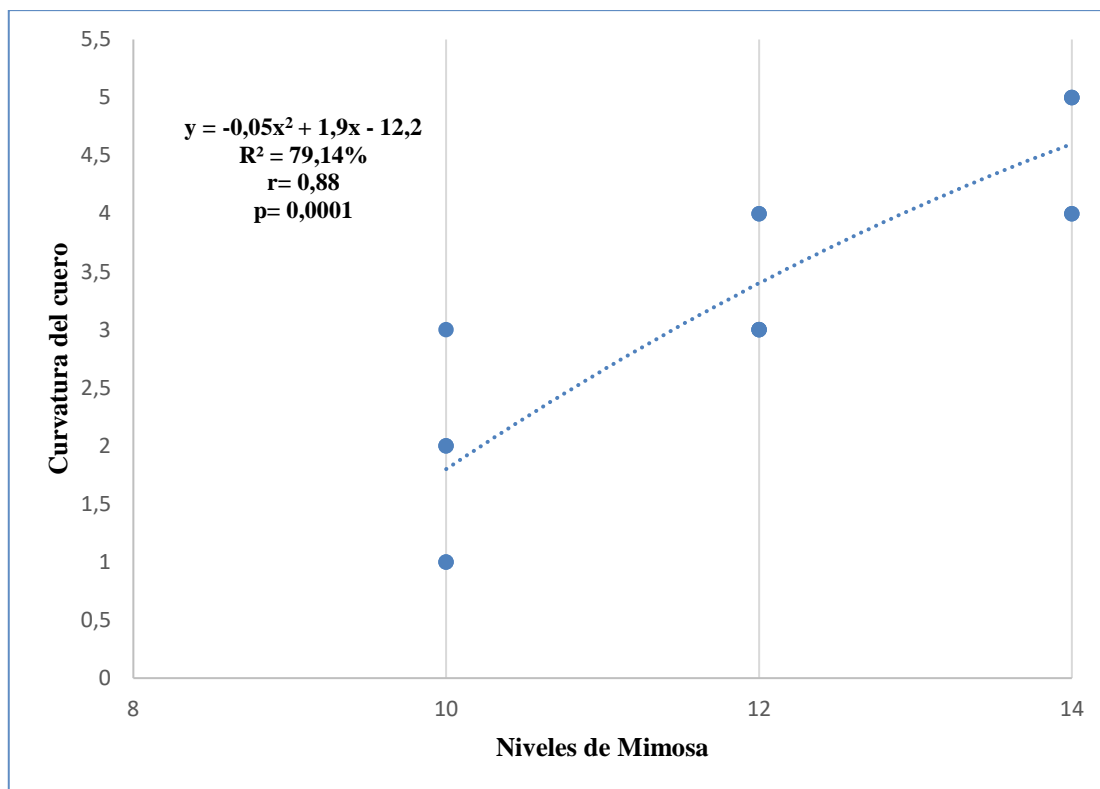


Ilustración 4-6: Regresión de la curvatura de los cueros ovinos curtidos con diferentes niveles de mimosa en combinación de sulfato de aluminio.

Realizado por: Santillán, Alexis, 2024.

La curvatura del cuero está vinculada a los enlaces que tienen las fibras de colágeno, por lo que Cordero (2011, p. 75) expone que, los taninos son sustancias naturales con un peso molecular relativamente alto que tienen la capacidad de formar complejos con carbohidratos y proteínas. Para mejorar la flexibilidad y la curvatura del cuero de ovino, se combinan con los grupos carboxílicos presentes en el colágeno y en la superficie de las fibras colagénicas. Esta combinación busca que penetre profundamente en la solución curtiente, reforzándola con sulfatos en el entramado de las fibrillas, ocupando los espacios vacíos sin saturarlos en exceso. Esto no solo preserva la curvatura natural del cuero, sino que también facilita su moldeado durante la confección del producto y su uso diario, lo que resulta en una mejora de las calificaciones sensoriales relacionadas con la curvatura del cuero.

Los valores reportados en este estudio, en lo que respecta a la curvatura de cuero tiene relación con lo expuesto por Guachamín (2019, p. 42), quien obtuvo medianas con un valor de 4, 63 puntos al emplear 10 % de tara como curtiente vegetal y 4 % de glutaraldehído como mineral. A la vez coincide con Cubiña (2023, p. 36), quien registra medianas de 4, 75 puntos al aplicar 6 % de mimosa en combinación con 9 % de sulfato de aluminio, lo que está acorde a este estudio, debido a que al aumentar los niveles de curtiente vegetal la curvatura del cuero también incrementa.

4.3 Análisis económico

Tabla 4-3: Evaluación económica

CONCEPTO	NIVELES DE MIMOSA		
	10%	12%	14%
EGRESOS			
Valor total de pieles ovinas, (\$)	15,00	15,00	15,00
Productos para el remojo, (\$)	0,14	0,19	0,14
Productos para el curtido, (\$)	15,09	23,86	15,19
Productos para el acabado en húmedo, (\$)	14,02	18,97	14,92
Productos para el acabado en seco, (\$)	6,24	6,24	6,24
Operaciones complementarias, (\$)	1,75	1,75	1,75
Costo de fabricación de artículo, (\$)	7,00	7,00	7,00
TOTAL, EGRESOS	\$59,24	\$73,00	\$60,24
INGRESOS			
Total, de cuero producido (pie ²)	49,21	52,3	51,1
Costo cuero producido, (\$ por pie ²)	0,90	0,95	1,00
Cuero utilizado en el producto final	2	2	2
Excedente de cuero	47,21	50,3	49,1
Venta de cuero restante, (\$)	42,49	47,79	49,10
Venta de artículos confeccionados, (\$)	30,00	35,00	40,00
TOTAL, INGRESOS, (\$)	72,49	82,79	89,10
Beneficio/Costo, (\$)	1,22	1,13	1,48

Realizado por: Santillán, Alexis, 2024.

Al establecer los costos de producción mediante el total de ingresos y egresos se determina que, al utilizar 10 % de mimosa el costo del cuero producido es de \$ 0,90 por cada pie², mientras que al emplear 12 % de mimosa el costo incrementa a \$ 0,95 por cada pie², para finalmente obtener \$ 1,00 por cada pie² del cuero de ovino curtido con 14 % de mimosa. En lo que respecta al total de egresos, se invirtió \$59,24; \$73,00 y \$60,24 al emplear 10, 12 y 14 % de mimosa y 4 % de sulfato de aluminio respectivamente; Por lo contrario, en cuanto a los ingresos se obtuvo valores económicos de \$72,49; \$82,79 y \$89,10 al utilizar los mismos niveles de mimosa mencionados anteriormente.

El análisis económico obtenido al curtir 15 pieles de ovinos con diferentes niveles de mimosa en combinación con sulfato de aluminio, muestra que al curtir con 14% de mimosa se obtuvo el mayor ingreso, mientras que el menor ingreso se obtuvo al curtir con 12% de mimosa.

No obstante, al realizar un análisis de costo-beneficio de los tres tratamientos, se determinó que todos son viables desde el punto de vista económico, debido a que, en todos los casos, los ingresos superaron a los egresos, y en su mayoría, se generaron ganancias económicas. Los valores obtenidos de este análisis fueron 1,22; 1,13 y 1,48 para los tratamientos con 10%, 12% y 14% de mimosa, respectivamente. Esto significa que, en promedio, por cada dólar invertido, se obtiene 0,28 centavos de dólar al repetir el proceso.

CONCLUSIONES

- En las evaluaciones de las resistencias físicas de los cueros ovinos curtidos con diferentes niveles de mimosa y 4 % de sulfato de aluminio se pudo apreciar que, en la variable abrasión al frote en seco se obtuvo el mejor resultado al curtir con 14 % de mimosa alcanzando 236 ciclos; por otro lado, en las variables resistencia a la tensión y porcentaje de elongación no se observó diferencias significativas, por lo que, al curtir con los diferentes niveles de mimosa reportó similares resultados.
- En las pruebas sensoriales de los cueros ovinos curtidos con diferentes niveles de mimosa y 4 % de sulfato de aluminio se evidenció que, en las variables llenura y curvatura del cuero se lograron los mejores resultados al curtir con 14 % de mimosa, mientras que en la variable blandura el nivel más representativo fue el 10 % de mimosa.
- El uso de 14 % de mimosa resultó en cueros con atributos más adecuados para la fabricación de productos de marroquinería, gracias a las cualidades físicas y sensoriales que esta combinación de mimosa y sulfato de aluminio presentó. Es crucial destacar que esta decisión se ve influenciada por varios factores, como el tipo de artículo a confeccionar. En ciertos casos, es esencial obtener cueros rígidos y fuertes, perfectos para correas, mientras que en otros se requieren cueros más flexibles y suaves, ideales para llaveros o billeteras.
- El análisis económico determinó que al utilizar el 14 % de mimosa y 4 % de sulfato de aluminio la rentabilidad alcanzada fue del 48 % la cual es superior a los otros niveles de mimosa evaluados.

RECOMENDACIONES

- Curtir pieles de ovino para marroquinería utilizando el 14 % de mimosa con 4 % de sulfato de aluminio, por cuanto presenta mejores características en la abrasión al frote en seco, llenura, curvatura del cuero y su rentabilidad económica.
- Continuar con el empleo de mimosa como curtiente en pieles de diferentes especies y comparar sus características físicas, sensoriales y económicas con las de esta investigación.
- Difundir el empleo de curtientes vegetales como la mimosa con la finalidad de reducir el impacto ambiental que esta práctica genera debido a los efluentes producidos, al tiempo que se protege la salud de los trabajadores involucrados en esta industria.
- Adquirir pieles frescas de ovinos jóvenes que no presenten daños mecánicos en la piel y así obtener un producto de calidad.

BIBLIOGRAFÍA

1. **ABARCA, Rodrigo.** *Curtición de pieles caprinas utilizando diferentes niveles de mimosa en combinación con 5 % de curtiembre sintético.* 2017. pp 12-35.
2. **ADZET, J.** *Química Técnica de Tenerife. España.* 1a ed. Igualada, España. Edit. Romanya-Valls. pp. 199-215.
3. **ADZET, Jose.** *Química Técnica de Tenerife.* [en línea] 2005. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/10395/1/27T0399.pdf>.
4. **ALCÁNTARA, J.** *El pelambre de los cueros ovinos el calero de las pieles ovinas.* 2011. pp. 50-55.
5. **ALVAREZ, J.** *Principales componentes de una piel recién desollada.* 2011. p. 10.
6. **ANGULO, A.** *Guía Empresarial del Medio Ambiente, Comisión Relocalización y Reconversión de la Pequeña y Mediana Empresa.* 1a ed. Barcelona, España. sl. 2007. pp 30 – 43.
7. **ARDILA FORERO, Liliana & AMANCHA PROAÑO, Pablo & JARAMILLO CONSTANTE, Erick.** Medición de la capacidad de *Chlorella vulgaris* y *Scenedesmus acutus* para la remoción de cromo de aguas de curtiembre. *Obtención de pieles curtidas con taninos.* 2012 [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/20027/299936.2012.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
8. **ARTIGAS, M.** *Manual de Curtiembre. Avances en la Curtición de pieles.* 2a ed. Barcelona-España. Edit. Latinoamericana. 1987. pp. 12-24.
9. **BACARDIT, A.** *Química Técnica del Cuero. “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN BOMBO METÁLICO PARA LA CURTICIÓN DE PIELES MENORES.* [En línea] 2004. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/10395/1/27T0399.pdf>.

10. **BACARDIT, Anna.** Cuero curtido al aluminio y wet white [en línea]. [Consulta: 12 de Enero de 2022]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/414312914/CURTIDO-AL-ALUMINIO-Y-WET-WHITE-docx>.
11. **BARIOGLIO, Carlos.** Diccionario de producción animal. *Segunda edición*. [en línea] 2001. Disponible en: <https://books.google.com.ec/books?id=QjNaWBf6tbMC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>.
12. **BELLO, Manuel.** *Recirculación de baños en curtición de cueros con lana* [en línea]. [Consulta: 02 de Marzo de 2022]. Disponible en: https://catalogo.latu.org.uy/opac_css/doc_num.php?explnum_id=236.
13. **BEQUELE, W.** *Nuevas técnicas de curtición de las pieles ovinas*. [En línea]. 2016. Disponible en: <http://www.cueronet.com/tecnica/lapiel..>
14. **CASA COMERCIAL, BAYER.** *Curtir, Teñir, Acabar*. 2ª ed. Munich Alemania. Edit. BAYER 1997. pp 11-110.
15. **CHANCUSIG, Silvia.** *Curtición de pieles ovinas con la utilización de diferentes niveles de tanalw para la elaboración de alfombra*. [En línea] 2011, pp. 14-30. Disponible en: <http://dspace.epoch.edu.ec/bitstream/123456789/2269/1/27T0198.pdf>.
16. **COLÍN URIETA, Serafín & OCHOA RUÍZ, Héctor & RUTIAGA QUIÑONES, Jose.** Contenido de taninos en la corteza de dos especies de parácata (*Erythroxyton compactum* Rose y *Senna skinneri* Benth. Irwin & Barneby). [En línea] [Consulta: 06 de Febrero de 2013]. Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-40182013000100010&script=sci_arttext.
17. **CONDORI VALENCIA, Rosa.** Curtición vegetal de piel de alpaca (*Vicugna Pacos* Wedd) con extracto tanico de tola y sábila [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú. 2017. p. 33. [Consulta: 09-06-2017]. Disponible en: <http://repositorio.una.edu.pe/Handle/UNAP5079>.
18. **CORDERO, Bernardo.** *Tecnología de la Curtición*. Cuenca, Ecuador: Cámara Ecuatoria del libro. 2011. pp 12 - 21.

19. **COTANCE, A.** *Ciencia y Tecnología en la industria del Cuero*. 1ª ed Igualada, España. Edit. Curtidores Europeos, 2004. pp. 23 - 32.
20. **CUBIÑA, Kevin.** “CURTICIÓN DE PIELES OVINAS CON SULFATO DE ALUMINIO A DIFERENTES NIVELES EN COMBINACIÓN CON Mimosa púdica (MIMOSA), PARA MARROQUINERÍA” [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2023. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/18661/1/17T01846.pdf>.
21. **DÍAZ, P.** *Factores determinantes de! calero en pieles ovinas*. 2011. p. 10.
22. **ESPARZA, Eliana.** CONTAMINACIÓN DEBIDA A LA INDUSTRIA CURTIEMBRE. *Revista de Química* [en línea], 2001, (Perú) 15(1), p. 42. [Consulta: Junio de 2001]. Disponible en: <file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/4756-Texto%20del%20art%C3%ADculo-18240-1-10-20130305.pdf>.
23. **FACCINI SAAVEDRA, Pablo.** Intención de compra sostenible del consumidor por medio del proceso de producción curtido vegetal del cuero. [En línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Colegio de Estudios Superiores de Administración, Bogotá D C, Colombia. 2022. pp. 9-22. [Consulta: 28-01-2022]. Disponible en: <https://repository.cesa.edu.co/handle/10726/4108>.
24. **FAO.** La contaminación proveniente de la industria curtiembre, una aproximación a la realidad ecuatoriana. *Perspectivas a plazo medio*. [En línea] [Consulta: 10 de Enero de 2010]. Disponible en: <https://revista.uisrael.edu.ec/index.php/rcui/article/view/427/499>.
25. **FONTALVO, J.** *Características de las películas de emulsiones aerificas para acabados del cuero*, sn. Medellín, Colombia. Edit. Rohm and Hass. 1999. pp. 19-41.
26. **FRANKEL, A.** *Manual de Tecnología del Cuero*. 2a ed. Buenos Aires, Argentina. Edit. Albatros. 1989. pp. 112-148.
27. **GAMBOA, Nadia.** CONTAMINACIÓN POR LA CURTIEMBRE. 2001.

28. **GUACHAMÍN, Andrés.** “CURTICIÓN DE PIEL OVINA CON LA UTILIZACIÓN DE VARIOS NIVELES DE TARA (8, 9, 10%) Y UN PORCENTAJE FIJO DE GLUTARALDEHÍDO (4%) PARA LA OBTENCIÓN DE CUERO PARA VESTIMENTA” [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Riobamba, Ecuador, 2019. p. 42. [Consulta: 08-02-2019]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/14212/1/27T00439.pdf>.
29. **GUAMINGA, Lupe.** “UTILIZACIÓN DE TRES TANINOS VEGETALES CON DIFERENTES NIVELES EN LA CURTICIÓN DE PIELES DE CUY” [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador, 2011. p. 61. [Consulta: 14-02-2011]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1098/1/17T01018.pdf>.
30. **GUEVARA, P.** *El desengrase de pieles ovinas*. 2010.
31. **GUZMÁN, Luis & VILLABONA, Ángel.** Reduction of water turbidity using natural coagulants: a review. *Revista UDCA actualidad y divulgación científica* [en línea], 2013. Disponible en: <https://revistas.udca.edu.co/index.php/ruadc/article/view/881/1035>.
32. **HAMILTON, Fernandez.** *Mimosa hostilis: una alternativa vegetal para curtir piel*. [En línea] [Consulta: 13 de Enero de 2022]. Disponible en: <https://www.mimosacompany.com/es/blog/post/mimosa-hostilis-curtir-piel>.
33. **HIDALGO, Luis.** *Escala de calificación sensorial de los cueros curtidados con diferentes niveles de tara*. Riobamba, Ecuador. 2016.
34. **HIDALGO, Luis.** *Texto básico de Curtición de pieles*. [En línea] 2004. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/10395/1/27T0399.pdf>.
35. **HIDALGO, María & MELÉNDEZ, Javier.** DISEÑO DE UN MODELO PARA MEDIR LA PRODUCTIVIDAD PARA UNA EMPRESA MANUFACTURERA DE CUEROS. CASO: “CURTIDURÍA HIDALGO” [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador. 2012. Disponible en: <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/7754/2.22.001357.pdf?sequence=4&isAllowed=y>.

36. **HUARACA ASTO, Lisseth.** COMPARACIÓN DE DIFERENTES TIPOS DE CURTIENTES PARA EL CURTIDO DE PIELES OVINAS [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2017. p. 65. [Consulta: 19-06-2017]. Disponible en: <http://dspace.esoch.edu.ec/bitstream/123456789/7192/1/27T0355.pdf>.
37. **ISAZA, J.** Taninos o polifenoles vegetales. *Scientia et technica* [en línea], 2007, (Colombia) 8(33), pp- 13-18. [Consulta: Mayo de 2007]. ISSN 0122-1701. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/849/84903303.pdf>
38. **IUP - 6.** *NORMAS IUP. MÉTODOS DE ENSAYO FÍSICO SOBRE EL CUERO.*
39. **JURAN, J.** *Los ligantes y su utilización*, s.n. Barcelona, España. Edit. ALBATROS. 1999. pp. 56-96.
40. **LACERCA, Alberto.** Curtición de Cueros y Pieles. “*DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN BOMBO METÁLICO PARA LA CURTICIÓN DE PIELES MENORES*”. 1993. pp. 2-5.
41. **LULTCS, W.** *IX Conferencia de la Industria del Cuero*, se. Barcelona- España. Edit. Separata Técnica. 1983. pp. 9-45.
42. **MAFLA, E.** “Determinación de cromo, plomo y arsénico en aguas del canal de riego Latacunga –Salcedo - Ambato y evaluación de la transferencia de dichos metales a hortalizas cultivadas en la zona; mediante espectrofotometría de absorción atómica” [En línea] (Trabajo de Titulación). (Maestría) Universidad Central del Ecuador. 2015. p. 17. [Consulta: Mayo de 2015] Disponible en: <file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/T-UCE-0008-P006.pdf>.
43. **MALTEI, V.** *Como realizar el desengrase de las pieles ovinas.* 2011.
44. **MARTINEZ, Oscar.** “*EL USO DE LA PIEL ANIMAL EN LA CURTIEMBRE*”. 2006.
45. **MÉNDEZ, R.** *Producción limpia en la industria de curtiembre.* [En línea]. 2007. Disponible en: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/19435/1/CD-8825.pdf>.
46. **MIRANDA, Nelsiño.** “CURTICIÓN DE PIELES CAPRINAS CON DIFERENTES NIVELES DE GLUTARALDEHÍDO EN COMBINACIÓN CON *Caesalpinia spinosa*

(TARA)” [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2023. p. 32. [Consulta: 27-01-2023]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/18665/1/17T01848.pdf>.

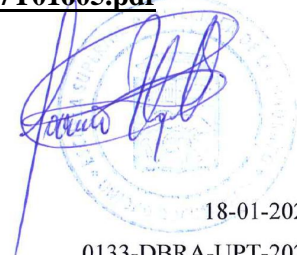
47. **MORERA, J.** *Química técnica de curtición*. Cataluña-España: Consorci Escola Técnica d'Igualada. 2000. p. 35.
48. **MURRIALTO, J.** *Las exigencias de los cueros para marroquinería*. 2011.
49. **NTE INEN-ISO, 11640.** CUERO. *ENSAYOS DE SOLIDEZ DEL COLOR. SOLIDEZ DEL COLOR AL FROTE DE VAIVÉN*.
50. **PAGUAY, Tania.** “COMPARACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y SENSORIALES DEL CUERO CURTIDO CON AGENTES VEGETALES TARA (Caesalpinia spinosa) Y MIMOSA (Mimosa púdica)” [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2022. p. 39. [Consulta: 18-11-2022]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/18109/1/27T00563.pdf>.
51. **PALANGO, Kelly.** “CURTICIÓN DE PIELES OVINAS CON DIFERENTES NIVELES DE Caesalpinia spinosa (TARA) EN COMBINACIÓN CON SULFATO DE ALUMINIO PARA CALZADO DE DAMA” [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2023. p. 39. [Consulta: 27-01-2023]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/18663/1/17T01847.pdf>.
52. **PASTOR, Blanca.** *Los taninos una opción ecológica para la curtiembre*. 2006.
53. **PAUCAR, Carmen.** “CURTICIÓN DE PIELES DE LLAMA CON LA UTILIZACIÓN DE CUATRO NIVELES DE TANINO MIMOSA EN LA OBTENCIÓN DE CUEROS PARA TALABARTERÍA” [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2009. p. 69. [Consulta: marzo 2009]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/847/1/27T0127.pdf>.
54. **PAUSIN, Enzo Raúl.** “Comparación de dos técnicas, con cromo y taninos, para el proceso de curtiduría de la piel del paiche (Arapaima gigas).”. [En línea]. 2019. Disponible en:

https://repositorio.upch.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12866/7760/Comparacion_PausindeISolarJaime_Enzo.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

55. **PEREZ, Ernesto.** *Curtido al cromo y al aluminio.* [En línea] [Consulta: 18 de Enero de 2022]. Disponible en: <https://curtido-de-pieles.blogspot.com/2014/03/tipos-de-curtido.html>.
56. **PILATAXI, Ana.** Utilización de precurtiente resínico en combinación con diferentes niveles de sulfato de aluminio para la curtición de piles ovinas en la ontención de cuero para calzado [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2017. pp. 23-43. [Consulta: 24-04-2017]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/7209/1/27T0368.pdf>
57. **POLES, E.** Curtiembre de piel de pescado. *Estructura de un tanino catiónico.* Guayaquil-Ecuador: Facultad de ingeniería química de la universidad de Guayaquil. 2015. p. 30.
58. **PUENTE, A.** Aplicación de un proceso de curtido de pieles bovinas sin cromo utilizando oxazolidina en combinación con Caelsalpinia Spinosa (TARA) [En línea] (Trabajo de titulación) (Doctorado) Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú. 2018. p. 42. Disponible en: http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/7710/Puente_gc%20%20.
59. **RABASCO, Edwin Felipe.** “CURTICIÓN DE PIELES OVINAS UTILIZANDO TRES NIVELES DE MIMOSA EN COMBINACIÓN CON 6% DE SULFATO DE ALUMINIO” [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2017. p. 67. [Consulta: 17-04-2017], Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/7188/1/27T0351.pdf>.
60. **RIVERA, Alejandra.** Manual de Defectos en Cuero. *Esquema de las zonas de una piel fresca.* [En línea]. 2001. Disponible en: https://books.google.com.ec/books/about/Manual_de_defectos_en_cuero.html?id=SB88AAACA AJ&redir_esc=y.
61. **SELA, Cristhian Fabricio.** “DESARROLLO DE UNA FORMULACIÓN DE CURTICIÓN VEGETAL UTILIZANDO CAESALPINIA SPINOSA (TARA) EN COMBINACIÓN CON GLUTARALDEHÍDO EN LA EMPRESA DE CURTIEMBRE EL AL - CE” [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba,

Ecuador. 2018. p. 42. [Consulta: 12-12-2018]. Disponible en:
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/10531/1/96T00517.pdf>.

62. **SENAI-RS, Centro Nacional de Tecnologías Limpas.** Estado da arte tecnológico em processamento do couro: revisão bibliográfica no âmbito internacional. *Obtención de pieles curtidas con taninos* [en línea]. 2003. Porto Alegre (Brasil). Disponible en:
<file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/Dialnet-ObtencionDePielesCurtidasConTaninos-8865256.pdf>.
63. **SILVA BUÑAY, Diego.** Obtención de cuero para guantería fina con la utilización de diferentes niveles de aldehído [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2015. p. 45. [Consulta: 07-08-2015]. Disponible en:
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/5222/1/TESIS%20DIEGO%20SILVA.pdf>.
64. **SOLER, J.** *Procesos de Curtido*. 1ª ed. Barcelona, España. Edit CET1. 2004. pp. 12-148.
65. **SOLER, J.** *Procesos de curtidos* 2ª ed. Barcelona-España: Consorci Escola Técnica d'Igualada.. 2000. p. 148.
66. **TIRADO, R.** *Generalidades de los curtientes vegetales*. 2022.
67. **TORRES MOROCHO, Jhonatan.** Efecto de la curtición con diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa* (tara) [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2019. p. 46. Disponible en:
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/13371/1/17T01598.pdf>
68. **URRAGA, L.** *Utilización de cuero ovino para marroquinería*. 2011.
69. **YANEZ, J.** Obtención de cuero tallado para marroquinería con la utilización de una curtición mixta orgánica e inorgánica [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2019. p. 34. Disponible en:
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/13381/1/17T01605.pdf>



18-01-2024
0133-DBRA-UPT-2024

ANEXOS

ANEXO A: RESISTENCIA A LA TENSIÓN DE LAS PIELS OVINAS CURTIDAS POR EFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE MIMOSA (10, 12 Y 14%) COMBINADO CON 4% DE SULFATO DE ALUMINIO.

1. Resultados Experimentales.

Tratamientos	Repeticiones					Suma	Promedio
	1	2	3	4	5		
T1: 10 % mimosa y 4 % Al ₂ (SO ₄) ₃	8321,11	7115,56	6905,83	9214,17	6933,33	38490,00	12830,00
T2: 12 % mimosa y 4 % Al ₂ (SO ₄) ₃	14988,42	9796,30	9107,50	7428,15	8474,17	49794,53	16598,18
T3: 14 % mimosa y 4 % Al ₂ (SO ₄) ₃	7993,33	7834,81	7505,93	7286,67	9873,33	40494,07	13498,02
Promedio General							8585,24
Desviación estándar							2029,95

2. Análisis de varianza (ADEVA).

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Fisher calculado	p-valor	Coefficiente de variación
Tratamiento	14553819	2	7276909,367	2,0243	0,174760	22,08
Error	43135895,60	12	3594657,967			
Total	57689714,34	14				

3. Separación de medias de acuerdo con la prueba Tukey (P≤0,05) por efecto de los diferentes niveles de mimosa.

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	Grupo
T1: 10 % de mimosa	7698,00	5	847,90	A
T2: 12 % de mimosa	8098,81	5	847,90	A
T3: 14 % de mimosa	9958,91	5	847,90	A

ANEXO B: PORCENTAJE DE ELONGACIÓN DE LAS PIELS OVINAS CURTIDAS POR EFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE MIMOSA (10, 12 Y 14%) COMBINADO CON 4% DE SULFATO DE ALUMINIO.

1. Resultados experimentales.

Tratamientos	Repeticiones					Suma	Promedio	
	1	2	3	4	5			
T1: 10 % mimosa y 4 % Al ₂ (SO ₄) ₃	57,14	54,29	65,71	48,57	51,43	277,14	55,43	
T2: 12 % mimosa y 4 % Al ₂ (SO ₄) ₃	60,00	57,14	71,43	60,00	77,14	325,71	65,14	
T3: 14 % mimosa y 4 % Al ₂ (SO ₄) ₃	57,14	88,57	65,71	60,00	77,14	348,57	69,71	
Promedio General								63,43
Desviación estándar								10,97

2. Análisis de varianza (ADEVA).

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Fisher calculado	p-valor	Coefficiente de variación
Tratamiento	532,24	2	266,12	2,7705	0,102506	15,45
Error	1152,65	12	96,05			
Total	1684,90	14				

3. Separación de medias de acuerdo con la prueba Tukey ($P \leq 0,05$) por efecto de los diferentes niveles de mimosa.

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	Grupo
T1: 10 % de mimosa	55,43	5	4,38	A
T2: 12 % de mimosa	65,14	5	4,38	A
T3: 14 % de mimosa	69,71	5	4,38	A

ANEXO C: ABRASIÓN AL FROTE EN SECO DE LAS PIELS OVINAS CURTIDAS POR EFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE MIMOSA (10, 12 Y 14%) COMBINADO CON 4% DE SULFATO DE ALUMINIO.

1. Resultados experimentales.

Tratamientos	Repeticiones	Suma	Promedio
--------------	--------------	------	----------

	1	2	3	4	5		
T1: 10 % mimosa y 4 % Al ₂ (SO ₄) ₃	145,00	175,00	170,00	178,00	177,00	845,00	169,00
T2: 12 % mimosa y 4 % Al ₂ (SO ₄) ₃	198,00	210,00	215,00	230,00	250,00	1103,00	220,60
T3: 14 % mimosa y 4 % Al ₂ (SO ₄) ₃	220,00	227,00	238,00	245,00	250,00	1180,00	236,00
Promedio General							208,53
Desviación estándar							33,06

2. Análisis de varianza (ADEVA).

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Fisher calculado	p-valor	Coefficiente de variación
Tratamiento	12314,53	2	6157,26	24,7677	0,0001	7,56
Error	2983,20	12	248,6			
Total	15297,73	14				

3. Separación de medias de acuerdo con la prueba Tukey ($P \leq 0,05$) por efecto de los diferentes niveles de mimosa.

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	Grupo
T1: 10 % de mimosa	169,00	5	7,56	A
T2: 12 % de mimosa	220,60	5	7,56	B
T3: 14 % de mimosa	236,00	5	7,56	B

4. Análisis de varianza de regresión

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	2	12314,53	6157,27	24,77	0,0001
Residuos	12	2983,2	248,6		

Total	14	15297,73				
	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%
Intercepción	-632	306,62765	-2,06113	0,06164	-1300,0	36,0842
Variable X 1	125,35	51,875765	2,41634	0,03253	12,3224	238,3775
Variable X 2	-4,525	2,1589928	-2,09588	0,05796	-9,2290	0,179041

ANEXO D: LLENURA DE LAS PIELS OVINAS CURTIDAS POR EFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE MIMOSA (10, 12 Y 14%) COMBINADO CON 4% DE SULFATO DE ALUMINIO

1. Resultados experimentales

Tratamientos	Repeticiones					Suma	Promedio
	1	2	3	4	5		
T1: 10 % mimosa y 4 % Al ₂ (SO ₄) ₃	2,00	1,00	1,00	2,00	3,00	9,00	3,00
T2: 12 % mimosa y 4 % Al ₂ (SO ₄) ₃	3,00	3,00	4,00	3,00	4,00	17,00	5,67
T3: 14 % mimosa y 4 % Al ₂ (SO ₄) ₃	5,00	5,00	4,00	4,00	5,00	23,00	7,67
Promedio General							3,27
Desviación estándar							1,33

2. Separación de medianas de acuerdo a la prueba Kruskal Wallis ($P \leq 0,05$) por efecto de los diferentes niveles de mimosa

Variable	TRATAMIENTO	N	D.E.	Medianas	H	p > 0,05
LLENURA	T1	5	0,84	2	10,82	0,0034
LLENURA	T2	5	0,55	3		
LLENURA	T3	5	0,55	5		

3. Análisis de varianza (ADEVA).

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Fisher calculado	p-valor	Coefficiente de variación
Tratamiento	19,73	2	9,8666	22,77	0,0001	20,15
Error	5,20	12	0,4333			
Total	24,93	14				

4. Análisis de varianza de regresión.

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F	
Regresión	2	19,73	9,8666	22,77	0,0001	
Residuos	12	5,20	0,4333			
Total	14	24,93				
	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%
Intercepción	-12,2	12,80182	-0,95298	0,35939	-40,09277	15,69277
Variable X 1	1,9	2,165833	0,87726	0,39756	-2,818945	6,618945
Variable X 2	-0,05	0,090138	-0,55470	0,58928	-0,246395	0,146395

ANEXO E: BLANDURA DE LAS PIELS OVINAS CURTIDAS POR EFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE MIMOSA (10, 12 Y 14%) COMBINADO CON 4% DE SULFATO DE ALUMINIO.

1. Resultados experimentales.

Tratamientos	Repeticiones					Suma	Promedio
	1	2	3	4	5		
T1: 10 % mimosa y 4 % $Al_2(SO_4)_3$	5,00	5,00	4,00	4,00	5,00	23,00	7,67
T2: 12 % mimosa y 4 % $Al_2(SO_4)_3$	2,00	4,00	3,00	4,00	2,00	15,00	5,00
T3: 14 % mimosa y 4 % $Al_2(SO_4)_3$	2,00	1,00	2,00	1,00	1,00	7,00	2,33
Promedio General							5,00
Desviación estándar							2,67

2. Separación de medianas de acuerdo a la prueba Kruskal Wallis ($P \leq 0,05$) por efecto de los diferentes niveles de mimosa.

Variable	TRATAMIENTO	N	D.E.	Medianas	H	p > 0,05
BLANDURA	T1	5	0,55	5,00	10,58	0,0038
BLANDURA	T2	5	1,00	3,00		
BLANDURA	T3	5	0,55	1,00		

3. Análisis de varianza (ADEVA).

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Fisher calculado	p-valor	Coefficiente de variación
Tratamiento	25,6	2	12,8	24	0,0001	24,34
Error	6,4	12	0,5333			
Total	32	14				

4. Análisis de varianza de regresión.

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	2	25,6	12,8	24	0,0001
Residuos	12	6,4	0,5333		
Total	14	32			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%
Intercepción	12,6	14,20234	0,88717	0,39241	-18,3442	43,54425
Variable X 1	-0,8	2,402776	-0,33294	0,74491	-6,03519	4,435199

ANEXO F: CURVATURA DE LAS PIELS OVINAS CURTIDAS POR EFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE MIMOSA (10, 12 Y 14%) COMBINADO CON 4% DE SULFATO DE ALUMINIO.

1. Resultados experimentales.

Tratamientos	Repeticiones					Suma	Promedio
	1	2	3	4	5		
T1: 10 % mimosa y 4 % $Al_2(SO_4)_3$	2,00	1,00	2,00	3,00	1,00	9,00	3,00
T2: 12 % mimosa y 4 % $Al_2(SO_4)_3$	3,00	3,00	4,00	3,00	4,00	17,00	5,67

T3: 14 % mimosa y 4 % Al ₂ (SO ₄) ₃	5,00	4,00	5,00	5,00	4,00	23,00	7,67
Promedio General							5,44
Desviación estándar							2,34

2. Separación de medianas de acuerdo a la prueba Kruskal Wallis ($P \leq 0,05$) por efecto de los diferentes niveles de mimosa.

Variable	TRATAMIENTO	N	D.E.	Medianas	H	p > 0,05
CURVATURA	T1	5	0,84	2,00	10,82	0,0034
CURVATURA	T2	5	0,55	3,00		
CURVATURA	T3	5	0,55	5,00		

3. Análisis de varianza (ADEVA).

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Fisher calculado	p-valor	Coefficiente de variación
Tratamiento	19,73	2	9,87	22,77	0,0001	20,15
Error	5,2	12	0,4333			
Total	24,933	14				

4. Análisis de varianza de regresión.

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F	
Regresión	2	25,6	12,8	22,77	0,0001	
Residuos	12	6,4	0,5333			
Total	14	32				

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%
Intercepción	-12,2	12,80182	-0,95298	0,35939	-40,09277	15,69277
Variable X 1	1,9	2,165833	0,87726	0,39756	-2,818945	6,61894
Variable X 2	-0,05	0,09013	-0,55470	0,58928	-0,24639	0,14639

ANEXO G: HOJA TÉCNICA: MUESTRAS DE CUERO OVINO CON 10% MIMOSA + 4% SULFATO DE ALUMINIO.

PRUEBA	UNIDAD	MÉTODO DE ENSAYO	RESULTADO OBTENIDO	NIVEL SUGERIDO
Resistencia a la tensión (N/cm ²)	T1R1	IUP 6	8321,11	750 N/cm ²
	T1R2		7115,56	
	T1R3		6905,83	
	T1R4		9214,17	
	T1R5		6933,33	
Elongación (%)	T1R1	IUP 6	57,14	40 – 80%
	T1R2		54,29	
	T1R3		65,71	
	T1R4		48,57	
	T1R5		51,43	
Abrasión al frote en seco (Ciclos)	T1R1	NTE INEN 11640	145	≥150 Ciclos
	T1R2		175	
	T1R3		170	
	T1R4		178	
	T1R5		177	

ANEXO H: HOJA TÉCNICA: MUESTRAS DE CUERO OVINO CON 12% MIMOSA + 4% SULFATO DE ALUMINIO.

PRUEBA	UNIDAD	MÉTODO DE ENSAYO	RESULTADO OBTENIDO	NIVEL SUGERIDO
Resistencia a la tensión (N/cm ²)	T1R1	IUP 6	14988,42	750 N/cm ²
	T1R2		9796,30	
	T1R3		9107,50	
	T1R4		7428,15	
	T1R5		8474,17	
Elongación (%)	T1R1	IUP 6	60,00	40 – 80%
	T1R2		57,14	
	T1R3		71,43	
	T1R4		60,00	
	T1R5		77,14	
	T1R1		198	
	T1R2		210	

Abrasión al frote en seco (Ciclos)	T1R3	NTE INEN 11640	215	≥150 Ciclos
	T1R4		230	
	T1R5		250	

ANEXO I: HOJA TÉCNICA: MUESTRAS DE CUERO OVINO CON 14% MIMOSA + 4% SULFATO DE ALUMINIO.

PRUEBA	UNIDAD	MÉTODO DE ENSAYO	RESULTADO OBTENIDO	NIVEL SUGERIDO
Resistencia a la tensión (N/cm ²)	T1R1	IUP 6	7993,33	750 N/cm ²
	T1R2		7834,81	
	T1R3		7505,93	
	T1R4		7286,67	
	T1R5		9873,33	
Elongación (%)	T1R1	IUP 6	57,14	40 – 80%
	T1R2		88,57	
	T1R3		65,71	
	T1R4		60,00	
	T1R5		77,14	
Abrasión al frote en seco (Ciclos)	T1R1	NTE INEN 11640	220	≥150 Ciclos
	T1R2		227	
	T1R3		238	
	T1R4		245	
	T1R5		250	

ANEXO J: ANÁLISIS COSTO BENEFICIO

Proceso	Insumo	T1	T2	T3	P. U	IVA	P+IVA	PT1	PT2	PT3	Total T1	Total T2	Total T3
Remojo	Detergente	62,5	85	62,5	\$0,00200	\$0,00024	\$0,00224	\$0,00014	\$0,00019	\$0,00014	\$0,0001	\$0,0001	\$0,0001
	Cloro	1,25	1,7	1,25	\$0,00089	\$0,00010	\$0,00099	\$0,000001	\$0,000001	\$0,000001			
Curtido	Cal	752,5	1063	713,5	\$0,00040	\$0,00005	\$0,00050	\$0,00037	\$0,000520	\$0,00			
	Na2S	627	884,4	595,8	\$2,43	\$0,29160	\$2,72	\$1,71	\$2,41	\$1,62			
	NaHSO3	126	187,2	110,4	\$2,50	\$0,30	\$2,80	\$0,35	\$0,52	\$0,31			
	HCOONa	105	156	92	\$2,30	\$0,28	\$2,58	\$0,27	\$0,40	\$0,24			
	P. Rindente	12,6	18,72	11,04	\$3,40	\$0,41	\$3,81	\$0,05	\$0,07	\$0,04			
	NaCl	2152,5	3198	1886	\$0,50	\$0,06	\$0,56	\$1,21	\$1,79	\$1,06			
	CH2O2	1239	1840,8	1085,6	\$2,68	\$0,32	\$3,00	\$3,72	\$5,53	\$3,26			
	Tensoactivo	315	468	276	\$3,57	\$0,43	\$4,00	\$1,26	\$1,87	\$1,10			
	Diesel	420	624	368	\$0,46	\$0,06	\$0,52	\$0,22	\$0,32	\$0,19			
	Sulfato de Al	420	624	368	\$2,05	\$0,25	\$2,30	\$0,96	\$1,43	\$0,84			
	Mimosa	1050	1872	1288	\$4,46	\$0,54	\$5,00	\$5,24	\$9,35	\$6,43			
	Basificante	31,5	46,8	27,6	\$3	\$0,36	\$3,36	\$0,11	\$0,16	\$0,09	\$15,09	\$15,09	\$15,09
A Húmedo	Tensoactivo	10,2	13,8	10,854	3,57	0,4284	3,9984	0,040783	0,055177	0,043398			
	CH2O2	86,7	117,3	92,259	2,68	0,3216	3,0016	0,260238	0,352087	0,276924			
	Sulfato de Al	255	345	271,35	2,05	0,246	2,296	0,58548	0,79212	0,623019			
	Mimosa	459	621	488,43	4,46	0,5352	4,9952	2,292796	3,10201	2,439805			
	C5H8O2	102	138	108,54	8	0,96	8,96	0,91392	1,23648	0,972518			
	HCOONa	51	69	54,27	2,3	0,276	2,576	0,131376	0,177744	0,139799			

	Neutralizante	102	138	108,54	4,28	0,5136	4,7936	0,4889472	0,661516	0,520297			
	Dispersante	102	138	108,54	5,36	0,6432	6,0032	0,6123264	0,828441	0,651587			
	Anilina	102	138	108,54	14,29	1,7148	16,004	1,6324896	\$2,21	1,73716			
	R. Falda	102	138	108,54	5,36	0,6432	6,0032	0,6123264	0,828441	0,651587			
	R. Acrílica	153	207	162,81	4,29	0,5148	4,8048	0,7351344	0,994593	0,78226			
	E. Fosfórico	612	828	651,24	5	0,6	5,6	3,4272	4,6368	3,64694			
	P. Sulfurosa	306	414	325,62	5	0,6	5,6	1,7136	2,3184	1,82347			
	A. Lanolina	102	138	108,54	5	0,6	5,6	0,5712	0,7728	0,60782	\$14,02	\$18,97	\$14,92
	Pull up	333,33	333,33	333,33	5	0,6	5,6	1,87	1,87	1,87			
	Ligante fino	83,33	83,33	83,33	6	0,72	6,72	0,56	0,56	0,56			
A seco	Ligante medio	83,33	83,33	83,33	6	0,72	6,72	0,56	0,56	0,56			
	Cera	50	50	50	4,29	0,5148	4,8048	0,24024	0,24024	0,24024			
	Hidrolaca	250	250	250	10,71	1,2852	11,9952	2,9988	2,9988	2,9988			
	CH3CH2OH	13,33	13,33	13,33	1	0,12	1,12	0,014933	0,014933	0,014933	\$6,24	\$6,24	\$6,24
										SUMA	\$35,35	\$40,30	\$36,25

ANEXO K: BITÁCORA DE CUEROS OVINOS PARA MARROQUINERÍA.

PROCESO DE CURTICIÓN DE PIELES OVINAS						
Proceso	Operación	Producto	%	T °C	Tiempo	
REMOJO ESTÁTICO	Baño	Agua	300	Ambiente		
		Detergente	0,5			
		Cloro	0,01		12 horas	
	Botar baño					
PELAMBRE POR EMBADURNADO	PASTA	Agua	5	40		
		Cal	3,5			
		Sulfuro de sodio	3		12 horas	
Botar baño						
Peso de pieles						
PELAMBRE EN BOMBO	Baño	Agua	100	25		
		Sulfuro de sodio	0,7		30 minutos	
		Sulfuro de sodio	0,7		30 minutos	
		Cloruro de sodio	0,5		10 minutos	
		Sulfuro de sodio	0,5			
		Cal	1		30 minutos	
		Agua	50	25		
		Sulfuro de sodio	0,5			
		Cal	1		30 minutos	
		Cal	1		3 horas	
		Reposo				
		Girar 10 minutos y descansar 3-4 hora por				20 horas
		Botar baño				
		DESCARNADO	Baño	Agua	200	25
Bisulfito de sodio	0,2				30 minutos	
Botar baño						
DESENCALADO	Baño	Agua	100	30		
		Bisulfito de sodio	1		30 minutos	
		Formiato de sodio	1			
		Producto rindente	0,1		60 minutos	
		Producto rindente	0,02		10 minutos	
Botar baño						
	Baño	Agua	200	25	20 minutos	
Botar baño						
PIQUELADO 1	Baño	Agua	60	Ambiente		
		Cloruro de sodio	10		10 minutos	
		Ácido fórmico 1:10	1			
		1 parte diluido			30 minutos	
		2 parte diluido			30 minutos	
		3 parte diluido			60 minutos	
		Ácido fórmico 1:10	0,4			

		1 parte diluido			30 minutos	
		2 parte diluido			30 minutos	
		3 parte diluido			60 minutos	
	Botar baño					
DESENGRASE	Baño	Agua	100	30		
		Tensoactivo	2			
		Diesel	4		60 minutos	
		Botar baño				
	Baño	Agua	100	35		
		Tensoactivo	1		40 minutos	
		Botar baño				
	Lavar	Agua	200	Ambiente	20 minutos	
	Botar baño					
PIQUELADO 2	Baño	Agua	60	Ambiente		
		Cloruro de sodio	10		10 minutos	
		Ácido fórmico 1:10	1			
		1 parte diluido			30 minutos	
		2 parte diluido			30 minutos	
		3 parte diluido			30 minutos	
		Ácido fórmico 1:10	0,4			
		1 parte diluido			30 minutos	
		2 parte diluido			30 minutos	
		3 parte diluido			30 minutos	
	Reposar				12 horas	
	Rodar				10 minutos	
CURTIDO	Baño	Sulfato de aluminio	4		60 minutos	
		Mimosa	10 12 14			
		Basificante 1:10	0,3			
		1 parte diluido			60 minutos	
		2 parte diluido			60 minutos	
		3 parte diluido			5 horas	
		Agua	100	60	30 minutos	
		Botar baño				
	Perchar 24 horas					
	Raspado					
ACABADO EN HÚMEDO						
REMOJO	Baño	Agua	200	25		
		Tensoactivo	0,2			
		Ácido fórmico (1:10)	0,2		20 minutos	
	Botar baño					
RECURTIDO CATIONICO	Baño	Agua	80	40		
		Sulfato de aluminio	3			
		Mimosa	3			

		Glutaraldehído (1:5)	2		40 minutos
	Botar baño				
NEUTRALIZADO	Baño	Agua	100	40°	
		Formiato de sodio	1		30 minutos
		Recurtiente neutralizante	2		60 minutos
	Botar baño				
	Lavar	Agua	300	40	40 minutos
	Botar baño				
RECURTIDO ANIONICO	Baño	Agua	50	40°	
		Recurtiente dispersante	2		
		Anilina	2		10 minutos
		Mimosa	4		
		Rellenante de falda	2		
		Resina acrílica (1:10)	3		60 minutos
ENGRASE	Baño	Agua	150	70	
		Ester fosfórico	12		
		Parafina sulfurosa	6		
		Aceite de lanolina	2		60 minutos
FIJACIÓN DE LA ANILINA	Baño	Ácido fórmico (1:10)	0,75		10 minutos
		Ácido fórmico (1:10)	0,75		10 minutos
		Sulfato de aluminio	2		20 minutos
		Mimosa	2		20 minutos
	Botar baño				
LAVADO	Baño	Agua	200	Ambiente	20 minutos
Botar baño					
Perchar 24 horas					

ANEXO L: EVIDENCIA FOTOGRÁFICA DEL PESAJE INICIAL, REMOJO ESTÁTICO Y PELAMBRE POR EMBADURNADO DE LAS PIELS OVINAS PARA MARROQUINERÍA.



ANEXO M: EVIDENCIA FOTOGRÁFICA DEL PROCESO DE CURTIDO Y RASPADO DE LAS PIELS OVINAS PARA OBTENCIÓN DE CUERO PARA MARROQUINERÍA.



ANEXO N: EVIDENCIA FOTOGRÁFICA DEL PROCESO DE ACABADO EN HÚMEDO DE LAS PIELS OVINAS PARA OBTENCIÓN DE CUERO PARA MARROQUINERÍA.



ANEXO Ñ: EVIDENCIA FOTOGRÁFICA DEL PROCESO DE ASERRINADO, ABLANDADO, ESTACADO Y RECORTE DE BORDES OVINAS PARA OBTENCIÓN DE CUERO PARA MARROQUINERÍA.



ANEXO O: EVIDENCIA FOTOGRÁFICA DEL PROCESO DE ACABADO EN SECO DE LAS PIELS OVINAS PARA OBTENCIÓN DE CUERO PARA MARROQUINERÍA.





ANEXO P: EVIDENCIA FOTOGRÁFICA DE LAS PRUEBAS FÍSICAS DEL CUERO OVINO PARA MARROQUINERÍA.





ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
CERTIFICADO DE CUMPLIMIENTO DE LA GUÍA PARA
NORMALIZACIÓN DE TRABAJOS DE FIN DE GRADO

Fecha de entrega: 18/ 01/2024

INFORMACIÓN DEL AUTOR
Nombres – Apellidos: EDGAR ALEXIS SANTILLÁN SUAREZ
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: CIENCIAS PECUARIAS
Carrera: Agroindustria
Título a optar: Ingeniero Agroindustrial
 ING. LUIS EDUARDO HIDALGO ALMEIDA. PhD Firma del Director del Trabajo de Integración Curricular
 ING. JULIO CÉSAR LLERENA ZAMBRANO. Firma del Asesor del Trabajo de Integración Curricular