



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA AGROINDUSTRIA

**“CURTICIÓN DE PIELES OVINAS PARA MARROQUINERÍA
CON LA UTILIZACIÓN DE QUEBRACHO (*Schinopsis balansae*)
EN REEMPLAZO DE CROMO”**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Trabajo Experimental

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

AUTOR: ÁNGEL GEOVANNY MALÁN CHUTO

DIRECTOR: ING. LUIS EDUARDO HIDALGO ALMEIDA, Ph.D.

Riobamba – Ecuador

2023

© 2023, Ángel Geovanny Malán Chuto.

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, Ángel Geovanny Malán Chuto, 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, 13 de Julio de 2023.



Ángel Geovanny Malán Chuto

065027161-2

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS.
CARRERA AGROINDUSTRIA

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; tipo: Trabajo Experimental, “**CURTICIÓN DE PIELES OVINAS PARA MARROQUINERÍA CON LA UTILIZACIÓN DE QUEBRACHO (*Schinopsis balansae*) EN REEMPLAZO DE CROMO**”, realizado por el señor: **ÁNGEL GEOVANNY MALÁN CHUTO**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

FIRMA

FECHA

Ing. Tatiana Elizabeth Sánchez Herrera, MsC
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



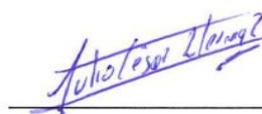
2023-08-24

Ing. Luis Eduardo Hidalgo Almeida, Ph.D.
**DIRECTOR DEL TRABAJO DE
INTEGRACIÓN CURRICULAR**



2023-08-25

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



2023-08-24

DEDICATORIA

Este trabajo científico lo dedico especialmente a mis padres, por haberme guiado y forjado a lo largo de mi vida por el camino para llegar a ser la persona que soy actualmente, a mi madre por apoyarme cada día para poder llegar a obtener mi título de Ingeniero Agroindustrial y a mi padre que desde el cielo siempre nos guiara y cuidara. A mis hermanos que incondicionalmente me han alentado a seguir y perseverar en todo aquello que quiero alcanzar. Finalmente, a todas aquellas personas que de una u otra forma contribuyeron a formar mi vida personal y académica.

Ángel.

AGRADECIMIENTO

A mis padres hermanos y amigos que siempre me apoyaron a lo largo de mi carrera, así también a mis docentes quienes compartieron sus conocimientos y sabiduría para mi formación profesional, especialmente a mi director y asesor de tesis quienes me guiaron para la realización de este trabajo, finalmente y no menos importante un sincero agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por darme la oportunidad de formarme en sus aulas para poder alcanzar mi título profesional y posteriormente ser de ayuda para la sociedad.

Ángel.

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xii
ÍNDICE DE DIAGRAMAS.....	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiv
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

1.	DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA.....	3
1.1	Antecedentes.....	3
1.2	Planteamiento del problema.....	3
1.3	Justificación.....	4
1.4.1	<i>Objetivo general.</i>	4
1.4.2	<i>Objetivos específicos.</i>	4

CAPÍTULO II

2.	MARCO TEÓRICO.....	5
2.1	Antecedentes de la Investigación.....	5
2.2	Referencias Teóricas.....	7
2.2.1	<i>Piel.</i>	7
2.2.1.1	<i>Definición de piel.</i>	7
2.2.2	<i>Partes de la piel en bruto.</i>	8
2.2.2.1	<i>Crupón.</i>	8
2.2.2.2	<i>Cuello.</i>	8
2.2.2.3	<i>Faldas.</i>	9

2.2.3	<i>Histología de la piel.</i>	9
2.2.3.1	<i>Epidermis.</i>	9
2.2.3.2	<i>Dermis.</i>	11
2.2.3.3	<i>Hipodermis o Endodermis.</i>	12
2.2.4	<i>Tipos de piel.</i>	12
2.2.5	<i>Piel Ovina.</i>	13
2.2.5.1	<i>Producción de piel ovina.</i>	13
2.2.5.2	<i>Propiedades de la piel.</i>	14
2.2.5.3	<i>Aspectos estructurales.</i>	14
2.2.6	<i>Curtido de pieles.</i>	16
2.2.7	<i>Curtición al cromo.</i>	16
2.2.8	<i>Curtición con extractos vegetales.</i>	17
2.2.9	<i>Taninos.</i>	18
2.2.9.1	<i>Propiedades de los taninos.</i>	19
2.2.10	<i>Quebracho (Schinopsis balansae).</i>	21
2.2.11	<i>Marroquinería.</i>	22
2.2.12	<i>Características de cueros para marroquinería.</i>	25
2.2.13	<i>Procesos previos al curtido de pieles ovinas.</i>	26
2.2.13.1	<i>Remojo</i>	26
2.2.13.2	<i>Pelambre y calero.</i>	26
2.2.13.3	<i>Descarnado.</i>	26
2.2.13.4	<i>Dividido.</i>	27
2.2.13.5	<i>Desencalado y rendido.</i>	28
2.2.13.6	<i>Desengrase.</i>	29
2.2.13.7	<i>Curtición al cromo.</i>	30
2.2.13.8	<i>Curtición con extractos vegetales.</i>	31

CAPÍTULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO.	32
-----------	----------------------------------	-----------

3.1	Localización y duración del experimento.	32
3.2	Unidades experimentales.	32
3.3	Materiales, equipos, reactivos e insumos.	32
3.3.1	<i>Materiales.</i>	32
3.3.2	<i>Equipos.</i>	33
3.3.3	<i>Reactivos.</i>	33
3.3.4	<i>Insumos.</i>	34
3.4	Tratamientos y diseño experimental.	34
3.5	Mediciones experimentales.	35
3.5.1	<i>Resistencia físicas.</i>	35
3.5.2	<i>Análisis sensorial.</i>	35
3.5.3	<i>Análisis Económico.</i>	36
3.6	Análisis estadísticos y pruebas de significancia.	36
3.7	Procedimiento experimental.	36
3.7.1	<i>Curtición de pieles ovinas.</i>	36
3.7.2	<i>Acabado en húmedo del cuero ovino.</i>	40
3.8	Metodología de evaluación.	43
3.8.1	<i>Análisis de laboratorio.</i>	43
3.8.1.1	<i>Resistencia a la tensión.</i>	43
3.8.1.2	<i>Porcentaje de Elongación.</i>	45
3.8.1.3	<i>Abrasión al frote.</i>	46
3.8.2	<i>Análisis sensorial.</i>	47
 CAPÍTULO IV		
4.	MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.	49
4.1	Análisis Físicos.	49
4.1.1	<i>Resistencia a la tensión.</i>	49
4.1.2	<i>Porcentaje de elongación.</i>	51
4.1.3	<i>Abrasión al frote.</i>	52

4.2	Análisis Sensorial.	53
4.2.1	<i>Llenura.</i>	54
4.2.2	<i>Blandura.</i>	55
4.2.3	<i>Redondez.</i>	56
4.3	Análisis Económico.	58
	CONCLUSIONES.	60
	RECOMENDACIONES.	61
	BIBLIOGRAFIA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1: Valores medios de tracción y rasgado progresivo en cueros de caprinos y ovinos mestizos.	15
Tabla 2-2: Valores medios de tracción y rasgado progresivo, según la región de la muestra en cueros de ovinos mestizos.	15
Tabla 2-3: Propiedades físicas de extractos tánicos comerciales y no purificados.	21
Tabla 2-4: Diferencias entre el dividido en Tripa y Wet Blue.	28
Tabla 3-1: Condiciones meteorológicas del cantón Riobamba.	32
Tabla 3-2: Esquema del experimento a investigar.	35
Tabla 3-3: Esquema de análisis de varianza (ADEVA).....	36
Tabla 3-4: Fórmula para determinar la Resistencia a la Tensión.....	44
Tabla 3-5: Evaluación sensorial de cueros ovinos.	47
Tabla 4-1: Resultados de los análisis físicos del cuero ovino.	49
Tabla 4-2: Análisis sensorial del cuero ovino a diferentes niveles de Quebracho, valorada en puntos.	53
Tabla 4-3: Evaluación económica.....	58

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 2-1: Partes de la piel en bruto.....	8
Ilustración 2-2: Producción ovina en el Ecuador.	14
Ilustración 2-3: Estructura química de los taninos.	19
Ilustración 2-4: Estructura general de las proantocianidinas de Quebracho.	21
Ilustración 2-5: Cadena productiva genérica de marroquinería.....	24
Ilustración 3-1: Probetas de cuero	43
Ilustración 3-2: Máquina de medición y tensión del cuero.	44
Ilustración 3-3: Equipo para medir la resistencia al frote en seco de los cueros.	47
Ilustración 4-1: Comportamiento de la resistencia a la tensión.....	49
Ilustración 4-2: Evaluación del porcentaje de elongación de cueros ovinos.	51
Ilustración 4-3: Evaluación y comportamiento de la abrasión al frote.....	52
Ilustración 4-4: Evaluación de la Llenura del cuero ovino.....	54
Ilustración 4-5: Evaluación de la Blandura del cuero ovino.	55
Ilustración 4-6: Evaluación de la Redondez del cuero ovino.	56

ÍNDICE DE DIAGRAMAS

Diagrama 3-1: Proceso de curtición de pieles ovinas para marroquinería.....	39
Diagrama 3-2: Acabado en húmedo de cueros ovinos.	42

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** RESISTENCIA A LA TENSIÓN DE LAS PIELES OVINAS CURTIDAS A DIFERENTES NIVELES DE QUEBRACHO (8, 10 Y 12%) COMBINADO CON 4% DE SULFATO DE CROMO (III)
- ANEXO B:** PORCENTAJE DE ELONGACIÓN DE LAS PIELES OVINAS CURTIDAS A DIFERENTES NIVELES DE QUEBRACHO (8, 10 Y 12%) COMBINADO CON 4% DE SULFATO DE CROMO (III)
- ANEXO C:** ABRASIÓN AL FROTE DE LAS PIELES OVINAS CURTIDAS A DIFERENTES NIVELES DE QUEBRACHO (8, 10 Y 12%) COMBINADO CON 4% DE SULFATO DE CROMO (III)
- ANEXO D:** LLENURA DE LAS PIELES OVINAS CURTIDAS A DIFERENTES NIVELES DE QUEBRACHO (8, 10 Y 12%) COMBINADO CON 4% DE SULFATO DE CROMO (III).
- ANEXO E:** BLANDURA DE LAS PIELES OVINAS CURTIDAS A DIFERENTES NIVELES DE QUEBRACHO (8, 10 Y 12%) COMBINADO CON 4% DE SULFATO DE CROMO (III).
- ANEXO F:** REDONDEZ DE LAS PIELES OVINAS CURTIDAS A DIFERENTES NIVELES DE QUEBRACHO (8, 10 Y 12%) COMBINADO CON 4% DE SULFATO DE CROMO (III).
- ANEXO G:** HOJA TÉCNICA: MUESTRAS DEL T1 (8% QUEBRACHO + 4% CROMO)
- ANEXO H:** HOJA TÉCNICA: MUESTRAS DEL T1 (10% QUEBRACHO + 4% CROMO)
- ANEXO I:** HOJA TÉCNICA: MUESTRAS DEL T1 (10% QUEBRACHO + 4% CROMO)
- ANEXO J:** ANALISIS COSTO BENEFICIO.
- ANEXO K:** BITÁCORA DE CURTICIÓN DE PIELES OVINAS PARA MARROQUINERÍA.
- ANEXO L:** EVIDENCIA FOTOGRAFICA DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE CUERO OVINO.

RESUMEN

En la actualidad no existe suficiente información acerca del uso del quebracho (*Schinopsis balansae*) con la combinación de cromo en la curtición de pieles ovinas y cuáles son las características que otorga dicho curtiente. Además, se destaca la preocupación por el impacto ambiental del exceso de uso de curtientes minerales, por lo tanto, el objetivo de la presente investigación fue curtir pieles ovinas para marroquinería con la utilización de quebracho al 8, 10 y 12% en reemplazo de cromo; para ello se aplicó una metodología basada en la recolección de datos cuantitativos mediante pruebas de laboratorio (resistencia a la tensión, porcentaje de elongación y abrasión al frote) y datos cualitativos mediante el análisis sensorial (llenura, blandura y redondez) de los cueros ovinos, se utilizó un diseño completamente al azar, para la obtención de los datos se estimó un tiempo determinado y se analizó muestras de cuero ovino curtidas en el laboratorio de curtiembre y fibras agroindustriales de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH). De acuerdo a los datos obtenidos en los análisis físicos de laboratorio se pudo determinar que al curtir con 12% de quebracho (T3), presentó mejores resultados con respecto a la resistencia a la tensión (10945,67 N/cm²), porcentaje de elongación (60,5%) y abrasión al frote (249,9 ciclos), en cuanto al análisis sensorial se presentó la mayor valoración en llenura (4,8 puntos) y redondez (4,8 puntos) en el tratamiento de curtida con el 12% de quebracho (T3), mientras que la blandura (4,6) presentó mayor puntuación en el tratamiento con el 8% de quebracho (T1), partiendo de eso se llegó a la conclusión de que el T3 permite obtener cueros adecuados para marroquinería, especialmente para la confección de artículos que requieren tener mayor resistencia. Se recomienda utilizar curtientes vegetales ya que minimizan el impacto ambiental y minimiza los costos de producción.

PALABRAS CLAVE: <CUERO OVINO>, <MARROQUINERIA>, <QUEBRACHO (*Schinopsis balansae*)>, <CROMO>, <TANINOS>

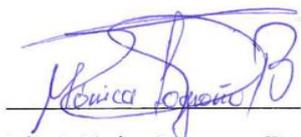


1854-DBRA-UPT-2023

ABSTRACT

Currently, it is possible to evidence substantial information absence regarding the use of quebracho (*Schinopsis balansae*) in combination with chromium in the tanning of ovine hides and the characteristics imparted by this tanning agent. Also, concerns regarding the environmental impact caused by excessive use of mineral tanning agents are a remarkable factor. Therefore, this research aimed to tan ovine hides for leather goods production using quebracho at 8%, 10%, and 12% as a replacement for chromium. The methodology followed to achieve this involved quantitative data collection through laboratory tests (tensile strength, percentage of elongation, and abrasion resistance) and qualitative data through sensory analysis (fullness, softness, and roundness) of the ovine leather. A completely randomized design was helpful, and data came in a specific timeframe. The Samples of tanned ovine leather were analyzed in the tanning laboratory and agro-industrial fibres of the Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH). According to the data obtained from the physical laboratory analyses, it was determined that tanning with 12% quebracho (T3) yielded superior results in terms of tensile strength (10945.67 N/cm²), percentage of elongation (60.5%), and abrasion resistance (249.9 cycles). Concerning sensory analysis, the highest ratings in terms of fullness (4.8 points) and roundness (4.8 points) were observed in the 12% quebracho tanning treatment (T3), while softness (4.6) received the highest score in the 8% quebracho treatment (T1). As a result, the T3 enables the production of leather suitable for leather goods, especially for items requiring increased durability. Finally, Vegetable tanning agents are a reliable alternative as they minimize environmental impact and reduce production costs.

Keywords: <OVINE LEATHER>, <LEATHER GOODS>, <QUEBRACHO (*Schinopsis balansae*)>, <CHROMIUM>, <TANNINS>.



Lic. Mónica Logroño B.

060274953-3

INTRODUCCIÓN

La industria del cuero de distintas especies se ha visto afectada de cierta manera por la industrialización en masa de productos sintéticos que reemplazan al cuero, dichos productos sintéticos tienen características visuales similares a la del cuero como por ejemplo la forma, color, textura y el bajo costo de acuerdo a las características que posean ya sea durabilidad o acabados, debido a ello es nuestra responsabilidad dentro de nuestra carrera, generar productos derivados del cuero de alta calidad y tratar de reducir los costos de producción, además de minimizar la contaminación por efecto de residuos de la industria cárnica a través de la curtición de pieles ovinas (Malán Á., 2023).

El curtido consiste en la estabilización irreversible de pieles en el que se involucra varias etapas u operaciones como remojo, pelambre, descarnado, dividido, desencalado, rendido, purgado, piquelado y curtido propiamente dicho, luego de ello siguen procesos de acabados en húmedo y seco que le dan al cuero características como color, suavidad, textura y blandura en dependencia del tipo de producto químico utilizado. El proceso de curtición se puede realizar usando curtientes vegetales como el quebracho, minerales como el sulfato de circonio y sintéticos (Hidalgo L., 2004, p. 86).

El quebracho existe en varias formas, una de ellas el quebracho ATO soluble en frío, y cuyo principal uso es el de curtiente para cueros pesados. Otra forma es el quebracho ATS o semisoluble, este tipo de quebracho es el más adecuado para la recurtición de cueros con faldas sueltas o para producir cueros más llenos y con cuerpo, este tipo de curtientes le otorgan plenitud a los cueros, sin embargo cuanto mayor sea la cantidad de curtientes vegetales usados se obtienen cueros más duros y menos elásticos, además este tipo de curtientes tienden a incidir en la pérdida de resistencia y la elasticidad de cuero en especial en la flor lo cual conlleva a la disminución de la finura e intensidad de la anilinas en el teñido (Costa, y otros, 2006, p. 23).

Por otro lado el cromo y sus sales se encargan de estabilizar la estructura del colágeno y por ende estabiliza la estructura del cuero, el mecanismo de acción consiste en la unión del cromo a los grupos negativos del colágeno siendo contrario a los curtientes vegetales, dicha unión de moléculas se realiza bajo ciertas condiciones de temperatura, pH y concentraciones de las sustancias curtientes, llegando a una estabilidad cuando el cromo se fija a otro material curtiente, esta fijación se realiza exclusivamente dentro de la estructura fibrilar, entre moléculas y moléculas, dándole resistencia y blandura al cuero (Empresa para la Gestión de Residuos Industriales., 1997, p. 65).

En base a ello la presente investigación se planteó para incentivar a usar nuevos porcentajes de cromo en combinación de curtientes vegetales como el quebracho ya que podría generar cueros idóneos para el calzado o marroquinería considerando que se obtendrán cueros resistentes, blandos y duros, sin embargo, esto podría variar en función de los porcentajes usados de curtiente vegetal y mineral, así como también de la calidad de curtición.

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

1.1 Antecedentes

La industria de la curtiembre es la actividad donde se transforma la piel extraída de animales en cuero el cual a través de procesos adecuados se convierte en un material capaz de resistir a la degradación microbiológica y química. La industria de la curtiembre ha tenido un impacto enorme desde una perspectiva ambiental, ya que elimina gran cantidad de efluentes que descarta desechos químicos al agua o a la atmosfera (Malán Á., 2023).

El proceso de obtención de cueros impacta negativamente en el medioambiente debido a la gran demanda de agua que necesita para dichos procesos, ya que aproximadamente se usa entre 50 y 100 L de agua por Kg de piel salada, además de otro de los grandes problemas que trae la industria de la curtiembre es el uso de iones de cromo o aluminio y sales de sulfuro para el tratamiento de pieles que luego al ser liberados en el medioambiente generan la excesiva presencia de metales pesados así como también el aumento de sólidos en suspensión, materia putrescible y polímeros orgánicos, todo estos aspectos pueden ocasionar problemas a la salud humana en especial a aquellos que trabajan en esta industria. Como consecuencia de ello pueden tener erupciones cutáneas, problemas respiratorios, malestar del cuerpo, cáncer de pulmón y hasta la muerte en algunos casos (Esparza & Gamboa, 2001, p. 42).

1.2 Planteamiento del problema

En la actualidad es muy común que se use el cromo como curtiente para todo tipo de cuero, o en su defecto suele ser usado la mimosa y tara como curtiente vegetal, pero existe muy poca aplicación del quebracho (*Schinopsis balansae*) en combinación con cromo, por lo tanto no se conoce a ciencia cierta cuales podrían ser la características que otorga la combinación de dichos curtientes al cuero y en que influiría para cueros de marroquinería, es decir no existe mucha información de la calidad de cueros curtidos con quebracho como curtiente vegetal y cromo como curtiente mineral.

Además del impacto ambiental que supone el uso de iones de cromo y aluminio, así como también de sales, incrementando el DBO del agua desechada y de metales pesados que repercuten en la salud de la población.

1.3 Justificación

Mediante el uso del quebracho en reemplazo de cromo se logra disminuir la cantidad de metales pesados en aguas residuales, disminuir la demanda bioquímica de oxígeno, y evitar en su mayoría las afecciones a la salud de las personas que trabajan en la industria de cueros, así como también de la población en general.

Parte del uso del quebracho como curtiente es analizar si cumple con características similares a los cueros de marroquinería y si es o no viable su uso a gran escala.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Curtir pieles ovinas para marroquinería con la utilización de quebracho (*Schinopsis balansae*) al 8, 10 y 12% en reemplazo de cromo.

1.4.2 Objetivos específicos

- Evaluar las resistencias físicas de los cueros curtidos con diferentes niveles de curtiente vegetal Quebracho (*Schinopsis balansae*).
- Valorar las características sensoriales de los cueros curtidos a diferentes niveles de curtiente vegetal.
- Analizar e identificar el porcentaje adecuado de Quebracho (*Schinopsis balansae*) para obtener cueros aptos para marroquinería.
- Determinar costos de producción de cada uno de los tratamientos y establecer el costo beneficio

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la Investigación

La curtición de pieles es considerada un proceso muy antiguo, el cual anteriormente se lo hacía artesanalmente para aumentar el tiempo de conservación de las pieles, con ello protegían a la piel de ataques de microorganismo que degradaban las fibras de la piel, con la piel conservada se confeccionaba diferentes artículos de vestimenta y protección de las antiguas poblaciones. Con el avance de la tecnología se fueron insertando métodos de curtición más eficientes y que daban mejores resultados tanto sensorialmente como física y químicamente; los taninos se fueron implantando y se agregaron una gran variedad de plantas de las cuales se podían extraer taninos concentrados (Hidalgo L., 2004, p. 45).

Descritos como penta – (m – digalolil) glucosa y por la fórmula general $C_{76}H_{52}O_{46}$, los taninos son compuestos derivados del ácido gálico muy conocidos por ser de gran utilidad para curtir pieles. Los taninos se presentan en tres formas: en forma de masa esponjosa, escamas brillantes y como un polvo amorfo; este tipo de compuestos se oxidan fácilmente adquiriendo un color negro, es inodora y muy agria. Los taninos son solubles en agua, alcohol y acetona además de otras sales, generalmente se descompone a 210 °C, siendo su punto de inflamación a los 199 °C y su temperatura de autoignición a los 528,5 °C (Saravia, Cano, Chávez, Cano, & Cerezo, 2002, p. 18).

Las sustancias fenólicas de las cuales están compuestas, los taninos pueden alcanzar el 40% de masa seca de la corteza en algunas variedades arbóreas, algunas de las mismas tienen un gran potencial de extracción de taninos industrialmente. Cada variedad tiene un comportamiento distinto con respecto a la calidad y rendimiento, esto a su vez está ligado al proceso de extracción ya que se puede utilizar agua, sulfito de sodio, sulfato, carbonato de sodio y bisulfito de sodio a diferentes temperaturas de acuerdo a lo que indica (Gomes, y otros, 2021, p. 22)

El primer trabajo de investigación que se consideró corresponde a Romero D. (2020, p. 12) quien realizó la curtición mixta de pieles de bovinas con diferentes niveles de quebracho, tara y mimosa (5%, 5%, 5%) más la adición de alumbre (0%, 1%, 2%, 3%):

Según las pruebas físicas y sensoriales realizadas en 5 pieles de cada tratamiento presentaron diferencias significativas respecto a las medias de cada tratamiento para el caso de la valoración del porcentaje de elongación y lastometría, presentándose los mejores resultados

en los tratamientos con un nivel de aluminio diferente de cero, en las variables sensoriales (llenura, soldadura, corte y costura), presentándose los mejores resultados en los cueros tratados con el nivel más bajo de aluminio. En tanto que, para la resistencia a tensión no se registraron diferencias significativas y para el caso del análisis de la resistencia a temperatura de contracción se presentaron los mismos resultados en cada una de las muestras dentro de los diferentes tratamientos en cada temperatura. Finalmente, se verificó que la aplicación de un curtiente mixto resulta en un proceso más rentable que aquel en el cual se utiliza sales de cromo, en vista a que los agentes curtientes vegetales son más económicos (Romero D., 2020, p. 9).

Un segundo trabajo que se tomó en cuenta es el de Brito (2020, p. 14) donde se investigó una curtición ecológica de pieles de cabra.

Al analizar las resistencias físicas de tensión se registraron los mejores resultados en las pieles curtidas con 7% de Tara más 4% de Granofin F 90 (3140,69 N/cm²), mientras tanto que el porcentaje de elongación (80,63%) y lastometría (11,78mm) alcanzaron las mayores respuestas al utilizar [la curtición mixta diferentes niveles de extracto de mimosa. En el análisis sensorial se obtuvo las mejores calificaciones de blandura (4,75 puntos) y redondez (4,75 puntos) en las pieles curtidas con Tara, en tanto que la llenura (4,75 puntos), por el contrario, alcanzo su mayor ponderación utilizando taninos híbridos. En el análisis beneficio (1,20), se pudo determinar la mayor rentabilidad al curtir las pieles con 7% de tara más Granofin F 90, ya que la relación beneficio/costo fue de 1.28 es decir que por cada dólar invertido se espera obtener una utilidad del 28%, es que bastante atractiva, por lo que se concluye que se realizar curtición vegetal ya que es un producto que además de tener bajo costo comercial y producir pieles de buena calidad, tiene la ventaja de ser amigable con el ambiente (Brito, 2020, p. 9).

Finalmente se consideró la revisión bibliográfica de Bonifaz (2022, p. 18) en el cual recopiló diferentes sistemas de curtición para pieles de cuy (*Cavia porcellus*)

Al realizar la curtición se determinó que el nivel adecuado es 10 % de glutaraldehído, ya que se consigue la mejor resistencia a la tensión en tanto que el mayor porcentaje de elongación se alcanzó con 8 % de quebracho, y la mayor lastometría con 6 % de guarango más mimosa. En la valoración sensorial se alcanza las mayores calificaciones de llenura; con 6 % de tanino sintético mientras que la mayor blandura con 3 % de mimosa más 5,4 % de guarango, y finalmente la mayor redondez, al curtir con 6 % de tanino sintético (Bonifaz, 2022, p. 10).

En la actualidad no hay investigaciones acerca de la curtición de pieles ovinas con el uso del quebracho (*Schinopsis balansae*) en combinación con el sulfato de cromo (III) para marroquinería, por lo cual se consideraría una alternativa para la curtición de pieles ovinas con base de extractos vegetales en reemplazo de los minerales comunes.

2.2 Referencias Teóricas

2.2.1 Piel

2.2.1.1 Definición de piel

De acuerdo con Montalvo (2011, p. 54), la piel es la capa o cubierta externa que recubre la totalidad del cuerpo del animal, esta es un órgano sensorial y de protección, de mayor área de todo el cuerpo. La piel y sus estructuras asociadas permiten a los seres vivos subsistir en los diferentes ambientes en los cuales habitan. Una de las más importantes funciones de la piel es establecer una barrera entre el organismo y el medio ambiente, manteniendo así la homeostasis interna, reduciendo la fricción de los elementos externos y protegiendo de rasguños y picaduras de predadores. Adicionalmente la pigmentación y el olor de las glándulas cutáneas permiten una comunicación social y sexual (Meruane & Rojas, 2012, p. 7), además de ser indicativo de la edad, condición y dieta del animal.

A la vez la piel cumple entre otras funciones muy vitales para la supervivencia de los animales a los diferentes entornos entre ellas tenemos:

- Protección contra lesiones mecánicas, térmicas, y químico – tóxicas.
- Protección contra microorganismos patógenos.
- Absorción de radiaciones (U.V)
- Regula la temperatura corporal.
- Evita la deshidratación.
- Vigilancia inmunológica (S.A.L.T)
- Percepción sensorial.
- Síntesis de vitamina D

2.2.2 Partes de la piel en bruto

Según Hidalgo (2004, p. 34) la piel recuperada por desuello de los animales sacrificados se llama piel fresca o piel en verde. En la piel fresca existen zonas de estructura bastante diferenciada en lo que respecta al espesor y la capacidad. Estos contrastes son sobre todo importantes en el caso de la piel grande de bovino. En la piel se distingue tres zonas, el crupón, el cuello y las faldas.

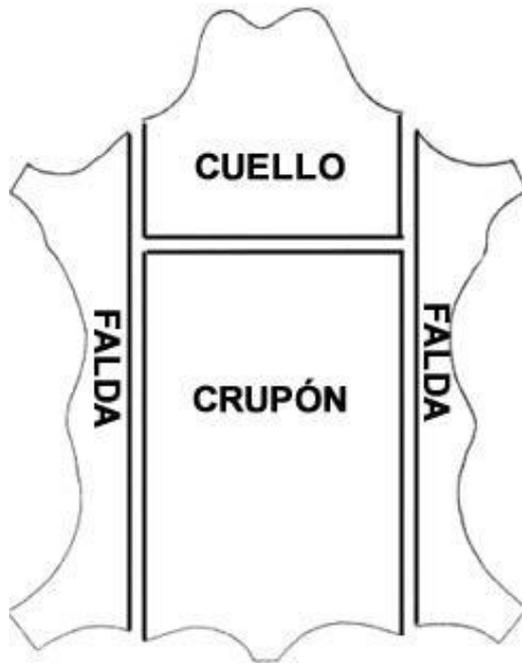


Ilustración 2-1: Partes de la piel en bruto.

Fuente: Prado, 2013, p.14.

2.2.2.1 Crupón

El crupón o espaldilla: es la piel localizada en la zona dorsal y lumbar, se encuentra en el centro de la piel desde cerca de la cola hasta el inicio del cuello y por los lados hasta la mitad del vientre, es la parte de la piel más homogénea por tanto suele ser la de mayor valor económico y corresponde aproximadamente a un 40% o 50% del peso total de la piel fresca. (Guanillo, 2021, p. 43)

2.2.2.2 Cuello

El cuello o paletilla o cogote: Es la parte delantera donde se ubica la cabeza, su espesor es irregular y presenta arrugas, por lo general equivale a un $\frac{1}{4}$ del peso de la piel. (Guanillo, 2021, p. 43)

2.2.2.3 Faldas

Son las zonas que cubren el vientre y las patas. Posee muchas irregularidades y diferencias de espesor, no es muy apreciado en productos artísticos. Tiene un peso cercano a $\frac{1}{4}$ del total de la piel. (Guanillo, 2021, p. 43)

2.2.3 Histología de la piel

El tegumento recubre la totalidad del cuerpo y está formado por la piel y sus derivados. La piel está compuesta por epidermis, dermis e hipodermis. Entre los derivados de la piel se encuentran los pelos, las uñas (escamas y plumas en el caso de los vertebrados no mamíferos) y aquellas glándulas que liberan su producto de secreción a la superficie externa corporal. Se habla de piel gruesa cuando el espesor de la dermis y la epidermis es grande y es consecuencia de soportar un alto estrés mecánico. La piel fina tiene epidermis y dermis más delgadas y se localiza en zonas corporales con pocos roces mecánicos. (Universidad de Vigo, 2022, p. 18)

La estructura histológica de la piel se diferencia de unas especies a otras y aun en un mismo animal, pues dentro de una misma especie, todas las pieles no tienen estructuras idénticas y pueden presentar diferencias profundas por múltiples factores como raza, región de procedencia, condiciones de crianza animal o por el haber sido sometidas a un alto estrés mecánico bien sea por comprensión ejercida por los huesos, por tensión o por cizallamiento producido por el desplazamiento de una estructura sobre otra. (Guanillo, 2021, p. 40)

Sin embargo, a pesar de las diferencias, la estructura de la piel es fundamentalmente similar para los caprinos, ovinos y alpacunos, siendo importante resaltar que la posible diferencia encontrada en su estructura histológica bien sea entre una especie u otra e inclusive dentro de la misma especie en cuanto a su espesor, calidad de sus pelos entre otros; no solo se debe al tipo de animal, sino que se debe considerar su lugar de origen, calidad de la alimentación, cuidado sanitario, entre otros. (Guanillo, 2021, p. 36)

2.2.3.1 Epidermis

La epidermis es la capa más externa de la piel. Es un epitelio estratificado plano queratinizado formado principalmente por células denominadas queratinocitos. Protege frente a la pérdida de agua, hace de barrera frente a toxinas, resiste estrés mecánico y participa en respuestas inmunes. (Khavkin, 2011, p. 23)

Galliano (2014, p. 34) nos menciona que la epidermis está compuesta por un epitelio estratificado plano en el que pueden identificarse cuatro estratos bien definidos (en el caso de la piel gruesa hay un quinto estrato). Desde la profundidad hasta la superficie los estratos son:

- Estrato basal/Germinativo

Es la capa más profunda de la epidermis, está constituida por una capa de células cúbicas, cilíndricas o aplanadas que descansan en una capa fina de células algo brillantes. Tiene a su cargo la renovación de las células epidérmicas, esta contiene las células madre que dan origen a las células nuevas, los queratinocitos, por división mitótica los cuales son células pequeñas y cubicas o cilíndricas bajas con núcleos muy juntos, en combinación con el citoplasma basófilo de estas células, le imparten una basófila pronunciada al estrato basal. Conforme se originan por división mitótica en este estrato, los queratinocitos nuevos se desplazan hacia el estrato siguiente, con lo que inician su proceso de migración hacia la superficie. Este proceso termina cuando la célula se convierte en una célula queratinizada madura que al final se descama de la superficie de la piel. (Galliano, 2014, p. 31)

- Estrato espinoso

Esta segunda capa de células es poliédrica, presentan el aspecto de estar separadas entre sí por pequeños espacios que son atravesadas por prolongaciones finas semejantes a espinas, por ello recibe el nombre de estrato espinoso. Sus células (queratinocitos) son más grandes que las del estrato basal. Poseen múltiples proyecciones citoplasmáticas o “espinas”. Las proyecciones citoplasmáticas están unidas a proyecciones similares de células contiguas por medio de desmosomas. A causa de su aspecto, las células que forman este estrato reciben el nombre de espinositos. Conforme maduran y se desplazan hacia la superficie, las células aumentan de tamaño y se afinan paralelamente al plano superficial. (Galliano, 2014, p. 24)

- Estrato granuloso

En la capa granulosa muchas veces se encuentran dispersos algunos finos gránulos de queratohialina, estos se hallan en el citoplasma, cuya parte externa está formada por un núcleo picnótico y aplanado, integrando una fila de células discontinuas en algunas zonas y aplanas, moldeando en si el estrato granuloso. (Guanillo, 2021, p. 33)

- Estrato córneo

Las células del estrato corneo son las más diferenciadas de la epidermis. Pierden su núcleo y sus orgánulos citoplasmáticos y se llenan casi por completo de filamentos de queratina. El estrato córneo es la capa de espesor más variable y es la de mayor grosor en la piel gruesa. El espesor de este estrato constituye la diferencia principal entre la epidermis de la piel gruesa y la de la piel fina. Esta capa cornificada se tornará aún más gruesa en los sitios sometidos a una fricción mayor que la habitual. (Galliano, 2014, p. 25)

Con 15 a 20 células de espesor, la cual constituye la capa superficial de queratina. Esta capa es delgada y está formada por láminas córneas estratificadas y queratinizadas, escasas en cantidad, con tendencia a desprenderse. Entre los productos de la epidermis se clasifican en producciones córneas (pelos, uñas, pezuñas), producciones glandulares, producciones sebáceas y glándulas sudoríparas. (Guanillo, 2021, p. 28)

- Estrato lúcido

Limitado a la piel gruesa y considerado una subdivisión del estrato córneo. Contiene células eosinófilas en las que el proceso de queratinización está avanzado. (Galliano, 2014, p. 33)

2.2.3.2 *Dermis*

La dermis o también conocida como corión es la capa más gruesa y profunda de la piel que se encuentra debajo de epidermis y está formada por tejido conectivo. La dermis está presente en todos los vertebrados con la variante de calibre y composición entre cada una ya que se presenta más delgado y simple en animales acuáticos y progresivamente más grueso y complejo en especies terrestres (Britannica, 2015, p. 20).

Durante la evolución de las especies la dermis ha cumplido varias funciones de acuerdo a las necesidades evolutivas de cada una de las especies que se iban desarrollando en distintos entornos, al principio la dermis servía como depósito de huesos, luego se fueron adaptando para formar armaduras dérmicas para peces y anfibios en forma de escamas, además de placas para especies como el cocodrilo y el lagarto, finalmente estas fueron evolucionando hasta convertirse en derivados dérmicos como la aletas de los peces. La dermis en los mamíferos es de mayor grosor ya que contienen mayor cantidad de tejido conectivo compuestos en su mayoría por colágeno a diferencia de otros vertebrados, una vez que se trata la dermis con taninos la dermis se convierte en cuero (Britannica, 2015, 12).

2.2.3.3 *Hipodermis o Endodermis*

También llamada como subcutis es la capa más profunda del tegumento, alternado entre la dermis y el musculo esquelético. La hipodermis tiene varias funciones como protección física, así como de reserva de energía y fuente de aislamiento, esta capa además funciona junto con las otras como regulador térmico. La hipodermis se compone principalmente por tejido adiposo el cual en dependencia de la especie puede variar con respecto a la cantidad presente, además del sitio anatómico y el estado nutricional. Este tejido adiposo está compuesto de varios grupos o láminas de células llenas de lípidos llamadas adipocitos (Jennings & Premanandan, 2017, p. 22).

El grosor de la hipodermis es variable en función de la parte del cuerpo, edad, sexo o de la especie a la que pertenece ya que está en contacto con los huesos la capa hipodérmica es difícil de distinguir de la dermis, además que en ciertas partes como la cabeza carecen de hipodermis por ende la dermis está en contacto con los huesos del cráneo directamente, sin embargo en los mamíferos se puede encontrar la hipodermis como parte de las células musculares que mantienen erecto el pelo o cabello (Megías, Molist, & Pombal, 2019, p. 17).

2.2.4 *Tipos de piel*

En la industria de la curtiembre se puede ocupar varios tipos de piel para realizar cueros, desde pieles convencionales como la de bovino, ovino y caprino, así como las no tan convencionales como la de los reptiles, aves y peces (Hidalgo L. E., 2016, p. 57).

De acuerdo a Ewofere (2022, p. 25); hay diferentes tipos de cuero animal y algunas más populares son:

Bovino: Las pieles de varias clases de ganado son útiles para la fabricación de cuero, por lo cual estas representan alrededor del 67% del cuero anual producido ya que se puede obtener de vacas, vaquillas, toros de diferentes edades y de acuerdo a ello se emplean en la elaboración de diferentes artículos como artesanías, vestimenta, marroquinería, etc.

Ovinos: Las pieles ovinas son muy comercializadas ya que es un cuero de doble cara es decir se puede usar con lana o sin ella, otorgándole acabados de alta calidad, especialmente usados en el diseño de ropa de cuero debido a flexibilidad y durabilidad, además que puede eliminar la transpiración por la cualidad porosa que es otorgada por la lana natural. Este tipo de piel representa el 12% del cuero anual producido a nivel mundial.

Caprina: Estas pieles se caracterizan por producir cueros fuertes, duraderos y suaves; tienen la cualidad de ser bastante flexible a la vez de proporcionar una sensación cómoda en especial cuando se usa en la fabricación de calzado, sin embargo, se usa en la elaboración de guantes, alfombras, bolsos, etc. Las pieles caprinas representan el 11% del cuero total producido en el mundo.

Equino: Las pieles en equinas se asocian generalmente al famoso cuero cordobés que es un tipo de cuero grueso, denso y liso. El cuero cordobés suele ser pequeño ya que proviene de la culata del caballo por ende tiene una superficie pequeña, con este tipo de cuero se realiza guantes y zapatos de cuero fino.

Reptiles: Los cueros de este tipo de especies es muy buscado y amado por varias personas debido a su extravagancia, además de ser relativamente caras en el mercado. Este tipo de cuero es sometido a varios procedimientos que permiten ocultar las duras escamas de la piel de estos animales con el objetivo de hacerlas más suaves, por lo cual generalmente se lo encuentra en acabados tipo nobuk y usualmente se usa en la elaboración de bolsos y maletines.

Peces: Debido a la gran variedad de peces que existe, la fabricación de cueros también es extensa, ya que pueden haber cueros muy delgados de especies como el atún, bagres y hasta más pequeños para artesanías como las de tilapia, por otro lado también existen de especies exóticas como las de tiburón que producen cueros de gran resistencia a las rasgaduras, por lo general este tipo de cueros oscila entre los 1.0 mm y los 1,6 mm, el cual se puede someter a varios procedimientos, obteniéndose cueros con acabados mates o granulados.

2.2.5 Piel Ovina

2.2.5.1 Producción de piel ovina

En la antigüedad alrededor de los años 700 d.C. la curtición de pieles ovinas había progresado considerablemente, por lo cual se consideraba un signo de prestigio, reservado a unos pocos, siendo usados únicamente como adornos en capas o cuellos de las vestimentas.

En la actualidad en el Ecuador la producción de pieles ha tenido un mayor aumento debido al aumento de la producción de ganado ovino el cual de acuerdo al INEC e investigaciones previas, la población ovina ha crecido un 30% en las provincias de mayor producción las cuales se encuentran ubicadas en la región sierra, específicamente en las provincias del Chimborazo, Tungurahua, Azuay y Cotopaxi (Quishpi, 2021, p. 70).

Participación del ganado ovino

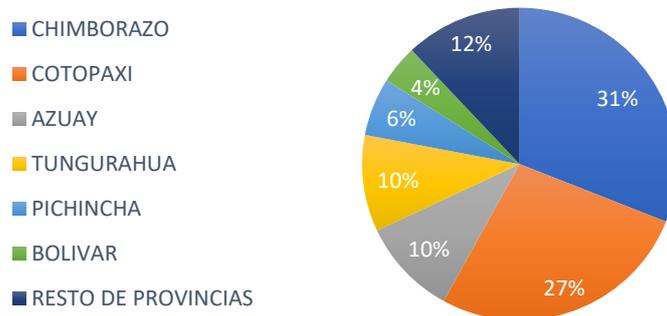


Ilustración 2-2: Producción ovina en el Ecuador.

Fuente: INEC & ESPAC, 2019, p. 10-12.

De acuerdo a la FAO (2019, p. 11) en América Latina se prevé que la tasa de crecimiento de producción ovina aumente debido a la gran demanda de carne de países de oriente como China, por lo cual esta crecerá entre el 1.8 al 1.83%.

2.2.5.2 *Propiedades de la piel*

La piel se puede definir en función de algunos factores los cuales determinan su calidad, entre ellos tenemos a la integridad, espesor, elasticidad, flexibilidad y resistencia, por lo cual aquellas pieles que cumplan dichas especificaciones son consideradas de alto valor para la industria, ya que facilita procesos de teñido y tratamiento para la obtención de cueros de calidad, por el contrario al usar pieles duras, poco flexibles y quebradizas y demasiado blandas hace que el teñido así como el tratamiento de curtido sea más complicado, sin mencionar lo poco resistentes y elásticas que se vuelven después de transformarlas a cuero (Romero, 2018, p. 8).

2.2.5.3 *Aspectos estructurales*

Los ovinos cuentan con una estructura en su piel que se compone de folículos pilosos capaces de generar tanto lana como pelo. En ciertas partes de América latina existen razas de ovinos con pelo corto que se les denomina deslanados, siendo sus razas más representativas la Santa Inés y la Morada Nova, que van de diferentes variedades de colores desde rojas, blancas y negras, así como también sus mezclas.

En los mamíferos, la piel actúa como una defensa natural que separa el cuerpo del entorno externo, proporcionando protección contra factores físicos, químicos y microbiológicos. Está formada por dos capas superpuestas: la externa, de origen ectodérmico, es un tejido epitelial de revestimiento, pavimentoso, estratificado y queratinizado, denominado epidermis, mientras que la interna, más gruesa, está formada por un tejido conjuntivo, denominado dermis o cório, que tiene su génesis en el mesodermo (Costa, y otros, 2006, p. 32).

La piel de los ovinos presentan varias características diferenciadas entre si e incluso dentro de la misma piel proveniente del mismo animal, ya que tanto el grosor, la carga de tracción, la resistencia a la tracción, la resistencia al rasgado y la carga de rasgado puede variar en dependencia de la raza, la edad, el sexo y la región de donde proviene la piel, cada una de ella diferente con respecto a estas variables, dándole de esta manera un aporte de calidad al cuero que se obtiene luego de los procesos de transformación de piel a cuero, por ello es de vital importancia seguir adecuadamente las etapas de remojo, descalcado, purga, piquel, curtido, alcalinización, neutralización, recurtido, secado y suavizado, empleándose metodologías ya tradicionales (Costa, y otros, 2006, p. 33).

Tabla 2-1: Valores medios de tracción y rasgado progresivo en cueros de caprinos y ovinos mestizos.

Fuentes de variación	Mestizo Texel	Mestizo Santa Inés
Tracción		
Grosor (mm)	0,76	0,74
Resistencia (Kgf/cm ²)	12,88	171,62
Estiramiento	35,77	37,23
Rasgado progresivo		
Espesura	0,75	0,76
Resistencia (Kgf/cm)	32,86	37,91

Fuente: Costa, y otros, 2006, p. 23.

Tabla 2-2: Valores medios de tracción y rasgado progresivo, según la región de la muestra en cueros de ovinos mestizos.

Fuentes de variación	Tracción			Rasgado progresivo	
	Grosor (mm)	Resistencia (Kgf/cm²)	Alargamiento (%)	Grosor (mm)	Resistencia (Kgf/cm)
Región					
Paleta	0,78	162,54	36,17	0,75	37,9
Anca	0,77	154	3707	0,81	37,96
Vientre	0,69	138,38	36,66	0,71	31,69

Fuente: Costa, y otros, 2006, p. 8-10

En estudios recientes determinan que las características histológicas y de calidad de la piel ovina es establecida por la densidad, el largo de fibra, el arreglo folicular y la relación entre folículos primarios y secundarios, además, el conocimiento estructural de forma, disposición, tamaño y números de folículos a través de los análisis histológicos permitirán cuantificar el componente genético de la especie analizada o de un grupo representativo, con ello se logra conocer anticipadamente las características del cuero (Quintana, Yáñez, Carlino, & Bangher, 2012, p. 7).

2.2.6 Curtido de pieles

El comienzo de la industria del cuero se remonta a épocas antiguas. En aquellos tiempos, los fenicios ya tenían un conocimiento profundo sobre la producción de artículos de cuero, así como también la coloración como parte de los acabados finales. Los métodos habituales empleados en la actualidad tienen su origen en aquellas épocas que se han ido desarrollando y perfeccionando con el pasar de los años, con ello se ha logrado acortar el tiempo de curtición, además de mejorar la calidad de estas (Barreto, 2016, p. 19).

Según Barreto (2016, p. 20) la piel una vez retirada del animal comienza su etapa de putrefacción, por lo cual no puede conservarse por periodo largos de tiempo. El curtido es la operación que a través del contacto con agentes curtientes, son absorbidas por las fibrillas de las dermis, logrando combinarse con ellas para adquirir propiedades insolubles e imputrescibles.

La finalidad de la curtición es evitar que las proteínas de la estructura fibrosa de la piel o cuero entren en el proceso de putrefacción, por lo cual mediante estos procesos se llevan a cabo métodos de estabilización de dichas proteínas, además dándole resistencia a los ataques de bacterias o a las altas temperaturas, mediante la aplicación de los llamados curtientes, la eficiencia de estas se reconoce al momento de obtener el cuero, exponerlas al sol y estas no se hacen duras, sino que al contrario logran una mayor flexibilidad y porosidad (Torres, 2021, p. 14).

2.2.7 Curtición al cromo

De acuerdo a Giardini (2018, p. 17) la curtición de pieles usando cromo se considera uno de los tratamientos más recientes, ya que los primeros registros del uso del cromo en los procesos de curtición se remontan al siglo XIX al patentarse en 1910 en la industria del cuero, lo cual en aquella época fue un avance muy significativo ya que se necesitaba producir gran cantidad de cueros debido al periodo posguerra por el que se pasaba.

El uso del cromo como curtiente fue creciendo debido a que el uso de curtientes vegetales tomaba mucho tiempo además de representar mayores costos para lo cual los curtientes minerales resultaron mucho más viables. Los minerales al igual que los vegetales tienen el mismo principio de acción en las pieles, es decir elimina las moléculas de agua del colágeno y las va reemplazando por el cromo, sin embargo, estas resultan mucho más rápido en el proceso de transformación de piel a cuero, además la curtición utilizando cromo produce cueros delgados y suaves a diferencia de los curtidos con vegetales (Carry, 2015, p. 10).

2.2.8 Curtición con extractos vegetales

Con la caída del imperio Romano, en el siglo V, empieza la muy conocida edad media con la invasión de las poblaciones germanas e indoeuropeas, quienes a pesar de todo el revuelo que causó dicha invasión lograron mantener sus tradiciones de curtir con cereales, más tarde con la influencia fenicia y luego la cartaginesa empezaron a combinar curtientes provenientes de cereales con curtientes vegetales; no fue hasta el siglo VIII donde los árabes implantaron progresivamente el curtido propiamente con vegetales. Además, la contribución de los árabes a la curtición de pieles no solo influyó en el uso de vegetales, sino que esta fue mucho más sustancial y sólida que hasta la actualidad se usa denominaciones provenientes de pieles curtidas con vegetales como lo es la badana (Escribano, 2013, p. 23).

Lladó & Pascual (2016, p. 55), menciona que hay una gran variedad de curtientes vegetales de acuerdo con el tanino utilizado, entre ellos los que más representa o bien se usan son los extractos de mimosa, quebracho, castaño, tara, zumaque, valonea, pino, gambier y las mezclas entre ellas. Mediante el uso de curtientes vegetales para el tratamiento de pieles, se obtienen cueros con características muy diferentes a los cueros curtidos con curtientes minerales, ya que se obtienen cualidades de cromatismo del extracto usado, lo cual les otorga un tono diferente en dependencia del agente de origen vegetal utilizado; de esta manera el cromatismo de los cueros varían de un blanco o tono blanquecino a un tono rosáceo, en los cuales se incluyen una gama de colores tostados y blanquecinos. Además, el uso de curtientes vegetales le otorga a cuero elasticidad y morbidez al tacto (Lladó & Pascual, 2016, p. 60).

Los agentes curtientes que se utilizan son extractos vegetales o también llamados taninos, aldehídos, quinonas, parafinas sulfocloradas, sintanes, entre otras. La curtición de pieles con el uso de extractos vegetales se produce en dos fases; la primera que es la penetración de la solución al interior de la piel a través de los poros y fijación del curtiente sobre el colágeno. Este proceso se realiza en temperaturas entre los 38-40 °C y a un pH de 3-6. Mediante este tipo de curtido, el

peso de la piel incrementa, por lo tanto, se obtiene cueros muy pesados, impermeables y resistentes generalmente usados para suelas, empeines de zapatos y correas de transmisión (Empresa para la Gestión de Residuos Industriales, 1997, p. 23).

De acuerdo con Gómez (2017, p. 9), el principal agente curtidor vegetal son los taninos, los cuales evitan la putrefacción de las pieles, estas sustancias provienen de la corteza de los árboles y se caracterizan por presentar propiedades astringentes. Según Basantes & Pino (2018, pp. 10-11) la extracción del curtiente como material de origen botánico, las partes o componentes de interés son completa o parcialmente segregados de sus otros componentes, mediante la utilización de solventes como el agua, alcohol y sus mezclas, así como también solventes específicos, los cuales dependen del tipo de planta, los principios activos a extraer y el producto final que se obtendrá.

El proceso de extracción involucra la remoción del componente deseado del material vegetal con un menstruo apropiado, la evaporación total o parcial del disolvente y el ajuste de los fluidos residuales, masas o polvos a los estándares prescritos. Durante la extracción se agregan sustancias de interés los cuales sirven como vehículos o diluyentes para mejorar las cualidades del curtiente, siendo además sometidos a tratamientos para incrementar el contenido de componentes intrínsecos del extracto, así como también para disminuir los compuestos no deseados, ya que estos pueden afectar en procesos como el desengrasado o procesos similares, sin embargo, también se puede obtener extractos sin la necesidad de aplicar alguno de los tratamientos mencionados y estos cumplir con la función principal que es de curtir pieles, a estos compuestos se les conoce como extractos nativos o crudos (Basantes & Pino, 2018, p. 18).

2.2.9 Taninos

El uso del término tanino se popularizó cuando se empezó la época de la curtiembre, en las regiones mediterráneas, hace unos 2000 años atrás donde realizaban la conversión de pieles en cueros durables utilizando extractos de plantas. Estos taninos son compuestos fenólicos solubles en agua, con pesos moleculares entre 500 y 3000, los cuales además de dar origen a reacciones fenólicas, estas se encargan de precipitar alcaloides, gelatina y otras proteínas (Isaza, 2007, p. 13).

Los taninos presentes en la planta y cada una de sus partes como las semillas, fruto, madera, raíz y hojas se pueden acumular en su totalidad en vegetales y frutos, los cuales llegan a representar del 2% al 7% del peso fresco de la planta, sumados todos los taninos presentes en el vegetal, sin embargo, la concentración puede disminuir o aumentar debido a varios factores como el ataque

de patógenos, clima de desarrollo y nutrientes de sitio donde crece (Vázquez, Alvarez, López, Wall, & Rosa, 2015, p. 11).

2.2.9.1 Propiedades de los taninos

Los taninos poseen ciertas características similares entre sí, sin embargo, ciertas cualidades cambian de acuerdo con el tipo de tanino que se extrae o del que está compuesto en su mayoría el vegetal.

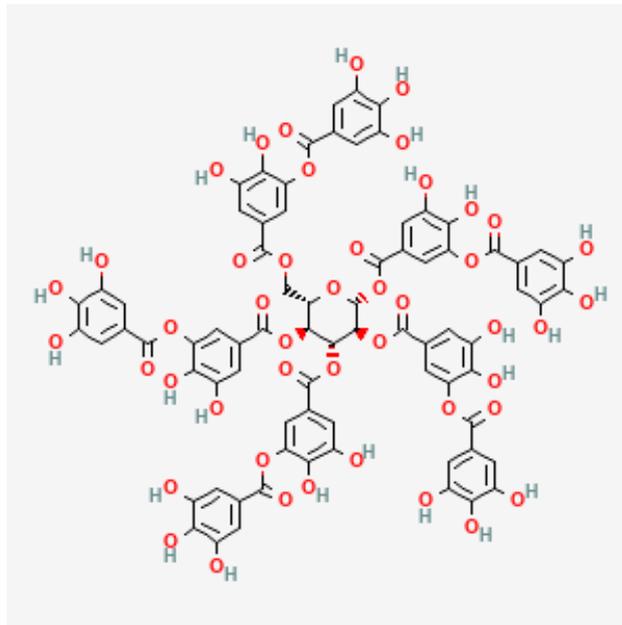


Ilustración 2-3: Estructura química de los taninos.

Fuente: Centro Nacional de Información Biotecnológica, 2023, p. 92

- Propiedades químicas.

Hidrolisis: Debido a su estructura de ésteres, los taninos pirogálicos son fácilmente hidrolizables, es especial si se les somete a técnicas de calentamiento en medios ácidos o básicos, produciendo una ruptura del enlace éster, dando como parte del proceso la liberación del poliol y de los ácidos gálicos, elágico u otros (Bazán, 2012, p. 22).

Interacción con proteínas: Debido a la capacidad que tiene los taninos de formar enlaces tanino-proteína, el cual viene a ser la forma más común de interactuar con otros compuestos, como ejemplo donde se implica la formación de dichos enlaces se encuentra la curtición de pieles. En la curtición de pieles se forma además enlaces de hidrogeno con los grupos carbonílicos peptídicos de la proteína y los grupos hidroxilo fenólicos del tanino, son la intervención de enlaces

iónicos y covalentes. Por otro lado, los taninos debido a su estructura molecular tienen la capacidad de deshacer enlaces cruzados con diferentes moléculas proteicas.

Interacción con polisacáridos: Los taninos son capaces de realizar interacciones hidrofóbicas con algunos polisacáridos, lo cual implica su inclusión dentro del proceso (Cuetocue, Sarria, Gallo, & Benítez, 2020, p. 15).

Quelantes de metales: La biodisponibilidad de metales pesados se ven reducidas, así como también aumentan su insolubilidad debido a la capacidad de los taninos de quelarlos por la naturaleza polifenólica que esta tiene, formando estructuras reticuladas y aumentando el peso molecular debido a la quelación (Agrimartín S.L., 2007, p. 18).

Astringencia: La sensación de astringencia se da por la precipitación de las proteínas lubricantes salivales como un complejo de tanino – proteína, lo cual genera una pérdida del efecto lubricante, esta se da sobre la lengua, además de que el paladar contribuye a dar una sensación de sequedad en toda la boca. Sin embargo, la astringencia no solo es provocada por los taninos sino también por otros elementos como metales, ácidos minerales y orgánicos, azúcares y compuestos fenólicos (Llaudy, 2007, pp. 34-37).

- **Propiedades físicas**

De acuerdo a Centro Nacional de Información Biotecnológica (2023, p. 45) los taninos son compuestos fenólicos con pesos moleculares de 500 a 3000 dalton y con suficientes grupos hidroxilo para la reticulación efectiva de otros compuestos. Estos son sólidos de color amarillo claro a bronceado, amorfo, voluminoso o masas esponjosas con un olor débil, se hunde y se mezcla con agua. Además, tiene un punto de fusión es de 200 °C, punto de inflamación de 390 °F, este tipo de compuesto es muy soluble en alcohol, acetona, es insoluble en éter, benceno, cloroformo y disulfuro de carbono. Por otro lado, presentan gran inestabilidad debido a que son propensos a la acción bacteriana y se descomponen en presencia de luz y oxígeno, emitiendo humo acre y humos. Sin embargo, las disoluciones del ácido tánico en la glicerina son relativamente más estables.

Tabla 2-3: Propiedades físicas de extractos tánicos comerciales y no purificados.

EXTRACTO	Humedad (%)	pH	Insolubles (%)	Densidad (g/ml)	Viscosidad (mPa.s)	Índice de refracción
Mimosa	6,2	4,0 - 4,5	0,9	1,114	175	1,3974
Quebracho sulfitado	8	4,3 - 4,5	0,5	1,11	130	1,298
Pino sulfitado		4,5	0	1,117	385	1,5606
Castaño vinitanón	13,8	4,1	0	1,13	150	1,3976
Castaño pasa	<7	3,2	0	1,12	120	1,3979

Fuente: Bazán, 2012, p. 55.

2.2.10 Quebracho (*Schinopsis balansae*)

De acuerdo con Bacca, Lopes, Marcolino, Dos Santos, & Da Costa (2019, p. 36), el Quebracho colorado es un árbol que se encuentra en su mayoría en el Sudamérica, principalmente en los países de Argentina, Paraguay y Bolivia. Esta planta se divide en dos especies diferentes, siendo estas *Schinopsis lorentzii* y *Schinopsis balansae*, pertenecientes a la familia Anacardiaceae. El Quebracho es conocido por el alto contenido de taninos en su cuerpo es decir en la madera, este tipo de taninos son concretamente proantocianidinas, los cuales para su extracción son sometidas astillas en medios acuosos a altas temperaturas, en ciertos casos se usa bisulfito para mejorar la extracción de estos compuestos, sin embargo, estas reducen las estructuras de las proantocianidinas y aumenta la solubilidad mediante la inserción de grupos sulfónicos.

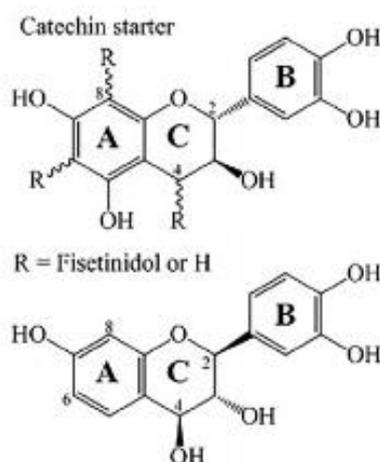


Ilustración 2-4: Estructura general de las proantocianidinas de Quebracho.

Fuente: Bacca, Lopes, Marcolino, Dos Santos, & Da Costa, 2019, p. 17

El extracto de quebracho contiene aproximadamente un 95% de proantocianidinas y un 5% de azúcares hidrosolubles, siendo las de mayor porcentaje dímeros de heptámeros, con una unidad iniciadora catequina y unidades fisetinidol extensoras condensadas en las posiciones C4-C6 y C4-C8, siendo actualmente el quebracho la mayor fuente de proantocianidinas. Además de acuerdo con Cesprini, Šket, Causin, Zanetti, & Tondi (2021, p. 17), el extracto de quebracho tiene una mayor absorción a 120 ppm, siendo relacionada con la posición del C8 de los anillos A y B (C2; C5 y C6), respectivamente, el cual sugiere que el quebracho tiene grupos -OH más bajos en el anillo A (parecido a resorcinol) y/o más sustituidos (ramificados), mientras que el anillo B también tienen menos grupos -OH lo que sugiere un anillo similar al catecol.

2.2.11 Marroquinería

Desde el inicio de la humanidad han dependido de la artesanía y el trabajo realizado con las manos, oficio que ha perdurado durante mucho tiempo, llegando hasta la actualidad, donde se ha implementado tecnología y digitalización para mejorar los procesos, así como también mecanizar una gran cantidad de trabajos, facilitando de mejor manera el curtido de pieles.

La marroquinería es un término que proviene del francés “marroquín” el cual se traduce como “marroquí”, esto se debe a que en aquellas épocas los artesanos marruecos eran los mejores para trabajar en cuero (IFEMA, 2020, p. 3).

Ciertamente la marroquinería es considerada un arte ya que ha sido transmitido de generación en generación, y esta hace referencia a la fabricación de cueros para artículos como bolsos, mandiles, cinturones, etc. que tienen acabados más finos y cuya característica principal es la durabilidad (Tanten Mod, 2022, p. 5).

Según Cardona (2022, p. 26), la industria marroquina tiene una cadena de valor muy amplia, pero se puede sintetizar en tres principales partes: materias primas como lo son cuero, materiales sintéticos y textiles; suministros como pegamentos, preparados y elementos adicionales como hilos, herrajes, entre otros, además de equipos o tecnologías que forman parte de proceso las cuales se incluyen más que nada aquellas que forman parte de la manufactura y otras herramientas especializadas. El aprovechamiento de pieles en el Ecuador, así como también en varios países son el resultado de residuos por así llamarlos de animales de carne, cría o leche, considerándose entonces a la piel como un subproducto de la ganadería o aprovechamiento animal en general.

Para entender de mejor manera el proceso de manufactura se profundiza de mejor manera, y se desarrolla bajo los siguientes pasos:

- Requisición de compras.
- Almacenamiento de materias primas e insumos.
- Almacenamiento de troqueles y moldes de corte.
- Corte.
- Prearmado.
- Armado.
- Confección o costura.
- Terminación.
- Clasificación.
- Empaque.
- Almacenamiento del producto terminado.
- Despacho

A nivel mundial los productos o artículos de marroquinerías se pueden dividir en dos grandes grupos; un primer grupo de altos volúmenes y precios bajos y otro grupo de oferta especializada altamente diferenciada, tanto por los componentes que se usa para su fabricación como perfiles de producto, dichos grupos se amplía en el siguiente gráfico.

**CADENA PRODUCTIVA
Marroquinería**

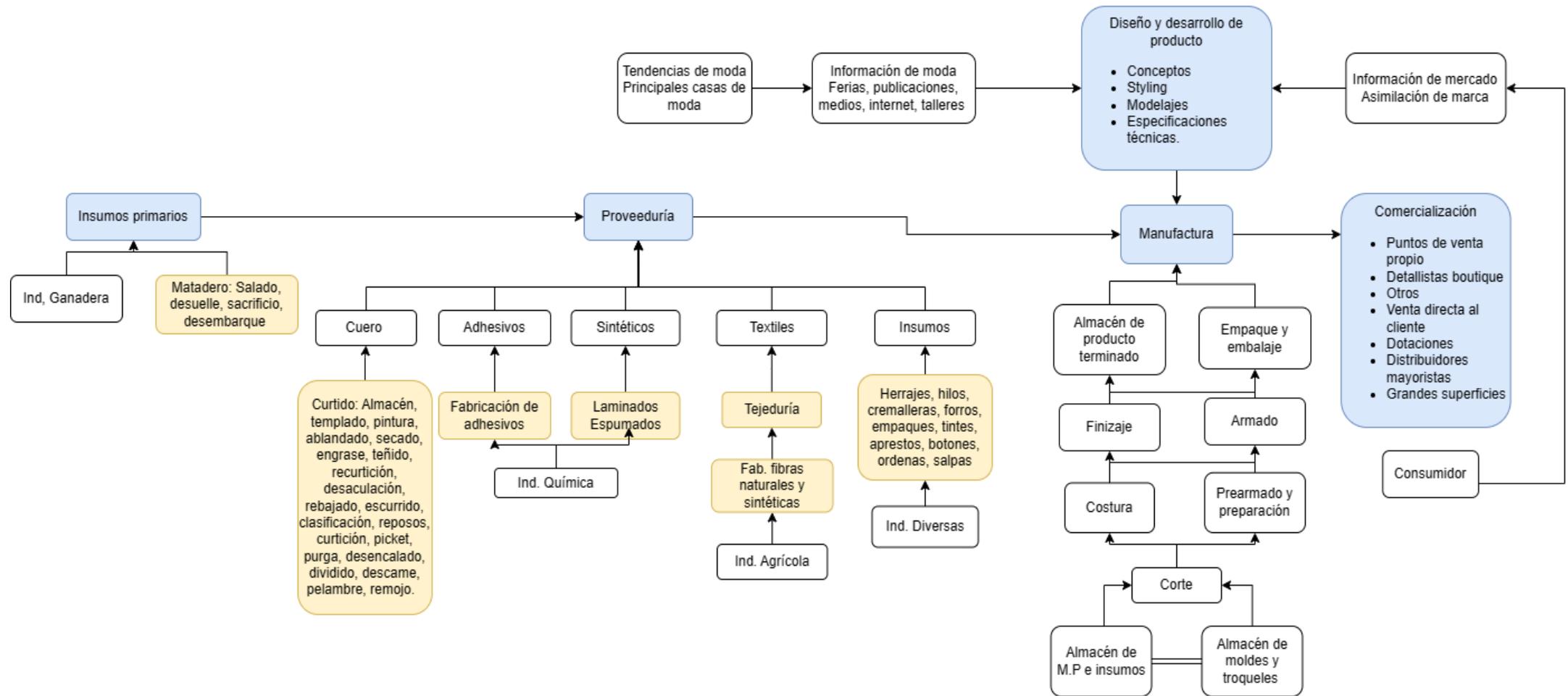


Ilustración 2-5: Cadena productiva genérica de marroquinería.

Fuente: Cardona, 2022, p. 32

2.2.12 Características de cueros para marroquinería

La disposición única de las fibras naturales complejas da como resultado las variaciones de distintos tipos de cueros, siendo este el material más versátil, otorgado por los distintos procesos químicos y físicos durante el proceso de curtición.

Algunas características de cueros de acuerdo a Leather Naturally (2023, p. 8), son las siguientes:

- **Resistencia al agua:** La mayoría de cueros para marroquinería se someten a procesos para que éstos eviten marcas de manchas de agua durante una lluvia. Generalmente estos cueros son fabricados con un grado de resistencia al agua, lo que permite que se mantenga húmeda a la vez de recuperar sus cualidades de elasticidad y forma luego del secado.
- **Espesor:** Debido a que usualmente los cueros para marroquinería son finos y medios poseen una suavidad excepcional; Los cueros de espesor medio son más utilizados en la elaboración de bolsos y portafolios.
- **Blandura:** La blandura de los cueros está sujeto al tipo de curtiente utilizado y a los procesos post - curtición ya que el curtido al cromo será más suave; el curtido con aldehído menos suave que los curtidos con vegetales que resulta cueros más firmes. A la vez los procesos post – curtición como el engrasado influye ampliamente en la blandura, ya que a mayor adición de grasa mayor es la blandura.
- **Estética y patrón de superficie:** En dependencia del tipo de artículo a fabricar con el cuero obtenido existe una gran variación de colores, textura, tacto y hasta el olor. Los productos de marroquinería son varios por lo cual el patrón de la superficie puede ser totalmente liso o con un marcado grano en el cuero.
- **Aislamiento térmico:** Los poros naturales de la piel permiten el aislamiento del calor, disminuyendo en gran medida la velocidad con la que se transfiere la energía, otorgando propiedades de protección, muy útil cuando se utiliza en bolsos, billeteras y portafolios.

- Maleabilidad: Los cueros para marroquinería se caracterizan por su capacidad de moldearse en una nueva forma, permitiendo que esta se endurezca o sea flexible de acuerdo a lo que se requiera llegar como producto final.

2.2.13 Procesos previos al curtido de pieles ovinas

2.2.13.1 Remojo

El remojo de las pieles se puede dividir en dos partes. La primera que tiene como objetivo la eliminación de la mayor cantidad de suciedad y materiales no deseados adheridos a ella, llegando a una limpieza superficial de la lana o pelo, además en este primer remojo se logra aumentar el contenido de agua de la piel para alcanzar mayor efectividad para posteriores procesos. El segundo remojo es más específico ya que se utiliza sustancias absorbentes a más de la cantidad de agua necesaria para hidratar las proteínas de la piel y abrir las fibras contraídas en el caso de las pieles secas, a la vez este segundo remojo sirve para solubilizar las proteínas desnaturalizadas, eliminar la sal que se utilizó para conservar las pieles; generalmente se utiliza agentes de remojo como álcalis, sulfuro de sodio, sal y algunos tensoactivos que permiten obtener un proceso eficaz (Queirós, Silva, Santos, & Crispim, 2018, pp. 7-9).

2.2.13.2 Pelambre y calero

El pelambre es una de las operaciones más primordiales en el procesamiento del cuero, en esta etapa se descarta la mayor cantidad de pelo o lana, mediante el uso de productos químicos adecuados, como la cal, el hidrosulfuro de sodio y el sulfuro de sodio que a su vez generan una gran cantidad de problemas ambientales (Senthilvelan, Kanagaraj, & Mandal, 2012, p. 27). Durante el proceso de inserción de los productos químicos en la piel del animal se lleva a cabo una reacción reductora, donde los iones de hidrosulfuro (HS^-) e hidroxilo (OH^-) discontinúan el puente disulfuro de la cisteína del pelo y lo convierten en cisteína, generando una hidrólisis de la queratina que es la proteína estructural del cabello (Teshome, y otros, 2022, p. 14).

2.2.13.3 Descarnado

De acuerdo a Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) (2003, p. 43), el descarnado de las pieles, es el proceso que consiste en despojar la mayor cantidad de carne, grasa y la membrana adiposa que cubre a la piel; esta etapa es importante ya que permite mayor absorción de la solución

curtidora, así como también de las grasas que se utilizan en el engrasado de las pieles; con ello se logra obtener un cuero más uniforme, evitando que se vuelva rígida o quebradiza.

Existen diferentes métodos de descarnado de pieles, generalmente todos se basan en la acción mecánica de un cuchillo u objeto filoso para quitar excedentes de carne, grasa y tejido adiposo. Un método muy común que suele utilizarse en procesos no industrializados es mediante el uso de vigas de descarnado, el cual consiste en una tabla larga y estrecha con una ranura en el centro, donde se pasa la piel de oveja con el lado de la carne hacia abajo y se raspa hasta obtener una piel limpia (Ramesh, Muralidharan, & Palanivel, 2018, pp. 13-14). Otro método es el uso de una herramienta de descarnado, esta se basa en utilizar una hoja de acero o material cortante con un ángulo para raspar la carne (León, Fuentes, Hernández, Campos, & Aguirre, 2019, p. 9). Independientemente del método utilizado es vital no cortar la piel ya que será muy difícil repararla además de no poderla utilizar para procesos posteriores.

2.2.13.4 *Dividido*

Según Saenz & Peña (2017, p. 12) es el proceso por el cual se separa el lado de la flor de la parte de la frisa, en estos procesos se ocupan maquinas especializadas que consisten en un dispositivo transportador que se encarga de llevar la piel hacia una cuchilla afilada el cual corre en sentido perpendicular a la dirección de avance de la piel; la parte inferior de la piel se encuentra presionada por un sistema de anillos de bronce que sostienen a presión el lado de la flor, mientras pasa por la cuchilla (Baker, 2000, p. 7).

La división de las pieles se considera como una de las etapas fundamentales para el acabado de cueros ya que a través de esto nos permite dejar la piel con un grosor mayor o menor en dependencia del artículo a fabricar. Por lo tanto, en base a ello también se puede realizar la división en tripa o en azul; la primera tiene la ventaja de que posee mayor rendimiento de superficie, nos permite también obtener pequeños recortes para la fabricación de gelatinas, obtención de cueros con menos presencia de arrugas y a la vez se tiene un mejor ahorro de insumo a utilizar en procesos siguientes. Por el contrario, al dividir en azul es más propenso a la formación de arrugas y menor rendimiento de insumos, sin embargo, se obtiene espesores más uniformes, es de más fácil manejo o manipulación y necesitan un trabajo más ligero que al dividir las en tripa (Campos, 2021, pp. 7-8).

Tabla 2-4: Diferencias entre el dividido en Tripa y Wet Blue.

	Tripa	Wet Blue
Manejo de pieles	Malo, resbaladizo. Estropea las manos	Bueno
Productividad	Malo	Superior
Grueso	Malo	Mayor aprovechamiento
Artículos de calidad	Cuellos más lisos Recomendable. Los productos penetran más rápido.	No recomendables Cuellos más crispados
Capacidad de bombos	Buena	Mala
Utilidad de residuos	Buena utilización de cerrajes	Mala, Más producto a utilizar
Cerraje	Mayor aceptación	Ya está procesada

Fuente: Campos, 2021, p. 5

2.2.13.5 Desencalado y rendido

De acuerdo a Saldaña (2009, p. 24), el desencalado es el proceso a través del cual se reduce la alcalinidad de las pieles, donde generalmente se utiliza sales de amonio (cloruros y sulfatos) como el bisulfito de sodio diluidos en agua para que esta solución pueda neutralizar el contenido de hidróxido de calcio. Mediante la eliminación del hidróxido de calcio que se encuentra entre las fibras de la piel se genera un deshinchamiento de las pieles, obteniendo el grosor original de la piel. Este proceso es importante ya que un mal desencalado provoca problemas de resistencia y presencia de manchas en el cuero.

El rendido por otro lado es la acción de digerir y disolver la mayor cantidad de proteínas no estructurales que durante todo el proceso no se han sintetizado, mediante este proceso se limpia los espacios interfibrilares de la piel, con el fin de abrir espacio donde posteriormente entraran los químicos en las siguientes etapas, además el rendido le otorga una textura más suave, flexible y permeable (Saldaña, 2009, p. 28).

En la curtición de pieles es común realizar el desencalado y el rendido completamente, sin embargo en ocasiones se limitan a la capa superficial para producir cueros muy firmes. Por otro lado, después del desencalado y el rendido; la flor del cuero se suele limpiar a mano o en máquina para remover la raíz de los pelos, proteínas de la piel y residuos de pigmentación para producir una capa de la flor más limpia (Daniels, 2023, p. 17).

2.2.13.6 *Desengrase*

La piel contiene una grasa natural que es de una composición química compleja y que consiste principalmente en triglicéridos, ceras, esteroides y fosfolípidos. La capa más superficial de la piel (la capa flor) tiene más ceras, mientras que la capa más profunda contiene mayor cantidad de triglicéridos, fosfolípidos y esteroides. Esta grasa puede causar problemas en la fabricación de productos químicos para la piel debido a su falta de miscibilidad con el agua, lo que puede conducir a manchas oscuras y dificultades en la tintura y acabado. Por lo tanto, se requiere un proceso de desengrase para eliminar la grasa de la piel (Paredes, 2021, p. 13).

En el proceso de curtición de pieles, el desengrasado es la etapa en la cual se elimina la mayor cantidad de grasas presentes en las pieles, este proceso es muy importante debido a que contribuye a la penetración de los químicos de curtido y tintes, además de lograr obtener cueros más suaves y maleables (Kilic, 2013, p. 4).

De acuerdo a Moujehed, y otros (2021, p. 78) hay dos métodos para desengrasar pieles:

- **Desengrase químico:** En este método se utilizan detergentes como etoxilados de nonilfenol o solventes de grasas como el éter dimetílico y el cloruro de metileno.
- **Desengrase enzimático:** Utiliza enzimas para sintetizar las grasas, usualmente se utilizan las lipasas que son producidas por levaduras o bacterias.

El desengrase químico es el método más usado para desengrasar pieles ya que es relativamente económico, además de poderse llevar a cabo a gran escala. Sin embargo, este método tiene un mayor impacto en el medio ambiente, debido a que los detergentes y disolventes suelen ser nocivos para la vida acuática. En el desengrase enzimático es un método más respetuoso con el medio ambiente para desengrasar pieles. A la vez es más suave con la piel lo que puede dar como resultado cueros de mayor calidad. Sin embargo, el desengrasado enzimático resulta más costoso que el desengrasado químico, además de que generalmente este tipo de enzimas no es tan disponible en el mercado de insumos para curtiembre Moujehed, y otros (2021, p. 80).

El desengrasado se realiza regularmente se lleva a cabo en una serie de tanques o en bombos anchos y cortos a 8 rpm; para ello es necesario realizar un lavado previo para eliminar residuos o

suciedad de la piel, luego se tratan con el agente químico o enzimático, para finalmente realizar un lavado para eliminar el desengrasante residual (Kilic, 2013, p. 11).

2.2.13.7 Curtición mineral

El proceso de curtición al cromo ha sido utilizado desde el siglo XX y consiste en usar sales de Cromo+3. Este proceso es muy importante ya que actualmente se estima que el 80 % de los cueros en todo el mundo se curten de esta forma. Además, es un proceso versátil que permite recurrir las pieles por sistema vegetal. Una vez que se realiza la curtición al cromo, se procede a escurrir, rebajar y dividir mecánicamente para obtener el producto llamado “Wet Blue”, el cual se debe al color azul verdoso del sulfato de cromo, Por otro lado, el cuero sin cromo tiene un color claro que se denomina como “Wet White” (Paredes, 2021, p. 19).

Durante el proceso de curtición al cromo, se utiliza agua salada con una concentración de aproximadamente 6° Be y sulfato básico de cromo (III). Para mejorar la calidad, se emplean compuestos orgánicos como ftalato y sustancia similares, y para fijar el cromo a la piel se utiliza sustancias básicas como el carbonato y bicarbonato de sodio y similares. También se añade pequeñas cantidades de fungicidas para evitar la aparición de hongos durante el almacenamiento en estado húmedo, este proceso prepara la piel para su conservación o para continuar con el proceso y el obtener el producto final deseado (Solano, 2018, p. 13).

De acuerdo a Black, y otros (2013, p. 5), los iones de cromo forman enlaces cruzados entre las fibras de colágeno, fortaleciendo y estabilizando el cuero, durante este tiempo de curtición aumenta gradualmente el pH. El cuero curtido utilizando sales de cromo tiene mayor resistencia, durabilidad y resistencia al agua; a la vez es relativamente económico debido a que comúnmente se lo encuentra en el mercado. Sin embargo, este tipo de curtiente es más perjudicial para el ambiente, especialmente para la vida acuática además de aumentar el DBO de agua residuales.

Algunos de los beneficios del curtido al cromo, según Sharma (2018, p. 59) son:

- **Fuerza:** Es muy fuerte y duradero, generalmente se lo usa en artículos que deben resistir mucho desgaste como zapatos, bolsos, entre otros.
- **Resistencia al agua:** Debido a la permeabilidad de los cueros curtidos al cromo los hacen ideales para resistir al agua, lo cual lo convierte en una buena opción para la fabricación de artículos como botas y abrigos.

- Económico: La rentabilidad de los cueros curtidos al cromo es mayor que al usar otro tipo de curtientes ya que es más fácil encontrarlos en el mercado.

2.2.13.8 Curtición vegetal

El uso de curtientes vegetales es tan antiguo como la evolución misma del hombre, ya que desde la antigüedad se ha ocupado taninos para evitar la putrefacción de pieles, solían untar corteza, madera u hojas de ciertas plantas para evitar que ciertas zonas sean atacadas por microorganismos; en la actualidad el uso de los taninos a pesar de haber sido reemplazada por los minerales sigue teniendo impacto, estos están repartidos en alrededor de 400 variedades para la curtición de pieles repartidos en distintas partes de la plantas, tales como tronco, raíces, ramas y frutos (Gualoto & Vizúete, 2016, pp. 34-36).

El término "tannis" se refiere a los extractos de plantas utilizados en el curtido. Muchas partes de las plantas, incluidas la corteza, la madera, las frutas y las hojas, contienen taninos, que son sustancias polifenólicas. Debido a que los taninos son astringentes, pueden precipitar las proteínas al unirse a ellas, logrando que las proteínas de la piel interactúen y creen enlaces cruzados. La piel se vuelve más resistente al agua, a las bacterias y a otros elementos ambientales gracias a estos enlaces cruzados (Paz, y otros, 2020, p. 65).

El tipo de tanino que se utilice en el curtido afectará las propiedades del cuero resultante. Por ejemplo, los taninos de la corteza de roble tienden a producir un cuero marrón oscuro, mientras que los taninos de la corteza de mimosa tienden a producir un cuero marrón claro. El tiempo de curtido también afectará las propiedades del cuero. Un tiempo de curtido más largo producirá un cuero más duradero, pero también hará que el cuero sea más rígido (Koloka & Moreki, 2011, p. 14).

De acuerdo a Kumar, Mizan, Tuj-Zohra, & Basaran (2022, p. 14-15), la curtición de pieles con el uso de vegetales permite al cuero tener propiedades de durabilidad especialmente para soportar el uso y desgaste, flexibilidad para aumentar su maleabilidad cuando se fabrica productos como zapatos o bolsos lo cuales tienden a necesitar mayor resistencia a la tensión, transpirabilidad muy necesaria cuando se confecciona artículos que van aisladas o están en contacto con el calor corporal como zapatos o prendas de vestir, todo ello también está ligado a que el uso de curtientes vegetales es más respetuoso con el medio ambiente.

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1 Localización y duración del experimento

La presente investigación se realizó en el laboratorio de Curtiembre y fibras agroindustriales de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ubicada en el Km 1 ½ de la Panamericana Sur, a una altitud de 2754 msnm, con una longitud oeste de 78° 28' 00'' y una latitud sur de 01° 38' 02''. El tiempo del experimento fue de 73 días aproximadamente.

Tabla 3-1: Condiciones meteorológicas del cantón Riobamba.

INDICADORES	Promedio
Temperatura (°C)	12.5
Precipitación (mm/año)	15.2
Humedad relativa (%)	79.8
Viento / velocidad (m/s)	2.00
Heliofanía (horas/luz)	1.9
Presión atmosférica (mm Hg)	544.6

Realizado por: Malán Á., 2023

3.2 Unidades experimentales

Las unidades experimentales fueron constituidas de una pieza de piel de 100 cm de largo por 77 cm de ancho en promedio, con un total de 15 pieles de ovinos adultos, adquiridos en el camal municipal de la ciudad de Riobamba.

3.3 Materiales, equipos, reactivos e insumos

3.3.1 *Materiales*

- 15 pieles ovinas.
- Mandil u overol.
- Percheros.
- Baldes o recipientes de distintas dimensiones.
- Contenedores o tanques de agua.

- Mascarillas.
- Botas de caucho.
- Guantes de hule.
- Guantes de nitrilo.
- Tinas.
- Tijeras.
- Mesas.
- Termómetro.
- Pinzas de estirado.
- Clavos.
- Fundas plásticas.
- Tableros de madera, Plywood, MDP o MDF.
- Cúter.

3.3.2 Equipos

- Bombo de curtido.
- Maquina raspadora.
- Bombo de acabado en húmedo.
- Toggling.
- Compresor.
- Pistola HLVP o pistolas de baja presión.
- Maquila de plancha en máquina.
- Máquina de elongación y tensión.
- Equipos de abrasión al frote.
- Abrazaderas.
- Balanza.

3.3.3 Reactivos

- Sulfuro de sodio.
- Cloruro de sodio.
- Bisulfito de sodio.
- Formiato de sodio.
- Producto rindente.

- Ácido fórmico.
- Tensoactivo.
- Basificante.
- Cromo.
- Quebracho.
- Glutaraldehído.
- Recurtiente neutralizante.
- Recurtiente dispersante.
- Anilina.
- Mimosa.
- Rellenante de faldas.
- Resina acrílica.
- Ester fosfórico.
- Parafina sulfurosa.
- Aceite de lanolina.
- Pigmento negro catiónico.
- Cera catiónica.
- Ligante de partícula fina y media catiónica.
- Hidrolaca.
- Alcohol etílico 65°.

3.3.4 Insumos

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

3.4 Tratamientos y diseño experimental

Para realizar la evaluación del cuero ovino aplicando diferentes niveles de curtiembre vegetal (quebracho) y curtiembre mineral (cromo) se utilizó 3 tratamientos y 5 repeticiones.

Tabla 3-2: Esquema del experimento a investigar.

Tratamientos	Código	Repetición	*T.U. E	Obs. /nivel
8% de Quebracho + 4% Cr	T1	5	1	5
10% de Quebracho + 4% Cr	T2	5	1	5
12% de Quebracho + 4% Cr	T3	5	1	5
TOTAL				15

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

Realizado por: Malán Á., 2023

Para realizar el análisis de los datos se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA), el cual siguió el siguiente modelo estadístico experimental:

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

Donde:

Y_{ijk} : Valor del parámetro en determinación.

μ : Efecto de la media por observación.

α_i : Efecto de los niveles de cortina vegetal (Quebracho) en combinación con el cortina mineral (Sulfato de Cromo III)

ϵ_{ijk} : Efecto del error experimental.

3.5 Mediciones experimentales

3.5.1 Resistencia físicas.

- Resistencia a tensión (N/cm²).
- Porcentaje de elongación (%).
- Pruebas de abrasión al frote de la flor (ciclo).

3.5.2 Análisis sensorial

- Llenura (puntos).
- Blandura (puntos).
- Redondez (puntos).

3.5.3 Análisis Económico

- Beneficio / Costo.

3.6 Análisis estadísticos y pruebas de significancia

Los datos obtenidos en el laboratorio, mediante el uso de los equipos adecuados fueron sometidos a los siguientes estadísticos para su análisis correspondiente:

- Análisis de Varianza (ADEVA), para diferencias entre medias.
- Separación de medias ($P < 0.05$) a través de pruebas de Tukey para las variables que presenten significancia.
- Prueba de Kruskal-Wallis, para variables no paramétricas.
- Análisis de regresión y correlación
- Análisis económico a través del indicador beneficio/costo.

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

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

Realizado por: Malán Á., 2023

3.7 Procedimiento experimental

3.7.1 Curtición de pieles ovinas

- **Recepción de pieles:** Se seleccionó las pieles, donde se consideró que no debe ser ni muy grandes, ni muy pequeñas. Estas tenían en promedio de 90 – 100 cm de largo y 70 – 80 cm de ancho, las mismas que no tuvieron ningún tipo de cortadura o rasgadura en la parte de carnes, a la vez de presentar un espesor uniforme sin la presencia de huevos de mosquitos o larvas de insectos, sin un estado de putrefacción o deterioro de la dermis e hipodermis.

- **Remojo estático:** Una vez inspeccionado las pieles se procedió a pesarlas para posteriormente dejarla en 300% de agua a temperatura ambiente, 0,5% de detergente y 0,01% de cloro durante 12 horas en el caso de pieles frescas y 24 horas en pieles secas, previas a realizar un prelavado para quitar la sal que se utilizó para su conservación.
- **Pelambre por embadurnado:** Se preparó una pasta mezclando 5% de agua a 40 °C, 3,5% de cal y 2,5 de sulfuro de sodio utilizando como referencia el peso previo al remojo, esta pasta se embadurno en cada una de las pieles, tanto en la parte de la dermis e hipodermis y se dejó reposar durante 12 horas para que haga efecto la mezcla.
- **Pelambre en bombo:** Se volvió a pesar las pieles ya sin la mayor cantidad de lana, para posteriormente hacerlo rodar 30 minutos con 100% de agua a 25 °C y 0,7% de sulfuro de sodio; luego de ello otros 30 minutos con la misma cantidad de sulfuro de sodio; 10 minutos con 0,5% de cloruro de sodio; 30 minutos con 0,5% de sulfuro de sodio y 1% de cal. Después de ello se preparó un baño con 50% de agua a 25 °C, 0,5% de sulfuro de sodio y 1% de cal, se lo introdujo en el bombo y se mandó a rodar por 30 minutos; Se agregó 1% de cal y se rueda por 3 horas. Una vez concluido este tiempo se rodó durante 20 horas con giros de 10 minutos cada 3 a 4 horas.
- **Descarnado:** Se desechó el baño de la anterior etapa y se preparó 200% de agua a 25 °C con 0,2% de bisulfito de sodio y se colocó en el bombo para girar por 30 minutos.
- **Desencalado:** Se elaboró un baño con 100% de agua a 30 °C con 1% de bisulfito de sodio y se giró el bombo durante 30 minutos. Luego se pesó 1% de formiato de sodio con 0,1% de producto rindente, se añadió al bombo y se rodó durante 1 hora, finalmente se agregó 0,02% de formiato de sodio y se rodó por 10 minutos. Después se procedió a eliminar el baño. Se realizó un lavado con 200% de agua a 25 °C durante 20 minutos y se desechó el baño.
- **Piquelado:** Se realizó 60% de agua a temperatura ambiente con 10% de cloruro de sodio para rodar por 10 minutos. Posteriormente se preparó una dilución 1:10 de 1% de ácido fórmico con agua, se la dividió en tres diluciones y se fue incluyendo en el bombo por 30, 30 y 60 minutos respectivamente cada dilución. Finalmente se volvió a preparar una dilución 1:10 de 0,4% de ácido fórmico con agua para volver a rodar en los mismos tiempos de la anterior dilución.

- **Desengrase:** Se descartó el baño, se formuló un nuevo baño con 100% de agua a 30 °C con 2% de tensoactivo y 4% de diésel, se rodó durante 1 hora. Luego se eliminó el baño, se preparó otro con 100% de agua a 35 °C con 1% de tensoactivo y se rodó por 40 minutos. Finalmente se retiró el baño y se lavó con 200% de agua a temperatura ambiente durante 20 minutos. Se arrojó el baño final.
- **2° Piquelado:** Se realizó el mismo proceso del primer piquelado, pero en esta todas las diluciones rodaron durante 30 minutos, finalizado ello se reposo por 12 horas y se rodó 10 minutos.
- **Curtido:** Se tiró el baño, se rodó con 4% de sulfato de cromo (III) por 1 hora, luego se añadió 8%, 10% y 12% de quebracho en dependencia del tratamiento y se rodó por 1 hora. Finalmente se añadió 0,3% de basificante diluido en agua 1:10, dividida en 3 partes, para cada dilución se giró durante 60 minutos y el ultimo durante 5 horas. Una vez finalizado ese tiempo se agregó 100% de agua a 60 °C y se giró por 30 minutos.
- **Perchado y Raspado:** Se procedió a sacar del bombo, se dejó perchado el cuero como tal durante 24 horas y se raspo a un calibre 1 a 1,2 mm utilizando una máquina de raspado de cuero.

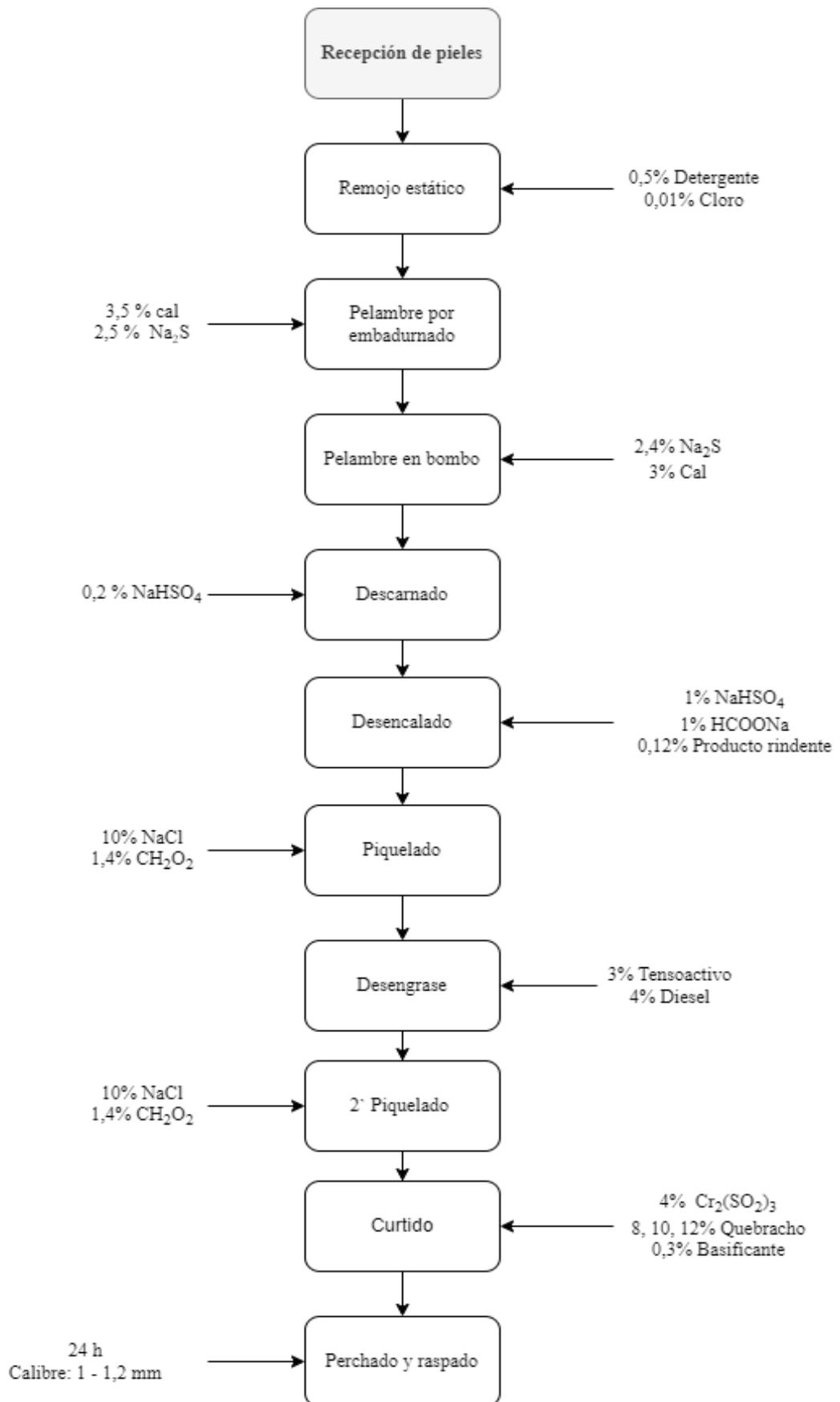


Diagrama 3-1: Proceso de curtición de pieles ovinas para marroquinería.

Realizado por: Malán Á., 2023

3.7.2 *Acabado en húmedo del cuero ovino*

El acabado en húmedo se realizó mediante el siguiente procedimiento:

- **Recepción del cuero:** Se recibió la piel transformada a cuero luego del raspado, con un calibre de alrededor de 1 a 1,2 mm, en esta etapa se inspeccionó que no tenga ningún tipo de rasgadura o algún corte producto de las cuchillas de la máquina de raspado.
- **Remojo:** Se pesó las pieles, se preparó un baño con 200% de agua a 25 °C, 0,2% de tensoactivo y 0,2% ácido fórmico, para rodar por 20 minutos.
- **Recurtido catiónico:** Se desechó el baño, se utilizó otro baño de 80% de agua a 40 °C con 3% de sulfato de cromo (III), 3% de quebracho y 2% de glutaraldehído, se rodó durante 40 minutos.
- **Neutralizado:** Se hizo un baño con 100% de agua a 40 °C con 1% Formiato de sodio y se rodó por 30 minutos; luego se agregó 2% de recurtiente neutralizante para rodarse durante 1 hora. Posteriormente se realizó un lavado con 300% de agua a 40 °C.
- **Recurtido Aniónico:** Se eliminó el baño de la anterior etapa, se formuló otro baño compuesto de 50% de agua a 40 °C, 2% de recurtiente dispersante y anilina, se rodó durante 10 minutos. Posterior a ello se añadió 4% de mimosa, 2% de Rellenante de faldas y 3% de resina acrílica, rodando 1 hora.
- **Engrase:** Se pesó 150% de agua a 70 °C; luego se preparó una solución de éster fosfórico, parafina sulfurosa y aceite de lanolina en porcentajes de 12, 6 y 2% respectivamente, diluidas en agua a 60 °C a 1:10 del peso total de los aceites.
- **Fijación de la anilina:** Se añadió al bombo de acabado en húmedo 0,75% de ácido fórmico, diluido en agua 1:10 rodándose por 10 minutos, se volvió a rodar por 10 minutos agregando la misma cantidad de ácido fórmico con la misma dilución. Posteriormente se añadió 2% de sulfato de cromo (III), rodó por 20 minutos y se añadió 2% de quebracho para rodar por otros 20 minutos.
- **Lavado:** Finalmente, se excluyó el baño y se rodó el bombo por 20 minutos con 200% de agua a temperatura ambiente.

- **Perchado:** Se dejó secar el cuero terminado durante 24 horas o más hasta que estén totalmente secas.
- **Aserrinado, ablandado y estacado:** Una vez que haya transcurrido el tiempo de secado se introduce el cuero seco en aserrín húmedo para que absorba cierta humedad para lo cual se lo deja 24 horas en aserrín y viruta, posteriormente se pasa a la zaranda para ablandar el cuero y seguidamente se estacó estirando sus extremos y bordes hasta que tenga un centro de tambor, dejándolo en esta posición durante 24 horas.
- **Acabado en seco:** Se realizó una solución de pigmento negro catiónico, cera catiónica, ligante de partícula fina catiónica y ligante de partícula media catiónica en pesos de 50, 50, 100 y 100 g respectivamente; todo ello se mezcló con 700 g de agua para llegar a los 1000 g de disolución, la misma que se pasó por el cuero usando una pistola a presión hasta que quede al color deseado.

Finalmente, se elaboró la laca de terminado compuesta de 500 g de hidrolaca con 20 g de alcohol etílico y 480 g de agua, pasándolos a cada uno de los cueros para darle el brillo característico. Se dejó secar con la luz solar; ya como último paso se plancho el cuero en máquinas especializadas con un grano fino y se obtuvo el cuero acabado.

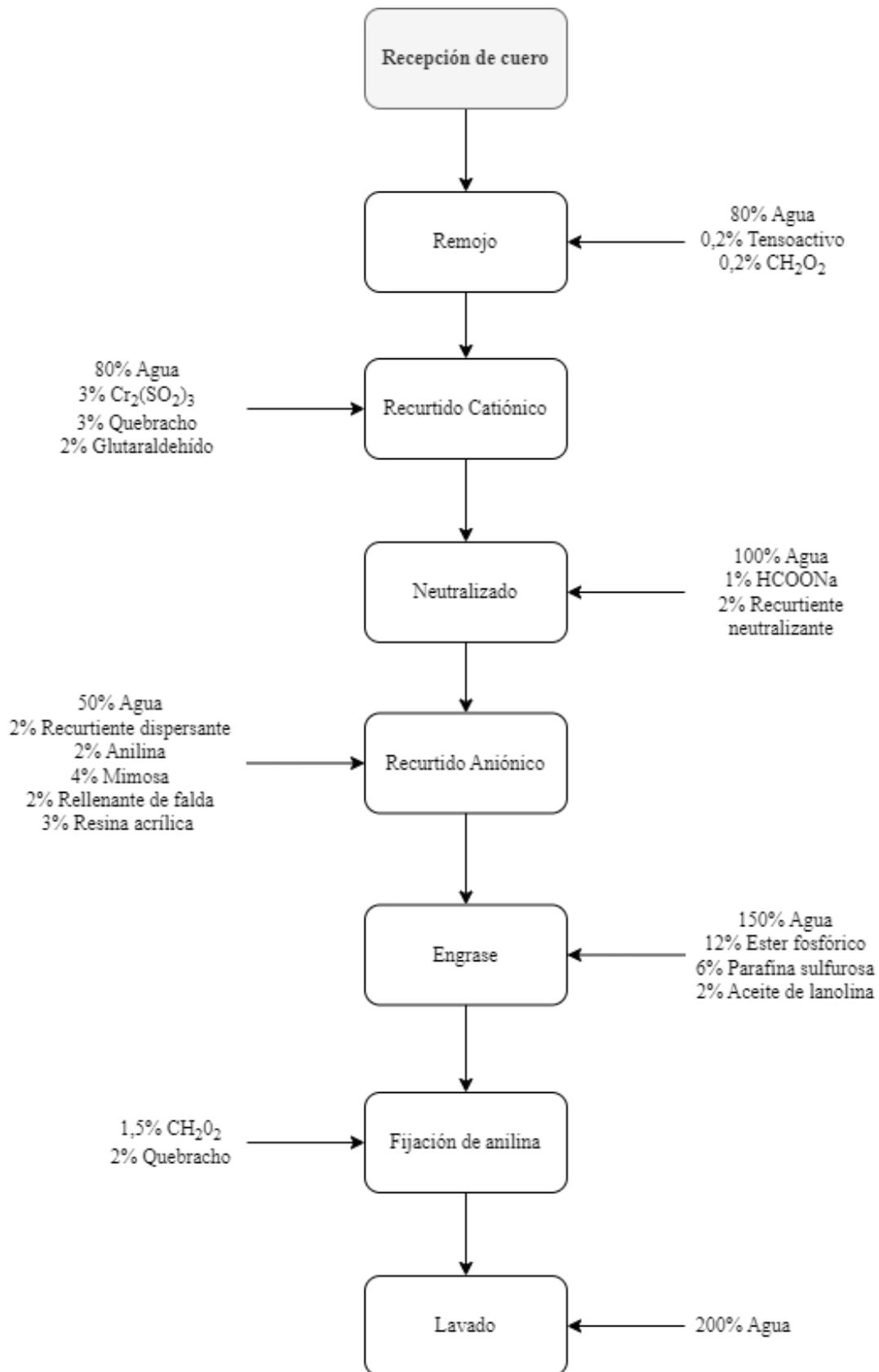


Diagrama 3-2: Acabado en húmedo de cueros ovinos.

Realizado por: Malán, Ángel (2023)

3.8 Metodología de evaluación

3.8.1 Análisis de laboratorio

Los análisis de laboratorio de los cueros obtenidos se realizaron en el área de Control de Calidad del laboratorio de curtiembre y fibras, estos análisis se los realizó tomando como base las normas INEN 1061: Cueros. Resistencia a la tracción, porcentaje de alargamiento debido a una carga determinada y porcentaje de alargamiento a la rotura; y la NTE INEN 11640: Cuero. Ensayos de solidez del color. Solidez del color al frote de vaivén; los cuales establecen la metodología descrita a continuación:

3.8.1.1 Resistencia a la tensión

Se realizó esta prueba para calcular la resistencia a la ruptura aplicando los métodos de ensayo especificado en la norma INEN 1061: Cueros. Resistencia a la tracción, porcentaje de alargamiento debido a una carga determinada y porcentaje de alargamiento a la rotura; el cual se obtiene al someter la probeta o muestra de cuero a un estiramiento que va aumentando progresivamente con una velocidad mínima, dando como resultado la ruptura de las cadenas fibrosas del cuero, como se observa en la ilustración 3-1.



Ilustración 3-1: Probetas de cuero

Realizado por: Malán Á., 2023

La operación de la resistencia a la tensión se ejecutó sujetando los extremos opuestos de la probeta y separándolos, esta se va alargando en dirección a la carga aplicada. La probeta fue colocada dentro de las mordazas tensoras, donde se debe tener un especial cuidado en no permitir que se produzca un deslizamiento de la probeta ya que con ello se previene sesgos de resultados.

La máquina que realiza la prueba estuvo diseñada para:

- Alargar la probeta a una velocidad constante y continua.
- Registrar los datos obtenidos de las fuerzas que se aplican y los alargamientos que se observan en la probeta.
- Alcanzar la fuerza suficiente para producir la fractura o deformación permanente es decir que esta llegue a romperse. Como se puede ver en la ilustración 3-2.



Ilustración 3-2: Máquina de medición y tensión del cuero.

Realizado por: Malán Á., 2023

Para determinar la resistencia a la tensión (N/cm²) se tomó de base la fórmula indicada por la norma INEN 1061: Cueros. Resistencia a la tracción, porcentaje de alargamiento debido a una carga determinada y porcentaje de alargamiento a la rotura; especificada en la tabla 3-4.

Tabla 3-4: Fórmula para determinar la Resistencia a la Tensión

Test o ensayos	Método	Especificaciones	Fórmula
Resistencia a la tensión o tracción	INEN 1061	Mínimo 750 N/cm ²	$S = \frac{\text{Carga de rotura}}{\text{Espesor de Cuero} * \text{Ancho (mm)}}$

Realizado por: Malán Á., 2023

Posteriormente se calculó la resistencia a la tensión o tracción de acuerdo a la fórmula detallada a continuación:

Fórmula:

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

Donde:

S= Resistencia a la tensión o tracción.

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

h= Ancho de la probeta.

e= Espesor de la probeta.

3.8.1.2 *Porcentaje de Elongación.*

Este ensayo del cálculo del porcentaje de elongación a la rotura se utilizó para evaluar cual es la capacidad del cuero a soportar las fuerzas de tensión multidireccionales. La elongación es importante ya que a través de ello se evalúa cuanto resiste a la tensión especialmente cuando se diseña un artículo donde existen cosidos o donde se realiza orificios sometidas a tensión.

Para que un cuero se considere de buena calidad se debe seguir la norma INEN 1061: Cueros. Resistencia a la tracción, porcentaje de alargamiento debido a una carga determinada y porcentaje de alargamiento a la rotura; y las directrices que especifican el cumplimiento de valores mínimos de porcentaje de elongación. Este tipo de prueba se diferencia de la resistencia a la tensión debido a que, en esta, la probeta es sometido a múltiples fuerzas de tensión en distintos sentidos, para lo cual se siguió el siguiente proceso:

- Se cortó una ranura de la probeta.
- Los extremos curvados de dos piezas en forma de "L" se introdujeron en la ranura practicada en la probeta.
- Estas piezas estuvieron fijadas por su otro extremo en las mordazas de un dinamómetro como el que se usa en el ensayo de tracción.
- Al poner en marcha el instrumento las piezas en forma de "L" introducidas en la probeta se separaron a velocidad constante en dirección perpendicular al lado mayor de la ranura causando el desgarró del cuero hasta su rotura total.

3.8.1.3 Abrasión al frote

La abrasión al frote es una de las características más importantes para determinar la calidad de los cueros. Los curtidores lo realizan siguiendo el procedimiento que establece la norma NTE INEN ISO 11640: Cuero. Ensayos de solidez del color. Solidez del color al frote de vaivén, donde se establece el método Veslic.

Se basa en apoyar sobre el cuero una carga determinada para ejercer presión y se desplaza en fieltro en vaivén. En esta norma se aplica el método Veslic el cual es mucho más confiable que el Satra ya que la distribución de las fuerzas de fricción se dispersa por todo el cuero de ensayo.

Dicho proceso se especifica a continuación:

- El método NTE INEN ISO 11640: Cuero. Ensayos de solidez del color. Solidez del color al frote de vaivén; donde se establece el método Veslic la muestra o probeta de cuero se fijó con el lado de la flor hacia arriba sobre una plataforma horizontal el cual se mueve en vaivén con un recorrido aproximado de 3,5 cm con una frecuencia de 50 ciclos/min. Se colocó el fieltro sobre la otra superficie opuesta a la base del cuero y se ajustó para que esta esté bien estirada. Se aplica una carga de 1 Kg y se puso en marcha la máquina durante 36,17 segundos, se inspeccionó después de ese intervalo de tiempo para comprobar si ha sufrido un desprendimiento del color.

En dependencia de ello se valoró si es de calidad o no, el número de ciclos puede oscilar entre <50 ciclos para cueros malos y >150 para cueros de excelente calidad. Sin embargo, en la norma NTE INEN ISO 11640 se considera de calidad al pasar de 100 ciclos en el cuero seco.

- Después de realizar el ensayo y verificar si queda más o menos coloreada o desprendida el color del cuero al fieltro. Se realizó si existió un cambio visible durante el intervalo de tiempo y la cantidad de ciclos, entre estos cambios se valoró desprendimiento del color, brillo e incluso de la flor lo cual indica un deterioro del acabado final, Ilustración 3-3.

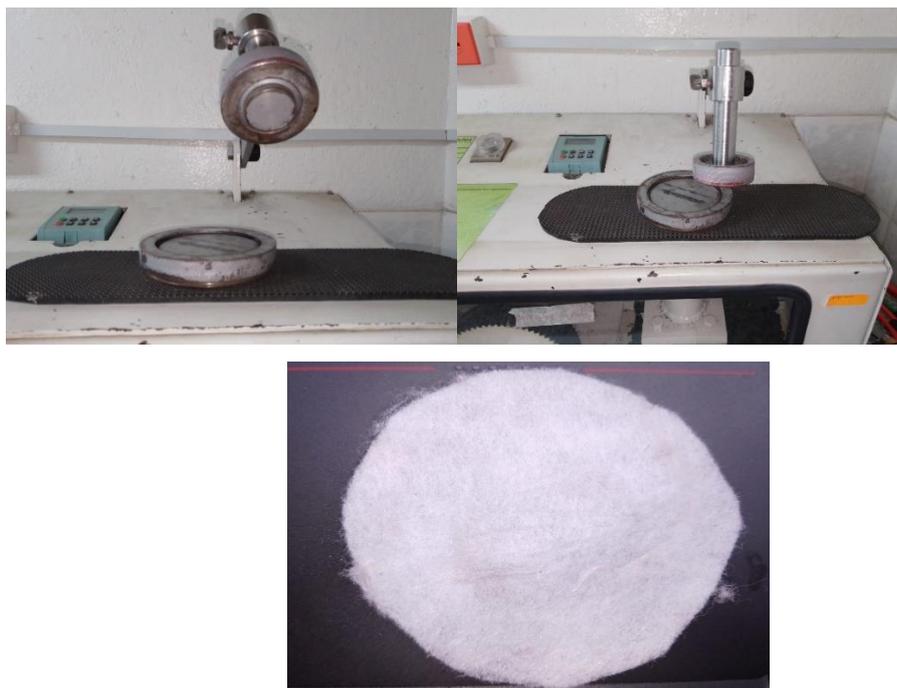


Ilustración 3-3: Equipo para medir la resistencia al frote en seco de los cueros.

Realizado por: Malán Á., 2023

3.8.2 *Análisis sensorial*

Para realizar el análisis sensorial de los cueros, se evaluó a través de las sensaciones de un panel de personas semientrenados en cueros con acabados de calidad. Cada cuero ovino con sus respectivas repeticiones se evaluó en una escala de 5 puntos donde cada valoración representa lo siguiente: 5 excelente; 4 muy buena; 3 buena; 2 regular y 1 baja. Analizando tres indicadores llenura, redondez y blandura, de acuerdo a lo expuesto por Hidalgo L. (2017, p. 30-36)

Tabla 3-5: Evaluación sensorial de cueros ovinos.

REPETICIONES	PRUEBAS SENSORIALES		
	LLENURA	BLANDURA	REDONDEZ
1			
2			
3			
4			
5			
	CALIFICACIÓN (PUNTOS)		

Realizado por: Malán Á., 2023

- La llenura se calificó mediante repetidas palpaciones a todas las zonas del cuero con el objetivo de hallar espacios interfibrilares los cuales debían ser los precisos, considerando que es para marroquinería estas deben ser más llenos sin llegar al hinchamiento total. Una vez que se juzgue si tiene la llenura ideal se evaluó con la calificación que los expertos consideren.
- La redondez del cuero ovino fue evaluado a través del tacto mediante el cual se palpó la superficie (flor) del cuero, realizando diversos arqueos o quiebres y verificando si esta regresa al estado inicial evitando deformaciones y rupturas, a la vez de presentar una curvatura natural recibió la ponderación más alta.
- El indicador de la blandura del cuero se analizó mediante el tacto, especialmente de las yemas de los dedos donde el juez experto pasa sus dedos por el cuero, realizando a la vez varias torciones por toda la superficie del cuero, para evaluar tanto la suavidad como la caída del cuero para posteriormente a ello calificarlos, una menor caída y mayor dureza es para cueros de mala calidad por el contrario si tiene mayor suavidad y mayor caída es de mejor calidad dando valoraciones de 5 puntos.

CAPÍTULO IV

4. MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Análisis Físicos

Los resultados de las pruebas físicas del cuero ovino para marroquinería con el uso de Quebracho en reemplazo de Cromo, obtenido a través del análisis de los datos recolectados en el área de calidad del laboratorio de curtiembre y fibras agroindustriales son los siguientes:

Tabla 4-1: Resultados de los análisis físicos del cuero ovino.

Parámetros	Niveles de Quebracho			*EE	*Prob.
	8%	10%	12%		
Resistencia a la tensión (N/cm ²)	4361,19 b	7112,15 b	10945,67 a	854	0,0005
Porcentaje de elongación	52 a	60,5 a	60,5 a	2,75	0,077
Abrasión al frote (Ciclos)	229,97 ab	196,21 b	249,9 a	13,65	0,048

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: Malán Á., 2023

4.1.1 Resistencia a la tensión

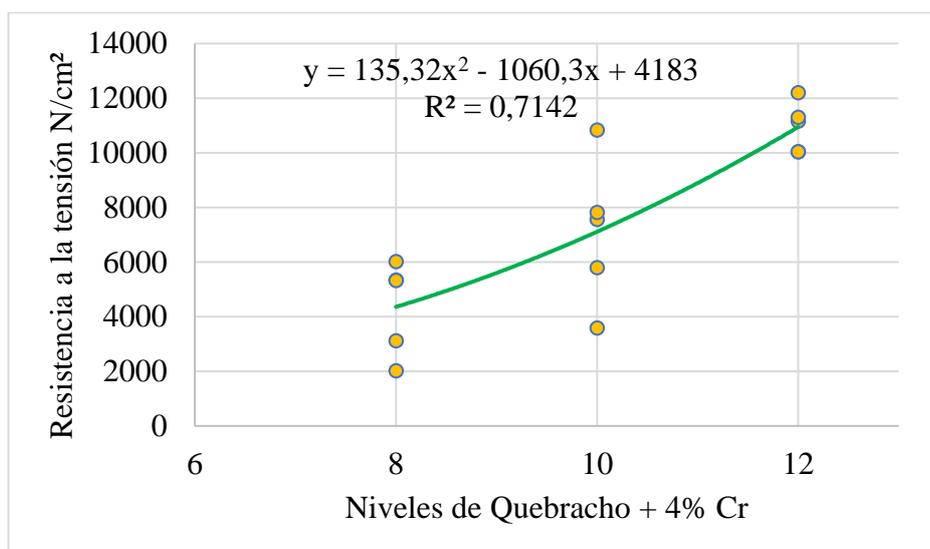


Ilustración 4-1: Comportamiento de la resistencia a la tensión.

Realizado por: Malán Á., 2023

Una vez hecha la evaluación de resistencia a la tensión (N/cm^2) de los cueros ovinos curtidos a distintos niveles de curtiente vegetal, presentaron diferencias altamente significativas ($P < 0,01^{**}$), por efecto de la utilización de 8, 10 y 12% de Quebracho en combinación con el 4% de Cr; lo cual mediante el análisis de regresión se observa que existe una dispersión de datos que tienen una tendencia cuadrática con diferencias altamente significativas entre sí, partiendo de la base de $4361,19 \text{ N/cm}^2$ al curtir con el 8% de quebracho (T1) tiende a ascender a $10945,67 \text{ N/cm}^2$ al curtir con el 12% de quebracho (T3), es decir que a mayor inclusión de quebracho en la curtición de pieles, mayor es la resistencia a la tensión. A la vez se aprecia que existe un coeficiente de determinación R^2 de 71,42% que está ligado directamente factores intrínsecos del crecimiento de la resistencia a la tensión, mientras que el 28,58% restante pertenece a factores extrínsecos como raza del animal, edad, sexo, estado de curtiente, etc., que no son considerados dentro de la presente investigación. Por otro lado, al analizar las variables independiente y dependiente se puede determinar que existe una correlación R de 84,51% que nos indica que existe una asociación positiva de mayor ganancia de resistencia a la tensión al aumentar los niveles de curtiente vegetal.

Todo ello es corroborado por Das, Islam, Faruk, Ashaduzzaman, & Dungani, (2020, p. 12), quienes en su investigación acerca de la revisión y aplicación de los taninos, determinaron que al utilizar el quebracho en la curtición de pieles estas adquieren una mayor capacidad de resistencia a la fricción, demostrando una buena reticulación del colágeno, es decir, las fibras de colágeno que es una proteína estructural presenta enlaces cruzados con los taninos de quebracho otorgando una mayor resistencia al estiramiento y a la tracción, lo que genera como resultado un cuero más resistente y menos propensa a romperse, especialmente si se aumenta su concentración.

La resistencia a la tensión obtenida en esta investigación resulta ser mayor a la expuesta por Guaminga (2016, p. 35), donde se registró medias de $974,96 \text{ N/cm}^2$ cuando se curtió pieles caprinas con el 15% de Quebracho sin la adición de curtientes minerales, a la vez también resulta ser mayor que la expuesta por Romero D. (2020, p. 34), donde la resistencia a la tensión están en una media de $2325,5740 \text{ N/cm}^2$, pero en este caso le adicionaron sulfato de aluminio sin embargo esta no le dio mayor resistencia, debido a que el sulfato de aluminio no tiene una mayor capacidad de formar enlaces químicos con las fibras de colágeno en comparación con el cromo que genera enlaces químicos estables entre el cromo y el colágeno donde se unen a los grupos carboxilo de las fibras, generando complejos de cromo-colágeno dando como resultado mayor resistencia y estabilidad.

4.1.2 Porcentaje de elongación

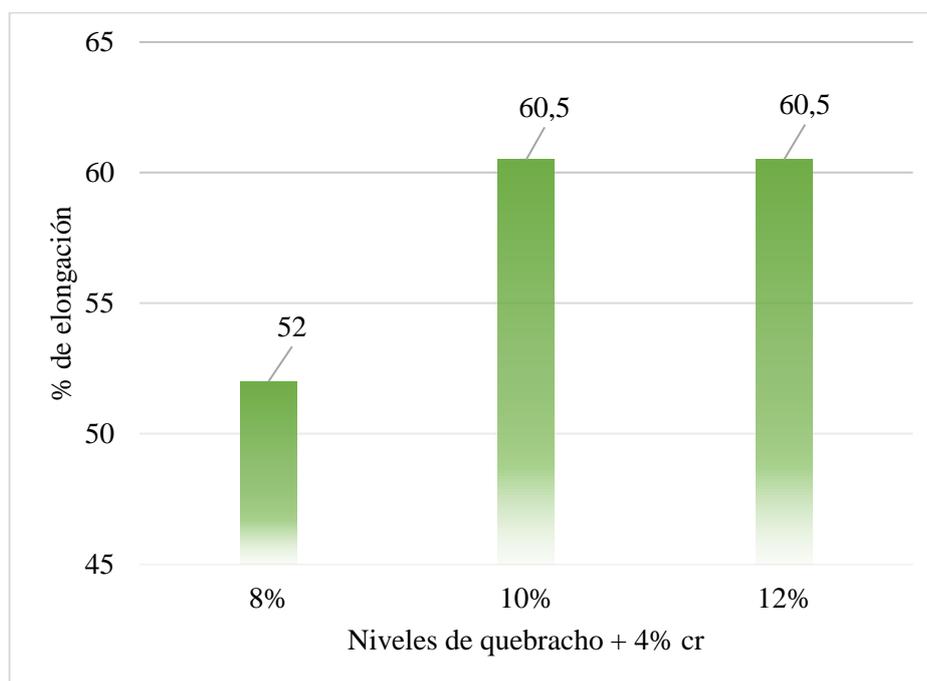


Ilustración 4-2: Evaluación del porcentaje de elongación de cueros ovinos.

Realizado por: Malán Á., 2023

El porcentaje de elongación que se obtuvo en esta investigación no presentó diferencias estadísticamente significativas ($P > 0,05$), entre medias, por acción del quebracho en porcentajes del 8, 10 y 12%. Estableciéndose los mejores resultados al utilizar 10 y 12% de Quebracho (T2 Y T3) con 60,5%, así como también un valor no muy distante de 52% al utilizar 8% de Quebracho (T1), como se observa en la ilustración 4-2 de la evaluación del porcentaje de elongación de cueros ovinos, por lo cual para dar un mayor porcentaje de elongación la cantidad adecuada es de 10 y 12% con taninos vegetales. A la vez estos resultados se encuentran dentro del rango establecido por la norma INEN 1061 que reporta valores límites que rondan entre el 40 al 80% de alargamiento a la elongación para considerarse cueros de calidad y que valores menores a esos son indicadores de cueros acartonados, a la vez si presenta valores más allá del 80% son indicadores de cueros muy suaves, que tienden a deformarse fácilmente.

A su vez todo ello es corroborado por la apreciación de Soler (2005, p. 12), quien manifiesta que la curtición vegetal es un proceso que permite a la piel adquirir color, elasticidad y resistencia, dando mejores resultados en el cuero. Además, concuerda con Kyung (2020, p. 16), donde expresa que la curtición vegetal permite que los haces de fibras de colágeno, presentes en la matriz del cuero, que están discontinuos y dispuestos al azar, junto con la ramificación de la estructura del colágeno,

proporcione propiedades mecánicas características y viscoelásticas, permitiendo de esta manera que el cuero exhiba una recuperación mejorada y una mayor resistencia a la tracción.

Los resultados de esta investigación concuerdan con los expuestos por Guaminga (2016, p. 35) ya que en su investigación registra que no existe diferencias significativas entre tratamientos con distintos curtientes vegetales, reportando medias de 44,37% al curtir con 15% de Quebracho sin el uso de curtientes minerales. A su vez concuerda con los datos obtenidos en la investigación realizada por Pilamunga (2017, p. 37), en el cual reporta que no existe diferencias significativas entre tratamientos por el uso de curtientes vegetales, reportando medias de 76,46% por el efecto de la Tara en combinación con el ácido oxálico.

4.1.3 Abrasión al frote

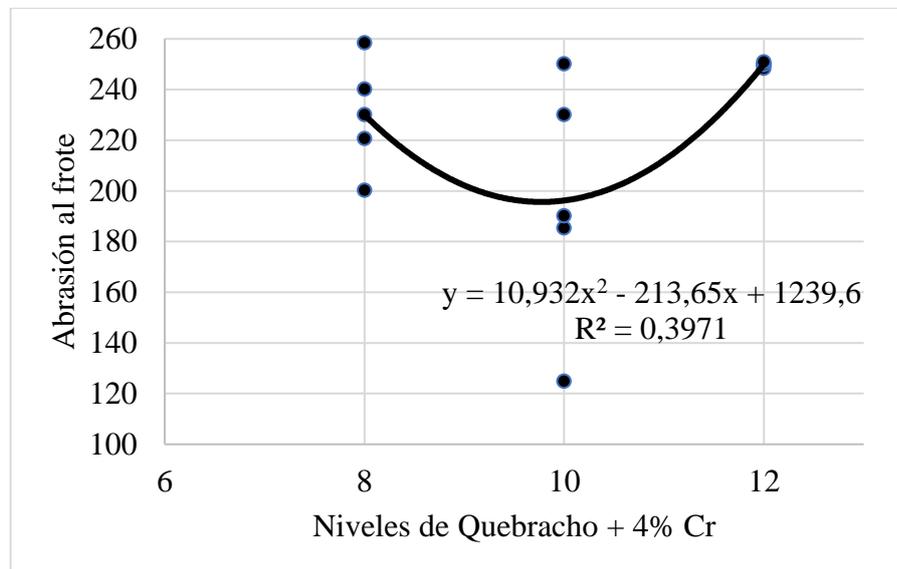


Ilustración 4-3: Evaluación y comportamiento de la abrasión al frote

Realizado por: Malán Á., 2023

Los resultados de los análisis de datos de las pruebas de abrasión al frote dieron como resultado diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$) como se puede ver en la ilustración 4-3 donde existe una dispersión de datos con una tendencia cuadrática, poniendo de base que al curtir con el 8% de quebracho (T1) se obtuvo valores de 229,7 ciclos antes de algún indicio de desprendimiento del color o la flor del cuero, para posteriormente descender a 196,21 ciclos cuando se curtió con el 10% de quebracho (T2) y finalmente ascender a 249,9 ciclos al curtir con el 12% de quebracho, por lo cual existe un coeficiente de determinación R^2 de 39,71% lo que quiere decir que la varianza de la variable dependiente (abrasión al frote) se puede explicar por la variable independiente (nivel de quebracho) teniendo esta una relación débil entre sí, mientras

que el 60,29% de la varianza de la abrasión al frote depende de factores que no están directamente relacionada al proceso de curtición. Además, se puede establecer que existe una correlación R de 63,01% que nos indica que existe una asociación positiva entre las dos variables, es decir que al aumentar la cantidad de curtiente vegetal (quebracho) aumenta significativamente la abrasión al frote, teniendo en cuenta también que todos estos valores están dentro de lo establecido por la NTE INEN ISO 11640, donde al pasar de los 100 ciclos previos a mostrar algún indicio de desprendimiento de color se consideran de calidad excelente.

Dichos valores pueden ser contrastado por lo que menciona Peri (2019, p. 12), el cuero curtido al vegetal generalmente se considera más resistente al roce que el cuero curtido al cromo. Esto se debe a que los taninos del cuero curtido al vegetal forman una red más compleja de enlaces cruzados, lo que hace que el cuero sea más resistente a la abrasión.

Los resultados obtenidos en este estudio son superiores a los reportados en anteriores investigaciones como es el caso de Yáñez & Hidalgo (2021, p. 16), donde se reportó medias de 155 ciclos en pieles bovinas curtidas con 14, 15 y 16% de mimosa como curtiente vegetal y una mezcla de 4% de cromo, sin embargo, concuerda con los resultados que obtuvo Guaminga (2016, p. 37) en el cual utilizo 15% de Quebracho reportando medias de 215 ciclos en pieles caprinas. En base a ello se puede evidenciar que el extracto vegetal de Quebracho otorga mayor calidad al cuero ya que permite un hinchamiento satisfactorio, así como también permite la fijación adecuada de la anilina en la flor del cuero, logrando un mejor acabado y durabilidad del cuero como tal.

4.2 Análisis Sensorial

Tabla 4-2: Análisis sensorial del cuero ovino a diferentes niveles de Quebracho, valorada en puntos.

Parámetros	Porcentaje de Quebracho con 4% Cr			*H	*Prob.
	8%	10%	12%		
Llenura	1,6	3,6	4,8	11,8	0,0021
Blandura	4,6	2,8	1,8	10,3	0,004
Redondez	2	4	4,8	10,37	0,004

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

PROB. <0,05: Hay diferencias significativas.

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

Realizado por: Malán Á., 2023

4.2.1 Llenura

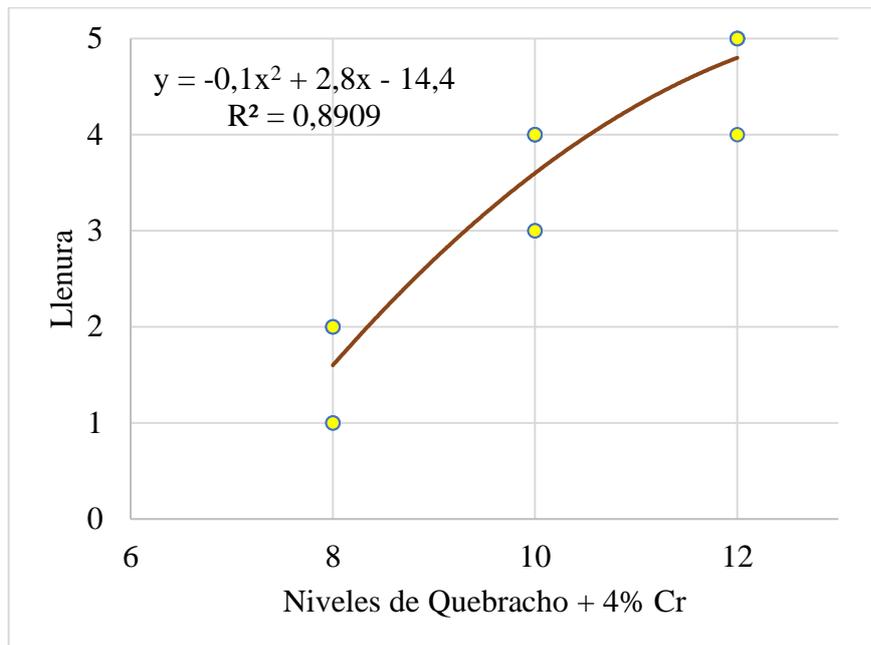


Ilustración 4-4: Evaluación de la Llenura del cuero ovino.

Realizado por: Malán Á., 2023

Como se puede observar en la ilustración 4-4 de la evaluación de la llenura del cuero, presentó diferencias altamente significativas ($P < 0,01$), de las medianas, debido a la aplicación de diferentes niveles de Quebracho (8, 10, 12%), por lo cual al realizar el análisis de regresión estas presentan una dispersión de datos con una tendencia cuadrática, siendo el valor base de 1,6 puntos al curtir con el 8% de quebracho (T1), ascendiendo a medida que se aumenta la cantidad de quebracho en el proceso de curtición, obteniendo valores de 3,6 puntos y 4,8 puntos al curtir con 10 y 12% de quebracho respectivamente, dichos datos presentan un coeficiente de determinación R^2 de 89,09% lo que quiere decir que existe una alta relación de variabilidad de la llenura en función de los niveles de curtiente, mientras que el 10,91% de la variabilidad está relacionado a otros factores no considerados en esta investigación. Así también existe una correlación (R) de 94,38%, es decir tiene una asociación positiva entre las variables analizadas.

Estos resultados concuerdan con lo menciona por Aguilar, Martínez, & Gómez (2009, p. 15), donde menciona en su investigación que los curtientes vegetales tienen la capacidad de formar enlaces cruzados con las fibras de colágeno, debido a los polifenoles por los cuales están formados. Logrando cualidades de fortalecimiento, resistencia a la degradación, grosor y apariencia. A la vez de acuerdo a Aguilar, Martínez, & Gómez (2010, p. 13), la curtición vegetal permite que el cuero tenga mayor resistencia a la tracción y alargamiento a la rotura. Por lo cual concluyeron que el curtido vegetal otorga mayor llenura y resistencia al cuero.

A la vez, esto es corroborado por Guaminga (2016, p. 38), donde obtienen medianas de 4,38 puntos cuando se curtió con 15% de Quebracho; a su vez concuerda con las medianas de 4,50 puntos para pieles caprinas curtidas con extractos vegetales de mimosa reportadas por Hidalgo L. E. (2016, p. 20). Al utilizar curtientes vegetales como el Quebracho con una mezcla proporcional de sulfato de cromo se logra que la llenura sube ya que estos dos compuestos se caracterizan por tener la afinidad de formar enlaces entrecruzados con las moléculas de colágeno, generando que exista un mayor número de moléculas en la flor del cuero dando como resultado un mayor espesor del cuero como tal, que al momento de ser evaluado están presentes características de enriquecimiento fibrilar es decir, que no sea muy ligero, ni muy duro.

4.2.2 Blandura

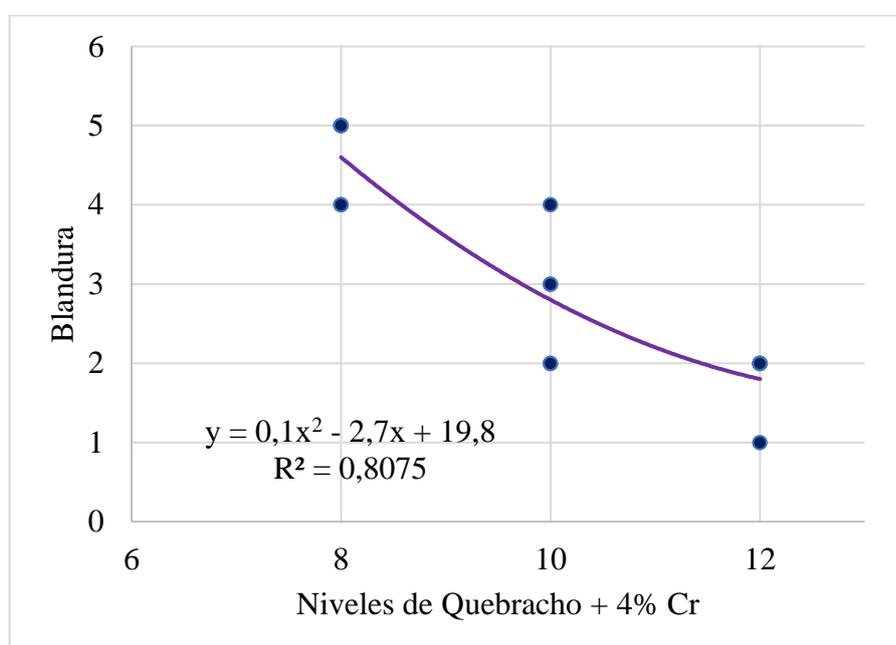


Ilustración 4-5: Evaluación de la Blandura del cuero ovino.

Realizado por: Malán Á., 2023

La blandura entre tratamientos presentó diferencias altamente significativas ($P < 0,01$), entre medianas de las valoraciones, como se puede ver en la ilustración 4-5 de la evaluación de la blandura del cuero, por efecto de curtir a diferentes niveles de Quebracho (8, 10, 12%), generando una tendencia cuadrática por la dispersión de datos y de acuerdo a la ecuación de regresión establecida se puede observar que si partimos con el 8% de quebracho (T1) se obtiene una valoración de 4,6 puntos, descendiendo a medida que se aumenta el porcentaje de quebracho utilizado en el proceso de curtición a 1,8 puntos al curtir con el 12% de quebracho (T3) con un coeficiente de determinación R^2 entre variables de 80,75% que nos indica que los niveles de quebracho influyen directamente en la blandura del cuero, por otro lado el 19,25% de la variabilidad de la

blandura está en función de factores externos como raza, edad, sexo del animal entre otras que no son consideradas en este estudio. Así mismo se puede establecer que existe una correlación (R) de 89,76% lo cual representa una asociación positiva alta entre variables. Es decir que, al aumentar la cantidad de curtiente, disminuye la blandura del cuero.

El grado de asociación de la blandura con el tipo de curtiente es corroborado por Khodary & El-Sherbini (2006, p. 14), quienes en su investigación, determinaron que los curtientes vegetales en concentraciones no muy elevadas tienden a suavizar el cuero, ya que a concentraciones mayores tienden a crear enlaces fuertes con el colágeno, lo cual genera que el cuero resultante sea más duro y rígido, sin embargo también mencionan que en general, se cree que los curtientes vegetales de por si no otorgan blandura ya que esta cualidad está sujeta a una serie de factores como por ejemplo; edad del animal, sexo, tamaño, proceso de curtido, proceso de terminado, entre otras. Por otro lado, los datos obtenidos en este estudio tienen una gran similitud con los reportados por Palango (2023, p. 37), ya que menciona que al curtir con curtientes vegetales el cuero la valoración de la blandura es menor, obteniendo en su investigación medianas de 4,7 puntos cuando se curtió con el 10% de Tara.

Así también concuerda con los resultados obtenidos por Guaminga (2016, p. 39), al curtir con el 15% de Quebracho donde reportó medianas de 4,38 puntos. Por lo cual en base a la ilustración 4-5 se puede ver que los datos de blandura se dispersan hacia una disminución de valoración a medida que aumenta la cantidad de quebracho utilizado en el proceso de curtido.

4.2.3 Redondez

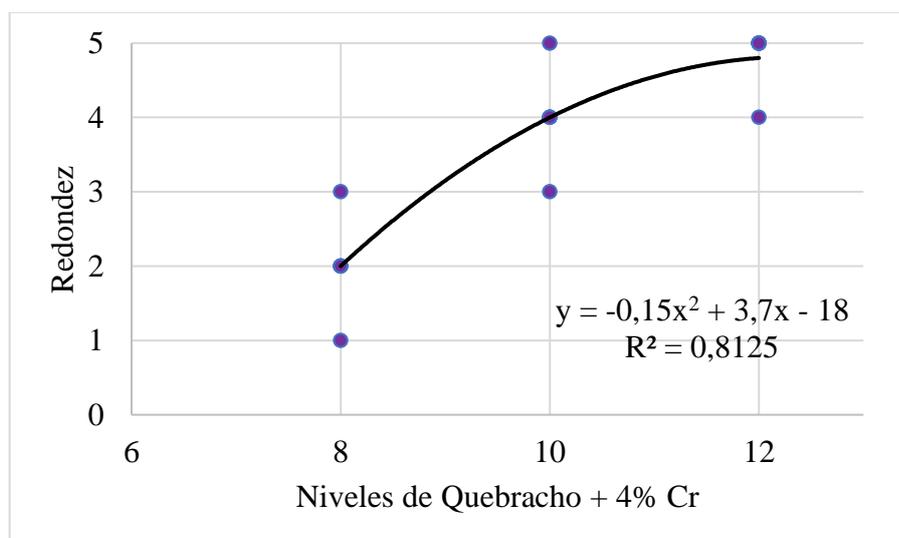


Ilustración 4-6: Evaluación de la Redondez del cuero ovino.

Realizado por: Malán Á., 2023

Con respecto a la redondez del análisis de los datos obtenidos de las pruebas realizadas a los cueros ovinos, se puede ver en la ilustración 4-6 de la evaluación de la redondez del cuero, presenta diferencias altamente significativas entre tratamientos, al aplicar diferentes niveles de Quebracho (8, 10, 12%); la dispersión de datos obtenidos nos indica que existe una tendencia cuadrática, es decir que partiendo de curtir con el 8% de quebracho (T1) se obtiene una valoración de 2 puntos para posteriormente ascender a 4 puntos y 4,8 puntos al curtir con el 10 y 12% de quebracho respectivamente. A la vez se observa un coeficiente de determinación R^2 de 81,25% lo que nos indica que mientras aumentemos la cantidad de quebracho en la curtición aumenta la redondez del cuero, en cuanto al 18,75% de la variabilidad de la redondez está sujeta a factores extrínsecos que no fueron considerados en este estudio. Por otro lado, existe un coeficiente de correlación (R) de 90,13% entre las variables, es decir que existe una asociación positiva alta entre la cantidad de quebracho incluida en el proceso de curtición y la valoración de redondez.

La redondez del cuero está relacionada con los entrecruzamientos de las fibras de colágeno, lo cual, de acuerdo a Aguilar, Martínez, & Gómez (2010, p.16), fortalece al cuero y le permite aumentar la resistencia al encogimiento, haciéndolo menos probable que el cuero pierda su forma. La redondez es importante debido a que, primero, afecta la apariencia del cuero es decir un cuero con valoraciones altas son muy agradable estéticamente, mientras que un cuero con valoraciones bajas generalmente se ve distorsionado o deformado; y, en segundo lugar, la redondez del cuero afecta a la durabilidad de la misma, en pocas palabras a mayor redondez mayor es la resistencia al desgarro y estiramiento.

En base a ello los datos obtenidos en este estudio se relacionan con los reportados por Guaminga (2016, p. 40), donde da medianas de 4,38 puntos al curtir pieles caprinas con 15% de Quebracho sin la combinación con un curtiente mineral. A la vez concuerda con Palango (2023, p. 39), donde reporta medianas de 4,5 puntos al utilizar 14% de tara como curtiente vegetal con la mezcla de sulfato de aluminio, lo cual se contrasta con lo reportado en esta investigación ya que de acuerdo a la ilustración 4-6, a mayor cantidad de curtiente vegetal mayor es la redondez que presenta, sin embargo, al no ser un progresión lineal el crecimiento de la redondez no es uniforme, ya que también mejores valoraciones están sujetas a variaciones durante el proceso de curtido como por ejemplo, tipo de piel, edad, sexo, curtiente utilizado, método de curtición, entre otros.

4.3 Análisis Económico

Tabla 4-3: Evaluación económica.

CONCEPTO	NIVELES DE QUEBRACHO		
	8%	10%	12%
EGRESOS			
Valor total de pieles ovinas	\$ 15,00	\$ 15,00	\$ 15,00
Productos para el remojo	\$ 0,11	\$ 0,39	\$ 0,17
Productos para el curtido	\$ 14,11	\$ 23,80	\$ 22,06
Productos para el acabado en húmedo	\$ 11,12	\$ 10,13	\$ 15,62
Productos para el acabado en seco	\$ 5,27	\$ 5,27	\$ 5,27
Operaciones complementarias	\$ 2,25	\$ 2,25	\$ 2,25
Costo de fabricación de artículo	\$ 7,00	\$ 7,00	\$ 7,00
TOTAL, EGRESOS	\$ 54,85	\$ 63,84	\$ 67,38
INGRESOS			
Total, de cuero producido (pie ²)	52,3	58,8	70,8
Costo cuero producido (pie ²)	\$ 1,05	\$ 1,09	\$ 0,95
Cuero utilizado en el producto final	2	2	2
Excedente de cuero	50,30	56,80	68,80
Venta de cuero restante	\$ 52,76	\$ 61,67	\$ 65,47
Venta de artículos confeccionados	\$ 25,00	\$ 30,00	\$ 35,00
TOTAL, INGRESOS	\$ 77,76	\$ 91,67	\$ 100,47
Beneficio/Costo	1,42	1,44	1,49

Realizado por: Malán Á., 2023

Una vez de haber concluido la investigación de la curtición de pieles ovinas con la utilización de quebracho a diferentes niveles (8, 10 y 12%), se determinó si la aplicación de la investigación tiene beneficios económicos, para lo cual se realizó una tabla donde se calculó los ingresos y egresos, como se muestra en la tabla 4-3 de la evaluación económica; para el cálculo de egresos se consideró todos los gastos del proceso como tal, es decir, materia prima, insumos, elaboración del artículo y maquinaria. En la parte de los ingresos se consideró el precio de venta del artículo y la cantidad obtenida de la venta del cuero restante.

Al realizar el análisis económico de 15 cueros ovinos curtidos a diferentes niveles de Quebracho, se calculó los egresos e ingresos obtenidos de la venta cuero y artículos de cuero, percibiendo mayor cantidad de ingresos con el tratamiento que se utilizó 12% de Quebracho (T3), generando USD 100,47; mientras que el menor valor recaudado lo representa el tratamiento con el 8% de Quebracho (T1), percibiendo un valor de USD 77,76 por la venta de cuero y artículos del mismo. Sin embargo, al realizar el análisis beneficio/costo de los 3 tratamientos se pudo determinar que

los tres casos están dentro del umbral de factibilidad, ya que los ingresos superan a los egresos, llegando a su mayoría a generar ganancias económicas, dichos valores se encuentran en 1,42; 1,44 y 1,49 para el tratamiento con el 8% (T1), 10% (T2) y 12% (T3) de quebracho respectivamente, es decir que por cada dólar invertido si se realiza el mismo proceso se estaría ganando en promedio 45 ctvs. de dólar. No obstante, en el mercado existe menor demanda de cuero ovino, por ende, genera que el precio de venta disminuya drásticamente y esto ligada al aumento del precio de insumos químicos y de materia prima, hace que la venta de cueros ovinos no sea 100% realizable, en especial si el mercado de consumo de cuero ovino no cambia o a su vez se genera proyectos de comercialización desde el inicio hasta el fin, es decir la venta de productos fabricados con cuero ovino.

La venta de cueros ovinos curtidas con quebracho podría alcanzar mayor rentabilidad mediante la inserción de tecnología que permitiría abaratar costos y obtener una mejor optimización de recursos, con todo ello no solo se obtendrían ganancias económicas sino también ambientales ya que como se sabe, la curtición de pieles está controlada por legislaciones ambientales debido al alto índice de contaminación que esta representa, por lo tanto, se disminuiría la cantidad de contaminación al usar curtientes vegetales a la vez de aplicar técnicas de agotamiento de reactivos.

CONCLUSIONES

- El uso del Quebracho en combinación con el cromo para la curtición de pieles ovinas, permiten obtener cueros con calidad idónea y en algunos casos una calidad superior para la confección de diferentes artículos de marroquinería.
- El tratamiento que presentó mejores cualidades con respecto a las pruebas físicas son los curtidos con el 12% de Quebracho y el 4% de Cromo, ya que estos presentaron mayor resistencia a la tensión (10945,67 N/cm²), mayor porcentaje de elongación (60,5%) y mayor resistencia al frote en seco (249,9 ciclos), dichos valores superan los establecidos en la norma NTE ISO 11640, por lo tanto, se encuentran dentro de los cueros de alta calidad.
- A través del análisis sensorial, el tratamiento con mejores características se obtuvo al curtir pieles ovinas con el 12% de Quebracho con la combinación de 4% de Cromo, ya que obtuvo una valoración de 4,8/5 puntos para la llenura y la redondez, sin embargo para la blandura este tratamiento no presentó el mismo nivel de aceptación por lo que el tratamiento curtido con el 8% de Quebracho y 4% de Cromo tuvo mejores calificaciones (4,6 puntos), por lo cual en general se llega a la conclusión que sensorialmente obtuvieron una calificación excelente para artículos de marroquinería.
- Los cueros con mejores cualidades tanto físicos como sensoriales son los tratados con el 12% de Quebracho y el 4% de Cromo, sin embargo, esto está sujeto ciertas consideraciones como el artículo a fabricar como producto final ya que en algunos casos se necesita cueros armados y duros como para las correas y bolsos, y otros menos armados y suaves como billeteras, todo dependerá a que se destinará el cuero una vez curtido y cual sea el acabado que se desea dar al producto.
- El índice beneficio/costo mostró mayor rentabilidad la venta de cueros curtidos con el 12% de Quebracho y 4% de Cromo, ya que permite una ganancia del 49%, es decir que se puede recuperar el capital invertido para la elaboración del cuero a la vez de obtener ganancias sin embargo, esto es muy subjetivo ya que, debido a la poca demanda de cueros ovinos, los altos costos de insumos, y ensamblado del producto final, el margen de ganancia es muy volátil por lo tanto, puede haber picos donde las ganancias cubran totalmente la inversión y otras donde no se obtenga ningún tipo de ganancia, todo ello dependerá de la demanda en el mercado actual.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda utilizar 12% de Quebracho y 4% de Cr si se desea obtener cueros de alta calidad, especialmente para incrementar la resistencia de las fibras del cuero, evitando una rotura temprana.
- La selección de pieles debe ser revisada muy minuciosamente para evitar que estas estén con algún tipo de rotura en la epidermis o que presente finura excesiva, además evitar el uso de pieles con grasa y músculo para el cálculo adecuado de químicos, generando un ahorro de los costos de producción.
- De ser posible trabajar con pieles frescas de ovinos adultos jóvenes, sin el ataque de ningún tipo de bacteria y que este en perfectas condiciones con ello permiten obtener cueros con una plenitud más evidente y una calidad superior.
- Si se trabaja con pieles saladas, es recomendable realizar un prelavado al menos 4 veces para quitar la mayor cantidad de sal y posterior a ello dejarlos en remojo estático durante 24 horas, con ello permite que las fibras se abran y los químicos que se utilizan en el proceso penetren con mejor eficiencia.
- En cueros ovinos es muy recomendable que no quede a menos de 1,2 mm de calibre, ya que estos son un poco más demandados y poseen mejores cualidades de resistencia.
- Es recomendable para ahorrar en costos de producción aplicar técnicas de agotamiento de los químicos que se utilizan en el proceso con ello disminuye los egresos, así como también disminuye el impacto ambiental.
- Para aumentar la rentabilidad de la comercialización de cueros es necesario estar a cargo de toda la cadena productiva, es decir, buscar la compra de pieles a mayoreo, importar los insumos necesarios para el proceso de transformación de piel a cuero; sin la necesidad de intermediarios; y finalmente vender un producto ya terminado ya sea bolsos, correas, billeteras, zapatos, etc., con ello se da un valor agregado y se obtiene mayores ganancias.

BIBLIOGRAFIA

AGRIMARTÍN S.L. *Ensayo de quelación de micronutrientes y elementos secundarios con taninos vegetales.* . 2007, Reunión Coordinación Concepción.

AGUILAR, M, MARTÍNEZ, J. M Y GÓMEZ, M. D., *Effect of vegetable tanning on the physical and mechanical properties of sheepskin leather.* . 2009, Journal of the American Leather Chemists Association, págs. 104(1), 17-24.

AGUILAR, M., MARTÍNEZ, J.M. Y GOMÉZ, M.D., *Effect of vegetable tanning on the morphological and mechanical properties of sheepskin leather..* 2010, Journal of the American Leather Chemists Association, págs. 105(1), 1-11.

BACCA, KATRYANNE, y otros., *Performance of Quebracho extract as eco-friendly corrosion inhibitor for SAE 1010 steel in the oil field environment.* 2019, Materials and Corrosion, págs. 1-11.

BAKER, Dean. *Cuero, Pieles y Calzado.* 2000, Industrias Textiles y de la Cofección, pág. 14; 3.

BARRETO, Silvia. *Diseño de Calzado Urbano - 1a ed.* Buenos Aires : Nobuko, 2016.

BASANTES, Edwin y PINO, Paúl. *Evaluación de las características sensoriales de pieles caprinas curtidas con dos extractos tánicos a partir de Caesalpinia spinosa.* 2018, Revista Caribeña de Ciencias Sociales. , págs. p3 - 13.

BAZÁN, Héctor. *Influencia de los métodos de extracción y tamaño de las partículas, sobre las propiedades fisicoquímicas y capacidad curtiente de taninos de Tara (Caesalpinia spinosa).* Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, Abancay : 2012.

BLACK, Michale, y otros. *Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Tanning of Hides and Skins.* Sevilla : Joint Research Centre, 2013.

BONIFAZ, Santiago. *Revision de estudios de curtición de pieles de Cavia porcellus, (cuy), con diferentes sistemas de curtición.* 2022, DSpace ESPOCH., págs. 45, 1 - 72.

BRITANNICA, T. *dermis.* Encyclopedia Britannica. *Editors of Encyclopaedia.* [En línea] 24 de Julio de 2015. <https://www.britannica.com/science/dermis>.

BRITO, Guido. *Curtición ecológica de pieles de cabra con productos naturales para cueros de calzado.* 2020, DSpace ESPOCH. , pág. 37.

CAMPOS, Juan Carlos., *Descarnar y Dividir.* 2021, Química Internacional, págs. 10; 4-7.

CARDONA, Diego. Estructura y características de la cadena productiva de marroquinería. [En línea] 2022.
https://cmapspublic3.ihmc.us/rid=1177093076515_1573040747_2880/Cadena_Productiva_Marroquineria.pdf.

CARRY, H. Carryology. *Chrome vs Vegetable Tanned Leather.* [En línea] 28 de Agosto de 2015.
<https://www.carryology.com/insights/chrome-vs-vegetable-tanned-leather/>.

CENTRO NACIONAL DE INFORMACIÓN BIOTECNOLÓGICA. Resumen de compuestos de PubChem para CID 1613389. *taninos.* [En línea] 2023.
<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Tannins>.

CESPRINI, Emanuele, y otros., *Development of Quebracho (Schinopsis balansae) Tannin-Based.,* 2021, Polymers, págs. 1-11.

COSTA, R.G., y otros. *Aspectos estructurales de la piel ovina y su resistencia.,* 2006, Pequeños Rumiantes, págs. pR 7, núm. 2: 24-29.

CUETOCUE, Marlon, y otros. *Optimización del proceso de obtención de un adsorbente natural a partir de corteza de pino.* 2020, Revista ION, vol. 33, núm. 2, págs. pp. 61-70.

DANIELS, Richard. *Volviendo a los fundamentos de manufacturación del cuero.* Murcia : World Leather, 2023.

DAS, Atanu Kumar, y otros., *Review on tannins: Extraction processes, applications and possibilities.* 2020, South African Journal of Botany, págs. 135, 58-70.

EMPRESA PARA LA GESTIÓN DE RESIDUOS INDUSTRIALES. *Aplicaciones del manual media a sectores industriales : sector de curtidos de pieles animales: sector curtidos de pieles animales.* Madrid : EOI Escuela de Organización Industrial., 1997.

ESCRIBANO, Cristóbal Caballero. *Historia de los curtidos de las pieles.* San Vicente (Alicante) : ECU, 2013.

ESPARZA, Eliana y GAMBOA, Naida. *Contaminación debido a la industria Curtiembre.* 2001, Revista Quimica, pág. 42.

EWOFERE, Evina Naomi. The Complete Guide on Identifying Various Types of Leather. [En línea] 22 de Octubre de 2022. <https://leatheradvice.com/types-of-leather/>.

FAO. Cueros y Pieles. [En línea] 2019. <https://www.fao.org/3/y5143s/y5143s18.htm#:~:text=En%20el%20Cercano%20Oriente%2C%20se%20prev%C3%A9%20que%20la,la%20demanda%20de%20carne%20de%20carnero%20consumida%20tradicionalmente.>

GALLIANO, Silvia. Histología y Embriología II. *Piel.* [En línea] 03 de Abril de 2014. <https://www.cemic.edu.ar/descargas/repositorio/2Guia%2015%20Piel.pdf>.

GIARDINI, Enrico. Giardini. *What is a Chrome Tanned Leather?* [En línea] 02 de Agosto de 2018. <https://blog.leatheredgepaint.com/what-is-a-chrome-tanned-leather>.

GOMES, Fabricio, y otros. *Extracción de taninos de la corteza de Pinus spp tratada termicamente - aplicación como adhesivo.* 2021, Madera y Bosques, págs. 2, 1-9.

GÓMEZ, Teresa. *La piel: El arte de hacer.* La Habana : Científico - Técnica, 2017.

GUALOTO, Mónica y VIZUETE, Diego. *Implementación de un fulón de curtición de cueros para el estudio del proceso de curtido de pieles de especies menores para el laboratorio de ingeniería agroindustrial de la UNACH.* Riobamba : s.n., 2016. págs. 21, 1 - 273.

GUAMINGA, Lorena. *Curtición de pieles de cabra, con el 15% de diferentes curtientes vegetales.* ESPOCH, Riobamba : 2016.

GUANILLO, Carlos Enrique. *Producción de piel animal: Estándares de calidad.* Guayaquil : ACVENISPROH, 2021.

HIDALGO, Luis Eduardo., *Comparación de la curtición con harina de Caesalpinia Spinosa, con una curtición mineral con sulfato de cromo para pieles caprinas*. 2016, Industrial Data, Vols. vol. 19, núm, págs. pp. 100-108.

HIDALGO, Luis. *Escala de calificación de las variables sensoriales del cuero bovino curtido con diferentes niveles de tara*. 2017, ESPOCH, págs. 30-45.

HIDALGO, Luis. *Texto Básico de Curtición de pieles*. Riobamba : ESPOCH, 2004.

IFEMA. Marroquinería. [En línea] 11 de Agosto de 2020. <https://www.ifema.es/noticias/moda/que-es-la-marroquineria>.

IGLESIAS, Esther. *Las industrias del cuero y calzado en México* . Ciudad de México : UNAM, 1998.

INEC y ESPAC , *Instituto Nacional de Estadísticas y Censos - Producción Agropecuaria*. .. 2019, INEC, pág. 8.

INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN (INEN) . Cuero. Capellado, foros y recubiertos. Requisitos. [En línea] 2017. https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_2953.pdf.

INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN (INEN). Cuero. Ensayos de solidez del color. Solidez del color al frote de Vaivén . [En línea] 2014. https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_iso_11640.pdf.

INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN (INEN). Cueros. Resistencia a la tracción, Porcentaje de alargamiento debido a una carga determinada y porcentaje de alargamiento a la rotura. [En línea] 2017. <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/1061.pdf>.

INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN (INEN). Métodos de ensayo para empeines, forro, plantillas. Solidez del color al frote. [En línea] 2014. https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/NTE_INEN_ISO_17700.pdf.

INTEGRATED POLLUTION PREVENTION AND CONTROL (IPPC). Reference Document on Best Available Techniques for the Tanning of Hides and Skins. [En línea] Febrero

de 2003. https://eippcb.jrc.ec.europa.eu/sites/default/files/2020-03/superseded_tan_bref-0203.pdf.

ISAZA, José. *Taninos o polifenoles vegetales.*, 2007, Scientia et Technica , págs. 13-14.

JENNINGS, Ryan y PREMANANDAN, Chris. *Veterinary Histology.* Ohio : The Ohio State University, 2017.

KHAVKIN, Ellis. *Agin skin: histology, physiology, and pathology.* 2011, Facial plastic surgery clinics of North America, págs. 19: 229-234.

KHODARY, A. M. y EL-SHERBINI. *Effect of vegetable tanning on the properties of sheepskin leather.* 2006, Journal of the Egyptian Society of Leather Industries, págs. 31(1), 1-14.

KILIC, Eylem. *Evaluation of degreasin proces with plant derived biosurfactant for leather making: An ecological approach.* 2013, Uşak University, Department of Leather Engineering, Uşak, Turkey, págs. (7) 181 - 187.

KOLOKA, O y MOREKI, J.C., *Tanning hides and skins using vegetable tanning agents in Hukuntsi sub-district, Botswana.* 2011, Journal of Agricultural Technology, págs. 919, 915 - 921.

KUMAR, Raju, y otros., *Application of Indigenous Plant-Based Vegetable Tanning Agent Extracted from Xylocarpus granatum in Semi-Chrome and Chrome Retanned Leather Production.* 2022, Tekstíl Ve Konfeksiyon, págs. 259, 258 - 264.

KYUNG, Eui., *Mechanical properties and preferences of natural and artificial leathers, and their classification with a focus on leather for bags.* 2020, Journal of Engineered Fibers and Fabrics.

LEATHER NATURALLY. Why use leather? The characteristics and properties of leather. [En línea] 2023. <https://www.leathernaturally.org/resources/fact-sheets/why-use-leather-the-characteristics-and-properties-of-leather/#:~:text=Leather%20can%20be%20made%20to,properties%20of%20elasticity%20and%20shape>.

LEÓN, Arely, y otros. *Hydrolysed Collagen from Sheepskins as a Source of Functional Peptides with Antioxidant Activity.* 2019, International Journal of Molecular Sciences, págs. 17; 10-11.

LLADÓ, María Teresa y PASCUAL, Eva. *El Cuero*. Barcelona : Parramón Paidotribo S.L., 2016.

LLAUDY, María del Carmen., *Contribución al estudio de los factores que afectan la estructura del vino tinto. ..* 2007, Universitat Rovira, pág. 205.

MEGÍAS, M, Molist, P y POMBAL, MA. Atlas of Plant and Animal Histology. *Animal tissues*. [En línea] 2019. <http://mmegias.webs.uvigo.es/index.html>.

MERUANE, Manuel y ROJAS, Mariana. Desarrollo de la Piel y sus Anexos en Vertebrados. *International Journal of Morphology*. Diciembre de 2012, págs. 1422-1433.

MONTALVO, César Eduardo. Sistema Tegumentario. [En línea] 25 de Febrero de 2011. http://www.facmed.unam.mx/deptos/biocetis/PDF/Portal%20de%20Recursos%20en%20Linea/Presentaciones/piel_drmentalvo.pdf.

MOUJEHED, Emna, y otros., *Cleaner degreasing of sheepskins by the Yarrowia lipolytica LIP2 lipase as a chemical-free alternative in leather industry*. 2021, HAL open science, págs. 32, 4-5.

PALANGO, Kelly. *Curtición de pieles ovinas con diferentes niveles de Caesalpina spinosa (Tara) en combinación con sulfato de aluminio para calzado de dama*. ESPOCH, Riobamba : 2023.

PAREDES, Carlos Enrique Gaunilo. Producción de piel animal estándares de calidad. [En línea] 2021. https://www.acvenisproh.com/libros/index.php/Libros_categoria_Academico/article/download/8/13.

PAZ, Hector, y otros. *Extrato de tanino da fruta da árvore guanacaste (Enterolobium cyclocarpum) como um agente de bronzeamento para pele de coelho europeu (Oryctolagus cuniculus)*. 2020, Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial, págs. 5, 1 - 11.

PERI, Pablo Luis., *Vegetable Tannins and Dyes: A Review of Basic Chemical and Ecological Properties*. 2019, Journal of the American Leather Chemists Association, pág. 30.

PILAMUNGA, Luis. *Curtición de pieles caprinas con la utilización de una combinación de diferentes niveles de Caesalpinia spinosa (Tara) y ácido oxálico.* ESPOCH, Riobamba : 2017.

PRADO, Juan José. Industria del Cuero. [En línea] 2013. <https://mydokument.com/ii-revision-de-literatura-a-industria-del-cuero.html>.

QUEIRÓS, Ángela, y otros., *Optimization of Bovine Leather Soaking Process.* 2018, Centre of Innovation on Engineering and Technology/IPP School of Engineering, págs. 117-122.

QUINTANA, C. FLORES, y otros. *Morfología de la Piel y Producción de Lana en Cruzamiento Absorbente con Merino Multipropósito.* 2012, International Journal of Morphology, págs. 30(4):1434-1441.

QUISHPI, Jhony. *Situación Actual de la Producción Ovina en el Ecuador.* 2021, Repositorio Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, pág. 5.

RAMESH, Renganath Rao, MURALIDHARAN, Vimudha y PALANIVEL, Saravanan. *Preparation and application of unhairing enzyme using solid wastes from the leather industry— an attempt toward internalization of solid wastes within the leather industry.* 2018, Environmental Science and Pollution Research, págs. 25, pages2121–2136.

ROMERO, Danny. *Curtición de pieles bovinas utilizando una combinación de curtientes vegetales más alumbre en cuero para calzado.* ESPOCH, Riobamba : 2020.

ROMERO, Jesús. Zootecnia de ovinos. De, A., *Ovinocultura, L. A., & México, E. N. (s/f).* UNIDAD 4 ZOOTECNIA DE OVINOS. Unam.mx. [En línea] 2018. https://fmvz.unam.mx/fmvz/p_estudios/apuntes_zoo/unidad_4_ovinos.pdf.

SAENZ, Lito y PEÑA, Ana. *El proceso de curtido.* 2017, Hipertextos del Área de Biología, págs. 3, 2.

SALDAÑA, Armando. *Remojo de pieles mediante vacío.* Centro de Innovación Aplicada en Tecnologías Competitivas, s.l. : 2009.

SARAVIA, José Mario, y otros. *Extracción y Caracterización de taninos en corteza de 3 especies forestales cultivadas en Guatemala, Pino ocote (Pinus oocarpa Schiede), Encino negro*

(*Quercus brachystachys Benth*) y *Aliso común (Alnus jorulensis HBK.)*. 2002, Investigaciones Agronómicas, págs. 6, 1-47.

SENTHILVELAN, T, KANAGARAJ, J y MANDAL, A.B., *Application of enzymes for dehairing of skins: cleaner leather processing*. 2012, Clean Techn Environ Policy, págs. 14, 889–897.

SHARMA, T.R. *Chrome Tanned Leather*. 2018, MSME Development Institute, págs. 9, 1-22.

SOLANO, Oscar Espinoza. Boletín de vigilancia tecnológica cuero y calzado N°001-2018: Evaluación para la sustitución de procesos y/o productos químicos para la producción limpia en la industria de curtiembres. [En línea] 2018. https://www.itp.gob.pe/archivos/vtic/CCAL_001-2018.pdf.

SOLER, J. *Procesos de curtido de pieles*. 1a igualada. España : CETI, 2005. págs. pp 12, 22, 56, 63, 98.

TANTEN Mod. Marroquinería, ¿por qué se lo llama así? [En línea] 2022. <https://tantenmoda.com/novedades/marroquineria-por-que-se-lo-llama-asi/>.

TESHOME, Zerihun, y otros., *Preparation of Sheepskin Unhairing Extracts from Locally Available Plants: Cleaner Leather Processing*. 2022, Journal of Engineering, pág. 11.

TORRES, Steyssi. *Curtición de pieles de alpaca (Vicugna pacos) para peletería aplicando diferentes niveles de cromo*. Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica : 2021.

UNIVERSIDAD DE VIGO. Tegumento. [En línea] 02 de Agosto de 2022. https://mmegias.webs.uvigo.es/2-organos-a/guiada_o_a_04tegumento.php#:~:text=La%20piel%20est%C3%A1%20compuesta%20por,a%20la%20superficie%20externa%20corporal.

VÁZQUEZ, Alma, y otros. *Taninos hidrolizables y condensados: naturaleza química, ventajas y desventajas de su consumo.*, 2015, Nutricion hospitalaria: organo oficial de la Sociedad Espanola de Nutricion Parenteral y Enteral, págs. 30(5):1-5.

YÁNEZ, Johanna y HIDALGO, Luis., *Cuero tallado para marroquinería utilizando curtición mixta orgánica e inorgánica*. 2021, Laked Editorial Group, págs. 10, 5-6.

ANEXOS

ANEXO A: RESISTENCIA A LA TENSIÓN DE LAS PIELES OVINAS CURTIDAS A DIFERENTES NIVELES DE QUEBRACHO (8, 10 Y 12%) COMBINADO CON 4% DE SULFATO DE CROMO (III)

1. Resultados experimentales.

Tratamientos	Repeticiones					Suma	Promedio
	1	2	3	4	5		
T1: (Cr 4% y Quebracho 8%)	5336,67	6008,57	2017,14	3118,57	5325,00	21805,95	7268,65
T2: (Cr 4% y Quebracho 10%)	7551,58	10832,50	3583,33	7807,78	5785,56	35560,75	11853,58
T3: (Cr 4% y Quebracho 12%)	12200,91	10037,00	11154,44	10037,00	11299,0	54728,35	18242,78
Promedio General							12455,01
Desviación estándar							5511,73

2. Análisis de varianza (ADEVA)

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Fisher calculado	p-valor	Valor crítico para F
Tratamiento	109365068,54	2	54682534,27	15,00	0,0005447	3,89
Error	43758824,12	12	3646568,68			
Total	153123892,66	14				

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

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	Grupo
T3: 4% Cr; 12% Quebracho	10945,67	5	854	A
T2: 4% Cr; 10% Quebracho	7112,15	5	854	B
T1: 4% Cr; 8% Quebracho	4361,19	5	854	B

ANEXO B: PORCENTAJE DE ELONGACIÓN DE LAS PIELES OVINAS CURTIDAS A DIFERENTES NIVELES DE QUEBRACHO (8, 10 Y 12%) COMBINADO CON 4% DE SULFATO DE CROMO (III)

1. Resultados experimentales.

Tratamientos	Repeticiones					Suma	Promedio
	1	2	3	4	5		
T1: (Cr 4% y Quebracho 8%)	55,00	65,00	42,50	47,50	50,00	260,00	52,00
T2: (Cr 4% y Quebracho 10%)	65,00	62,50	57,50	60,00	57,50	302,50	60,50
T3:(Cr 4% y Quebracho 12%)	52,50	67,50	60,00	60,00	62,50	302,50	60,50
Promedio General							57,67
Desviación estándar							4,91

2. Análisis de varianza (ADEVA)

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Fisher calculado	p-valor	Coficiente de variación
Tratamiento	240,83	2	120,42	3,19	0,08	3,89
Error	452,50	12	37,71			
Total	693,33	14				

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

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	Grupo
T3: 4% Cr; 12% Quebracho	60,5	5	2,75	A
T2: 4% Cr; 10% Quebracho	60,5	5	2,75	A
T1: 4% Cr; 8% Quebracho	52	5	2,75	A

ANEXO C: ABRASIÓN AL FROTE DE LAS PIELS OVINAS CURTIDAS A DIFERENTES NIVELES DE QUEBRACHO (8, 10 Y 12%) COMBINADO CON 4% DE SULFATO DE CROMO (III)

1. Resultados experimentales.

Tratamientos	Repeticiones					Suma	Promedio
	1	2	3	4	5		
T1: (Cr 4% y Quebracho 8%)	240,20	200,30	230,20	220,67	258,50	1149,87	229,97
T2: (Cr 4% y Quebracho 10%)	230,20	125,00	250,20	185,45	190,20	981,05	196,21
T3:(Cr 4% y Quebracho 12%)	250,00	248,50	250,00	250,00	251,00	1249,50	249,90
Promedio general							225,36
Desviación estándar							27,14

2. Análisis de varianza (ADEVA)

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Fisher calculado	p-valor	Coefficiente de variación
Tratamiento	7366,12	2	3683,06	3,95	0,05	3,89
Error	11181,67	12	931,81			
Total	18547,78	14				

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

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	Grupos
T3: 4% Cr; 12% Quebracho	249,9	5	13,65	A
T1: 4% Cr; 8% Quebracho	229,97	5	13,65	A B
T2: 4% Cr; 10% Quebracho	196,21	5	13,65	B

ANEXO D: LLENURA DE LAS PIELS OVINAS CURTIDAS A DIFERENTES NIVELES DE QUEBRACHO (8, 10 Y 12%) COMBINADO CON 4% DE SULFATO DE CROMO (III).

1. Resultados experimentales.

TRATAMIENTO	REPETICIONES	LLENURA	ORDEN	SUMA
T1 (Cr 4% y Quebracho 8%)	1	2	4	15
	2	2	4	
	3	1	1,5	
	4	2	4	
	5	1	1,5	
T2 (Cr 4% y Quebracho 10%)	1	3	6,5	41,5
	2	4	9,5	
	3	3	6,5	
	4	4	9,5	
	5	4	9,5	
T3 (Cr 4% y Quebracho 12%)	1	5	13,5	63,5
	2	5	13,5	
	3	4	9,5	
	4	5	13,5	
	5	5	13,5	

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

Variable	TRATAMIENTO	N	D.E.	Medianas	H	$p > 0,05$
LLENURA	T1	5	0,55	2	11,8	0,0021
LLENURA	T2	5	0,55	4		
LLENURA	T3	5	0,45	5		

ANEXO E: BLANDURA DE LAS PIELS OVINAS CURTIDAS A DIFERENTES NIVELES DE QUEBRACHO (8, 10 Y 12%) COMBINADO CON 4% DE SULFATO DE CROMO (III).

1. Resultados experimentales.

TRATAMIENTO	REPETICIONES	BLANDURA	ORDEN	SUMA
T1 (Cr 4% y Quebracho 8%)	1	5	14	64
	2	4	11	
	3	5	14	
	4	5	14	
	5	4	11	
T2 (Cr 4% y Quebracho 10%)	1	4	11	37
	2	2	4,5	
	3	3	8,5	
	4	3	8,5	
	5	2	4,5	
T3 (Cr 4% y Quebracho 12%)	1	2	4,5	19
	2	1	1	
	3	2	4,5	
	4	2	4,5	
	5	2	4,5	

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

Variable	TRATAMIENTO	N	D.E.	Medianas	H	$p > 0,05$
BLANDURA	T1	5	0,55	5	10,26	0,0038
BLANDURA	T2	5	0,84	3		
BLANDURA	T3	5	0,45	2		

ANEXO F: REDONDEZ DE LAS PIELS OVINAS CURTIDAS A DIFERENTES NIVELES DE QUEBRACHO (8, 10 Y 12%) COMBINADO CON 4% DE SULFATO DE CROMO (III).

1. Resultados experimentales.

TRATAMIENTO	REPETICIONES	REDONDEZ	ORDEN	SUMA
T1 (Cr 4% y Quebracho 8%)	1	2	3	15,5
	2	3	5,5	
	3	2	3	
	4	1	1	
	5	2	3	
T2 (Cr 4% y Quebracho 10%)	1	4	8,5	44
	2	3	5,5	
	3	4	8,5	
	4	5	13	
	5	4	8,5	
T3 (Cr 4% y Quebracho 12%)	1	5	13	60,6
	2	4	8,6	
	3	5	13	
	4	5	13	
	5	5	13	

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

Variable	TRATAMIENTO	N	D.E.	Medianas	H	$p > 0,05$
REDONDEZ	T1	5	0,71	2	10,37	0,004
REDONDEZ	T2	5	0,71	4		
REDONDEZ	T3	5	0,45	5		

ANEXO G: HOJA TÉCNICA: MUESTRAS DEL T1 (8% QUEBRACHO + 4% CROMO)

PRUEBA	UNIDAD	MÉTODO DE ENSAYO	RESULTADO OBTENIDO	NIVEL SUGERIDO
Resistencia a la tensión (N/cm ²)	T1R1	INEN 1061	5336,67	750 N/cm ²
	T1R2		6008,57	
	T1R3		2017,14	
	T1R4		3118,57	
	T1R5		5325,00	
Elongación (%)	T1R1	INEN 1061	55,00	40 – 80%
	T1R2		65,00	
	T1R3		42,50	
	T1R4		47,50	
	T1R5		50,00	
Abrasión al frote (Ciclos)	T1R1	NTE INEN 2953	240,20	≥100 Ciclos
	T1R2		200,30	
	T1R3		230,20	
	T1R4		220,67	
	T1R5		258,50	

ANEXO H: HOJA TÉCNICA: MUESTRAS DEL T1 (10% QUEBRACHO + 4% CROMO)

PRUEBA	UNIDAD	MÉTODO DE ENSAYO	RESULTADO OBTENIDO	NIVEL SUGERIDO
Resistencia a la tensión (N/cm ²)	T2R1	INEN 1061	7551,58	750 N/cm ²
	T2R2		10832,50	
	T2R3		3583,33	
	T2R4		7807,78	
	T2R5		5785,56	
Elongación (%)	T2R1	INEN 1061	65,00	40 – 80%
	T2R2		62,50	
	T2R3		57,50	
	T2R4		60,00	
	T2R5		57,50	
Abrasión al frote (Ciclos)	T2R1	NTE INEN 2953	230,20	≥100 Ciclos
	T2R2		125,00	
	T2R3		250,20	
	T2R4		185,45	
	T2R5		190,20	

ANEXO I: HOJA TÉCNICA: MUESTRAS DEL T1 (10% QUEBRACHO + 4% CROMO)

PRUEBA	UNIDAD	MÉTODO DE ENSAYO	RESULTADO OBTENIDO	NIVEL SUGERIDO
Resistencia a la tensión (N/cm ²)	T3R1	INEN 1061	12200,91	750 N/cm ²
	T3R2		10037,00	
	T3R3		11154,44	
	T3R4		10037,00	
	T3R5		11299,00	
Elongación (%)	T3R1	INEN 1061	52,50	40 – 80%
	T3R2		67,50	
	T3R3		60,00	
	T3R4		60,00	
	T3R5		62,50	
Abrasión al frote (Ciclos)	T3R1	NTE INEN 2953	250,00	≥100 Ciclos
	T3R2		248,50	
	T3R3		250,00	
	T3R4		250,00	
	T3R5		251,00	

ANEXO J: ANALISIS COSTO BENEFICIO.

Proceso	Insumo	T1	T2	T3	P. U	IVA	P+IVA	STT1	STT2	STT3	TT1	TT2	TT3
Remojo	Agua	29,34	102,9	45,9	\$ 0,00000	\$0,00000	\$ 0,00000	\$ 0,00001	\$ 0,00005	\$ 0,00002			
	Detergente	48,9	171,5	76,5	\$ 0,00200	\$0,00024	\$ 0,00224	\$ 0,10954	\$ 0,38416	\$ 0,17136	\$ 0,11	\$ 0,39	\$ 0,17
	Cloro	0,978	3,43	1,53	\$ 0,00089	\$0,00011	\$ 0,00100	\$ 0,00097	\$ 0,00342	\$ 0,00153			
Curtido	Agua	131934	193485	178565	\$ 0,00000	\$0,00000	\$ 0,00000	\$ 0,06354	\$ 0,09318	\$ 0,08600			
	Cal	5724,3	9052,5	7815,5	\$ 0,00044	\$0,00005	\$ 0,00049	\$ 2,82432	\$ 4,46643	\$ 3,85611			
	Na2S	0,4929	1,2199	0,7185	\$ 2,43000	\$0,29160	\$ 2,72160	\$ 1,34148	\$ 3,32008	\$ 1,95547			
	NaHSO3	0,1242	0,1812	0,168	\$ 2,50000	\$0,30000	\$ 2,80000	\$ 0,34776	\$ 0,50736	\$ 0,47040			
	HCOONa	0,1035	0,151	0,14	\$ 2,30000	\$0,27600	\$ 2,57600	\$ 0,26662	\$ 0,38898	\$ 0,36064			
	P. Rindente	0,0124	0,0181	0,0168	\$ 3,40000	\$0,40800	\$ 3,80800	\$ 0,04730	\$ 0,06900	\$ 0,06397			
	NaCl	2,1217	3,0955	2,87	\$ 0,50000	0,06000	\$ 0,56000	\$ 1,18818	\$ 1,73348	\$ 1,60720	\$14,11	\$23,80	\$22,06
	CH2O2	0,2898	0,4228	0,392	\$ 2,68000	\$0,32160	\$ 3,00160	\$ 0,86986	\$ 1,26908	\$ 1,17663			
	Tensoactivo	0,3105	0,453	0,42	\$ 3,57000	\$0,42840	\$ 3,99840	\$ 1,24150	\$ 1,81128	\$ 1,67933			
	Diesel	0,414	0,604	0,56	\$ 0,46200	\$0,05544	\$ 0,51744	\$ 0,21422	\$ 0,31253	\$ 0,28977			
	Cr	0,414	0,604	0,56	\$ 3,13000	\$0,37560	\$ 3,50560	\$ 1,45132	\$ 2,11738	\$ 1,96314			
	Quebracho	0,828	1,51	1,68	\$ 4,47000	\$0,53640	\$ 5,00640	\$ 4,14530	\$ 7,55966	\$ 8,41075			
	Basificante	0,0310	0,0453	0,042	\$ 3,00000	\$0,36000	\$ 3,36000	\$ 0,10433	\$ 0,15221	\$ 0,14112			
A. Húmedo	Agua	42660	38880	59940	\$ 0,00000	\$0,00000	\$ 0,00000	\$ 0,02055	\$ 0,01872	\$ 0,02887			
	Tensoactivo	0,0079	0,0072	0,0111	\$ 3,57000	\$0,42840	\$ 3,99840	\$ 0,03159	\$ 0,02879	\$ 0,04438			
	CH2O2	0,0671	0,0612	0,0943	\$ 2,68000	\$0,32160	\$ 3,00160	\$ 0,20156	\$ 0,18370	\$ 0,28320			
	Cr	0,1975	0,18	0,2775	\$ 3,13000	\$0,37560	\$ 3,50560	\$ 0,69236	\$ 0,63101	\$ 0,97280	\$11,12	\$10,13	\$15,62
	Quebracho	0,1975	0,18	0,2775	\$ 4,47000	\$0,53640	\$ 5,00640	\$ 0,98876	\$ 0,90115	\$ 1,38928			
	C5H8O2	0,079	0,072	0,111	\$ 8,00000	\$0,96000	\$ 8,96000	\$ 0,70784	\$ 0,64512	\$ 0,99456			
	HCOONa	0,0395	0,036	0,0555	\$ 2,30000	\$0,27600	\$ 2,57600	\$ 0,10175	\$ 0,09274	\$ 0,14297			
	R. Neutralizante	0,079	0,072	0,111	\$ 4,28000	\$0,51360	\$ 4,79360	\$ 0,37869	\$ 0,34514	\$ 0,53209			

	R. Dispersante	0,079	0,072	0,111	\$ 5,36000	\$0,64320	\$ 6,00320	\$ 0,47425	\$ 0,43223	\$ 0,66636			
	Anilina	0,079	0,072	0,111	\$14,29000	\$1,71480	\$16,00480	\$ 1,26438	\$ 1,15235	\$ 1,77653			
	Mimosa	0,158	0,144	0,222	\$ 4,46000	\$0,53520	\$ 4,99520	\$ 0,78924	\$ 0,71931	\$ 1,10893			
	R. Falda	0,079	0,072	0,111	\$ 5,36000	\$0,64320	\$ 6,00320	\$ 0,47425	\$ 0,43223	\$ 0,66636			
	R. Acrílica	0,1185	0,108	0,1665	\$ 4,29000	\$0,51480	\$ 4,80480	\$ 0,56937	\$ 0,51892	\$ 0,80000			
	E. Fosfórico	0,474	0,432	0,666	\$ 5,00000	\$0,60000	\$ 5,60000	\$ 2,65440	\$ 2,41920	\$ 3,72960			
	P. Sulfurosa	0,237	0,216	0,333	\$ 5,00000	\$0,60000	\$ 5,60000	\$ 1,32720	\$ 1,20960	\$ 1,86480			
	A. Lanolina	0,079	0,072	0,111	\$ 5,00000	\$0,60000	\$ 5,60000	\$ 0,44240	\$ 0,40320	\$ 0,62160			
A. Seco	Pigmento negro	0,1	0,1	0,1	\$ 5,36000	\$0,64320	\$ 6,00320	\$ 0,60032	\$ 0,60032	\$ 0,60032			
	Ligante fino	0,2	0,2	0,2	\$ 6,00000	\$0,72000	\$ 6,72000	\$ 1,34400	\$ 1,34400	\$ 1,34400			
	Ligante medio	0,2	0,2	0,2	\$ 6,00000	\$0,72000	\$ 6,72000	\$ 1,34400	\$ 1,34400	\$ 1,34400			
	Cera	0,1	0,1	0,1	\$ 4,29000	\$0,51480	\$ 4,80480	\$ 0,48048	\$ 0,48048	\$ 0,48048	\$ 5,27	\$ 5,27	\$ 5,27
	Agua	1,86	1,86	1,86	\$ 0,00000	\$0,00000	\$ 0,00000	\$ 0,00000	\$ 0,00000	\$ 0,00000			
	Hidrolaca	1	1	1	\$10,71000	\$1,28520	11,99520	\$11,99520	\$11,99520	\$11,99520			
	CH3CH2OH	0,04	0,04	0,04	\$ 1,00000	\$0,12000	\$ 1,12000	\$ 0,04480	\$ 0,04480	\$ 0,04480			
SUMA											\$30,60	\$39,59	\$43,13

ANEXO K: BITÁCORA DE CURTICIÓN DE PIELES OVINAS PARA MARROQUINERÍA.

PROCESO DE CURTICIÓN DE PIELES OVINAS						
Proceso	Operación	Producto	%	T °C	Tiempo	
REMOJO ESTÁTICO	Baño	Agua	300	Ambiente		
		Detergente	0,5			
		Cloro	0,01		12 horas	
	Botar baño					
PELAMBRE POR EMBADURNADO	PASTA	Agua	5	40		
		Cal	3,5			
		Sulfuro de sodio	2,5		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	Cromo	4		60 minutos
		Quebracho	8,10,12		
		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	
		Cromo	3		
		Quebracho	3		
		Glutaraldehído (1:5)	2		40 minutos

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

ANEXO L: EVIDENCIA FOTOGRAFICA DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE CUERO OVINO.

		
<p>Peso inicial de las pieles.</p>	<p>Remojo Estático.</p>	<p>Pelambre por embadurnado</p>
		
<p>Pelambre en bombo</p>	<p>Piquelado</p>	<p>Desengrase</p>
		
<p>Curtido</p>	<p>Perchado</p>	<p>Pesado de cuero</p>

		
<p>Acabado en húmedo</p>	<p>Perchado</p>	<p>Aserrinado</p>
		
<p>Ablandado en zaranda</p>	<p>Estacado</p>	<p>Acabado en seco.</p>



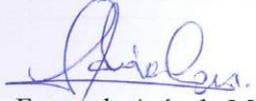
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO



DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS Y RECURSOS DEL
APRENDIZAJE

UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS
REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 06/ 11 / 2023

INFORMACIÓN DEL AUTOR	
Nombres – Apellidos:	Ángel Geovanny Malán Chuto
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL	
Facultad:	Ciencias Pecuarias
Carrera:	Agroindustria
Título a optar:	Ingeniero Agroindustrial
f. Analista de Biblioteca responsable:	 Ing. Fernanda Arévalo M.

