



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA AGROINDUSTRIA

**“CURTICIÓN DE PIELES CAPRINAS EN COMBINACIÓN DE
MIMOSA Y SULFATO DE ALUMINIO PARA CALZADO”**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Trabajo Experimental

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

AUTOR: CRISTIAN ALEXANDER TORRES FALCON

DIRECTORA: ING. LUIS EDUARDO HIDALGO ALMEIDA, PH.D.

Riobamba – Ecuador

2024

© 2024 Cristian Alexander Torres Falcon

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, Cristian Alexander Torres Falcon, 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, 24 de enero de 2024



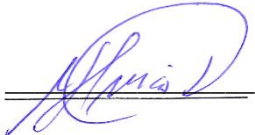


Cristian Alexander Torres Falcon b

C.I: 172577893-8

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 CAPRINAS EN COMBINACIÓN DE MIMOSA Y SULFATO DE ALUMINIO PARA CALZADO**”, realizado por el señor: **CRISTIAN ALEXANDER TORRES FALCON**, 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
Dr. Juan Marcelo Ramos Flores, Ms.C. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2024-01-24
Ing. Luis Eduardo Hidalgo Almeida, PhD. DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2024-01-24
Ing. Manuel Enrique Almeida Guzmán, MsC. ASESOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2024-01-24

DEDICATORIA

Con el corazón lleno de gratitud y emociones que desbordan, dedico este trabajo de investigación, a mi querida Madre Gladys Janett Falcon Pazmiño, por el apoyo incondicional que recibí durante toda mi formación académica y personal, por el arduo trabajo y sacrificio que realizó, y estoy más que seguro que lo seguirá realizando, por esta razón, solo me queda agradecerle con el alma por estar conmigo y ser pilar fundamental en mi vida.

Cristian

AGRADECIMIENTO

A Dios por haber culminado con éxito mi carrera, a mi querida Madre Janett por su apoyo incondicional a pesar de malos momentos y fomentar en mí las ganas de superación y luchar por lo que uno quiere. Mi hermana Pame por hacer de mi vida más feliz y estar a mi lado. A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo de la misma manera a la Carrera de Agroindustria por acogerme y prepararme profesionalmente. De la misma manera extender mis agradecimientos a los docentes que contribuyeron en mi formación académica.

Cristian

ÍNDICE DE CONTENIDO

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

CAPITULO I

1.	DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA.....	2
1.1	Planteamiento del problema.....	2
1.2	Justificación.....	2
1.3	Objetivos.....	3
1.3.1	<i>Objetivo general.....</i>	3
1.3.2	<i>Objetivos específicos.....</i>	3

CAPITULO III

2.	MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	4
2.1	La piel.....	4
2.1.1	<i>Definición de piel</i>	4
2.2	Estructura de la piel.....	4
2.2.1	<i>Epidermis</i>	5
2.2.2	<i>Dermis</i>	5
2.2.3	<i>Hipodermis</i>	6
2.3	Tipos de piel	6
2.3.1	<i>Pieles bovinas</i>	6
2.3.2	<i>Pieles caprinas</i>	7

2.3.3	<i>Pieles ovinas</i>	7
2.4	Division de la piel	7
2.4.1	<i>Cuello</i>	8
2.4.2	<i>Crupón</i>	8
2.4.3	<i>Faldas</i>	8
2.5	Curtición	9
2.6	Tipos de curtición	10
2.6.1	<i>Curtición mineral</i>	10
2.6.2	<i>Curtición con cromo</i>	10
2.6.3	<i>Curtición con sulfato de aluminio</i>	10
2.6.4	<i>Curtición vegetal</i>	11
2.6.5	<i>Curtiente vegetal con mimosa</i>	11
2.7	Proceso de curtido	12
2.7.1	<i>Recepción de la materia prima</i>	12
2.7.2	<i>Procedimiento de curtido</i>	12
2.7.3	<i>Etapa de ribera</i>	13
2.7.4	<i>Pesaje de las pieles</i>	13
2.7.5	<i>Remojo</i>	13
2.7.6	<i>Pelambre y calero</i>	13
2.7.7	<i>Descarnado</i>	14
2.7.8	<i>Dividido</i>	14
2.7.9	<i>Desencalado</i>	14
2.7.10	<i>Rendido</i>	14
2.7.11	<i>Piquelado</i>	14
2.7.12	<i>Etapa de curtido</i>	15
2.7.13	<i>Etapa de acabado en húmedo</i>	15
2.7.14	<i>Escurrido y rebajado</i>	15
2.7.15	<i>Neutralización</i>	16
2.7.16	<i>Recurtido</i>	16

2.7.17	<i>Teñido y Engrase</i>	16
2.7.18	<i>Acabado en seco</i>	16
2.7.19	<i>Planchado y clasificación</i>	16
2.8	Exigencias de las pieles para confección de calzado	17

CAPITULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO	18
3.1	Localización y duración del experimento	18
3.2	Unidades experimentales	18
3.3	Materiales, equipos e instalaciones	18
3.3.1	<i>Materiales</i>	18
3.3.2	<i>Equipos</i>	19
3.3.3	<i>Productos químicos y reactivos</i>	19
3.3.4	<i>Instalaciones</i>	20
3.4	Tratamiento y diseño experimental	20
3.5	Mediciones experimentales	21
3.5.1	<i>Resistencias físicas</i>	21
3.5.2	<i>Análisis sensorial</i>	21
3.6	Análisis estadísticos y pruebas de significancia	22
3.7	Procedimiento experimental	22
3.7.1	<i>Recepción de pieles</i>	22
3.7.2	<i>Remojo estático</i>	22
3.7.3	<i>Pelambre por embadurnado</i>	23
3.7.4	<i>Pelambre en bombo</i>	23
3.7.5	<i>Desencalado y rendido</i>	23
3.7.6	<i>Piquelado I</i>	24
3.7.7	<i>Desengrase</i>	24
3.7.8	<i>Piquelado II</i>	24

3.7.9	<i>Curtido</i>	24
3.7.10	<i>Remojo</i>	25
3.7.11	<i>Recurtido catiónico</i>	25
3.7.12	<i>Neutralizado</i>	25
3.7.13	<i>Recurtido aniónico</i>	25
3.7.14	<i>Engrase</i>	25
3.7.15	<i>Fijación de la anilina</i>	26
3.7.16	<i>Aserrinado, ablandado y estacado</i>	26
3.7.17	<i>Acabado en seco</i>	26
3.8	Metodología de evaluación	27
3.8.1	<i>Análisis de resistencias físicas</i>	27
3.8.1.1	<i>Resistencia a la tensión (N/m²)</i>	27
3.8.1.2	<i>Porcentaje de elongación (%)</i>	28
3.8.1.3	<i>Prueba abrasión al frote en seco (ciclos)</i>	29
3.8.1.4	<i>Prueba de flexometría en seco (ciclos)</i>	29
3.8.2	<i>Evaluación sensorial</i>	31
3.8.2.1	<i>Llenura</i>	32
3.8.2.2	<i>Finura de la flor</i>	32
3.8.2.3	<i>Redondez</i>	32
3.9	Análisis económico	32

CAPITULO IV

4.	MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	33
4.1	Características de resistencias físicas de los cueros caprinos curtidos con diferentes niveles de mimosa en combinación con 4% de sulfato de aluminio, para calzado	33
4.1.1	<i>Resistencia a la tensión</i>	33
4.1.2	<i>Porcentaje de elongación</i>	35
4.1.3	<i>Abrasión al frote en seco</i>	36

4.1.4	<i>Flexometría en seco</i>	38
4.2	Características sensoriales de las pieles caprinas curtidas con mimosa en combinación con sulfato de aluminio, para calzado.....	39
4.2.1	<i>Llenura</i>	39
4.2.2	<i>Finura de la flor</i>	41
4.2.3	<i>Redondez</i>	42
4.3	Evaluación económica.....	44

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-3: Condiciones Meteorológicas del cantón de Riobamba	18
Tabla 2-3: Esquema de experimento a investigar.	21
Tabla 3-3: Esquema de análisis de varianza (ADEVA).....	22
Tabla 4-3: Escala de calificación para variables sensoriales.....	31
Tabla 1-4: Características de resistencias físicas de cueros caprinos curtidos con diferentes niveles de mimosa con 4% de sulfato de aluminio, para calzado.....	33
Tabla 2-4: Características sensoriales de cueros caprinos curtidos con diferentes niveles de mimosa con 4% de sulfato de aluminio, para calzado.....	39
Tabla 3-4: Análisis económico de cueros caprinos curtidos con diferentes niveles de mimosa con 4% de sulfato de aluminio, para calzado.	44

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1-2:	Estructura de la piel.	5
Ilustración 2-2:	División de la piel animal.	7
Ilustración 3-2:	Forma de corte. Media piel u hoja.	8
Ilustración 4-2:	Forma de corte. Desfaldado ó dosset.	9
Ilustración 5-2:	Forma de corte. Hoja desfaldada.	9
Ilustración 1-3:	Dimensiones de la probeta utilizada.	27
Ilustración 2-3:	Equipos para la medición de resistencia a la tensión y elongación.....	28
Ilustración 3-3:	Equipos para la medición de abrasión al frote (ciclos).	29
Ilustración 4-3:	Medidas de la probeta para resistencia a la flexión.	30
Ilustración 5-3:	Pinza de sujeción superior (móvil)	30
Ilustración 6-3:	Pinza de sujeción inferior (móvil).....	30
Ilustración 7-3:	Equipo de análisis de resistencia a la flexión.....	31
Ilustración 1-4:	Resistencia a la tensión de los cueros caprinos curtidos con diferentes niveles de mimosa en combinación con sulfato de aluminio.....	34
Ilustración 2-4:	Porcentaje de elongación de los cueros caprinos curtido con diferentes niveles de mimosa en combinación con sulfato de aluminio.	35
Ilustración 3-4:	Abrasión al frote en seco de los cueros caprinos curtidos con diferentes niveles de mimosa en combinación con sulfato de aluminio.	37
Ilustración 4-4:	Flexometría de los cueros caprinos curtidos con diferentes niveles de mimosa en combinación con sulfato de aluminio.....	38
Ilustración 5-4:	Llenura de los cueros caprinos curtidos con diferentes niveles de mimosa en combinación con sulfato de aluminio.....	40
Ilustración 6-4:	Finura de la flor de los cueros caprinos curtidos con diferentes niveles de mimosa en combinación con sulfato de aluminio.	42
Ilustración 7-4:	Redondez de los cueros caprinos curtidos con diferentes niveles de mimosa en combinación con sulfato de aluminio.....	43

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** RESISTENCIA A LA TENSIÓN DE LAS PIELES CAPRINA CURTIDAS CON DE DIFERENTES NIVELES DE MIMOSA (12, 14 Y 16%) COMBINADO CON 4% DE SULFATO DE ALUMINIO.
- ANEXO B.** PORCENTAJE DE ELONGACIÓN DE LAS PIELES CAPRINA CURTIDAS CON DE DIFERENTES NIVELES DE MIMOSA (12, 14 Y 16%) COMBINADO CON 4% DE SULFATO DE ALUMINIO.
- ANEXO C.** ABRASIÓN AL FROTE DE LAS PIELES CAPRINA CURTIDAS CON DE DIFERENTES NIVELES DE MIMOSA (12, 14 Y 16%) COMBINADO CON 4% DE SULFATO DE ALUMINIO.
- ANEXO D.** FLEXIÓN DE LAS PIELES CAPRINA CURTIDAS CON DE DIFERENTES NIVELES DE MIMOSA (12, 14 Y 16%) COMBINADO CON 4% DE SULFATO DE ALUMINIO.
- ANEXO E.** LLENURA DE LAS PIELES CAPRINA CURTIDAS CON DE DIFERENTES NIVELES DE MIMOSA (12, 14 Y 16%) COMBINADO CON 4% DE SULFATO DE ALUMINIO.
- ANEXO F.** FINURA DE FLOR DE LAS PIELES CAPRINA CURTIDAS CON DE DIFERENTES NIVELES DE MIMOSA (12, 14 Y 16%) COMBINADO CON 4% DE SULFATO DE ALUMINIO.
- ANEXO G.** REDONDEZ DE LAS PIELES CAPRINA CURTIDAS CON DE DIFERENTES NIVELES DE MIMOSA (12, 14 Y 16%) COMBINADO CON 4% DE SULFATO DE ALUMINIO.
- ANEXO H.** HOJA TÉCNICA: MUESTRAS DE CUERO CAPRINO CON 12% MIMOSA + 4% SULFATO DE ALUMINIO.
- ANEXO I.** HOJA TÉCNICA: MUESTRAS DE CUERO CAPRINO CON 14% MIMOSA + 4% SULFATO DE ALUMINIO.
- ANEXO J.** HOJA TÉCNICA: MUESTRAS DE CUERO CAPRINO CON 16% MIMOSA + 4% SULFATO DE ALUMINIO.
- ANEXO K.** BITÁCORA DE CUEROS CAPRINOS PARA CALZADO.
- ANEXO L.** PROCESO RIVIERA DEL CUERO CAPRINO CON 12, 14 Y 16% DE MIMOSA EN COMBINACIÓN CON EL 4 % DE SULFATO DE ALUMINIO.
- ANEXO M.** PROCESO DE DESENCALADO, PIQUELADO, DESENGRASE, PIQUELADO 2 Y CURTIDO DEL CUERO CAPRINO CURTIDO CON 12, 14 Y 16% DE MIMOSA EN COMBINACIÓN CON EL 4 % DE SULFATO DE ALUMINIO.

ANEXO N. PROCESO ACABADO EN HÚMEDO DEL CUERO CAPRINO CON 12, 14 Y 16% DE MIMOSA EN COMBINACIÓN CON EL 4 % DE SULFATO DE ALUMINIO.

ANEXO O. PROCESO ACABADO EN SECO DEL CUERO CAPRINO CON 12, 14 Y 16% DE MIMOSA EN COMBINACIÓN CON EL 4 % DE SULFATO DE ALUMINIO.

RESUMEN

Obtención de cuero caprino para la elaboración de calzado, por medio de una curtición vegetal, empleando diferentes niveles de mimosa (12, 14, y 16%), en combinación con 4% de sulfato de aluminio. Se uso 15 pieles caprinas, distribuidas en 3 tratamientos, cada una con 5 repeticiones y modeladas con un diseño completamente al azar. Para la determinación de la calidad del cuero se realizó pruebas físicas (resistencia a la tensión, porcentaje de elongación, abrasión al frote y resistencia a la flexión), evaluados con la prueba de Tukey, mientras que para las variables sensoriales (llenura, finura de la flor y redondez) se empleó la prueba de Kruskal-Wallis. Esta investigación fue desarrollada en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo en el Laboratorio de Curtiembre y Fibras Agroindustriales de la Facultad de Ciencias Pecuarias. Los resultados indican que al emplear 14% de mimosa se obtiene una mejor resistencia a la tensión (7903,98 N/cm²), el mejor porcentaje de elongación (70,29%) se percibe al emplear el 16% de mimosa, el mejor resultado en abrasión al frote se presenta al emplear 12% de mimosa con (180 ciclos), en cuanto a resistencia a la flexión entre los niveles no se encuentra diferencia. En las variables sensoriales se obtiene mejores puntuaciones en llenura (5 puntos) y redondez (5 puntos) al curtir con el 16% de mimosa, mientras que en al curtir con el 12% de mimosa se obtiene la mejor calificación en la variable sensorial finura de la flor (5 puntos). La evaluación económica determina que la mayor ganancia se obtiene al curtir con el 14% de mimosa con un valor de \$1.80, lo que representa una utilidad del 80%. Por lo que se recomienda curtir pieles caprinas con mimosa, con el objetivo de incentivar la aplicación de tecnologías limpias que eviten la contaminación del medio ambiente.

Palabras clave: <CURTICIÓN >, <CUERO>, < CURTICIÓN VEGETAL>, <MIMOSA >, <SULFATO DE ALUMINIO>, <FLEXOMETRÍA>, <CUERO PARA CALZADO>.

0239-DBRA-UPT-2024



ABSTRACT

Goat Leather Production for Footwear Manufacturing through Vegetable Tanning Using Different Levels of Mimosa (12%, 14%, and 16%) in Combination with 4% Aluminum Sulfate. Fifteen goat hides were subjected to this study, distributed across three treatments, each with five replications, and modelled with a completely randomized design. The leather quality was an essential parameter evaluated through physical properties (tensile strength, elongation percentage, abrasion resistance, and flexural strength), determined by Tukey's test, while the Kruskal-Wallis test allowed for the assessment of sensory variables (fullness, fineness of grain, and roundness). Tannery and Agro-industrial Fibers Laboratory of the Faculty of Animal Sciences at the Polytechnic School of Chimborazo was the place to conduct this research. The findings reported that employing 14% mimosa yields better tensile strength (7903.98 N/cm²), the highest elongation percentage (70.29%) resulted after using 16% mimosa, and the best result in abrasion resistance resulted from using 12% mimosa (180 cycles). The findings related to flexural strength determined no significant differences among the levels. The best results in sensory variables fullness (5 points) and roundness (5 points) appeared after tanning with 16% mimosa, while the best rating for the sensory variable fineness of grain (5 points) resulted after tanning with 12% mimosa. Economic evaluation determines that the highest profit is obtained when tanning with 14% mimosa, with a value of \$1.80, representing an 80% profit margin. Therefore, tanning goat hides with mimosa is an aspect to consider to promote the adoption of clean technologies that prevent environmental pollution.

Keywords: <VEGETABLE TANNING>, <MIMOSA>, <ALUMINUM SULFATE>, <FLEXOMETRY>, <LEATHER FOR FOOTWEAR>.


Lic. Mónica Logroño B., Mgs.

060274953-3

0239-DBRA-UPT-2024

INTRODUCCIÓN

El proceso de transformación de piel a cuero se denomina curtición, la cual por medio de agentes químicos ayuda a la conservación de la piel concediéndole características de resistencia, flexibilidad y permeabilidad. Dentro de la industria de la curtiembre se utilizan las pieles de animales faenados que esto resulta ser un subproducto de la industria cárnica y que, de no ser por este proceso serían consideradas desechos y tendrían que ser eliminadas en vertederos sanitarios o incineradas. El proceso de curtido implica la absorción y reacción de la dermis, que es la capa interna de la piel, con agentes curtientes. Los agentes curtientes son sustancias químicas que modifican la estructura de la piel para hacerla más resistente, flexible y duradera. Algunos de los agentes curtientes comunes incluyen sales de cromo, sales de aluminio, ácido tánico y otros compuestos químicos Clasificación Industrial Internacional Uniforme , 201,3 p. 127) .

El curtido es una parte fundamental de la industria del cuero y ha evolucionado con el tiempo para ser más eficiente y respetuoso con el medio ambiente. En algunos casos, se utilizan técnicas de curtido vegetal que involucran productos naturales en lugar de productos químicos, lo que hace que el proceso sea más sostenible. La industria del curtido juega un papel importante en la economía y proporciona una variedad de productos de cuero que se utilizan en todo el mundo (Salazar, 2021, p. 16).

La curtición vegetal es un proceso de curtido donde se usan sustancias orgánicas conocidas como taninos, estos son obtenidos de cortezas de árboles y arbustos, generalmente de la acacia, roble, castaño, y el quebracho. Los taninos son compuestos que interactúan con las proteínas del cuero, proporcionando características deseables como resistencia, flexibilidad y durabilidad. La mimosa es un curtiente vegetal obtenida de la corteza de los árboles del género Acacia, originaria de Australia es un árbol de hoja perenne muy cultivado en Europa por sus fragantes flores de color amarillo fuerte (Pauca, 2009, p. 34). Este curtiente vegetal tiene la característica de conceder al cuero con una textura suave y una apariencia natural, además se puede combinar con otros curtientes vegetales o con productos químicos como el sulfato de aluminio para mejorar la calidad del cuero (Rabasco, 2017, p. 24).

El empleo de agentes curtientes de origen vegetal se destaca por su capacidad de no producir desechos químicos perjudiciales, lo que contribuye a reducir el impacto ambiental y disminuye la cantidad de oxígeno necesaria para la descomposición en comparación con los curtientes minerales convencionales que se emplean en la actualidad (Hidalgo, 2004, p. 10).

CAPITULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

El uso del cromo para la curtición de pieles se ha empleado desde la antigüedad generando desechos líquidos considerados altamente tóxicos, agravando el medio ambiental y causando problemas de salud, para las personas que realizan el proceso de curtiduría. Por ese motivo el uso de curtientes de origen vegetal ha venido ganando espacio ya que es más respetuosa con el medio ambiente y siendo una alternativa a los curtientes minerales, como el cromo. Por consiguiente, se lleva a cabo la introducción de un proceso de curtición mixta a base de mimosa en combinación de sulfato de aluminio con el propósito de conocer que combinación es la adecuada para sustituir el cromo en la curtición de pieles de caprinas destinadas a la confección de calzado. Además, se busca reducir la liberación de sustancias tóxicas en los efluentes líquidos y minimizar la contaminación del agua y del suelo (Salazar, 2021, p. 16).

1.2 Justificación

La práctica de la curtición con minerales en la industria del cuero es ampliamente empleada debido a las notables cualidades de calidad que confiere al producto final. No obstante, ha recibido críticas recurrentes por la contaminación ambiental resultante de la liberación de cromo en las aguas residuales, así como por los riesgos para la salud, como intoxicaciones y la posibilidad de causar cáncer en los trabajadores de las curtidurías.

Siguiendo este razonamiento, el propósito de la investigación es llevar a cabo un proceso de curtición mixta. En este método, se utilizará un agente curtiente vegetal, específicamente la mimosa, conocida por proporcionar propiedades como flexibilidad y una flor firme. Esta sustancia se combinará con sulfato de aluminio, con el fin de conferir a la piel características adicionales de resistencia.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Curtir pieles caprinas con diferentes niveles de Mimosa y sulfato de aluminio para la elaboración de calzado

1.3.2 Objetivos específicos.

- Aplicar diferentes niveles de Mimosa (12, 14 y 16%), en combinación con el 4% de sulfato de aluminio en la curtición de pieles caprinas para la elaboración de calzado.
- Realizar pruebas de resistencia física en los cueros caprinos curtidos con diferentes niveles de mimosa en combinación con sulfato de aluminio.
- Evaluar las características sensoriales del cuero caprino curtido con diferentes niveles de mimosa en combinación con sulfato de aluminio.
- Determinar la rentabilidad a través del indicador beneficio/costo en la producción de cueros caprinos.

CAPITULO III

2. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

2.1 La piel

2.1.1 *Definición de piel*

Según Barioglio (2001 p. 235), considera a la piel el órgano más grande en el cuerpo que forma la capa exterior de un animal, y esto resalta la importancia de utilizarla como materia prima en la producción de cuero acabado, especialmente destinado para la fabricación de calzado y prendas de vestir para los seres humanos. La piel refleja diversos rasgos significativos y específicos del animal, como su edad, género, alimentación, entorno y estado de salud, ya que responde a los cambios fisiológicos que experimenta el animal (Adzet, 2005, p. 54).

La piel fresca está formada por un retículo de proteínas fibrosas bañadas por un líquido acuoso que contiene proteínas globulares, grasas, sustancias minerales y orgánicas. (Hidalgo, 2004, p. 10)

- Agua: 64 %.
- Proteínas: 33 %.
- Grasas: 2 %.
- Sustancias minerales: 0,5 %.
- Otras sustancias: 0,5%

2.2 Estructura de la piel

La piel consta de tres componentes fundamentales, que son la epidermis, la dermis y el tejido subcutáneo o hipodermis tal cual como se muestra en la Ilustración 1-2.

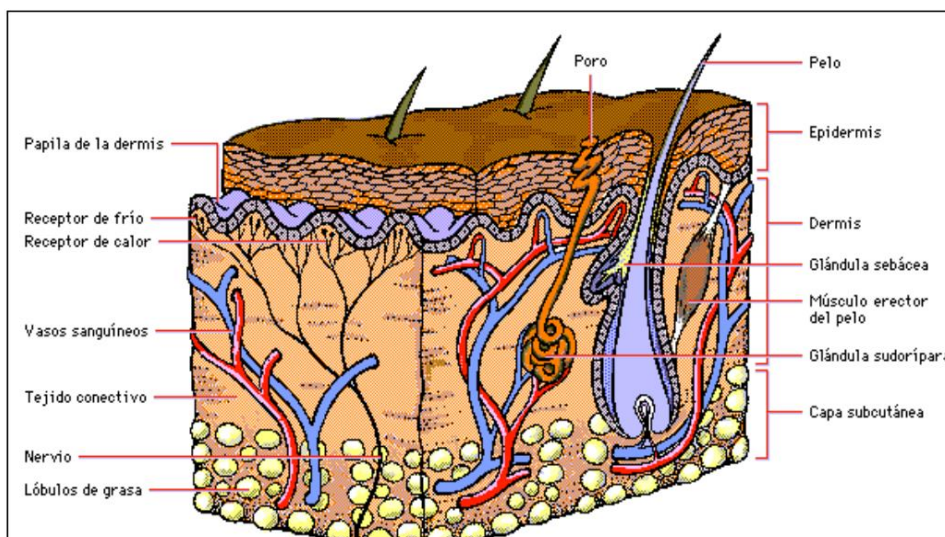


Ilustración 1-2: Estructura de la piel.

Fuente: (Artigas, 2007, p. 38)

2.2.1 *Epidermis*

Es la capa más superficial de la piel y puede contener folículos pilosos. La epidermis está compuesta por varias capas de células diferentes, incluyendo la capa basal, la capa espinosa y la capa córnea, que son las principales. Estas células desempeñan un papel importante en la función de barrera de la piel y en la producción de pelo (Colville, 2009, p. 74).

2.2.2 *Dermis*

Es una capa flexible, fibrosa, elástica y altamente resistente que constituye la mayor parte del grosor de la piel. La dermis es un tejido fibroelástico que se compone de una red de colágeno y fibras elásticas. Se pueden distinguir dos capas dentro de la dermis: la capa papilar y la capa reticular. La capa papilar consiste en un entrelazado de fibras que se extienden en múltiples direcciones, principalmente en ángulos perpendiculares a la superficie de la piel. En cambio, la capa reticular se caracteriza por su apariencia de red y está formada por fibras más gruesas y resistentes que se entrecruzan formando ángulos aproximados de 45 grados con respecto a la superficie de la piel. Esta última es esencial para el proceso de curtido, ya que es la que se convierte en cuero y representa aproximadamente el 85% del grosor de la piel en bruto (Andrade, 2018, p. 14).

2.2.3 Hipodermis

También conocida como tejido subcutáneo o tejido adiposo, es la parte más profunda de la estructura de la piel, representa alrededor del 15% del grosor total de la piel en bruto y generalmente se elimina durante el proceso de descarte situada por debajo de la dermis. Está compuesta por una menor cantidad de fibras de colágeno y una mayor cantidad de células grasas. Cumple funciones importantes, como ayudar a mantener el calor del cuerpo del animal y actuar como una capa protectora que absorbe impactos, lo que contribuye a prevenir lesiones (Colville, 2009, p. 74) .

2.3 Tipos de piel

Podemos encontrar diferentes tipos de piel de origen animal, la cual varía en su composición porcentual en las capas superior (conocida como "flor") y la inferior (llamada "carne"). La estructura de las pieles puede diferir significativamente según la especie animal en cuanto a sus hábitos de vida, la estación del año en la que se obtienen, la edad, el sexo y las condiciones de crianza que hayan experimentado hasta el momento de la faena. Estos factores influyen en la calidad y las características de las pieles, lo que a su vez afecta su idoneidad para la producción de cuero y otros productos relacionados. (Salguero, 2013, p. 35).

2.3.1 Pieles bovinas

Como menciona (Luna, 2014, p. 25), este tipo de piel son ampliamente utilizados debido a su gran tamaño y excelente calidad suelen estar compuestos por un tejido fibroso y elástico. Una vez que se someten a procesamiento, ofrecen cortes y granos adecuados para su uso en confecciones de alta calidad. Estas pieles también tienden a poseer cierta rigidez y flexibilidad, lo que hace que el cuero terminado sea muy resistente, además de presentar una suavidad en la parte de la superficie conocida como "flor."

Los becerros, tienden a proporcionar cueros de mayor calidad en comparación con los animales adultos. Las pieles de becerro tienen una estructura más fina debido a que los folículos capilares son más pequeños y están más densamente distribuidos. Estas pieles generalmente provienen de terneros machos que han sido criados para obtener un buen rendimiento en carne y que son sacrificados cuando han alcanzado un nivel de desarrollo adecuado. Estas características hacen que las pieles de becerro sean apreciadas por su suavidad y calidad en la industria del cuero. (Hidalgo, 2004, p. 19).

2.3.2 Piel caprina

La composición básica de la piel se distribuye de la siguiente manera: un 64% de agua, un 33% de proteínas, un 2% de grasas, un 0.5% de sustancias minerales y otro 0.5% de otras sustancias. Dentro del contenido proteico, se pueden identificar principalmente el colágeno, que representa entre el 94% y el 95%, la elastina con un 1%, la queratina con un 1-2%, y el restante constituido por proteínas no fibrosas. La piel también puede estar expuesta a contaminantes externos, como orina, estiércol, tierra y otros. Si una piel, tal como se obtiene del animal, se deja en un entorno cálido y húmedo, comienza a experimentar un proceso de descomposición. Este proceso puede prevenirse mediante la adición de una solución bactericida, aunque, de todas maneras, una vez que se seca, se convierte en un producto rígido sin flexibilidad (Lacerca, 2003, p. 43).

2.3.3 Piel ovina

La piel de ovino se caracteriza por ser extensible, flexible y fina lo que la convierte en pieles de mayor calidad. Estas pieles se utilizan comúnmente en la fabricación de bolsos, guantes, zapatos y otros productos donde se requiere una piel de buena calidad y textura (Hidalgo, 2004, p. 20).

2.4 División de la piel

La piel se divide en tres zonas como se describe a continuación:

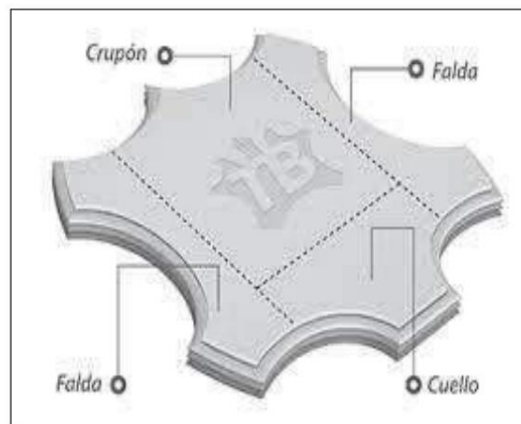


Ilustración 2-2: División de la piel animal.

Fuente: (Luna, 2014, pág. 74)

2.4.1 *Cuello*

Esta zona se encuentra en la región del cuello y cabeza del animal, con estructura irregular a medida que envejece se evidencia más arrugas. Representa el 25 % del total de la piel del animal (Luna, 2014, p. 36).

2.4.2 *Crupón*

Se encuentra ubicado en la región dorsal y región lumbar del animal, caracterizada por ser la parte más homogénea y más compacta de toda la piel animal. Esta representa un 45% del peso total de la piel del animal (Salguero, 2013, p. 35).

2.4.3 *Faldas*

El lugar que ocupan son los costados del vientre, siendo una zona irregular haciendo referencia en cuanto a espesor y capacidad. Por lo que corresponde al 30% del peso total de la piel fresca. (Salguero, 2013, p. 35).

Las pieles pueden ser procesadas en su totalidad o divididas, y la denominación que se les da depende de cómo sea su corte:

- Media piel u hoja si la piel es cortada por el espinazo (Artigas, 2007, p. 24).

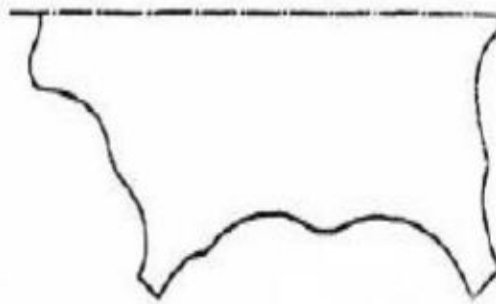


Ilustración 3-2: Forma de corte. Media piel u hoja.

Fuente: (Artigas, 2007, p. 24).

- Desfaldado o dosset, es cuando se separan las faldas (Artigas, 2007, p. 24).

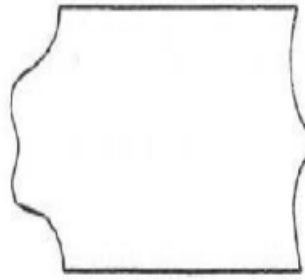


Ilustración 4-2: Forma de corte. Desfaldado ó dosset.
Fuente: (Artigas, 2007, p. 24)

- Hoja desfaldada, cuando primero se corta por el espinazo y a esa mitad se la desfalda (Artigas, 2007, p. 24).



Ilustración 5-2: Forma de corte. Hoja desfaldada.
Fuente: (Artigas, 2007, p. 24)

2.5 Curtición

El propósito principal del proceso de curtido es prevenir que las proteínas que componen la estructura fibrosa del cuero tengan la tendencia a descomponerse, es decir, evitar que se pudran. Este objetivo se logra estabilizando estas proteínas, y las sustancias responsables de esta estabilización se conocen como curtientes. El resultado de este proceso se manifiesta cuando el cuero se seca, ya que no se vuelve rígido como una roca, sino que conserva su porosidad y flexibilidad. (Hidalgo, 2004, p. 20)

La estabilización de la molécula de colágeno en el cuero implica la interacción entre grupos reactivos positivos (+) y negativos (-). En el proceso de curtido, el cromo se une a los grupos negativos, mientras que los curtientes de origen vegetal se unen a los grupos positivos. Esta unión se optimiza bajo condiciones específicas, que incluyen el estado del cuero (ya sea en forma de proteínas o colágeno), la temperatura, el pH de las sustancias químicas en el cuero y las concentraciones. La estabilización del cuero ocurre solo cuando el cromo y otros materiales

curtientes se fijan. Esta fijación tiene lugar exclusivamente en el interior de las fibras, entre moléculas individuales, y no entre las fibras mismas. (Melgar, 2000, p. 45)

2.6 Tipos de curtición

2.6.1 *Curtición mineral*

La curtición mineral una de las técnicas más empleadas en el proceso de curtido, que permite estabilizar el colágeno de la piel mediante agentes curtientes minerales, transformando la piel en cuero. En los curtidos minerales, se utilizan diversas sales de cromo en proporciones variables. Su adopción se debe a su relativo bajo costo, la rapidez con la que se puede llevar a cabo el proceso y la alta calidad del cuero resultante. Estos agentes protegen las proteínas del cuero contra la descomposición bacteriana y las influencias externas mediante una reacción con productos polifuncionales de peso molecular intermedio (Adzet, 2019, p. 12).

2.6.2 *Curtición con cromo*

En el proceso de curtido de pieles con sales de cromo, se utilizan diversos agentes químicos que interactúan con las fibras de colágeno con el fin de lograr cueros estables y duraderos. Durante más de un siglo, las sales de cromo trivalente ($\text{Cr}+3$) han sido uno de los métodos más significativos en este proceso. Actualmente, a nivel mundial, alrededor del 80% de todos los cueros se curten utilizando este método (Hidalgo, 2017, p. 19). La materia prima para producir estas sales proviene de minerales de cromo, conocidos como cromitas. Sin embargo, solo alrededor del 2% de los minerales de cromo se utilizan para el proceso de curtido (Melgar, 2000, p. 45)

2.6.3 *Curtición con sulfato de aluminio*

Las sales de aluminio tienen una mayor afinidad que el cromo por el cuero cuando el pH es más bajo, lo que las hace adecuadas para su uso en una etapa inicial de curtido junto con el cromo. El aluminio reacciona con las proteínas del cuero, aunque el enlace resultante no es tan resistente como el generado por el cromo. Por lo tanto, la estabilización de las proteínas o el curtido con aluminio, por sí solo, no suele ser suficiente para producir un cuero con una resistencia total al calor (Bello, 2022, p. 22).

La piel curtida con sales de aluminio es de color blanco, opaca y tiene una apariencia suave, a menudo se le conoce como curtición glasé. A pesar de su agradable sensación al tacto, si se lava

simplemente, vuelve a adquirir las características de una piel sin curtir. Dependiendo del método de curtido utilizado, las temperaturas de curtido pueden variar entre 65-85 °C en un solo proceso. Una de las principales ventajas de esta curtición es que no altera el color del pelo de las pieles, lo que la hace especialmente valiosa en la peletería. Además, este tipo de curtido proporciona un adobo delgado y flexible, lo cual es de gran importancia en la industria peletera (Yáñez, 2019, p. 34)

2.6.4 Curtición vegetal

En el proceso de curtido vegetal, se emplean sustancias denominadas taninos, que son compuestos orgánicos capaces de reaccionar con las proteínas del colágeno. Químicamente, estos taninos se unen a las moléculas de colágeno presentes en las pieles de animales, creando enlaces entre sí. Este proceso contribuye significativamente a aumentar la firmeza de la piel, lo que resulta en una mayor resistencia al calor durante la curtición vegetal. (Jaramillo, 2021, p.). De acuerdo con (Hidalgo, 2017 p. 19), también otorga ciertas cualidades de suavidad al tacto y elasticidad a las pieles, y estas características son el resultado de los materiales curtientes utilizados y los métodos de trabajo aplicados, de la misma manera menciona que estos extractos vegetales son obtenidos de materiales como: cortezas, maderas, hojas y raíces de plantas tropicales o subtropicales, como la mimosa, el quebracho, el castaño, el roble o la corteza de pino.

2.6.5 Curtiente vegetal con mimosa

El extracto curtiente de Mimosa es un producto natural obtenido a partir de la corteza de la Acacia Negra, específicamente de la especie *Acacia Mearnsii*, la cual es originaria de Australia. Esta especie de Acacia se adapta bien en otros lugares del mundo con climas, suelos y niveles de lluvia similares, como Sudamérica y Brasil. La corteza se recolecta aproximadamente a los 8 años de crecimiento para obtener este extracto curtiente. (Tirado, 2022, p. 27).

Los componentes químicos de los taninos vegetales están constituidos por moléculas poliméricas polifenólicas. Para garantizar un desarrollo óptimo, los árboles jóvenes son alimentados cuidadosamente durante los dos primeros años. El efecto curtiente de los polifenoles depende de la masa molecular y el número de grupos fenólicos presentes, lo que hace del extracto de corteza de Acacia un agente tanino ideal (Moreno, 2017, p. 29).

Algunas de las características del curtiente vegetal de mimosa son:

- El extracto de mimosa es soluble en agua fría y en caliente y posee las siguientes características: Rápida penetración, excelente rendimiento, cueros muy claros, buen poder de fijación y agradable tonalidad crema (Hidalgo, 2004, p. 42).
- En la recurtición de cueros al cromo el empleo de extracto de mimosa permite rellenar faldas y flancos, favorecer el lijado, mantener el grabado de la plancha aportando y excelente efecto de quema. (Hidalgo, 2004, p. 42).

2.7 Proceso de curtido

Es un procedimiento que preserva y mejora las características de la piel de un animal, convirtiéndola en cuero o suela, otorgándole color, elasticidad y resistencia. Al tratar la piel, las moléculas de colágeno, las cuales tienen una alta capacidad de absorción de agua y de unión con las diversas sustancias utilizadas en el proceso de curtido. Durante el curtido, se promueve la unión de las proteínas de colágeno presentes en la piel, lo que aumenta su durabilidad y previene la descomposición. Este proceso ocurre en dos etapas: primero, se produce la absorción y penetración de la sustancia curtiente a través de los poros de la piel; segundo, se combina esta sustancia con las proteínas de la piel, formando compuestos complejos que se distribuyen hacia las capas internas, hasta que la piel queda completamente curtida (Candarle, 2020, p. 2).

2.7.1 *Recepción de la materia prima*

Es importante llevar a cabo una inspección visual y verificar las condiciones de las pieles, ya sea que hayan sido sometidas a un proceso de conservación o que estén en estado fresco. Cuando las pieles tienen un alto contenido de humedad, son susceptibles a la contaminación y esto debe ser detectado. (Galarza, 2019, p. 25) señala la importancia de eliminar cualquier resto de sangre, heces, tierra y suciedad de las pieles. Por lo tanto, es fundamental comenzar con la etapa de remojo antes de realizar cualquier otro procedimiento. Esta fase de remojo tiene como objetivo eliminar impurezas y preparar la piel para los tratamientos posteriores.

2.7.2 *Procedimiento de curtido*

El proceso de curtido se divide en cuatro etapas que son la etapa de ribera, la etapa de curtido, la etapa de acabado en húmedo y finalmente el acabado en seco. Es importante tener en cuenta que estas etapas pueden variar según el tipo de producto final que se desee obtener (Valencia, 2017, p. 18).

2.7.3 *Etapa de ribera*

El proceso implica una combinación de varios fenómenos, que incluyen el reverdecimiento, la eliminación de las proteínas globulares, la eliminación del pelo y la apertura de las fibras. Todo esto se realiza con el fin de obtener las características deseadas en el cuero (Cubiña, 2023 p. 6).

2.7.4 *Pesaje de las pieles*

Importante pesar las pieles utilizando una báscula o una pesa. Sin embargo, antes de llevar a cabo esta tarea, es esencial eliminar cualquier impureza de las pieles para asegurarse de que los datos del pesaje sean precisos y confiables.

2.7.5 *Remojo*

La finalidad de este paso es rehidratar la piel y eliminar las impurezas, grasas, y otros elementos no deseados que puedan estar presentes en la piel y que deben ser eliminados lo antes posible. Esto se logra mediante el uso de agua como el principal componente, junto con tensoactivos, bactericidas, y, en algunos casos, enzimas. También se pueden emplear cantidades mínimas de álcali. Además, los efectos mecánicos, como la agitación, también desempeñan un papel importante en este proceso

2.7.6 *Pelambre y calero*

El proceso de pelambre y calero, que es llevado a cabo principalmente por las curtiembres del país, se divide en dos etapas. En la primera etapa, conocida como pelambre por embadurnado, se crea una pasta compuesta por agua, sulfuro de sodio y cal, que se aplica de manera uniforme en la parte interna de la piel, es decir, en el lado de la carne. Después de un período de tiempo, esta pasta se difunde hacia la raíz del pelo, lo que facilita la eliminación de la capa de piel que contiene pelo, es decir, la epidermis (Moreira, 2002, p. 38).

La segunda etapa implica el pelambre en bombo y tiene como propósito eliminar los posibles restos de pelo o lana que no se desprendieron en el proceso de pelambre anterior, particularmente en los bordes de la piel. Luego de un tiempo transcurrido, se logra obtener una piel libre de restos de pelo o lana y se observa un hinchamiento de la piel. Esto confirma los conceptos mencionados previamente en relación al pelambre y al calero (Moreira, 2002, p. 38).

2.7.7 Descarnado

Este proceso consiste en eliminar del lado de la carne de la piel (hipodermis): restos de carne y grasa que pueden estar presentes en la misma e impiden la penetración de los agentes químicos utilizados en las operaciones posteriores de curtición y post-curtición como de los procesos de acabado (Bacardit, 2014, p. 41).

2.7.8 Dividido

Tiene la finalidad dividir la piel en dos capas: la capa superior, conocida como "capa flor", que se utiliza para la fabricación de cueros, y la capa inferior, denominada "capa descarnada" o "raspada", que se emplea en la fabricación de gamuzas (Cubiña, 2023, p. 26).

2.7.9 Desencalado

Es un proceso indispensable antes del proceso de curtición que permite eliminar la cal y otras sustancias alcalinas que se encuentran en el interior de la piel debido al proceso de pelambre y calero disminuyendo el hinchamiento y dándole morbidez a la estructura dérmica de la piel. Es importante destacar que la cal no solamente se puede encontrar en la parte de la flor de la piel sino también entre sus espacios interfibrilares y combinada con las estructuras colagénicas de la piel (González, 2004, p. 33).

2.7.10 Rendido

Este proceso provoca el aflojamiento del colágeno y una ligera pectización del mismo. Como efecto secundario, también contribuye a la limpieza de los restos de epidermis, pelo y grasa presentes en la piel. Se logra utilizando enzimas proteolíticas (Cubiña, 2023, p. 7)

2.7.11 Piquelado

Su función principal es acidular el pH de la piel a un pH óptimo según los agentes curtientes que penetren la piel y se entrelacen con las fibras de colágeno, por lo general, el valor de pH después del proceso de piquelado es 3-3.5. Por lo tanto, para llevar a cabo este proceso, se utiliza principalmente agentes salinos y ácidos que permitan preparar a la piel para el proceso de curtición, por lo tanto, la cantidad de estos productos depende del tipo de curtiente que se va a utilizar. (Moreira, 2002, p. 39).

2.7.12 Etapa de curtido

En esta etapa se producen enlaces transversales en los que participa el agente curtiente, lo que da lugar a la formación de una red o reticulación en la estructura del colágeno. Como resultado de este proceso, se observa una reducción en la capacidad de hinchamiento del colágeno, así como un aumento en la temperatura de contracción (TC), que es la temperatura en la que comienza la gelatinización del colágeno. Durante este proceso final, se produce una ruptura en la estructura molecular ordenada, especialmente de los puentes de hidrógeno que se encuentran entre los grupos peptídicos de las tres cadenas que conforman una molécula de colágeno (Belda, 2006, p. 25).

2.7.13 Etapa de acabado en húmedo

Son una serie de tratamientos, principalmente dirigidos a la superficie de las pieles, que se aplican con el propósito de infundirles vida, personalidad y mejorar la calidad de los artículos terminados. En lo que respecta al acabado, aspectos cruciales incluyen la apariencia y clasificación, la sensación al tacto, y las operaciones que impactan en la estructura física y sólida de las pieles (Angulo, 2007, p. 36).

De acuerdo con (Bacardit, 2014, p. 50), el acabado debe mejorar la clasificación de la piel sin afectar la suavidad y la soltura de la superficie, disimulando defectos superficiales como rasguños y manchas, eliminando imperfecciones como los poros visibles y proporcionando a la piel un brillo adecuado y uniforme. Además, debe lograr una igualación de color y, en el caso de artículos específicos, crear un efecto de sombra o contraste adecuado. En todos los casos, el acabado debe preservar o devolver a la piel su aspecto natural. Si pensamos en la piel como un vacío en términos de la impresión que nos genera al presionarla con la mano, ya sea firme, suave, completa, vacía o con cierta elasticidad, deberíamos usar otra palabra para describir la sensación que experimentamos al tocarla superficialmente.

2.7.14 Ecurrido y rebajado

En esta operación, se realiza un ajuste del espesor del cuero a la medida deseada. El objetivo principal es obtener cueros con un grosor uniforme, mientras que el escurrido es la eliminación de excedente de agua que contiene el cuero, el cual es pasado en medio de dos cilindros a presión rodeados de fieltro.

2.7.15 Neutralización

Este proceso implica la eliminación de rebajaduras, sales, sales de cromo no fijadas y ácidos fuertes presentes en el cuero. También puede involucrar la sustitución de ácidos fuertes por ácidos orgánicos (Cubiña, 2023, p. 8).

2.7.16 Recurtido

Este proceso permite rellenar las áreas laterales y los flancos de la piel, facilita el lijado y conserva el grabado de la superficie, proporcionando un excelente efecto de quema (Rabasco, 2017, p. 29).

2.7.17 Teñido y Engrase

El teñido consiste en la coloración de los cueros y en el engrase se utilizan aceites de origen natural o sintético, tiene por objeto lubricar las fibras e impartir al cuero propiedades físicas que le aportan características que exige el mercado como es la elasticidad, suavidad o dureza, hidrofobicidad, textura, tacto, elongación, conductividad térmica y peso específico (Cubiña, 2023, p. 8).

2.7.18 Acabado en seco

El acabado en cuero es un conjunto de procesos que se centran en el tratamiento superficial del cuero con el propósito de darle su apariencia final. Esta etapa confiere al cuero características visuales, táctiles y propiedades físicas específicas. En términos generales, los cueros pueden tener acabados que respetan su color natural o se les puede aplicar un colorante para cubrirlo. También, se pueden aplicar pigmentos con la intención de cubrir por completo la superficie y ocultar cualquier defecto en la capa de la piel (Martínez, 2015, p. 36)

2.7.19 Planchado y clasificación

En este proceso se busca darle brillo al cuero con ayuda de máquinas de prensado estas pueden ser rotativas, de mesa o rotativas. El objetivo del planchado es otorgarle a la flor una superficie firme y lisa, esto hace que se reduzca la absorción por la piel (Vinueza, 2011, p. 132)

2.8 Exigencias de las pieles para confección de calzado.

La (INEN, 1920 p. 2), define como calzado a toda prenda de vestir con suela, destinada fundamentalmente a proteger y cubrir total o parcialmente el pie, facilitando el caminar, realizar actividades deportivas, artísticas, de trabajo y otras; pudiendo tener connotaciones estéticas y en casos especiales terapéuticas o correctoras.

- Las suelas exteriores y las interiores deben ser de cuero, cuidadosamente igualadas, pulidas y unidas bajo presión con un adhesivo y/o cosidas.
- La plantilla de vista cubrirá parcial o totalmente a la plantilla de armar y debe ser de cuero, lisa, sin arrugas, ondulaciones ni encogimiento.
- La plantilla de armar no debe sobresalir de la línea del contorno de la horma.
- Los forros deben estar colocados en el calzado, de manera que se asegure su posición durante el uso, y deben ser de cuero sin arrugas. No deben presentar manchas de pegamento ni sobresalir del borde del calzado.
- Las lengüetas, cuando el estilo del calzado las exija, deben tener un ancho de acuerdo con las especificaciones de fabricación de manera que protejan el empeine del usuario.
- Los cordones, cuando el estilo del calzado lo exija, deben ser de longitud de acuerdo con las especificaciones de fabricación y con unos extremos bien rematados.
- Las costuras que unen las piezas deben ser uniformes y continuas, sin hilos flojos, libres de protuberancias, asperezas, pliegues, arrugas y resto de materiales que causen molestias o maltratos al usuario.
- En el calzado que lleve punteras y contrafuertes, estos deben estar colocados adecuadamente y deben ser de un material que evite la deformación del calzado.
- Cuando las suelas están cosidas, el hilo debe estar protegido.
- Los ojaillos y ganchos deben estar bien remachados, de tal forma que los bordes doblados estén bien unidos a las piezas, separados uniformemente en cada zapato y simétricamente colocado.
- El acabado del calzado debe estar limpio, sin polvo, manchas, restos de pegamento, otras suciedades, y con el brillo correspondiente. El brillo en el calzado lacado debe ser igual en toda la superficie. La laca no debe pegarse en la envoltura.

CAPITULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1 Localización y duración del experimento.

El trabajo experimental se realizó en el Laboratorio de Curtiembre de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ubicada en Av. Panamericana Sur km 1 ½ en la ciudad de Riobamba, provincia de Chimborazo, Ecuador. El trabajo de tipo experimental tuvo una duración de 70 días.

Tabla 1-3: Condiciones Meteorológicas del cantón Riobamba

CONDICIONES	UNIDADES	PROMEDIO 2022
Temperatura	°C	16
Humedad	%	88
Precipitación	mm	81,7
Heliofanía	Horas Luz	152,9
Vientos	Km/hora	23

Fuente: (Weatherspark, 2022, p. 1)

Realizado por: Torres, Cristian, 2024.

3.2 Unidades experimentales

Se utilizó un total de 15 pieles y una unidad experimental de 1 piel caprina, dando un total de 15 unidades experimentales con un área promedio de 38,03 pies².

3.3 Materiales, equipos e instalaciones

3.3.1 *Materiales*

- Mandil.
- Botas.
- Guantes.
- Báscula.
- Balanza.
- Tinas.

- Tablas para estacar.
- Termómetro.
- Cilindro de gas.
- Aserrín.
- Estilete.
- Bombos de curtido y acabado en húmedo.
- Compresor de pistola.
- Cordeles.
- Fieltro.
- Pinzas toggling.
- pHmetro.
- Mascarilla.
- Guantes de caucho.
- Esfero.
- 15 pieles caprinas.
- Recipientes metálicos.
- Martillo.

3.3.2 Equipos

- Calculadora.
- Cronómetro.
- Computadora.
- Zaranda.
- Elastómero.
- Lastómetro.
- Prototipo de pruebas de abrasión frote en seco.
- Prototipo de pruebas para flexometría.

3.3.3 Productos químicos y reactivos

- Sulfato de aluminio.
- Mimosa.
- Tensoactivo.

- Cloro.
- Cal.
- Sulfuro de sodio.
- Cloruro de sodio.
- Bisulfito de sodio.
- Formiato de sodio.
- Purga o producto rindente.
- Ácido fórmico.
- Diésel.
- Basificante.
- Recurtiente neutralizante.
- Recurtiente dispersante.
- Anilina.
- Rellenante de falda.
- Resina acrílica.
- Ester fosfórico.
- Parafina sulfurosa.
- Lanolina.
- Ligante de partícula fina.
- Ligante de partícula media.
- Aceite pull off.
- Penetrante.
- Hidrolaca.

3.3.4 Instalaciones

- Laboratorio de curtiembre y fibras.

3.4 Tratamiento y diseño experimental

Se evaluó el efecto de la utilización 3 diferentes niveles de curtiembre vegetal mimosa (12, 14 y 16%), combinado con el 4% de sulfato de aluminio, en la curtición de pieles caprinas para la elaboración de calzado, con 5 repeticiones por tratamiento, modelados bajo un diseño completamente al azar (DCA).

El modelo estadístico que sigue este diseño experimental se detalla a continuación:

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

Donde:

Y_{ij} = Valor del parámetro en determinación.

μ = Efecto de la media por observación.

α_i = Efecto de los diferentes niveles de mimosa en combinación con sulfato de aluminio.

ϵ_{ij} = Efecto del error experimental.

El esquema del experimento que se utilizó en esta investigación se describe en la tabla 1-3

Tabla 2-3: Esquema de experimento a investigar.

Tratamiento	Código	Repeticiones	*T.U.E	Obs./ nivel
12% de Mimosa	T1	5	1	5
14% de Mimosa	T2	5	1	5
16% de Mimosa	T3	5	1	5
Total, de pieles				15

Realizado por: Torres, Cristian, 2024.

3.5 Mediciones experimentales

3.5.1 Resistencias físicas

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

3.5.2 Análisis sensorial

- Llenura (puntos).
- Finura de la flor (puntos).
- Redondez (puntos)

3.6 Análisis estadísticos y pruebas de significancia

Para el análisis de las variables de esta investigación se realizó diversos análisis de laboratorio. Los resultados obtenidos fueron evaluados mediante las siguientes pruebas estadísticas completamente al azar.

- Análisis de Varianza (ADEVA), para las diferencias entre las medias.
- Separación de medias ($P < 0,05$) a través de la prueba de Tukey para las variables que presentan significancia.
- Prueba de Kruskal-Wallis, para variables sensoriales.
- Análisis de regresión y correlación.

En la tabla 3-3 se describe el esquema ADEVA

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

Fuente de varianza	Grados de libertad
Total	14
Tratamiento	2
Error	12

Realizado por: Torres, Cristian, 2024.

3.7 Procedimiento experimental

3.7.1 Recepción de pieles

Las pieles se obtuvieron en Guano, una localidad de la provincia de Chimborazo, evidentemente frescas por la presencia de restos de sangre, observando heces suciedad y tierra, lo cual es normal en este tipo de animales por la condición de vida que llevan.

3.7.2 Remojo estático

Se procedió a pesar las pieles frescas, posteriormente se realizó los calculo para cuantificar las cantidades de producto a usar en esta etapa, para lo cual se preparó un baño con agua al 300% a

temperatura ambiente. Consecuentemente se disolvió 0,1% de cloro y con 0,5% de tensoactivo, la solución se homogenizó, se colocó en las pieles en esta solución y se dejó reposar por 12 horas.

3.7.3 Pelambre por embadurnado

Preparación de una pasta a base de sulfuro de sodio con el 3%, combinado con el 3,5% de cal, disuelta en 5% agua a 40°C, para este paso se pasó se pesó nuevamente las pieles, aplicando por el lado de la carne, una vez colocada la pasta se apilo las pieles carne con carne y se dejó reposar por un lapso de tiempo de 12 horas.

3.7.4 Pelambre en bombo

Transcurrido las 24 horas se procedió a retirar el pelo de las pieles. Se volvió a pesar a fin de preparar un baño con el 100% de agua a temperatura ambiente en combinación con 0,9% de sulfuro de sodio, se colocó las pieles en el bombo y se giró durante 30 minutos. En el mismo baño se añadió 0,9% de sulfuro de sodio y se giró el bombo por 30 minutos, en el mismo baño se agrega 0,5% de cloruro de sodio y se deja girar por 10 minutos, se agregó 0,5% de cloruro de sodio conjuntamente con el 1% de cal y se giró por 30 minutos, nuevamente se agrega 50% de agua a una temperatura de 25°C, mas 0,9% de sodio más el 1% de cal y se giró por 30 minutos. Transcurrido ese tiempo se colocó el 1% de cal por un lapso de tres horas, en esta etapa el bombo giro a 4 revoluciones por minuto. Finalmente se dejó en un reposo de 24 horas, dentro de este reposo el bombo gira automáticamente 10 minutos por cada 3 horas de descanso. Transcurrido las 24 horas se botó el baño.

3.7.5 Desencalado y rendido

Se preparo un baño con un 200% de agua a una temperatura de 25°C, en combinación de 0,2% de bisulfito de sodio y se giró el bombo durante 30 minutos y se botó en baño. Se preparo un nuevo baño con el 100% de agua a una temperatura de 30°C y el 1% de bisulfito de sodio y se giró por 30 minutos. En el mismo baño se añadió 1% de formiato de sodio y 0,1% de producto rindente y se giró por 60 minutos, nuevamente se añade producto rindente al 0,02% y giro por 10 min. Terminado este tiempo se botó el baño y se enjuago las pieles con un 200% de agua a una temperatura de 25°C por 20 minutos.

3.7.6 Piquelado I

Seguido se preparó un baño con el 60% de agua a temperatura ambiente con cloruro de sodio al 10% y se giró el bombo por 10 min, pasado este tiempo se preparó 1% de ácido fórmico diluido en 10 veces su peso y dividido en tres partes iguales, se colocó la primera parte del diluido y se dejó girar por 30 minutos, luego se añadió el segundo parte del diluido y se dejó girar por 30 minutos más, se incorporó la tercera parte del diluido y se dejó girar por 60 minutos más. Nuevamente se repite el proceso de diluir el ácido fórmico en proporción de 1:10 añadiendo en el mismo lapso de tiempo del paso anterior. Una vez finalizado esta etapa se bota el baño.

3.7.7 Desengrase

Se preparo un baño con 100% de agua a 30°C, además se añadió 2% de tensoactivo con el 4% de Diesel y se rodó por un tiempo de 60 minutos, se botó el baño y se preparó otro con 100% de agua a una temperatura de 35°C y 1% de tensoactivo y se dejó rodar por 40 minutos, transcurrido ese tiempo se botó el baño, después de eso se enjuago las pieles con el 200% de agua a temperatura ambiente por 20 minutos, pasado el tiempo volvemos a botar el baño.

3.7.8 Piquelado II

Preparación de un nuevo baño con 60% de agua a temperatura ambiente con cloruro de sodio al 10% y se giró por 10 minutos, pasado este tiempo se preparó 1% de ácido fórmico diluido en 10 veces su peso y dividido en tres partes iguales, se colocó la primera parte del diluido y se dejó girar por 30 minutos, luego se añadió el segundo parte del diluido y se dejó girar por 30 minutos más, se incorporó la tercera parte del diluido y se dejó girar por 30 minutos más. Nuevamente se repite el proceso de diluir el ácido fórmico en proporción de 1:10 añadiendo en el mismo lapso de tiempo del paso anterior, después se dejó en reposo por 12 horas y rueda los últimos 10 minutos.

3.7.9 Curtido

Se añadió 4% de sulfato de aluminio y deajo girar el bombo por 60 minutos, después se añade la mimosa que corresponde para el Tratamiento 1: 12%, Tratamiento 2: 14%, Tratamiento 3: 16% y se gira por 60 minutos. Se agrego el 3% de basificante diluido en razón de 1:10 dividido en tres partes iguales, las dos primeras partes fueron añadidas cada 60 minutos, la tercera parte del diluido se añadió y se dejó reposar durante 5 horas, transcurrido dicho tiempo se añadió agua al 100% a

una temperatura de 60°C y se giró por 30 minutos, después de esto se botó el baño y se procedió a perchar por 24 horas.

3.7.10 Remojo

Para este paso previamente se rebajó el calibre de los cueros a 1,5 mm, se pesó lo cueros y preparo un baño con 200% de agua a una temperatura de 25°C, el 0,2% de tensoactivo y 0,25 de ácido fórmico diluido en relación 1:10, se giró durante 20 minutos. Terminado ese tiempo se botó el baño.

3.7.11 Recurtido catiónico

Preparación de un nuevo baño con el 80% de agua a una temperatura de 40°C, en combinación del 3% de sulfato de aluminio, 3% de mimosa y 2 % de glutaraldehído (1:5) diluida en agua, se dejó girar durante 40 minutos y botar el baño.

3.7.12 Neutralizado

A continuación, se preparó un nuevo baño con el 100% de agua a una temperatura de 40°C, 1% de formiato de sodio y girar durante 30 minutos, pasado ese tiempo se añadió el 2% recurtiente neutralizante y se dejó girar 60 minutos, botar el baño.

3.7.13 Recurtido aniónico

Se preparó nuevamente un baño con el 50% de agua a una temperatura de 40°C, conjuntamente con el 2% de recurtiente dispersante, 2% de anilina en caso del primer tratamiento se utilizó anilina negra y para el segundo y tercer tratamiento se usó anilina denominada comercialmente color caramelo, se giró durante 10 minutos. Después se añadió 4% de mimosa, 2% de rellenante de faldas y 3% de resina acrílica (1:10) diluida en agua y dejó girar durante 60 minutos.

3.7.14 Engrase

Del mismo modo se preparó un baño con el 150% de agua a una temperatura de 70°C, previamente se diluyo a razón de (1:10), 12% de ester fosforico, 6% de parafina sulfurosa y 2% de aceite de lanolina, para ser incorporados en el agua, se dejó rodar 60 minutos.

3.7.15 Fijación de la anilina

Se uso el 0,75% de ácido fórmico diluido en agua a razón de (1:10) y se dejó girar durante 10 minutos, nuevamente se preparó el 0,75% de ácido fórmico diluido (1:10) y girar durante otros 10 minutos, se añadió 2% de sulfato de aluminio y se dejó girar por 20 minutos, después de esto se añadió 2% de mimosa y se dejó girar por 20 minutos finalmente se botó el baño y se procedió al lavado que es la preparación de 200% de agua respecto al peso de la piel a temperatura ambiente, se dejó girar por 20 minutos y finalizado este tiempo se botó el baño y se percho durante 24 horas.

3.7.16 Aserrinado, ablandado y estacado

Transcurrido las 24 horas se dejaron secar por 2 días. Posteriormente se colocaron lo cueros caprinos en aserrín humedecido, con la parte de la carne boca abajo con una capa de aserrín una sobre otra, para que el cuero adopte la propiedad de suavidad, se dejó durante por 48 horas. Pasado este tiempo de saco los cueros del aserrinado y se colocó en la saranda por 30 minutos para lograr un ablandamiento. Posteriormente se procedió al estacado de las pieles y se dejó por un tiempo de 24 horas.

3.7.17 Acabado en seco

Se recorto lo filos que quedaron con imperfecciones por efecto del estacado. Para este paso se realizó un acabado diferente por cada tratamiento.

Para el primer tratamiento con el 12% de mimosa se realizó una solución con 100g de complejo metálico pardo, 5g de pigmento rojo, 50g de cera, 150g de ligante de partícula fina, 100g ligante de partícula media, 15g de penetrante y 575 de agua. Se dejo secar por 20 minutos para después aplicar una mezcla de 500g de hidrolaca, 25g de cera, 20g de penetrante y 455g de agua.

En el segundo tratamiento con el 14% de mimosa se usó aceite pull off, el cual se aplicó mediante frotación, con ayuda de un paño.

Tercer tratamiento con el 16% se mimosa se utilizó 100g ligante de partícula fina, 15g de penetrante, y 855g de agua. Se dejo secar durante 20 minutos, para después aplicar una mezcla de 500g de hidrolaca, 10g de cera, 15g penetrante y 475g de agua, por último, se dejó secar por 20 minutos.

3.8 Metodología de evaluación

3.8.1 Análisis de resistencias físicas

3.8.1.1 Resistencia a la tensión (N/m^2)

Para obtener los resultados de resistencia a la tensión en condiciones de temperatura ambiente, el procedimiento a seguir fue el siguiente:

- Corte de probetas de cada cuero según la norma IUP 1 como se muestra en la Ilustración 1-3.

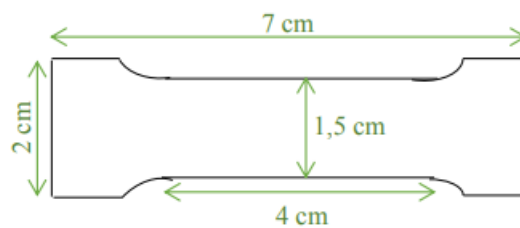


Ilustración 1-3: Dimensiones de la probeta utilizada.

Fuente: Palango, Kelly, 2023.

- Se registro el espesor el cual se midió con el calibrador y el ancho con el pie de rey.
- Se encendió el elastómero y se fijó la probeta en las mordazas de equipo en ambos extremos, comenzando por el extremo inferior. Se realizo una ligera tensión, con el propósito de calibrar el equipo.
- Se produjo el estiramiento de la probeta hasta el punto de romperla o rasgarla mediante un movimiento vertical, una vez ejercida la fuerza se tomaron los valores de elongación.
- Para el cálculo de la resistencia a la tensión se requieren datos como el espesor de la probeta en centímetros, el ancho de la probeta en centímetros y la fuerza de rotura en newtons (N).

$$Rt = \frac{F}{A * E}$$

Donde:

Rt: Resistencia a la tensión (N/m^2)

F: Fuerza de ruptura N (obtenida del dinamómetro).

A: Ancho de la probeta cm (obtenida con regla).

E: Espesor de la probeta cm (obtenida con el calibrador).

3.8.1.2 Porcentaje de elongación (%)

Se corto las probetas y se midió con una regla como se lo describe en la norma IUP 6.

Se agarro las probetas por los extremos con las mordazas, consecuentemente se midió la distancia inicial con la del distanciómetro laser, oprimir el control de subida hasta poder observar que la probeta ligeramente se encuentre estirada, hasta que esta se desgarre y se registra la distancia final y la diferencia que se muestra en el equipo.

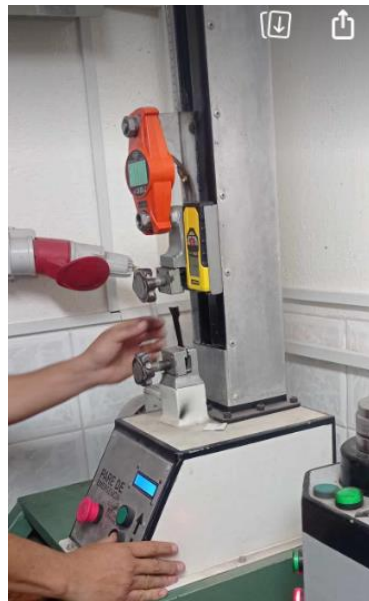


Ilustración 2-3: Equipos para la medición de resistencia a la tensión y elongación.

Realizado por: Torres, Cristian,2024.

Cálculo del porcentaje de elongación

$$E = \frac{D}{P} * 100$$

Donde:

E= Elongación, %

D= Deformación del medidor (diferencia entre distancias), m.

P= medida inicial de la probeta, m.

3.8.1.3 Prueba abrasión al frote en seco (ciclos)

El propósito de esta prueba fue de evaluar la resistencia de la superficie del cuero, se puede observar si existe pérdida de color en el cuero al ejercer un frote, cuya unidad de medida son los ciclos. Para esto se preparó la probeta por cada cuero de forma circular con un radio de 4,75 cm

El procedimiento se llevó a cabo de la siguiente manera:

Previamente se cortó paños de color blanco con un diámetro de 3,5 cm, y se procedió a colocarlos en el equipo para poder evidenciar el desgaste del cuero mediante un lapso de 39,5 segundos que corresponden a 50 ciclos, por cada probeta se renueva el paño de color blanco y poder observar si existe desgaste.



Ilustración 3-3: Equipos para la medición de abrasión al frote (ciclos).

Realizado por: Torres, Cristian,2024.

3.8.1.4 Prueba de flexometría en seco (ciclos)

El objetivo de esta prueba según la norma (IUP 12, 1983), es determinar la resistencia de la flor a la flexión e índice de agrietamiento, para lo cual se valora el cambio de matiz, agrietamiento y resquebrajamiento, esto se determina en ciclos, en donde la misma norma menciona que para cueros en acabado en seco debe llegar 50000 ciclos y para acabado en húmedo 20000 ciclos.

El procedimiento fue el siguiente:

Se corto las probetas de cada cuero con las medidas que se pueden evidenciar en la Ilustración 4-3.

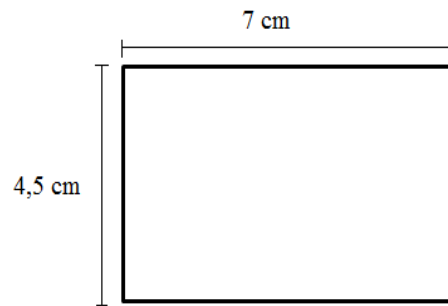


Ilustración 4-3: Medidas de la probeta para resistencia a la flexión.
Realizado por: Torres, Cristian, 2024.

Se procedió a colocar las probetas en las pinzas superiores de forma horizontal y ajustar la manivela, ubicada en la parte derecha como se puede demostrar en la Ilustración 3-3.

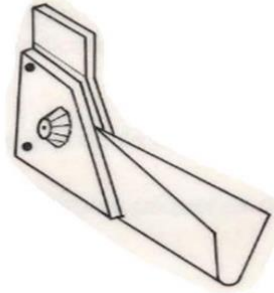


Ilustración 5-3: Pinza de sujeción superior (móvil)

Fuente: Reascos, Ximena, 2015.

Después se realizó un doble en el extremo que está libre como se puede observar en la Ilustración 4-3, quedando la parte de la flor hacia afuera y se colocó la pinza inferior, verificando que la misma no quedara floja

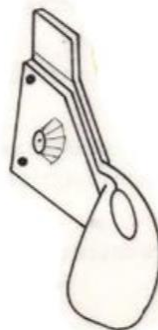


Ilustración 6-3: Pinza de sujeción inferior (móvil)

Fuente: Reascos, Ximena, 2015.

El ensayo se lleva a cabo utilizando un flexómetro Bally u otro similar. La muestra o probeta se examina después de 1000, 5000 y 10000 flexiones iniciales, y posteriormente, se realizan inspecciones adicionales después de cada bloque de 10000 flexiones hasta alcanzar un total de 50000 flexiones. Este proceso permite evaluar la resistencia y durabilidad del material a lo largo de su uso, simulando condiciones de flexión repetida que podrían ocurrir en situaciones cotidianas o en el uso de productos como calzado o artículos de cuero.



Ilustración 7-3: Equipo de análisis de resistencia a la flexión.

Realizado por: Torres, Cristian,2024.

3.8.2 Evaluación sensorial

Para el análisis sensorial se requirió de un jurado calificador especializado. Ya que este tipo de prueba se considera subjetiva, dado que la puntuación asignada dependerá de las características sensoriales que perciba el jurado calificador usando los sentidos del tacto y la vista. El método de evaluación se detallada en la tabla 4-3.

Tabla 4-3: Escala de calificación para variables sensoriales

Escala	Calificación
5	Excelente
4	Muy buena
3	Buena
2	Regular
1	Baja

Fuente: Hidalgo, 2010

Realizado por: Torres, Cristian,2024.

3.8.2.1 *Llenura*

Para identificar la plenitud o riqueza de las fibras de colágeno se palpa ligeramente el cuero con las yemas de los dedos sobre toda la superficie a examinar, tratando de conseguir la mayor uniformidad posible al palpar la piel extendida, es necesario determinar si las fibras de colágeno están llenas o vacías, y en consecuencia se ha establecido la calidad, teniendo en cuenta el producto a elaborar.

3.8.2.2 *Finura de la flor*

Su determinación se la realiza mediante el sentido de la visión y el tacto, con el objetivo es determinar si existe una flor tersa suave y delicada e identificar la uniformidad de las fibrillas y que deben ser muy finas de manera que la sensación sea delicada y sedosa. (Abarca, 2017 p. 39).

3.8.2.3 *Redondez*

Con el fin de evaluar la calidad del cuero de cabra destinado a la fabricación de calzado, se lleva a cabo tanto una inspección visual como una evaluación táctil para determinar si la curvatura era uniforme o si existían imperfecciones significativas debido a un inadecuado proceso de descarnado. Este proceso es esencial, ya que después de curtir la piel, pueden quedar residuos de carne y grasa en la endodermis (la parte interna de la piel en contacto con el animal). Estos residuos deben eliminarse para prevenir el crecimiento de bacterias en la piel, lo que podría alterar su aspecto natural y hacer que el grano de la piel se vea muy rugoso (Galarza, 2019 p. 31).

3.9 **Análisis económico**

Para calcular los costos de producción, se requirió llevar un registro detallado de todos los gastos involucrados, que abarcan desde la adquisición de pieles de ovino hasta la compra de productos químicos, el alquiler de maquinaria y la fabricación de los productos finales.

Beneficio costo

Para la establecer la relación beneficio costo se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Beneficio costo} = \frac{\text{Total de ingresos}}{\text{Total de egresos}}$$

CAPITULO IV

4. MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Características de resistencias físicas de los cueros caprinos curtidos con diferentes niveles de mimosa en combinación con 4% de sulfato de aluminio, para calzado.

4.1.1 Resistencia a la tensión

Los valores obtenidos con respecto a la variable física, resistencia a la tensión en N/cm² de los cueros caprinos curtidos con diferentes niveles de mimosa en combinación con sulfato de aluminio, destinado para elaboración de calzado, reporto que no presenta diferencias significativas ($p > 0,05$), por efecto del uso de diferentes niveles de mimosa en combinación de sulfato de aluminio, como se detalla en la tabla 1-4, no obstante numéricamente se registraron valores altos al curtir con 14 y 12% de mimosa, con resultados de 7903,98 y 7483,46 N/cm² respectivamente, mientras al curtir con el 16% de mimosa y 4% de sulfato de aluminio, presentó menor resistencia entre los demás tratamientos, con un valor de 6633,82 N/cm².

Tabla 1-4: Características de resistencias físicas de cueros caprinos curtidos con diferentes niveles de mimosa con 4% de sulfato de aluminio, para calzado.

VARIABLES FÍSICAS	Niveles de Mimosa						*EE	*Prob.
	12%		14%		16%			
Resistencia a la tensión (N/cm ²)	7483,46	a	7903,98	a	6633,82	a	1249,37	0,7692
Elongación (%)	69,72	a	66,29	a	70,29	a	10,1	0,9553
Abrasión al frote (Ciclos)	180	a	140	a	170	a	19,58	0,355
Flexometría (Ciclos)	74999,8	a	75000	a	75000	a	0,12	0,3966

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: Torres Cristian, 2024

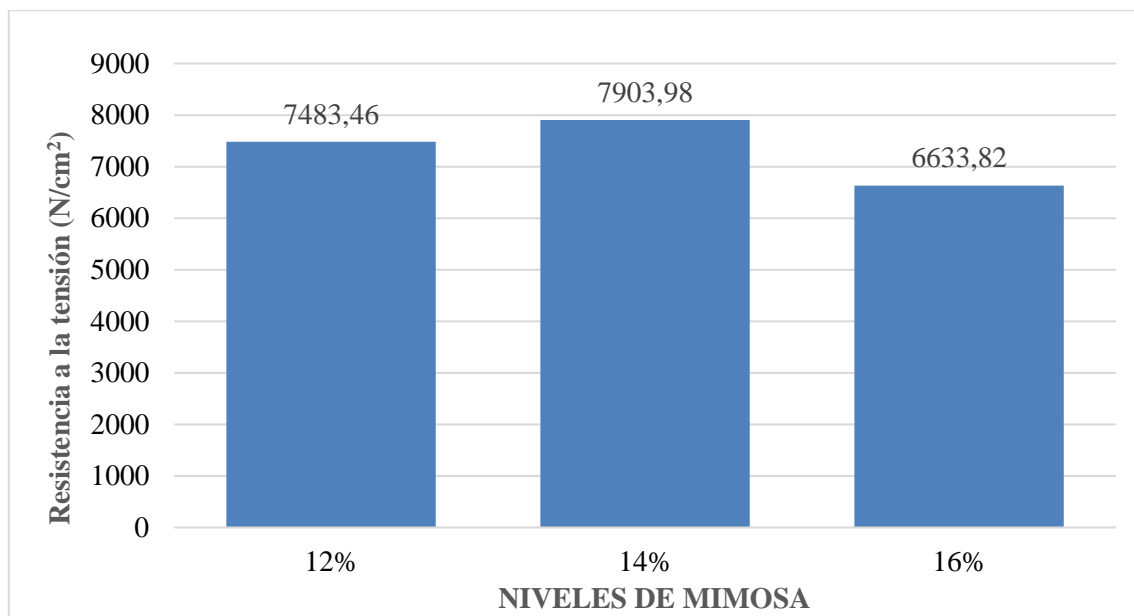


Ilustración 1-4: Resistencia a la tensión de los cueros caprinos curtidos con diferentes niveles de mimosa en combinación con sulfato de aluminio.

Realizado por: Torres Cristian,2024.

De acuerdo con los valores presentados de resistencia a la tensión, se identifica que la incorporación del 14 y 12% de mimosa en combinación con el 4% de sulfato de aluminio, reportan los valores más altos. De acuerdo con (Galarza, 2019 p. 38) afirman que el uso de mimosa facilita la apertura de las fibras y que el agente curtiente penetra hasta la profundidad del entretamo fibrilar, fortaleciendo su estructura y permitiendo que las pieles puedan resistir tanto las fuerzas externas generadas durante el proceso de armado del calzado como las que surgen durante el uso diario. Además, (Rabasco, 2017 p. 68) menciona que el uso de mimosa da como resultado cueros firmes y resistentes. Este efecto se atribuye a la acidificación con ácidos orgánicos débiles, como el ácido fórmico, utilizado en el proceso de curtición. Esta práctica contribuye al aumento de la fijación del tanino y, como consecuencia, mejora la resistencia a la tensión del entramado fibrilar, es decir, la capacidad del cuero para resistir el estiramiento hasta el punto de ruptura de las cadenas fibrosas.

La resistencia a la tensión obtenida en el curso de esta investigación 7903,98 N/cm², supera los establecido por la (Asociación Española en la Industrias del Cuero y Textil., 2014), descrita en la norma IUP 6 (2002). Según esta norma, para que una piel sea considerada de calidad, su resistencia a la tensión debe ser superior a 1500 N/cm². Si los cueros no cumplen con estos requisitos, se clasifican como de baja calidad.

Los resultados obtenidos en la variable resistencia a la tensión, son superiores en comparación con (Guaminga, 2016 p. 58) , quien al curtir pieles caprinas con el 15% de mimosa, reportó un valor de 1814,30 N/cm², de la misma manera supera al trabajo realizado por (Abarca, 2017 p. 48), quien al curtir pieles caprinas con 10% de mimosa en combinación con 5% de curtiembre sintético, obtiene un valor de resistencia a la tensión de 1378,14 N/cm², a la vez menciona que al combinar la mimosa con otro tipo de curtiembre refuerza el tejido para evitar la rotura del entretejido fibrilar.

4.1.2 Porcentaje de elongación

El porcentaje de elongación de los cueros caprinos curtidos con diferentes niveles de mimosa en combinación con el 4% de sulfato de aluminio para elaboración de calzado, no presentan diferencias significativas ($p > 0,05$), sin embargo, numéricamente presenta el mejor resultado al curtir con el 16% de mimosa en combinación con el 4% de sulfato de aluminio, con un valor de 70,29%, consecuentemente al curtir con el 12 y 14% de mimosa en combinación con el 4% de sulfato de aluminio se obtuvo resultados entre 69,72 y 66,29% respectivamente, como se puede observar en la ilustración 2-4.

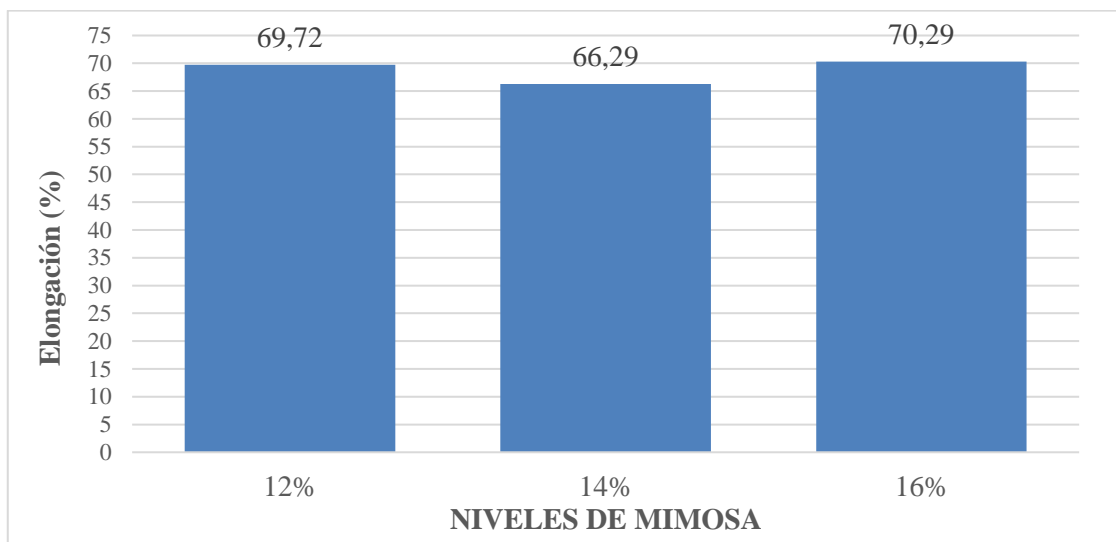


Ilustración 2-4: Porcentaje de elongación de los cueros caprinos curtido con diferentes niveles de mimosa en combinación con sulfato de aluminio.

Realizado por: Torres Cristian,2024.

Se observa que entre los niveles de mimosa agregada en la curtición de pieles caprinas y el porcentaje de elongación existe una influencia, esto puede deberse a que al utilizar una cantidad mayor de mimosa se logra mejorar la elongación de los cueros. Lo que es ratificado por (Piltaxi, 2017 p. 67), el cual menciona que, al combinar mimosa con sulfato de aluminio, el cuero exhibe

una mayor resistencia al desgarro y puede soportar una elongación más considerable, especialmente en situaciones como el montaje de la capellada del calzado.

El porcentaje de elongación observados en las pieles caprinas guarda relación con la norma IUP 6 (2002) de la (Asociación Española en la Industrias del Cuero y Textil., 2014 p. 13), donde se establece que las pieles curtidas deben poseer un rango de elongación entre el 40 y el 80% para considerarse de muy buena calidad.

(Bacardit, 2022 p. 14), menciona que el porcentaje de elongación o elasticidad conferida a las pieles mediante el proceso de curtición, se atribuye al tipo de enlace formado y a su ubicación en el plano. En el caso de la curtición con mimosa, el enlace que se establece es de tipo covalente, ya que los electrones de los taninos pirogálicos y de las fibras de colágeno se comparten. Esta compartición de electrones permite que las fibras se ubiquen espacialmente de manera ordenada. Como resultado, cuando se aplican fuerzas de estiramiento, las fibras pueden moverse de manera normal sin experimentar fricción entre las moléculas, evitando así el desgarro de la piel. Esta característica de elasticidad es inherente a la curtición vegetal y hace que este tipo de curtiente sea adecuado para pieles que requieran esta propiedad específica.

Los resultados conseguidos de elongación al curtir con mimosa en combinación con 4% de sulfato de aluminio son superiores con los datos obtenidos por (Cubiña, 2023 p. 29), al curtir pieles ovinas con el 8% de sulfato de aluminio en combinación con mimosa para cuero destinado para confección de artículos de marroquinería quien reporta un valor de 56,88% ,de la misma manera supera a (Guaminga, 2016 p. 60), al curtir pieles caprinas utilizando con el 15% de mimosa quien reporta un valor de 49,37%.

4.1.3 Abrasión al frote en seco

La valoración de la resistencia al frote en seco de los cueros caprinos curtidos con diferentes niveles de mimosa en combinación con el 4% de sulfato de aluminio, para elaboración de calzado, no presentan diferencias significativas ($p > 0,05$), no obstante presentan diferencias numéricas entre los niveles de mimosa utilizados, obteniendo una mayor valoración cuando se curtió las pieles caprinas con el 12% de mimosa con un resultado de 180 ciclos, la segunda mejor evaluación fue al usar 16% de mimosa con un valor de 170 ciclos y al curtir con el 14% de mimosa en se obtuvo un resultado de 140 ciclos respectivamente, siendo este el menor valor, como se indica en la ilustración 1-4.

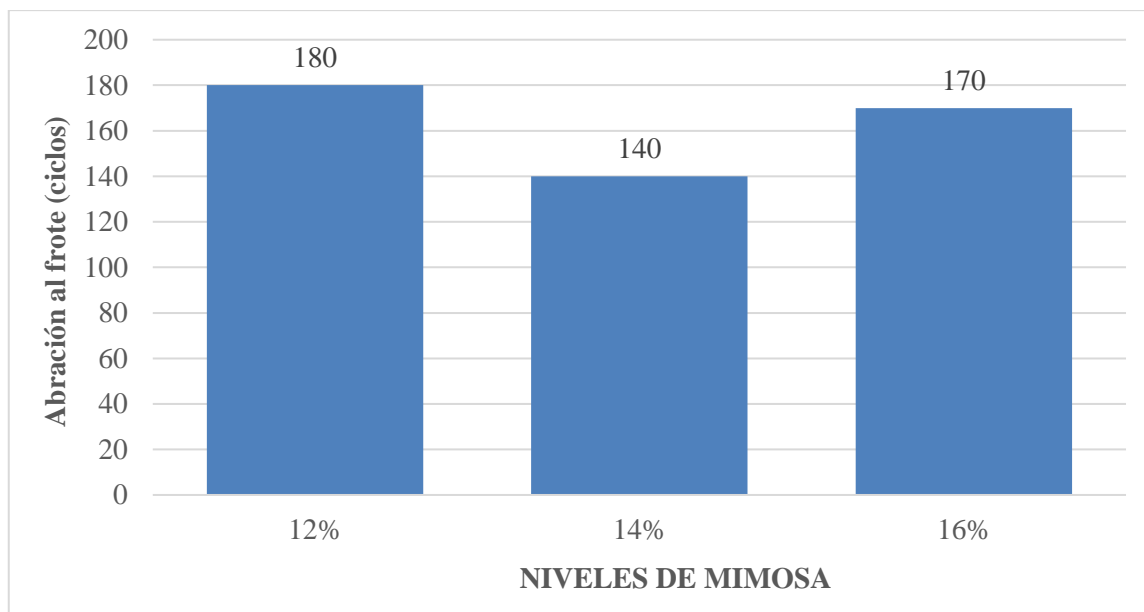


Ilustración 3-4: Abrasión al frote en seco de los cueros caprinos curtidos con diferentes niveles de mimosa en combinación con sulfato de aluminio.

Realizado por: Torres Cristian, 2024.

La abrasión al frote se realiza al pasar la piel curtida sobre un fieltro, evaluando así cuanto puede resistir sin que se desprenda el color de la piel curtida. Esta respuesta no solo depende de la resistencia intrínseca de la piel, sino también del tipo de agente curtiente utilizado. La calidad del acabado se relaciona con la capacidad de la laca de adherirse a la superficie de la piel, y en el caso de utilizar extractos vegetales como curtientes, se crean condiciones propicias para una buena fijación de las pinturas. (Guaminga, 2016 p. 63), señala que los extractos vegetales y las pinturas son altamente solubles e interactúan químicamente con las fibras curtidas, lo que contribuye a un acabado de mayor calidad.

Según lo establecido por la Asociación Española del Cuero establecen un límite permisible, de acuerdo con la norma técnica IUF 450 (2002), de al menos 150 ciclos antes de que ocurra el desprendimiento de la capa del acabado al utilizar un fieltro seco.

En comparación con otras investigaciones, los resultados de abrasión al frote en el presente trabajo exhiben valores superiores a los reportados por (Villa, 2016 p. 67), al curtir pieles de conejo con el 16% de mimosa para producir cueros destinados a la encuadernación obteniendo un resultado de 137,50 ciclos. Además, supera los resultados del estudio realizado por (Yáñez, 2019 p. 62), quien al curtir pieles de bovinos con 15% de mimosa en combinación con 4% de cromo para cueros de marroquinería, registro un resultado de abrasión al frote en seco de 167,50 ciclos.

4.1.4 Flexometría en seco

Los resultados de la variable física, resistencia a la flexión, realizados en los cueros caprinos curtidos con diferentes niveles de mimosa en combinación con 4% de sulfato de aluminio destinados para la elaboración de calzado, no muestran diferencias significativas ($p > 0,05$), según se detalla en la tabla 1-4. No obstante, se obtuvo un valor igual al curtir con 14 y 16% de mimosa con un resultado igual de 75000 ciclos respectivamente, sin embargo disminuye al curtir con 12% de mimosa presentando un valor de 74997,8 ciclos.

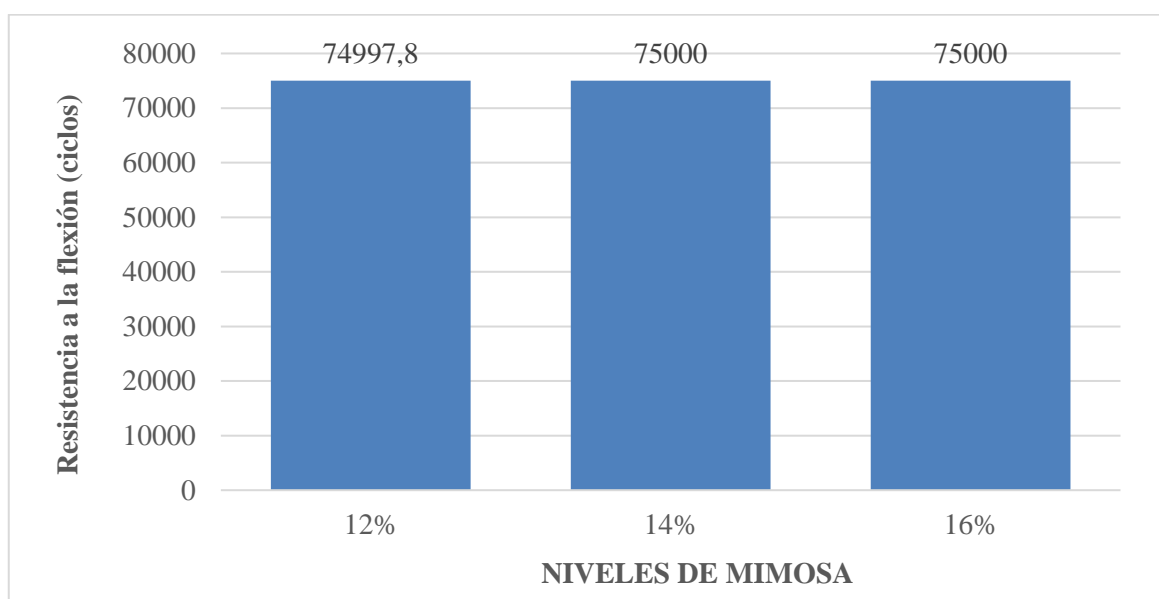


Ilustración 4-4: Flexometría de los cueros caprinos curtidos con diferentes niveles de mimosa en combinación con sulfato de aluminio.

Realizado por: Torres Cristian, 2024.

La evaluación de concentraciones de mimosa (12, 14 y 16%) no muestra influencia en los valores de resistencia a la flexión en la curtición de pieles caprinas destinadas a la elaboración de calzado. Esto tiene respaldo en (Latorre, 2012 p. 45), quien sostiene que las características de suavidad y flexibilidad del cuero están estrechamente vinculadas a la etapa de engrase. Por tal motivo se aduce que los niveles de mimosa en combinación con sulfato de aluminio no influyeron. Así mismo, (Churata, 2003 p. 35) señala que, después de la etapa de curtición y al secarse, todo tipo de cuero tiende a carecer de flexibilidad debido a la deficiente capacidad de desplazamiento entre

las fibras. En este contexto, el engrase juega un papel crucial al lubricar la piel y permitir que las fibras se separen, otorgando al cuero suavidad y flexión.

Conforme a la normativa (IUP 12, 1983), establece un límite permisible, de al menos 50,000 ciclos, con el objetivo de verificar la ausencia de alteraciones, así como la presencia de fisuras y exfoliaciones.

En la comparación con otros autores, (Rivadeneira, 2019 p. 51), al evaluar tres concentraciones de agentes curtientes de tara como alternativa de curtición de pieles de conejo para peletería, reporta que no tiene diferencias significativas entre los diferentes niveles, con un valor de 20000 ciclos, de la misma manera (Alvarez, 2018 p. 75), quien al curtir cuero para capellada de alpaca huacaya adulta, curtido mediante métodos wet-white y wet blue, no obtuvo diferencia significativas con flexiones mayores a los 30000 ciclos.

4.2 Características sensoriales de las pieles caprinas curtidas con mimosa en combinación con sulfato de aluminio, para calzado.

Tabla 2-4: Características sensoriales de cueros caprinos curtidos con diferentes niveles de mimosa con 4% de sulfato de aluminio, para calzado.

VARIABLES SENSORIALES	Niveles de mimosa			*H	*Prob.
	12%	14%	16%		
Llenura	2	3	5	11,29	0,0028
Finura de la flor	5	3	1	11,58	0,0024
Redondez	1	3	5	12,02	0,0019

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

PROB. <0,05: Hay diferencias significativas.

PROB. <0,01: Hay diferencias altamente significativas

Realizado por: Torres Cristian,2024.

4.2.1 Llenura

Según la tabla 2-4, la evaluación estadística de llenura, reportó diferencias altamente significativas entre las medias ($P < 0,01$) al curtir pieles caprinas con diferentes niveles de mimosa en combinación con el 4% de sulfato de aluminio para elaboración de calzado, dando el mejor resultado al curtir con el 16% de mimosa en combinación con el 4% de sulfato de aluminio, con una puntuación de 5, con un criterio de excelente, el segundo mejor tratamiento se observó al curtir con el 14% de mimosa en combinación con 4% de sulfato de aluminio con una calificación de 3 puntos considerada como muy buena. Mientras que la respuesta más bajo se reportó al curtir

con el 12% de mimos en combinación con el 4% de sulfato de aluminio con una valoración de 2 puntos considerada como buena según la escala expuesta por (Hidalgo, 2019 p. 1)

En el análisis de regresión de la variable llenura, tal como se muestra en la ilustración 5-4, se identificó una tendencia cuadrática significativa ($P=0,0028$). Esto indica que, partiendo de un intercepto de -2,6 puntos, aumenta por cada cambio en el nivel de mimosa aplicado a la receta de curtido, manteniendo constante el porcentaje de sulfato de aluminio. El coeficiente de determinación (R^2) de 83,66% sugiere que la llenura está fuertemente influenciada por los niveles de mimosa utilizados, mientras que el 16,34% restante se atribuye a otros factores no abordados en esta investigación.

La correlación obtenida de la llenura y los niveles de mimosa, al implementar un porcentaje constante de sulfato de aluminio, reveló una correlación positiva significativa y alta ($r=9,14$). Esto indica conforme se incrementan los niveles de mimosa, se observa una tendencia de aumento de la variable llenura ($P<0,01$).

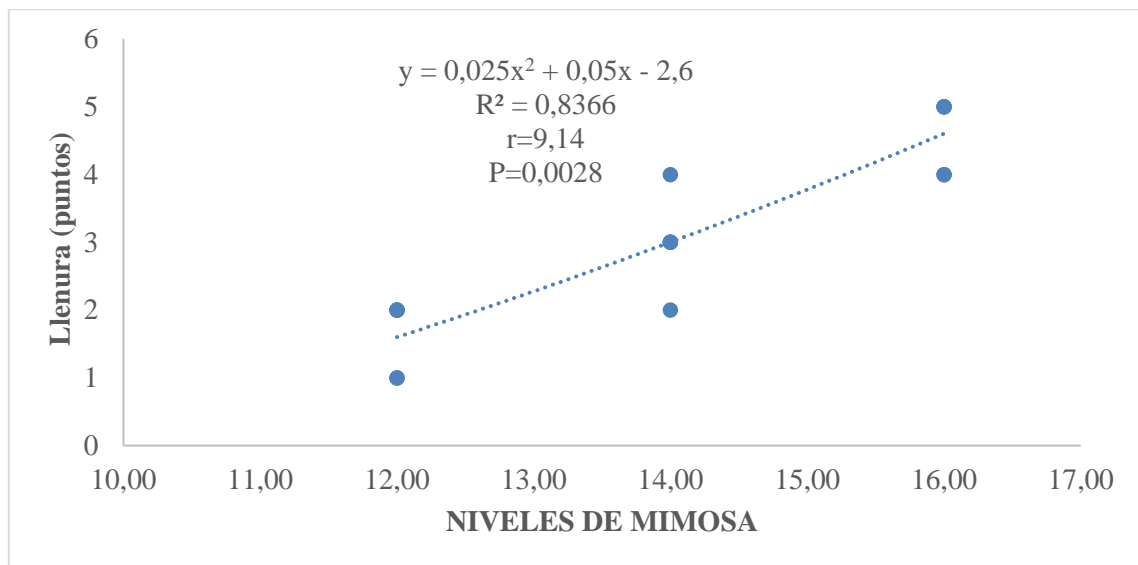


Ilustración 5-4: Llenura de los cueros caprinos curtidos con diferentes niveles de mimosa en combinación con sulfato de aluminio.

Realizado por: Torres Cristian, 2024.

Es decir que mayores niveles de curtiente vegetal elevan la calificación de llenura de los cueros caprinos lo que puede deberse a lo señalado por (Hill, 2009 p. 21), quien menciona que la curtición vegetal, en principio, proporciona mayor llenura en comparación con la curtición al cromo debido a la presencia de cantidades significativas de taninos entre las fibras, lo que implica un aumento en el grosor de la piel. Además, estos productos no son fácilmente comprimibles en las prensas de escurrir o repasar, lo que contribuye a conservar el grosor frente a los efectos mecánicos

mencionados. Sin embargo, como contrapartida, la piel no adquiere una textura esponjosa, por lo que no es fácil que se dé un aumento aparente de grosor debido al esponjamiento.

En comparación con otras investigaciones, los resultados de llenura en el presente trabajo exhiben valores superiores a los reportados por (Yáñez, 2019 p. 71), al curtir pieles de bovinos con mimosa en combinación con 4% de cromo para cueros de marroquinería, obteniendo una calificación de 4,50, siendo ese el mejor tratamiento puntuado. A la vez (Guaminga, 2016 p. 66), al curtir cueros caprinos con el 15% de mimosa, obteniendo una calificación de 4,63 puntos. (Cubiña, 2023 p. 36), quien evaluó la llenura de los cueros al utilizar el 9% de sulfato de aluminio en combinación con mimosa, establece el resultado más favorable de 4,67 puntos.

4.2.2 Finura de la flor

La variable sensorial finura de flor reportó diferencias altamente significativas entre las ($P < 0,01$) entre las medias de los tratamientos, como se detalla en la tabla 2-4. Estas diferencias se atribuyen al efecto de la curtición de pieles caprinas con diferentes niveles de mimosa en combinación con sulfato de aluminio para la elaboración de calzado. Los mejores resultados se observaron al curtir con un 12% de mimosa en combinación con un 4% de sulfato de aluminio, con una puntuación de 5 y un criterio de excelente. El tratamiento con un 14% de mimosa y un 4% de sulfato de aluminio obtuvo nota de 3 puntos, considerado como muy bueno. En contraste, la respuesta más baja se registró al curtir con un 16% de mimosa en combinación con un 4% de sulfato de aluminio, con una calificación de 1 punto considerada como baja.

Mediante el análisis de regresión que se indica en la ilustración 6-4, se evidenció una tendencia cuadrática altamente significativa ($P = 0,0024$), partiendo con una intercepción de -5 puntos, indicando un incremento de 2 puntos y decreciendo a -0,1 puntos por cada unidad de cambio en el nivel de mimosa aplicado a la bitácora de curtido de pieles caprinas, el coeficiente de determinación (R^2) de 87,89% determina que la finura de la flor depende de los niveles de mimosa utilizados, mientras que el 12,11% restante pertenece a factores externos no considerados en esta investigación. La correlación entre la variable finura de la flor y los distintos niveles de mimosa en combinación con un porcentaje constante de sulfato de aluminio, fue de $r = 9,37$, por lo que al aumentar los niveles de mimosa la variable finura de la flor tiende a disminuir.

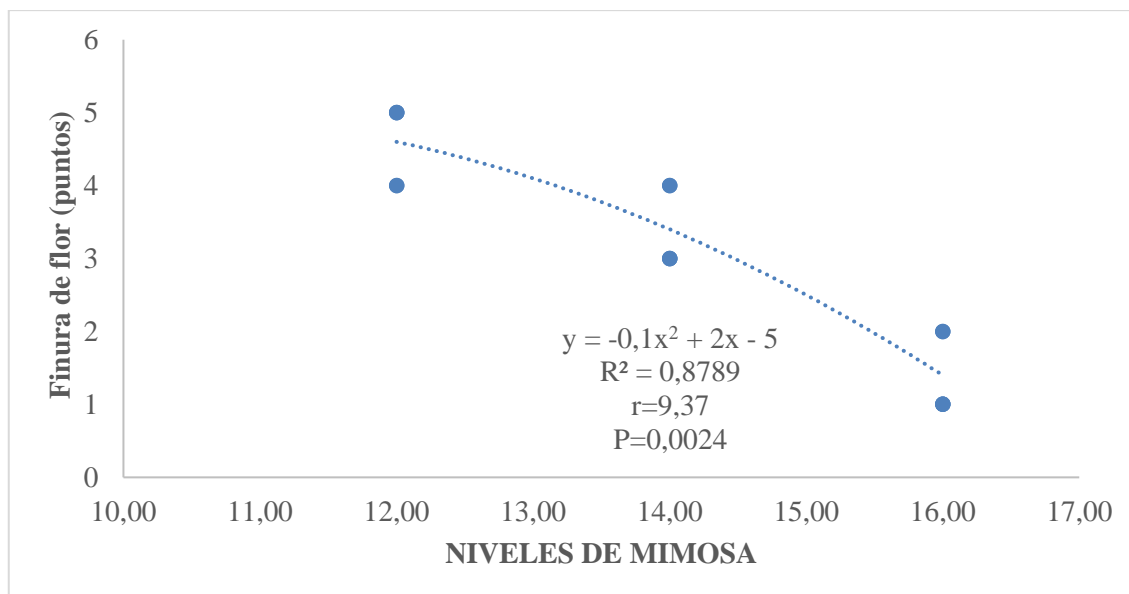


Ilustración 6-4: Finura de la flor de los cueros caprinos curtidos con diferentes niveles de mimosa en combinación con sulfato de aluminio.

Realizado por: Torres Cristian, 2024.

La piel se compone de la capa reticular, llamada así por su apariencia de red. Esta capa está formada por fibras gruesas y resistentes que se entrecruzan formando un ángulo aproximado de 45 grados con respecto a la superficie de la piel. A medida que nos adentramos en las capas más profundas, las fibras adoptan una orientación más horizontal, hasta llegar a ser completamente paralelas a la superficie de la piel. Este patrón resulta en una finura de la flor muy agradable, mejorando así la aceptación por parte de los artesanos y consumidores de artículos de cuero. (Ludwigshafe, 2009 p. 414). Esto contribuye a que el cuero no presente arrugas, al mismo tiempo que proporciona relleno, firmeza a la flor, solidez a la luz y aclarado.

La calificación de finura de flor en la presente investigación es superior al ser comparada con los reportes de (Abarca, 2017 p. 60), quien de pieles caprinas con el 10% de mimosa en combinación con curtiente sintético, quién obtuvo una finura de flor de 4,68 puntos, así mismo supera a (Iza, 2016 p. 77), quien al curtir pieles de cuy con 3% de mimosa en combinación de 6% de gurango, obtiene una calificación de 4,25 puntos.

4.2.3 Redondez

El análisis estadístico de los valores medios de la redondez del cuero caprino reveló diferencias altamente significativas entre las medias ($P < 0,01$), según el criterio de Kruskal Wallis. Estas diferencias se atribuyen a la variación en los niveles de mimosa en combinación con un 4% de sulfato de aluminio. Se observaron que las respuestas mejores evaluadas fueron al utilizar un 16%

de mimosa en combinación con 4% de sulfato de aluminio, con resultados de 5 puntos, como se detalla en la tabla 2-4, lo cual fue calificado como excelente según la escala propuesta. Seguido el 14% de mimosa en combinación con el 4% de sulfato de aluminio, que obtuvo una valoración de 3 puntos. Mientras tanto las respuestas bajas se presentaron al curtir con el 12% de mimosa en combinación con 4% de sulfato de aluminio, con una calificación de 1 punto expuesta como bajo.

Al llevar a cabo el análisis de regresión de la redondez del cuero en pieles caprinas curtidas con diversos niveles de mimosa, se identificó una tendencia cuadrática altamente significativa ($P < 0,0019$). Se inicia con un intercepto de 1,4 puntos. El coeficiente de determinación (R^2) de 88,99% señala que la redondez del cuero está fuertemente influenciada por los niveles de mimosa utilizados, mientras que el 11,01% restante está vinculado a factores no abordados en este estudio, tales como la calidad de la materia prima, la precisión en la medición de los productos químicos y las revoluciones por minuto aplicadas al girar los bombos para otorgar la redondez adecuada a las pieles.

La relación entre la variable de redondez del cuero y la cantidad de curtiente mimosa exhibió una correlación elevada ($r=9,43$), lo que indica que, al aumentar el nivel de mimosa, la redondez de las pieles caprinas también aumenta de manera altamente significativa ($P < 0,01$).

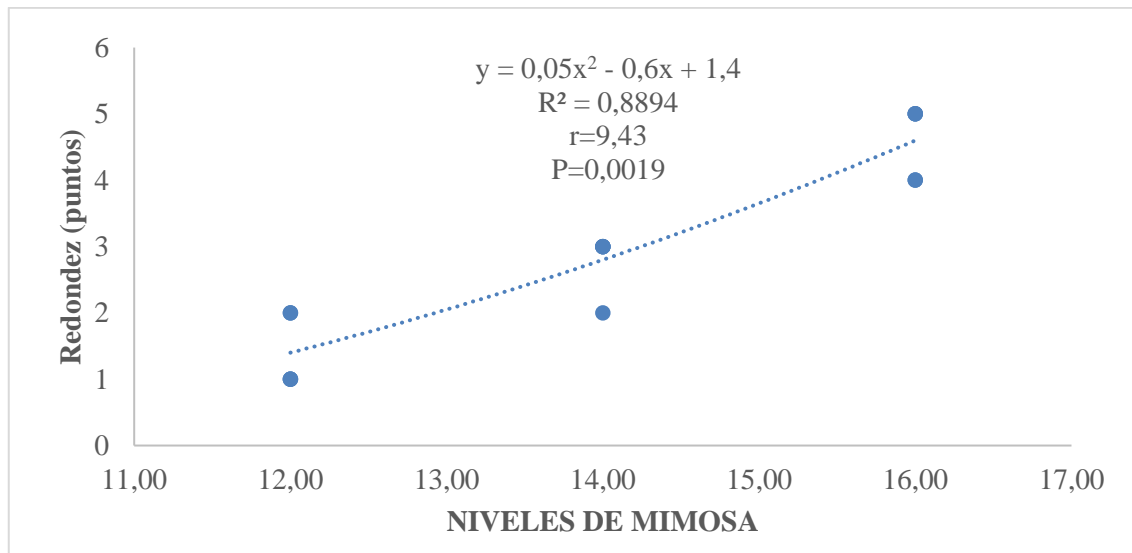


Ilustración 7-4: Redondez de los cueros caprinos curtidos con diferentes niveles de mimosa en combinación con sulfato de aluminio.

Realizado por: Torres Cristian, 2024.

A medida que se incrementan los niveles de mimosa, se observa un aumento en la calificación de la redondez de las pieles. Este aumento es especialmente notable con el tratamiento que utiliza el

16% de mimosa en combinación con el 4% de sulfato de aluminio, lo que resulta ideal para la confección de calzado al prevenir la aparición de fisuras y roturas.

Este hallazgo se respalda con la afirmación de Abarca (2017, p. 21), quien sostiene que el curtiente de mimosa, como un producto natural derivado de la corteza de la Acacia Negra, confiere estos beneficios al cuero durante el proceso de curtición. Estos beneficios son apreciados en diversas industrias, incluyendo la del calzado, la marroquinería y la elaboración de artesanías.

Al comparar resultados con (Guaminga, 2016 p. 66), quien al curtir pieles caprinas con el 15% de mimosa, presentan una calificación de 3,63 puntos. Resultados obtenidos por (Cubiña, 2023 p. 41), reporta que al curtir pieles ovinas con 9% de sulfato de aluminio en combinación con mimosa, en su mejor tratamiento obtiene una valoración de 4,75 puntos. Por lo que supera con los datos reportados en esta investigación en la variable sensorial de redondez.

4.3 Evaluación económica

Tabla 3-4: Análisis económico de cueros caprinos curtidos con diferentes niveles de mimosa con 4% de sulfato de aluminio, para calzado.

CONCEPTO	NIVELES DE MIMOSA		
	12%	14%	16%
EGRESOS			
Valor total de pieles ovinas (\$)	\$15,00	\$15,00	\$10,00
Productos para el remojo (\$)	\$0,14	\$0,11	\$0,15
Productos para el curtido (\$)	\$21,95	\$14,09	\$22,46
Productos para el acabado en húmedo (\$)	\$23,91	\$19,24	\$32,98
Productos para el acabado en seco (\$)	\$4,64	\$5,00	\$3,24
Operaciones complementarias (\$)	\$4,00	\$4,00	\$4,00
Costo de fabricación de artículo (\$)	\$35,00	\$35,00	\$35,00
TOTAL, EGRESOS	\$104,65	\$92,44	\$107,84
INGRESOS			
Total, de cuero producido (pie ²)	39,9	33,65	40,54
Costo cuero producido (pie ²)	\$2,62	\$2,75	\$2,66
Cuero utilizado en el producto final (pie ²)	4	4	4
Excedente de cuero (pie ²)	35,9	29,65	36,54
Venta de cuero restante (pie ²)	\$94,15	\$81,45	\$97,20
Venta de artículos confeccionados (\$)	\$80,00	\$80,00	\$80,00
TOTAL, INGRESOS	\$174,15	\$161,45	\$177,20
Beneficio/Costo	1,66	1,75	1,64

Realizado por: Torres Cristian, 2024.

En la evaluación económica de la producción de 15 pieles caprinas curtidas con diferentes niveles de mimosa, en combinación con el 4% de sulfato de aluminio, se determinó los egresos totales de \$104,65 al curtir con el 12% de mimosa, \$92,44 al emplear el 14% de mimosa y \$107,84 dólares americanos al utilizar el 16% de mimosa, con un porcentaje fijo de sulfato de aluminio correspondiente al 4%, identificado en la tabla 3-4, Esto fue el resultado de la adquisición de cueros caprinos, productos químicos para las etapas de remojo, curtido, acabado en húmedo, acabado en seco, así como los las operaciones complementarias, como gastos de maquinaria y costo de la confección del calzado . cabe recalcar que los cueros tuvieron un promedio de 7,60 pies².

Al considerar los ingresos derivados de la venta de artículos confeccionados y del excedente de cuero, según se reporta en la tabla 3-4, se observa un ingreso de \$174,15 al utilizar el 12% de mimosa, \$161,45 al emplear 14% de mimosa y \$177,20 dólares americanos al usar el 16% de mimosa.

Al relacionar los ingresos con los egresos, se obtiene el mayor beneficio-costo al emplear ,14% de mimosa en combinación con el 4% de sulfato de aluminio, con un beneficio-costo de \$1,75 dólares americanos. Esto significa que por cada dólar estadounidense invertido se espera una recuperación del capital de 75 centavos, o lo que es lo mismo, un rendimiento del 75%. Este rendimiento disminuye al 66% al curtir con el 12% de mimosa en combinación de sulfato de aluminio ya que la relación beneficio-costo fue de \$1,66 dólares americanos. Mientras tanto, más bajo registrado se obtuvo al curtir con el 16% de mimosa en combinación con el 4% de sulfato de aluminio, cuyo beneficio-costo fue de \$1,64 dólares americanos, lo que indica que por cada dólar invertido se espera una ganancia de 64 centav

CONCLUSIONES

- Los niveles de mimosa evaluados no afectaron las características físicas de los cueros caprinos, sin embargo, numéricamente la mejor resistencia ($7903,98 \text{ N/cm}^2$) presento al emplearse el 14%, en la elongación (70,29%) con el 16%; presentando este tipo de cuero 75000 ciclos en flexometría, por lo que se cumple con la normativa (IUP 12)
- Al utilizar el 16% de mimosa en la curtición de pieles caprinas en cuero presenta mejor llenura y redondez; mientras que en la finura de la flor la mayor aceptación se estableció con el nivel 12%. Registrándose de la evaluación total que todos los cueros curtidos con mimosa presentaron calificaciones de bueno a muy bueno.
- El mejor costo de producción (1,75 dólares/pie²) se observó al emplear el 14% de mimosa, por lo que se tiene una relación beneficio costo de hasta el 75%.

RECOMENDACIONES

- Curtir pieles caprinas utilizando 14% de mimosa en combinación con el 4% de sulfato de aluminio, puesto que se alcanza la mayor rentabilidad económica y las características físicas de este cuero cumplen con la norma IUP 12.
- Continuar con el estudio del empleo de mimosa como curtiente vegetal en otro tipo de pieles como: caprinas, entre otras, con el propósito de determinar cuál de ellos proporciona las mejores propiedades físicas y sensoriales. Este enfoque podría contribuir a mejorar la rentabilidad de los productores.
- Promover el uso de tecnologías limpias con el empleo de curtientes vegetales para reducir el impacto ambiental que este tipo de industria genera; además de crear un valor agregado a las pieles caprinas que muy poco se utilizan para la confección de calzado y prendas de vestir.

BIBLIOGRAFÍA

1. **ABARCA, Rodrigo.** “CURTICIÓN DE PIELES CAPRINAS UTILIZANDO DIFERENTES NIVELES DE MIMOSA EN COMBINACIÓN CON 5 % DE CURTIENTE SINTÉTICO” . *dspace.esPOCH.edu.ec*. [En línea] 19 de Abril de 2017. [Citado el: 8 de 11 de 2023.] <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/7180/1/27T0347.pdf>.
2. **ADZET, Joshep.** *Química Técnica de la Tenería. Tercera edición*. España : Romanya-Valls, 2019.
3. **ADZET, Josue.** *Química Técnica de Tenería*. Barcelona - España : 1a. ed. Igualada, 2005.
4. **ALVAREZ, Pamela.** “CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS DEL CUERO PARA CAPELLADA DE ALPACA HUACAYA (Lama pacos) ADULTA, CURTIDO MEDIANTE LOS MÉTODOS WET-WHITE Y WET-BLUE ”. [En línea] 2018. [Citado el: 17 de 12 de 2023 .] <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/3455/alvarez-ascue-pamela-elizabeth.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
5. **ANDRADE, Gabriel.** *Prácticas II de tecnología del Cuero*. . Riobamba : Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2018.
6. **ANGULO, A.** *Guía Empresarial del Medio Ambiente, Comisión Relocalización y Reconversión de la Pequeña y Mediana Empresa*. Barcelona, España : 1a ed, 2007.
7. **ARMIJOS, Cristhian.** Productos curtientes orgánicos sintéticos; inorganicos, preparaciones curtientes. [En línea] 2022. [Citado el: 12 de 11 de 2023.] http://www.aduanas-mexico.com.mx/cgi-bin/ctarnet/notas_ex/not_3202.html.
8. **ARTIGAS, M.** *Manual de Curtiembre. Avances en la Curtición de pieles*. . Barcelona, España : Latinoamericana, 2007.
9. **Asociación Española en la Industrias del Cuero y Textil.** Normas de calidad del cuero y los tejidos. [En línea] 2014. [https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma?k=\(i:0104059\)](https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma?k=(i:0104059)).

10. **BACARDIT, A.** Química Técnica del Cuero. *Diseño de un proceso combinado de curtición*. Cataluña : COUSO, 2014, págs. 12-69.
11. **BACARDIT, Anna.** Cuero curtido al aluminio y wet white. [En línea] 12 de 01 de 2022. [Citado el: 13 de 11 de 2023.] <https://es.scribd.com/document/414312914/CURTIDO-AL-ALUMINIO-Y-WET-WHITE-docx>.
12. **BARIOGLIO, C.** *Diccionario de producción animal*. Córdoba-Argentina : Brujas, 2001.
13. **BELDA, A.** Merinos precoces y razas afines en España. España : Graficas Valencia , 2006, págs. 23-29.
14. **BELLO, Manuel.** Recirculacion de baños en curticion de cueros con lana . [En línea] 2 de Marzo de 2022. [Citado el: 31 de 10 de 2023.] <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/18661/1/17T01846.pdf>.
15. **CHURATA, M.** *Curtición de pieles*. Tacna, Perú : Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, 2003.
16. **COLVILLE, T.** *Clinical Anatomy and Physiology Laboratory Manual for Veterinary*. Canada : ELSEVIER, 2009.
17. **CUBIÑA, Kevin.** “CURTICIÓN DE PIELES OVINAS CON SULFATO DE ALUMINIO A DIFERENTES NIVELES EN COMBINACIÓN CON Mimosa púdica (MIMOSA), PARA MARROQUINERÍA”. [En línea] 27 de Enero de 2023. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/18661/1/17T01846.pdf>.
18. **GALARZA, Alejandra.** CURTICIÓN DE PIELES CAPRINAS (Capra hircus), CON DIFERENTES NIVELES DE OXAZOLIDINA, EN COMBINACIÓN CON SULFATO DE ALUMINIO PARA LA ELABORACIÓN DE CALZADO DE DAMA”. *dSPACE.esPOCH.edu.ec*. [En línea] 2019. <http://dSPACE.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/13376/1/17T01601.pdf>.
19. **GALARZA, Maria.** "CURTICIÓN DE PIELES CAPRINAS (Capra hircus), CON DIFERENTES NIVELES DE OXAZOLIDINA, EN COMBINACIÓN CON SULFATO DE ALUMINIO PARA LA ELABORACIÓN DE CALZADO DE DAMA”. [En línea] 2019.

[Citado el: 12 de 11 de 2023.]
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/13376/1/17T01601.pdf>.

20. **GONZÁLES, B.** Efecto del tratamiento de estirado en el Pretant y otras propiedades físicas de la piel. [En línea] 22 de Septiembre de 2004. <http://tesis.ipn.mx/handle/123456789/792>.
21. **GUAMINGA, Lorena.** “CURTICIÓN DE PIELES DE CABRA, CON EL 15% DE DIFERENTES CURTIENTES VEGETALES”. *dSPACE.esPOCH.edu.ec*. [En línea] 2016. [Citado el: 12 de 11 de 2023.]
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/5792/1/27T0305.pdf>.
22. **HIDALGO, Luis.** Escala de calificación para la Curtición de pieles caprinas (*Capra hircus*), con diferentes niveles de oxazolidina, en combinación con sulfato de aluminio para la elaboración de calzado de dama. Escala de calificación de los cueros caprino. [En línea] 2019. [Citado el: 14 de 11 de 2023.]
23. **HIGALGO, Luis.** *Texto básico de Curtición de pieles*. Riobamba, Ecuador : Edit. EsPOCH. pp. 10 – 56., 2004.
24. **HILL, R.** Licores Residuales de Curtición. España : s.n., 2009.
25. **INEN 1810.** CUERO DE GANADO BOVINO CURTIDO AL CROMo PARA CALZADO. REQUISITOS. [En línea] 04 de 2016. [Citado el: 17 de 12 de 2023.]
<https://docplayer.es/49707663-Nte-inen-1810-primera-revision.html>.
26. **INEN.** CALZADO DE CUERO DE USO GENERAL. REQUISITOS. [En línea] Enero de 1920. [Citado el: 1 de Noviembre de 2023.] <https://docplayer.es/226654616-Calzado-de-cuero-de-uso-general-requisitos.html>.
27. **IZA, Geovanna.** *dSPACE.esPOCH.edu.ec/*. “COMBINACIÓN DE DOS CURTIENTES VEGETALES EN LA CURTICIÓN DE PIELES DE CUY PARA CONFECCIONAR ARTÍCULOS DE PELETERÍA MEDIA”. [En línea] 2016.
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/7161/1/27T0338.pdf>.

28. **JARAMILLO, Erik.** OBTENCIÓN DE PIELES CURTIDAS CON TANINOS EN LA CIUDAD DE AMBATO. [En línea] Abril de 2021. [Citado el: 31 de 10 de 2023.] <https://repositorio.pucesa.edu.ec/bitstream/123456789/3193/1/77354.pdf>.
29. **LACERCA, Manuel.** *Curtición de Cueros y Pieles*. Buenos Aires : Limusa , 2003.
30. **LATORRE, Angélica.** “CONTROL DE CALIDAD EN LA INDUSTRIA DEL CUERO”. *dspace.esPOCH.edu.ec*. [En línea] 18 de 11 de 2012. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2164/1/17T0179.pdf>.
31. **LUDWIGSHAFE, P.** *Curtido al cromo.ABC de la curtiembre*. Buenos Aires, Argentina : BASF, 2009.
32. **LUNA, F.** *Materiales y servicios en reparación de calzado y marroquinería. TCPC0109*. . Antequera-España : Editorial, 10-55. (15 de junio 2019). Recuperado de <https://books.google.com.ec/books?id=B5XwAgAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es&>, 2014.
33. **MARTÍNEZ, Liliam.** “APLICACIÓN DE UNA CURTICIÓN COMBINADA CON GRANOFIN F 90, Y TRES DIFERENTES NIVELES DE SULFATO DE ALUMINIO EN PIELES . [En línea] 21 de Mayo de 2015. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/6098/1/27T0327.pdf>.
34. **MELGAR, Dimas.** *Tecnología del cuero Tomo I*. [En línea] Diciembre de 2000. [Citado el: 30 de 10 de 2023.] https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/473234/8_Tecnologia_cuero_t.1_2000.pdf.
35. **MOREIRA, Josep.** *Química técnica de curtición*. Cataluña-España : Consorci Escola Técnica, 2002.
36. **MORENO, Edwin.** *dspace.esPOCH.edu.ec*. “*CURTICIÓN DE PIELES OVINAS UTILIZANDO TRES NIVELES DE MIMOSA EN COMBINACIÓN CON 6% DE SULFATO DE ALUMINIO*”. [En línea] 17 de Abril de 2017. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/7188/1/27T0351.pdf>.

37. **Norma Técnica Ecuatoriana 1807.** Determinación de la resistencia a la flexión. [En línea] Agosto de 1991. <https://archive.org/details/ec.nt1807.1991/page/n1/mode/2up>.
38. **PAUCAR, Carmen.** dspace.espoeh.edu.ec. “*CURTICIÓN DE PIELES DE LLAMA CON LA UTILIZACIÓN DE CUATRO NIVELES DE TANINO MIMOSA EN LA OBTENCIÓN DE CUEROS PARA TALABARTERÍA*”. [En línea] Marzo de 2009. [Citado el: 24 de 10 de 23.] <http://dspace.espoeh.edu.ec/bitstream/123456789/847/1/27T0127.pdf>.
39. **PILTAXI, Ana.** Utilización de precurtiente resínico en combinación con diferentes niveles de sulfato de aluminio para la curtición de pieles ovinas en la obtención de cuero para calzado. [En línea] 2017. [Citado el: 13 de 11 de 2023.] <http://dspace.espoeh.edu.ec/bitstream/123456789/7209/1/27T0368.pdf>.
40. **RABASCO, Edwin.** dspace.espoeh.edu.ec. “*CURTICIÓN DE PIELES OVINAS UTILIZANDO TRES NIVELES DE MIMOSA EN COMBINACIÓN CON 6% DE SULFATO DE ALUMINIO*”. [En línea] 17 de Abril de 2017. [Citado el: 24 de 10 de 2023.] <http://dspace.espoeh.edu.ec/bitstream/123456789/7188/1/27T0351.pdf>.
41. **RIVADENEIRA, Carlos.** “EVALUACIÓN DE TRES CONCENTRACIONES DE AGENTES CURTIENTES DE TARA *Caesalpinia spinosa* COMO ALTERNATIVA DE CURTICIÓN EN PIELES DE CONEJO PARA PELETERÍA”. *repositorio.utn.edu.ec*. [En línea] 2019. [Citado el: 17 de 12 de 2023.] <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/9976/2/03%20EIA%20495%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>.
42. **SALGUERO, A.** *Técnicas básicas de guarnicionería*. Antequera-España : (10 de junio 2019). Recuperado de <https://books.google.com.ec/books?id=qKxJDwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>, 2013.
43. **TIRADO, Roki.** Genralidades de los curtientes vegetales. [En línea] 2022. <https://es.scrib.com/doc/98358226/CURTIENTES-VEGETALES>.
44. **VALENCIA, Rosa.** Curtición vegetal de la piel de alpaca (*Vicugna pacos* Wedd) con extracto tanico de tola (*Parastrephia lepidophylla*) y sábila (*Aloe vera*). . *Universidad Nacional De Antiplano, Puno, Perú*. [En línea] 2017. <https://respostorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/5079>.

45. **VILLA, Verónica.** “CURTICIÓN DE PIELS DE CONEJO CON LA UTILIZACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE CURTIENTE VEGETAL MIMOSA PARA LA OBTENCIÓN DE CUERO PARA ENCUADERNACIÓN”. *dspace.epoch.edu.ec*. [En línea] 12 de Julio de 2016. [Citado el: 14 de 11 de 2023.] <http://dspace.epoch.edu.ec/bitstream/123456789/5521/1/17T1388.pdf>.
46. **VINUEZA, P.** Impactos ambientales y vulnerabilidad relacionada con las sustancias químicas y tratamiento de desechos peligrosos en el sector productivo del Ecuador. *La industria de los cueros (a base de sales de cromo, con agentes vegetales) [en línea]*. [En línea] 2011. <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/03/PART2.pdf>.
47. **YÁNEZ, Johanna.** Obtención del cuero tallado para marroquinería con la utilización de una curtición mixta orgánica e inorgánica. [En línea] 2019. [Citado el: 31 de 10 de 2023.] <http://dspace.epoch.edu.ec/handle/123456789/13381>.



ANEXOS

ANEXO A: RESISTENCIA A LA TENSIÓN DE LAS PIELS CAPRINA CURTIDAS CON DE DIFERENTES NIVELES DE MIMOSA (12, 14 Y 16%) COMBINADO CON 4% DE SULFATO DE ALUMINIO.

1. Resultados experimentales

MIMOSA	Repeticiones					Suma	Promedio
	1	2	3	4	5		
12%	10538,00	3738,97	10688,67	3103,33	9348,33	37417,31	12472,44
14%	10358,95	6051,67	8420,83	9664,76	5023,70	39519,91	13173,30
16%	4263,64	9774,44	6791,33	6563,03	5776,67	33169,11	11056,37
Promedio General							12234,04
Desviación Estándar							1078,41

2. Análisis de la varianza (ADEVA)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Resistencia a la tensión	15	0,04	0,00	38,06

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	4186716,52	2	2093358,26	0,27	0,7692
Error	93655267,06	12	7804605,59		
Total	97841983,57	14			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=4713,77779

Error: 7804605,5883 gl: 12

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

Tratamientos	Medias	n	E.E.	Grupo
16%	6633,82	5	1249,37	A
12%	7483,46	5	1249,37	A
14%	7903,98	5	1249,37	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

ANEXO B. PORCENTAJE DE ELONGACIÓN DE LAS PIELES CAPRINA CURTIDAS CON DE DIFERENTES NIVELES DE MIMOSA (12, 14 Y 16%) COMBINADO CON 4% DE SULFATO DE ALUMINIO.

1. Resultados experimentales

MIMOSA	Repeticiones					Suma	Promedio
	1	2	3	4	5		
12%	60,00	97,14	54,29	94,29	42,86	348,57	69,71
14%	54,29	97,14	80,00	60,00	40,00	331,43	66,29
16%	77,14	51,43	57,14	62,86	102,86	351,43	70,29
Promedio General							68,76
Desviación estándar							2,16

2. Análisis de la varianza (ADEVA)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Porcentaje de elongación	15	0,01	0,00	32,83

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	46,82	2	23,41	0,05	0,9553
Error	6115,53	12	509,63		
Total	6162,35	14			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=38,09081

Error: 509,6278 gl: 12

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

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
14%	66,29	5	10,10	A
12%	69,72	5	10,10	A
16%	70,29	5	10,10	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

ANEXO C. ABRASIÓN AL FROTE DE LAS PIELS CAPRINA CURTIDAS CON DE DIFERENTES NIVELES DE MIMOSA (12, 14 Y 16%) COMBINADO CON 4% DE SULFATO DE ALUMINIO.

1. Resultados Experimentales

MIMOSA	Repeticiones					Suma	Promedio
	1	2	3	4	5		
12%	150,00	150,00	200,00	150,00	250,00	900,00	180,00
14%	200,00	150,00	100,00	100,00	150,00	700,00	140,00
16%	100,00	200,00	150,00	200,00	200,00	850,00	170,00
Promedio general							163,33
Desviación estándar							20,82

2. Análisis de la varianza (ADEVA)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Abrasión al frote (%)	15	0,16	0,02	26,80

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	4333,33	2	2166,67	1,13	0,3550
Error	23000,00	12	1916,67		
Total	27333,33	14			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=73,86980

Error: 1916,6667 gl: 12

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

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
14%	140,00	5	19,58	A
16%	170,00	5	19,58	A
12%	180,00	5	19,58	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

ANEXO D. FLEXIÓN DE LAS PIELS CAPRINA CURTIDAS CON DE DIFERENTES NIVELES DE MIMOSA (12, 14 Y 16%) COMBINADO CON 4% DE SULFATO DE ALUMINIO.

1. Resultados experimentales

MIMOSA	Repeticiones					Suma	Promedio
	1	2	3	4	5		
12%	75000,00	75000,00	75000,00	75000,00	74989,00	374989,00	74997,80
14%	75000,00	75000,00	75000,00	75000,00	75000,00	375000,00	75000,00
16%	75000,00	75000,00	75000,00	75000,00	75000,00	375000,00	75000,00
Promedio general							74999,27
Desviación estándar							1,27

2. Análisis de la varianza (ADEVA)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Flexometria (ciclos)	15	0,14	0,00	3,8E-03

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	16,13	2	8,07	1,00	0,3966
Error	96,80	12	8,07		
Total	112,93	14			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=4,79226
 Error: 8,0667 gl: 12

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

Tratamientos	Medias	n	E.E	
12%	74997,80	5	1,27	A
14%	75000,00	5	1,27	A
16%	75000,00	5	1,27	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

ANEXO E. LLENURA DE LAS PIELS CAPRINA CURTIDAS CON DE DIFERENTES NIVELES DE MIMOSA (12, 14 Y 16%) COMBINADO CON 4% DE SULFATO DE ALUMINIO.

1. Resultados experimentales

MIMOSA	Repeticiones					Suma	Promedio
	1	2	3	4	5		
12%	2	2	1	2	1	8,00	1,60
14%	3	3	4	3	2	15,00	3,00
16%	5	5	4	5	4	23,00	4,60
Promedio general							3,07
Desviación estándar							1,50

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

PROB. <0,05: Hay diferencias significativas.

PROB. <0,01: Hay diferencias altamente significativas

2. Prueba de Kruskal Wallis

Variable	TRATAMIENTO	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Llenura	T1	5	1,60	0,55	2,00	11,29	0,0028
Llenura	T2	5	3,00	0,71	3,00		
Llenura	T3	5	4,60	0,55	5,00		

3. Análisis de regresión

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	22,5	22,5	65,9774436	1,8923E-06
Residuos	13	4,43333333	0,34102564		
Total	14	26,9333333			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95,0%	Superior 95,0%
	-	-	-	-	-	-	-	-
Intercepción	7,43333	1,30144	5,71159	7,1531E-05	10,2449	4,62173	10,2449	4,62173
Variable X 1	0,75	0,09233	8,12265	1,8923E-06	0,55052	0,94947	0,55052	0,94947

ANEXO F. FINURA DE FLOR DE LAS PIELS CAPRINA CURTIDAS CON DE DIFERENTES NIVELES DE MIMOSA (12, 14 Y 16%) COMBINADO CON 4% DE SULFATO DE ALUMINIO.

1. Resultados experimentales

MIMOSA	Repeticiones					Suma	Promedio
	1	2	3	4	5		
12%	5	4	5	4	5	23,00	4,60
14%	3	4	3	3	4	17,00	3,40
16%	2	1	2	1	1	7,00	1,40
Promedio general							3,13
Desviación estándar							1,62

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

PROB. <0,05: Hay diferencias significativas.

PROB. <0,01: Hay diferencias altamente significativas

2. Prueba de Kruskal Wallis

Variable	TRATAMIENTO	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Finura de flor	T1	5	4,60	0,55	5,00	11,58	0,0024
Finura de flor	T2	5	3,40	0,55	3,00		
Finura de flor	T3	5	1,40	0,55	1,00		

3. Análisis de regresión

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	25,6	25,6	80,516129	6,23E-07
Residuos	13	4,13333333	0,31794872		
Total	14	29,73333333			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95,0%	Superior 95,0%
Intercepción	14,3333333	1,25664048	11,4060732	3,8323E-08	11,6185266	17,04814	11,6185266	17,04814
Variable X1	-0,8	0,08915558	8,97307801	6,2291E-07	0,99260893	0,60739107	0,99260893	0,60739107

ANEXO G. REDONDEZ DE LAS PIELS CAPRINA CURTIDAS CON DE DIFERENTES NIVELES DE MIMOSA (12, 14 Y 16%) COMBINADO CON 4% DE SULFATO DE ALUMINIO.

1. Resultados experimentales

MIMOSA	Repeticiones					Suma	Promedio
	1	2	3	4	5		
12%	2	2	1	1	1	7,00	1,40
14%	3	3	3	2	3	14,00	2,80
16%	4	5	4	5	5	23,00	4,60
Promedio general							2,93
Desviación estándar							1,60

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

PROB. <0,05: Hay diferencias significativas.

PROB. <0,01: Hay diferencias altamente significativas

2. Prueba de Kruskal Wallis

Variable	TRATAMIENTO	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Redondez	T1	5	1,40	0,55	1,00	12,02	0,0019
Redondez	T2	5	2,80	0,45	3,00		
Redondez	T3	5	4,60	0,55	5,00		

3. Análisis de regresión

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	25,6	25,6	99,84	1,82E-07
Residuos	13	3,33333333	0,25641026		
Total	14	28,9333333			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior r 95,0%	Superior r 95,0%
Intercepción	8,26666667	1,12849647	7,32538109	5,7863E-06	10,7046351	5,82869827	10,7046351	5,82869827
Variabla X 1	0,8	0,08006408	9,9919968	1,816E-07	0,62703208	0,97296792	0,62703208	0,97296792

ANEXO H. HOJA TÉCNICA: MUESTRAS DE CUERO CAPRINO 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	10538,00	750 N/cm ²
	T1R2		3738,97	
	T1R3		10688,67	
	T1R4		3103,33	
	T1R5		9348,33	
Elongación (%)	T1R1	IUP 6	60,00	40 – 80%
	T1R2		97,14	
	T1R3		54,29	
	T1R4		94,29	
	T1R5		42,86	
Abrasión al frote (Ciclos)	T1R1	IUF 450	150,00	≥100 Ciclos
	T1R2		150,00	
	T1R3		200,00	
	T1R4		150,00	
	T1R5		250,00	
Resistencia a la flexión (Ciclos)	T1R1	NTE INEN 1810	75000	50000 Ciclos
	T1R2		75000	
	T1R3		75000	
	T1R4		75000	
	T1R5		74989	

ANEXO I. HOJA TÉCNICA: MUESTRAS DE CUERO CAPRINO 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	10358,95	750 N/cm ²
	T1R2		6051,67	
	T1R3		8420,83	
	T1R4		9664,76	
	T1R5		5023,70	
Elongación (%)	T1R1	IUP 6	54,29	40 – 80%
	T1R2		97,14	
	T1R3		80,00	
	T1R4		60,00	
	T1R5		40,00	
Abrasión al frote (Ciclos)	T1R1	IUF 450	200,00	≥100 Ciclos
	T1R2		150,00	
	T1R3		100,00	
	T1R4		100,00	
	T1R5		150,00	
Resistencia a la flexión (Ciclos)	T1R1	NTE INEN 1810	75000	50000 Ciclos
	T1R2		75000	
	T1R3		75000	
	T1R4		75000	
	T1R5		75000	

ANEXO J. HOJA TÉCNICA: MUESTRAS DE CUERO CAPRINO CON 16% MIMOSA + 4% SULFATO DE ALUMINIO.

PRUEBA	UNIDAD	MÉTODO DE ENSAYO	RESULTADO OBTENIDO	NIVEL SUGERIDO
Resistencia a la tensión (N/cm ²)	T1R1	IUP 6	4263,64	750 N/cm ²
	T1R2		9774,44	
	T1R3		6791,33	
	T1R4		6563,03	
	T1R5		5776,67	
Elongación (%)	T1R1	IUP 6	77,14	40 – 80%
	T1R2		51,43	
	T1R3		57,14	
	T1R4		62,86	
	T1R5		97,22	
Abrasión al frote (Ciclos)	T1R1	IUF 450	100,00	≥100 Ciclos
	T1R2		200,00	
	T1R3		150,00	
	T1R4		200,00	
	T1R5		200,00	
Resistencia a la flexión (Ciclos)	T1R1	NTE INEN 1810	75000	50000 Ciclos
	T1R2		75000	
	T1R3		75000	
	T1R4		75000	
	T1R5		75000	

ANEXO K. BITÁCORA DE CUEROS CAPRINOS PARA CALZADO.

PROCESO DE CURTICIÓN DE PIELS 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	12, 14, 16			
		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						
NEUTRALIZAD O	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 ANIÓNICO	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. PROCESO RIBERA DEL CUERO CAPRINO CON 12, 14 Y 16% DE MIMOSA EN COMBINACIÓN CON EL 4 % DE SULFATO DE ALUMINIO.



ANEXO M. PROCESO DE DESENCALADO, PIQUELADO 1, DESENGRASE, PIQUELADO 2 Y CURTIDO DEL CUERO CAPRINO CURTIDO CON 12, 14 Y 16% DE MIMOSA EN COMBINACIÓN CON EL 4 % DE SULFATO DE ALUMINIO.



ANEXO N. PROCESO ACABADO EN HÚMEDO DEL CUERO CAPRINO CON 12, 14 Y 16% DE MIMOSA EN COMBINACIÓN CON EL 4 % DE SULFATO DE ALUMINIO.





ANEXO O. PROCESO ACABADO EN SECO DEL CUERO CAPRINO CON 12, 14 Y 16% DE MIMOSA EN COMBINACIÓN CON EL 4 % DE SULFATO DE ALUMINIO.





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

Fecha de entrega: 15/ 02 / 2024

INFORMACIÓN DEL AUTOR
Nombres – Apellidos: Cristian Alexander Torres Falcon
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Ciencias Pecuarias
Carrera: Agroindustria
Título a optar: Ingeniero Agroindustrial
 ING. LUIS EDUARDO HIDALGO ALMEIDA, Ph.D. Director del Trabajo de Integración Curricular
 ING. MANUEL ENRIQUE ALMEIDA GUZMÁN, MsC. Asesor del Trabajo de Integración Curricular