



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA

“DESARROLLO DE UNA FORMULACIÓN PARA EL PROCESO DE REMOJO Y PELAMBRE UTILIZANDO DIFERENTES CONCENTRACIONES DE SULFURO DE SODIO Y SU INCIDENCIA EN LA CALIDAD DEL CUERO EN LA EMPRESA EL ALCE”

TRABAJO DE TITULACIÓN:

TIPO: Proyecto de Investigación

Presentado para optar el grado académico de:

INGENIERO QUÍMICO

AUTOR: RONNY FERNANDO ROBALINO SILVA

TUTOR: ING. CESAR ARTURO PUENTE GUIJARRO, Ph.D.

Riobamba – Ecuador
2018

©2018, Ronny Fernando Robalino Silva

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.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA

El tribunal de Trabajo de Titulación certifica que: El trabajo de investigación **“DESARROLLO DE UNA FORMULACIÓN PARA EL PROCESO DE REMOJO Y PELAMBRE UTILIZANDO DIFERENTES CONCENTRACIONES DE SULFURO DE SODIO Y SU INCIDENCIA EN LA CALIDAD DEL CUERO EN LA EMPRESA EL ALCE”**, de responsabilidad del señor Ronny Fernando Robalino Silva, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Titulación, quedando autorizada su presentación.

NOMBRE

FIRMA

FECHA

Ing. Cesar Arturo Puentes Guijarro, Ph.D.

**DIRECTOR DEL TRABAJO
DE TITULACIÓN**

Ing. Jose Jenner Baquero Luna

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Ronny Fernando Robalino Silva declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Ronny Fernando Robalino Silva

Cédula de Identidad: 060521472-5

DERECHOS DE AUTORIA

El trabajo de titulación que presento es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Ciencias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud los fundamentos teóricos – científicos son de exclusiva responsabilidad del autor. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Ronny Fernando Robalino Silva

Cédula de Identidad: 060521472-5

DEDICATORIA

A los pilares de mi vida mis padres, hermanos y abuelitos por su apoyo incondicional en cada paso que he dado.

Ronny

AGRADECIMIENTO

A mis padres Irene y Byron por su amor, consejos y enseñanzas; me han brindado su apoyo incondicionalmente.

A mis abuelitos que con su cariño y oraciones siempre están presentes en cada etapa, a mis hermanos, tíos, primos que de una u otra manera han estado dispuestos a ayudarme ante cualquier adversidad.

A mis amigos que a lo largo de toda la experiencia universitaria fueron parte de mi segundo hogar mostrando siempre un cariño, respaldo y respeto libre a cualquier condición.

Agradezco profundamente al Ing. Cesar Puente, Ph.D., por haber guiado el presente trabajo de titulación, estando siempre presto a colaborar con la resolución de los problemas que han surgido a lo largo del mismo, brindando sin preocupación sus conocimientos.

Quiero agradecer al laboratorio de curtiembre de la facultad de ciencias pecuarias y al Ing. Patricio Serrano, su ayuda fue fundamental para el cumplimiento de los objetivos planteados en el presente trabajo de titulación.

Ronny

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	xv
SUMMARY	xvi
CAPÍTULO I	1
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Identificación del Problema	1
1.2. Justificación de la Investigación	2
1.3. Objetivos	3
<i>1.3.1. General</i>	<i>3</i>
<i>1.3.2. Específicos</i>	<i>3</i>
CAPÍTULO II	4
2. MARCO TEÓRICO	4
2.1. Antecedentes de la Investigación	4
2.2. Marco Conceptual	6
2.2.1. Calidad del cuero	6
<i>2.2.1.1. Análisis sensorial del cuero procedente del pelambre</i>	<i>6</i>
<i>2.2.1.2. Análisis sensorial del cuero terminado</i>	<i>7</i>
<i>2.2.1.3. Análisis físico mecánicos del cuero terminado</i>	<i>7</i>
<i>2.2.1.3.1. Localización y selección de las muestras de laboratorio</i>	<i>7</i>
<i>2.2.1.3.2. Resistencia a la tensión</i>	<i>8</i>
<i>2.2.1.3.3. Porcentaje de elongación</i>	<i>9</i>
<i>2.2.1.3.4. Lastimetría</i>	<i>9</i>
2.2.2. Formulación en el proceso de pelambre y su incidencia en la calidad del cuero ..	10
2.2.3. Piel	11
<i>2.2.3.1. Partes de la piel</i>	<i>12</i>
2.2.4. Piel Bovina	13
<i>2.2.4.1. Generalidades</i>	<i>13</i>
<i>2.2.4.2. Clasificación de las pieles bovinas</i>	<i>13</i>
<i>2.2.4.2.1. Piel de ternera</i>	<i>13</i>
<i>2.2.4.2.2. Piel de novillo</i>	<i>13</i>
<i>2.2.4.2.3. Piel de vaca</i>	<i>14</i>
<i>2.2.4.2.4. Piel de buey y toro</i>	<i>14</i>
<i>2.2.4.3. Nomenclatura y pesos de la piel bovina</i>	<i>14</i>
2.2.5. Química de la piel	15

2.2.5.1.	<i>Composición</i>	15
2.2.5.2.	<i>Colágeno</i>	16
2.2.5.2.1.	<i>Tipos de Colágeno</i>	17
2.2.5.2.2.	<i>Aminoácidos en el colágeno</i>	19
2.2.5.2.3.	<i>pl</i>	20
2.2.5.2.4.	<i>Hinchamiento</i>	21
2.2.6.	<i>Proceso de Curtiembre</i>	21
2.2.6.1.	<i>Remojo</i>	21
2.2.6.2.	<i>Pelambre</i>	21
2.2.6.3.	<i>Calero</i>	22
2.2.6.4.	<i>Descarnado</i>	23
2.2.6.5.	<i>Dividido</i>	23
2.2.6.6.	<i>Desencalado</i>	23
2.2.6.7.	<i>Rendido</i>	24
2.2.6.8.	<i>Piquel</i>	24
2.2.6.9.	<i>Desengrase</i>	25
2.2.6.10.	<i>Curtido en base a sales de cromo</i>	25
CAPÍTULO III		26
3. MARCO METODOLÓGICO		26
3.1. Hipótesis y especificación de variables		26
3.1.1. <i>Hipótesis general</i>		26
3.1.2. <i>Hipótesis específicas</i>		26
3.1.3. <i>Identificación de variables</i>		26
3.1.3.1. <i>Factor</i>		26
3.1.3.2. <i>Variables respuesta</i>		27
3.1.4. <i>Operacionalización de variables</i>		28
3.1.5. <i>Matriz de consistencia</i>		29
3.2. Equipos, materiales y reactivos		31
3.2.1. <i>Equipos</i>		31
3.2.2. <i>Materiales</i>		31
3.2.3. <i>Reactivos</i>		32
3.3. Procedimiento Experimental		33
3.3.1. <i>Lavado</i>		33
3.3.2. <i>Remojo</i>		33
3.3.3. <i>Pelambre</i>		33
3.3.3.1. <i>Pelambre T0</i>		33
3.3.3.2. <i>Pelambre T1, T2, T3</i>		34

3.3.4.	<i>Desencalado, rendido, piquelado y curtido</i>	34
3.3.5.	<i>Neutralizado, recurtido, tintura y engrase</i>	35
3.3.6.	<i>Secado, ablandado, estacado y acabado del cuero</i>	35
3.4.	Tipo y diseño de la investigación	36
3.5.	Unidad de análisis	37
3.6.	Población de estudio experimental	37
3.7.	Tamaño de muestra	37
3.8.	Técnicas de recolección de datos	37
3.9.	Instrumentos de recolección de datos	37
3.10.	Técnicas de procesamiento de datos	37
	CAPÍTULO IV	38
4.	ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN	38
4.1.	Análisis de la calidad final del cuero	38
4.1.1.	<i>Análisis de las propiedades físico – mecánicas del cuero</i>	38
4.1.1.1.	<i>Resistencia a la tensión</i>	39
4.1.1.2.	<i>Porcentaje de elongación</i>	40
4.1.1.3.	<i>Lastometría</i>	42
4.1.2.	<i>Análisis de las características sensoriales del cuero</i>	44
4.1.2.1.	<i>Blandura</i>	45
4.1.2.2.	<i>Llenura</i>	47
4.1.2.3.	<i>Firmeza de flor</i>	49
4.1.3.	<i>Análisis de las características después del pelambre del cuero</i>	51
4.1.3.1.	<i>Turgencia</i>	51
4.1.3.2.	<i>Limpieza</i>	53
4.2.	Discusión de resultados	55
4.3.	Pruebas de Hipótesis	59
4.3.1.	<i>Hipótesis general</i>	59
4.3.2.	<i>Hipótesis específicas</i>	60
	CONCLUSIONES	61
	RECOMENDACIONES	62
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2:	Dimensiones de la probeta.....	8
Tabla 2-2:	Factores que influyen en el proceso de pelambre.....	10
Tabla 3-2:	Nomenclatura de la piel dependiendo de la epata de la cual procede.....	14
Tabla 4-2:	Composición Química de la Piel Bovina.....	15
Tabla 5-2:	pl del colágeno en diferentes estados.....	20
Tabla 1-3:	Operacionalización de variables	28
Tabla 2-3:	Matriz de consistencia.....	29
Tabla 3-3:	Equipos utilizados.....	31
Tabla 4-3:	Materiales de laboratorio utilizados.....	31
Tabla 5-3:	Reactivos utilizados	32
Tabla 6-3:	Esquema del experimento	37
Tabla 1-4:	Resultados de los análisis físicos mecánicos realizados a las unidades de experimentación.....	38
Tabla 2-4:	Análisis Estadístico de la resistencia a la tensión de los cueros apelambrados por efecto de los diferentes niveles de sulfuro adicionado.	40
Tabla 3-4:	Evaluación estadística del porcentaje de elongación de las pieles apelambradas por efecto de los diferentes niveles de sulfuro de sodio.....	41
Tabla 4-4:	Evaluación estadística de la lastometría de las pieles apelambradas por efecto de los diferentes niveles de sulfuro de sodio.....	42
Tabla 5-4:	Resultados de los análisis sensoriales realizados a las unidades de experimentación luego del pelambre.....	44
Tabla 6-4:	Resultados de los análisis sensoriales realizados a las unidades de experimentación en la etapa final.....	45
Tabla 7-4:	Evaluación estadística de la blandura de las pieles apelambradas por efecto de los diferentes niveles de sulfuro de sodio.....	45
Tabla 8-4:	Evaluación estadística de la llenura de las pieles apelambradas por efecto de los diferentes niveles de sulfuro de sodio.....	48
Tabla 9-4:	Evaluación estadística de la firmeza de flor de las pieles apelambradas por efecto de los diferentes niveles de sulfuro de sodio.....	50
Tabla 10-4:	Evaluación estadística de la turgencia de las pieles apelambradas por efecto de los diferentes niveles de sulfuro de sodio.....	51
Tabla 11-4:	Evaluación estadística de la limpieza de las pieles apelambradas por efecto de los diferentes niveles de sulfuro de sodio.....	54

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Figura 1-2:	Representación del cuero sin cabeza mostrando la localización de muestras para bandas.....	7
Figura 2-2:	Forma de la probeta.....	8
Figura 3-2:	Sección transversal de la cabeza de fijación con la muestra en posición de ensayo y sometida a una leve distension.....	10
Figura 4-2:	Partes de la piel.....	11
Figura 5-2:	Partes de la piel bovina	12
Figura 6-2:	Cortes de la piel bovina	12
Figura 7-2:	Distribución espacial de la molécula de colágeno.....	16
Figura 8-2:	Estructura de un alfa-aminoácido	17
Figura 9-2	Ilustración de una cadena polipeptídica de la proteína del colágeno.....	17
Figura 10-2:	Aminoácidos de cadenas no polares.....	19
Figura 11-2:	Aminoácidos de cadenas polares	19
Figura 12-2:	Aminoácidos con grupos ácidos	20
Figura 13-2:	Aminoácidos con grupos básicos	20

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-4:	Resistencia a la tensión de los cueros apelmbrados por efecto de la adición de diferentes niveles de sulfuro de sodio.....	39
Gráfico 2-4:	Porcentaje de Elongación de los cueros curtidos por efecto de la adición de diferentes niveles de sulfuro de sodio en la etapa de pelambre.....	41
Gráfico 3-4:	Regresión del porcentaje de elongación de los cueros apelmbrados por efecto de los diferentes niveles de sulfuro de sodio	42
Gráfico 4-4:	Lastometría de los cueros curtidos por efecto de la adición de diferentes niveles de sulfuro de sodio en la etapa de pelambre.....	43
Gráfico 5-4:	Regresión de la lastometría de los cueros curtidos por efecto de la adición de diferentes niveles de sulfuro de sodio en la etapa de pelambre	44
Gráfico 6-4:	Blandura de los cueros curtidos por efecto de la adición de diferentes niveles de sulfuro de sodio en la etapa de pelambre.....	46
Gráfico 7-4:	Regresión de la blandura de los cueros curtidos por efecto de la adición de diferentes niveles de sulfuro de sodio en la etapa de pelambre.....	47
Gráfico 8-4:	Llenura de los cueros curtidos por efecto de la adición de diferentes niveles de sulfuro de sodio en la etapa de pelambre.....	48
Gráfico 9-4:	Regresión de la blandura de los cueros curtidos por efecto de la adición de diferentes niveles de sulfuro de sodio en la etapa de pelambre.....	49
Gráfico 10-4:	Firmeza de flor de los cueros curtidos por efecto de la adición de diferentes niveles de sulfuro de sodio en la etapa de pelambre.....	50
Gráfico 11-4:	Regresión de la firmeza de flor de los cueros curtidos por efecto de la adición de diferentes niveles de sulfuro de sodio en la etapa de pelambre.....	51
Gráfico 12-4:	Turgencia de los cueros curtidos por efecto de la adición de diferentes niveles de sulfuro de sodio en la etapa de pelambre.....	52
Gráfico 13-4:	Regresión de la firmeza de flor de los cueros curtidos por efecto de la adición de diferentes niveles de sulfuro de sodio en la etapa de pelambre.....	53
Gráfico 14-4:	Turgencia de los cueros curtidos por efecto de la adición de diferentes niveles de sulfuro de sodio en la etapa de pelambre.....	54
Gráfico 15-4:	Regresión de la limpieza de los cueros curtidos por efecto de la adición de diferentes niveles de sulfuro de sodio en la etapa de pelambre.....	55

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** Balance de materia en el proceso de pelambre.
- ANEXO B:** Balance de energía en el proceso de pelambre.
- ANEXO C:** Formulaciones utilizadas en el procesamiento de las pieles.
- ANEXO D:** Calificaciones de limpieza y turgencia del cuero proveniente del proceso de pelambre.
- ANEXO E:** Calificaciones del análisis sensorial del cuero final.
- ANEXO F:** Resultados de los análisis físico mecánicos del cuero final.
- ANEXO G:** Informe de análisis de agua residual de T1, T2 Y T3.
- ANEXO H:** Detalle de los procedimientos experimentales, Piel bovina salada utilizada en el proceso (FOTOGRAFÍA 1H), Bombos de experimentación (FOTOGRAFÍA 2H), Proceso de pelambre (FOTOGRAFÍA 3H), Cuero resultante del proceso de pelambre (FOTOGRAFÍA 4H), Cuero curtido (FOTOGRAFÍA 5H), Raspado – Calibre del cuero curtido (FOTOGRAFÍA 6H), Estacado del cuero (FOTOGRAFÍA 7H), Proceso de prensado (FOTOGRAFÍA 8H), Dinanómetro (FOTOGRAFÍA 9H), Lastómetro (FOTOGRAFÍA 10H), Cuero terminado (FOTOGRAFÍA 11H).

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue determinar si existen diferencias en la calidad del cuero por la aplicación de una formulación en base a la utilización de tres diferentes concentraciones de sulfuro de sodio en el proceso de pelambre, para esto se desarrolló una investigación aplicada de nivel explicativo mediante un diseño completamente al azar teniendo un enfoque cuantitativo de la variable respuesta : calidad del cuero, determinando mediante un análisis de varianza si existían diferencias estadísticas significativas. Se utilizaron 4 distintos tratamientos cuyos porcentajes en peso de sulfuro de sodio utilizado fueron 2.5% para el proceso tradicional y 1.1%, 1.5%, 1.9 % para las tres nuevas formulaciones que adicionalmente usaron depilantes auxiliares como Merpin 8016 (mercaptoacetato de sodio), para esto se dispuso 3 pieles por tratamiento en el pelambre mientras que los procesos de curtición y teñido fueron iguales. Los resultados mostraron que la única variable que no presento diferencias significativas ante el porcentaje de sulfuro de sodio utilizado fue la resistencia a la tensión y se concluyó que en base a las variables medidas todos los tratamientos cumplen con los niveles mínimos de calidad establecidos según las normas IUP y que el tratamiento más adecuado para reemplazar al tradicional es el tratamiento 3 con 1.9% de sulfuro de sodio.

Palabras clave: <INGENIERIA Y TECNOLOGIA QUIMICA>, <PELAMBRE> <SULFURO DE SODIO> <MERCAPTOACETATO DE SODIO> <CUERO> <CALIDAD DEL CUERO>

SUMMARY

The objective of this research was to determine if there are differences in leather quality by the application of a formulation based on the use of three different concentrations of sodium sulfide in the lime solution process, for this, an applied research of explanatory level was developed using a completely randomized design, taking a quantitative approach to the response variable: leather quality, determined by means of a variance analysis if there were significant statistical differences. Four different treatments were used, whose percentages by weight of sodium sulfide used were 2.5% for the traditional process and 1.1%, 1.5%, 1.9% for the three new formulations that additionally used auxiliary hair removers such as Merpin 8016 (sodium mercaptoacetate), for this, 3 skins were arranged for lime solution treatment while the tanning and dyeing processes were the same. The results showed that the only variable that did not present significant differences compared to the percentage of sodium sulfide used was the resistance to the tension, and it was concluded that based on the measured variables, all the treatments fulfill with the minimum quality levels established according to the standards IUP, and that the most appropriate treatment to replace the traditional one is treatment 3 with 1.9% of sodium sulfide.

Keywords: <CHEMICAL ENGINEERING AND TECHNOLOGY>, <LIME SOLUTION PROCESS > <SODIUM SULFIDE > < SODIUM MERCAPTOACETATE > < LEATHER > < LEATHER QUALITY >

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Identificación del Problema

Los crecientes niveles de contaminación y explotación de los recursos naturales son tópicos de trascendencia en la actualidad. Los estados, las empresas y los ciudadanos con el apoyo de organizaciones internacionales procuran soluciones que aporten a la mitigación de los impactos ambientales y la protección de la naturaleza, pero que a su vez, permitan que los sectores económicos sean más competitivos y productivos, con el fin de lograr el desarrollo sustentable (CEPAL, 2013).

En el Ecuador el sector de producción de cuero es uno de los más representativos por su aporte a la economía nacional, destacando su contribución a la generación de fuentes de trabajo y a la producción de materia prima para uso en otras industrias, es así que los cueros procesados en las curtiembres se cotizan a nivel nacional y extranjero. El país produce anualmente 350.000 cueros. La producción se direcciona de manera interna a los sectores: Marroquinería, calzado, confecciones; y, una parte considerable de materia prima se comercializa en mercados del exterior, principalmente, Colombia, Perú, Venezuela e Italia (Instituto de Promoción de Exportaciones e Inversiones, 2016).

Las curtiembres aportan a la economía nacional y se destacan dentro de las actividades manufactureras. En Tungurahua, representan el 75.6%, seguida por Imbabura, Azuay y Cotopaxi. Cabe mencionar que las provincias de Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo y Pastaza que forman la Zona 3 del Ecuador son generadoras de 50.000 plazas de trabajo en el mercado formal e informal (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo , 2015).

Ante las disposiciones vigentes que rigen a las empresas curtiembres, se evidencia una variación notable, la principal es la exigencia de contar con licencia ambiental, puesto que para el año 2011, sólo el 12,5% del sector curtidor contaba con este requisito; y, para el 2015 se registró al 80% de las empresas. Este resultado se debe a que en varias empresas del sector se han implementado herramientas para asumir su responsabilidad con el ambiente, como: Estudios de Impacto Ambiental, Planes de Manejo Ambiental y/o la aplicación de Buenas Prácticas Ambientales (Ruiz, Mayorga, Mantilla, & López, 2016).

Según datos de la Asociación Nacional de Curtidores Ecuatorianos existen 1770 talleres artesanales que se dedican a la confección de cuero y a la zapatería, lo que representa el 75,58% de la actividad artesanal en el Ecuador. Sus principales talleres se localizan en los cantones de Ambato, Baños, Cevallos (Ministerio Coordinador de la Producción Empleo y Competitividad, 2010).

Evidenciando la importancia del sector productivo del cuero y su eminente crecimiento en el país se aborda uno de los problemas ambientales de mayor importancia en el mismo que es el uso de sulfuro de sodio en el proceso de pelambre, el cual es altamente contaminante ya que produce gases nocivos como sulfhídrico pudiendo llegar a ser muy tóxico en altas concentraciones y cambiando los valores de pH de las aguas de descarga lo que perjudica a la flora y fauna de la zona. En Ecuador el sector productivo de curtiduría ha crecido en un 8,6% entre 2011 y 2012 (MIRPO, 2013),

1.2. Justificación de la Investigación

En busca de una producción más limpia acompañada de una mejora de calidad y mayor rédito económico se propone una técnica de control en el proceso de producción específicamente en la etapa de pelambre, realizando una nueva selección de productos en las formulaciones cuyo impacto será el de disminuir el porcentaje de sulfuro de sodio utilizado en el proceso y generado en las aguas residuales. Se hará uso del depilante auxiliar Merpin 8016 con lo cual a más del objetivo ya mencionado se buscará una mejor penetración de los productos químicos para etapas posteriores, una mayor fijación del cromo en el proceso de curtición y una mejor presentación de la flor.

Considerando que actualmente Tenería “El Alce” ubicada en la ciudad de Guano es una empresa comprometida con la prevención ambiental así como con la mejora continua en todos sus productos, procesos y servicios, realiza investigaciones con el fin de mejorar la calidad del cuero manteniendo en óptimas condiciones los residuos comunes del proceso tales como las aguas residuales, para ello se hace uso de nuevos productos, enzimas, compuestos orgánicos, técnicas, etc.

Esta investigación proporcionará un beneficio ambiental y de calidad al dar una alternativa para generar agua residual del proceso de pelambre con menor cantidad de sulfuros en su composición pudiendo esta ser tratada posteriormente con mayor facilidad y mejorando los estándares de calidad del cuero tratado con la formulación tradicional.

1.3. Objetivos

1.3.1. General

Determinar si existen diferencias en la calidad del cuero por la aplicación de una formulación en base a la utilización de tres diferentes concentraciones de sulfuro de sodio en el proceso de pelambre

1.3.2. Específicos

- Dosificar tres tratamientos de sulfuro de sodio: 1.1, 1.5, 1.9 por ciento en peso respecto al total de la carga.
- Determinar los parámetros visuales (limpieza, turgencia) al cuero procedente del proceso de pelambre.
- Determinar los parámetros sensoriales (firmeza, suavidad, llenura) y físico mecánicos del cuero procedente del proceso final.
- Establecer el tratamiento más adecuado en función de la calidad de cuero.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la Investigación

Un primer trabajo corresponde a Agudelo, S. (2008), quien realizó la propuesta: “Ahorro de agua y materia prima en los procesos de pelambre y curtido del cuero mediante precipitación y recirculación de aguas”. Las aguas residuales con contenido de sulfuro de sodio fueron disminuyendo su carga a la vez que se buscó reducir el consumo de insumos químicos y agua a través de la recirculación de los mismos.

El proceso consistió en recuperar las aguas de pelambre para luego ser tratadas mediante un tamizador buscando la mayor retención de sólidos, para lo cual se usaron tres mallas de diferente tamaño: 20, 40 y 60 obteniéndose el mejor resultado con esta última. Finalmente se concluyó que con la recirculación directa de aguas de pelambre fue posible obtener ahorros de agua del 64% y ahorros en materia prima del 32 %, además, con una adecuada selección del tamizador es posible recircular el agua un número máximo de tres veces, sin afectar la calidad del producto final.

Un segundo trabajo correspondiente a Guzmán, K. (2010), se denomina: “Reducción de emisiones de la etapa de pelambre en el proceso de curtido de pieles” en el cual se evidencia que uno de los mayores problemas ambientales en el proceso de curtiduría es el causado por la emisión de sulfuros y materia orgánica en el pelambre, proponiéndose de esta manera diferentes opciones para la disminución de estos contaminantes con el fin de llegar a un nivel aceptable ambientalmente.

En el trabajo de investigación se aplicó la reutilización y regeneración del licor de pelambre con una posterior aireación del mismo con la finalidad de transformar los sulfuros en sulfatos y disminuir la carga orgánica, para este propósito se realizó la coagulación y floculación de componentes orgánicos así también se separó el pelo de las aguas de pelambre con un sistema continuo de filtración y finalmente se utilizó un sistema de aireación con un catalizador metálico.

La propuesta ya mencionada fue aplicada a nivel piloto en una curtiembre del medio y permitió reducir en más del 99% la emisión de sulfuros, en un 92% la emisión de carga orgánica y en un

85% el uso de agua, en la etapa de pelambre. Desde el punto de vista económico, la reducción en el uso de reactivos y agua permite un ahorro de 5.653 US\$ al año.

Un tercer trabajo realizado por Pire, M. (2010), se denomina: “Tratabilidad del efluente de una tenería usando un reactor por carga secuencial” en el cual se da una solución a la problemática de los efluentes de tenerías que contienen alta carga orgánica, sólidos suspendidos y sales tratándolos mediante un reactor de carga secuencial.

Para este trabajo se utilizó fracciones del efluente proveniente del pelambre y teñido, cuatro fueron los tratamientos propuestos para el proceso cada uno con un desarrollo de 15 días; se evaluó la eficiencia del proceso con dos tiempos distintos de residencia hidráulica y dos niveles de concentración de afluente.

Se obtuvo que sólo la concentración del afluente fue el factor que presentó diferencia estadística en los tratamientos aplicados, siendo mayores las remociones de contaminantes cuando se usaron afluentes diluidos, lográndose la mayor eliminación durante la fase anóxica. Las remociones estuvieron en el rango de 83,3-85,0% para DQO; 59,6-73,0% para P y 83,9-84% para Cr.

Una cuarta investigación denominada: “Reducción de la carga de sulfuros en los efluentes del proceso de pelambre mediante su recuperación por el método de acidificación” propuesta por Cortés, O. (2016) en la cual se evaluó la eficiencia del método de acidificación haciendo uso de ácido clorhídrico.

Se valoró dos variables independientes que fueron pH y cantidad de hidróxido de sodio utilizado para la recuperación del gas, con un factor respuesta que fue la cantidad de sulfuro recuperado; obteniéndose finalmente que mediante el tratamiento con un pH de 3 permite la mayor eficiencia con un 74,2 % y con hidróxido al 5% en peso se recupera el 34.8%. Concluyendo una metodología viable ya que recupera más del 50% del sulfuro de los efluentes tratados.

Un último trabajo citado es el realizado por Cuervo, N. (2010) propone el “Estudio del proceso de compostaje de los lodos producidos en la operación de pelambre en la industria del curtido de pieles” en el cual se evaluó los rendimientos del compostaje con los residuos del proceso de pelambre.

En primera instancia se realizó una caracterización del residuo determinando un contenido de materia orgánica de entre 65 y 75% y nitrógeno entre un 7 y 9 %, posteriormente se aplicaron 3 fuentes de inóculos para activar el proceso de transformación biológica: un caldo de cultivo,

lodos de PTAR y un inóculo comercial EM; como estructurantes se tuvo virutas de madera y pasto seco.

El trabajo de investigación citado concluyó que el mejor resultado se obtiene con el tratamiento que utilizó lodos PTAR y viruta de madera ya que es un producto estable con un adecuado grado de madurez. Finalmente el compostaje se muestra como una tecnología viable desde el punto de vista técnico y ambiental para el aprovechamiento de los residuos de la operación de pelambre.

Todos estos trabajos demuestran distintas técnicas de producción más limpia, mejoras de calidad ambiental y de producto final, con lo cual se evidencia una base de procesos que en combinación con la propuesta del presente trabajo pueden producir aún más altos estándares que los ya obtenidos.

2.2. Marco Conceptual

2.2.1. Calidad del cuero

Se entiende por calidad del cuero al conjunto de características tanto sensoriales como físico mecánicas que presenta el mismo; las cuales son evaluadas mediante una escala sugerida por un experto en el caso de las primeras y por procedimientos establecidos por la métodos IUP en las segundas.

2.2.1.1. Análisis sensorial del cuero procedente del pelambre

El análisis sensorial de los cueros es un examen subjetivo que se realiza a través del impacto de los sentidos, realizado por un experto el cual a través de una escala propia que va del 1 al 5 califica la turgencia y limpieza de las pieles, donde: 5 corresponde a excelente, 4 a calidad muy buena, 3 a buena y 1, 2 a baja.

Para la limpieza basta solo con la observación de la piel, verificando presencia de repelo u otras impurezas ajenas al cuero que reduce su calidad. Mientras que para la turgencia se palpo los flancos del cuero para así determinar la riqueza de las fibras y el hinchamiento de las mismas.

2.2.1.2. Análisis sensorial del cuero terminado

El análisis sensorial de los cueros es un examen subjetivo que se realiza a través del impacto de los sentidos, realizado por un experto el cual a través de una escala propia que va del 1 al 5 califica la llenura, firmeza de flor y blandura de las pieles, donde: 5 corresponde a excelente de 4 puntos muy buena, de 3 buena y de 1 a 2 baja.

La evaluación de la blandura se realiza generando distintas torsiones en la superficie del cuero tanto en la parte del crupón como en las faldas ,determinando la suavidad y la caída del mismo y dando así una calificación representada con 5 a un material suave y de buena caída y 1 un material duro.

Para la llenura se palpo los flancos del cuero para así determinar la riqueza de las fibras y el hinchamiento de las mismas. La firmeza de la flor se determinó mediante el tacto dando a notar si es muy cálido, seco, liso y suave similar a piel ablandada, o es áspero.

2.2.1.3. Análisis físico mecánicos del cuero terminado

2.2.1.3.1. Localización y selección de las muestras de laboratorio

Para la realización de las pruebas físico mecánicas es necesario tomar una muestra (probeta) de la hoja vacuna, la cual se selecciona de una zona específica determinada por la norma IUP2 y debe estar libre de defectos notorios tales como cortes y rasgaduras. Las probetas para los ensayos físicos de una banda o cuero entero se cortan del cuadrado denotado por HKJG descrito en la figura 1-2.

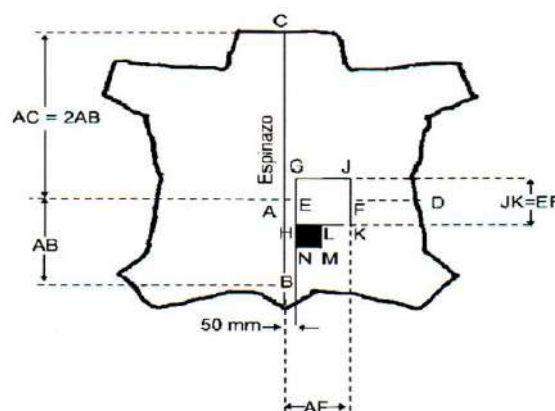


Figura 1-2: Representación del cuero sin cabeza mostrando la localización de muestras para bandas.

Fuente: (Font J., 2015)

Dónde:

S = Raíz de la cola

A = Punto del espinazo, tal que $CA = 2AB$

AD = Línea perpendicular a BC

F = Punto medio de AD

AE = 50 mm \pm 5 mm

Para dos bandas de una misma piel por ende JK será igual a EF y GE será igual a EH. Las líneas GH y JK son paralelas a la línea BC.

2.2.1.3.2. Resistencia a la tensión

Para éste análisis físico mecánico se procede a sujetar una probeta de cuero entre las pinzas de un dinamómetro, para seguido a esto separar las mismas a una velocidad constante mientras se mide la tensión aplicada sobre el cuero. Se producirá un alargamiento y deformación de la probeta hasta llegar a su rotura.

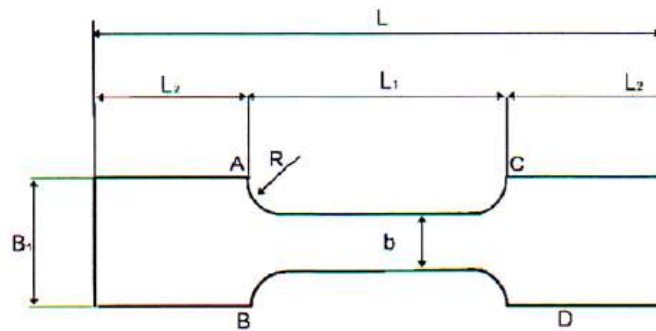


Figura 2-2: Forma de la probeta

Fuente: (Font J., 2015, p.45)

Tabla 1-2: Dimensiones de la probeta

Denominación	L	L ₁	L ₂	B	B ₁	R
Normal	110 \pm 1	50 \pm 1	30 \pm 1	10 \pm 1	25 \pm 1	5 \pm 1
Grande	190 \pm 1	100 \pm 1	45 \pm 1	20 \pm 1	40 \pm 1	10 \pm 1

Fuente: (Font J., 2015, p.45)

La resistencia a la tensión se expresa como el cociente entre la fuerza de rotura y la sección transversal de la probeta

$$\text{Resistencia a la tensión} = F/W * T$$

Dónde:

- F es la fuerza mayor expresada en Newtons
- W es la anchura media de la probeta en cm o mm
- T es el espesor de la probeta en cm o mm

2.2.1.3.3. Porcentaje de elongación

Para el porcentaje de elongación se procede de igual manera que la resistencia a la tensión a diferencia que el dato de interés es el alargamiento o elongación, el cual se calcula como la diferencia entre la separación final y la separación inicial de la probeta. La elongación puede determinarse a una fuerza dada o a la rotura (elongación máxima).

$$\% \text{ de elongación a la rotura} = (L_2 - L_0/L_0) * 100$$

Dónde:

- L_2 es la separación de las mordazas a la rotura
- L_0 es la separación inicial de las mordazas

2.2.1.3.4. Lastometría

En la elaboración de calzado la piel sufre deformación principalmente en la puntera del mismo donde la flor soporta una alta tensión por lo cual esta debe ser bastante elástica y alargarse de manera adecuada. Para evaluar la capacidad de resistencia y deformación de la flor se utiliza el método IUP 9 que utiliza un lastómetro, el cual contiene una abrazadera que sostiene una probeta del cuero circular y progresivamente una bola de acero situada en el lado de la carne ejerce presión hasta llegar a la fisura.

Al producirse la primera fisura se debe tomar el dato de la fuerza ejercida y la distancia entre la posición inicial y final recorrida por la bola de acero, a esta se la denomina distensión, parámetro más significativo para determinar la calidad del cuero ante el montado del calzado. Se especifica que debe cumplir un mínimo de 7 mm.

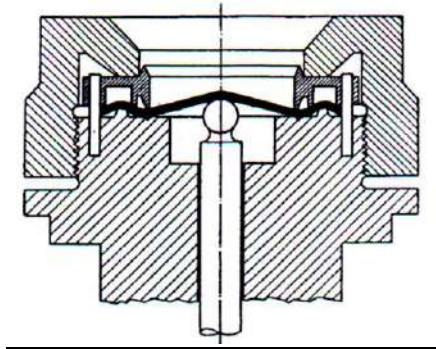


Figura 3-2: Sección transversal de la cabeza de fijación con la muestra en posición de ensayo y sometida a una leve distensión

Fuente: (Font J., 2015, p.57)

2.2.2. Formulación en el proceso de pelambre y su incidencia en la calidad del cuero

Dentro del proceso de pelambre los factores que determinan el tipo y calidad de producto son: cantidad de baño, temperatura, tipo de depilante, efecto del remojo, efecto mecánico y productos auxiliares.

En el siguiente cuadro se presentan estas variables de la formulación y como inciden en el proceso.

Tabla 2-2: Factores que influyen en el proceso de pelambre

Factor	Incidencia en el proceso
Cantidad de baño	A menor cantidad de agua empleada mayor será la concentración de los productos químicos en solución, produciendo un menor hinchamiento en las capas superficiales y un mayor ataque a la raíz del pelo.
Temperatura	A más alta temperatura se produce un menor hinchamiento de la piel, menos turgencia. La piel se vuelve menos sensible al efecto mecánico y las reacciones químicas se aceleran.
Tipo de depilante	<ul style="list-style-type: none"> • Sulfuro de sodio: efecto reductor, elevado pH • Sulfhidrato de sodio: reductor de menor ataque que el sulfuro • Cal apagada: puede comportarse como inmunizador de pelo si actúa sola, genera el efecto tampon.
Efecto del remojo	Cuanto mejor se haya realizado este proceso menos drásticas serán las condiciones del pelambre.
Efecto mecánico	Ayuda a la penetración y difusión de los productos químicos, pero no conviene un efecto mecánico intenso por lo que se trabaja con cantidad de baño elevada.

Productos auxiliares	Se utilizan tensoactivos, productos enzimáticos y depilantes auxiliares que ayudan al proceso de pelambre.
----------------------	--

Fuente: (Cordero B., 2010)

Realizado por: Ronny Robalino, 2018

2.2.3. Piel

La piel es una sustancia heterogénea que puede estar cubierta de lana o pelo, constituye protección natural para el animal de agentes externos físicos, químicos o biológicos (Adzet, J. 2005), así de igual manera tiene otras funciones como:

- Almacenamiento de grasas
- Defensa contra bacterias
- Regulación de temperatura corporal
- Eliminación de sustancias de desecho
- Percepción sensorial

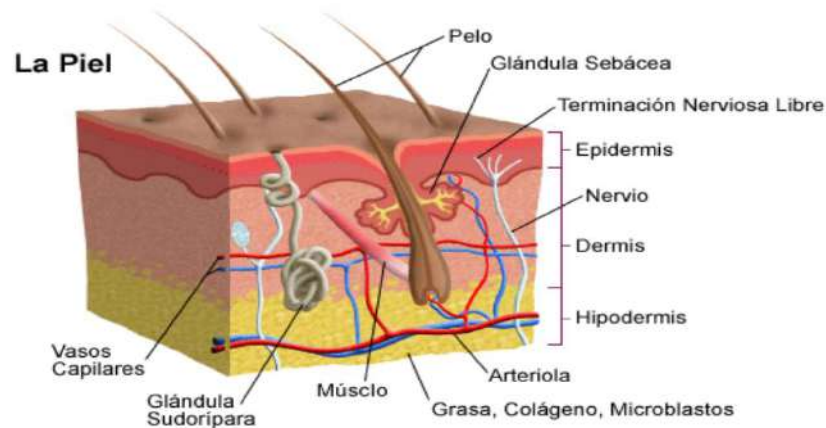


Figura 4-2: Partes de la piel

Fuente: (Hidalgo L., 2004)

La piel utilizada en el proceso de curtiembre posee tres capas: epidermis, dermis y tejido subcutáneo, la zona de interés para el curtidor es la dermis cuya composición general está formada por tejido muscular, nervios, fibras elásticas, etc, La disposición va desde la capa superior "flor" hasta la inferior "carne" de los componentes mencionados, de igual manera los factores como: especie, edad, procedencia del animal es determinante en la estructura del colágeno (Morera, 2000, p.2).

En los vertebrados existen 19 tipos de colágeno, en la piel el de mayor presencia es el conocido como Tipo 1, esta molécula llamada también protofibrilla está constituida por tres cadenas

polipeptídicas formadas por unos 1000 aminoácidos cada una y dispuestas en forma de α -hélice (Morera, 2000, p.3).

2.2.3.1. Partes de la piel

En la piel bovina se identifican tres partes esenciales: falda, cuello y crupón.

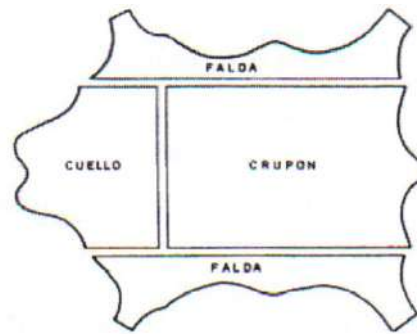


Figura 5-2: Partes de la piel bovina

Fuente: (Morera ,2000)

La zona externa de la piel una vez apelmbrada se denomina “lado flor” y el lado interno de la carne se conoce como “lado de carne”. Las pieles pueden ser trabajadas bajo distintos cortes: se llama “hoja” cuando se realiza un corte siguiendo la línea de la espina dorsal , “Dosset” al cortar solo las faldas, “hoja desfaldada” al retirar las faldas a una hoja y el “decapitado” que como su nombre lo indica consiste en cortar la zona del cuello (Hidalgo L., 2004).

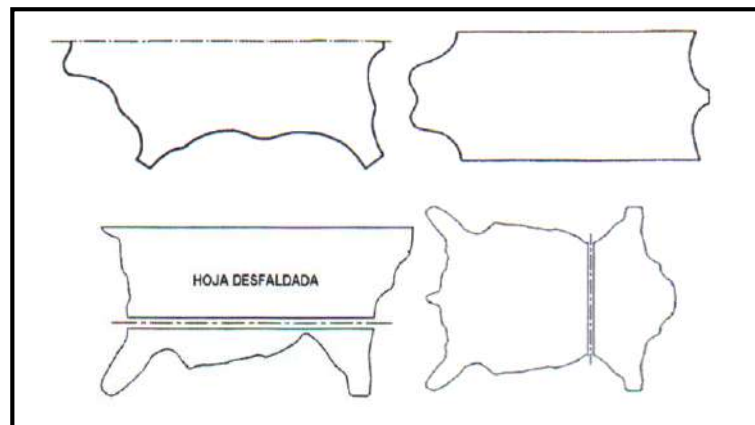


Figura 6-2: Cortes de la piel bovina

Fuente: (Morera ,2000)

2.2.4. Piel Bovina

2.2.4.1. Generalidades

En general las pieles de mayor interés para el curtidor son las de origen vacuno debido a su alto volumen de faena, dentro de las características que requieren estas al llegar al establecimiento se tiene principalmente la del espesor, el cual debe ser lo más uniforme posible a través de toda la superficie de la piel para así evitar inconvenientes en el proceso de absorción del curtiente. Al no tener un buen espesor se afecta directamente 19 operaciones de curtido y como resultado se obtiene un cuero de calidad regular (Jones, 2002).

La piel presenta diferencias en cuanto a espesor, estructura fibrosa y densidad de fibras dependiendo de la zona analizada. El cuprón es la parte más valiosa y homogénea, las faldas presentan espesor bastante desigual y una estructura fibrosa más fofo e irregular (Morera, 2000).

El cuello presenta una estructura más flácida que la del cuprón y en cuanto a espesor se asemeja con excepción del toro que puede llegar a ser tres veces mayor. Las pieles con estructura fibrosa y espesor homogéneo se denominan “uniformes” mientras que las pieles con estructura fibrilar menos compacta se conocen como “no uniformes” (Ollé, L. 2003).

2.2.4.2. Clasificación de las pieles bovinas

2.2.4.2.1. Piel de ternera

En este tipo de piel el espesor de la flor ocupa mínimo la mitad del grosor de esta, la otra mitad estará ocupada por la capa reticular que se encuentra en estado de desarrollo en el animal. La piel de ternera posee un poro reducido por lo que la flor es más fina y al ser animales jóvenes presentan pocos defectos.

2.2.4.2.2. Piel de novillo

En comparación con la piel de ternera la profundidad del folículo piloso es menor pero más que los de un animal adulto. Las pieles de novillo se caracterizan por poseer una mejor flor que la de vaca, además de presentar buena regularidad y resistencia mecánica.

2.2.4.2.3. Piel de vaca

La piel posee ubres, es más desteñida, con tacto no óptimo y estructura fibrilar poco cerrada. Son hembras que han tenido algún parto y por lo general son animales de edad avanzada que han sido enviados al matadero después que ya no son útiles para la reproducción.

2.2.4.2.4. Piel de buey y toro

Son pieles de machos de edad adulta los cuales presentan defectos en su flor debido al tiempo de vida avanzado, tales como: cicatrices, granos, barros, etc. Sus características principales son:

- Presencia de pelos jóvenes que reemplazan a los que se caen
- Capa reticular con desarrollo máximo de los haces de fibras.
- Aproximadamente dos tercios del grueso total de su piel es ocupado por la capa reticular
- Capa de flor pronunciada

2.2.4.3. Nomenclatura y pesos de la piel bovina

El proceso de curtición está conformado por varios procesos físicos y químicos en conjunto de los cuales se obtiene diferentes productos intermediarios, por lo cual es necesario tener una nomenclatura para cada uno de ellos. En la tabla 3-2 se establece la nomenclatura utilizada.

Tabla 3-2: Nomenclatura de la piel dependiendo de la epata de la cual procede

NOMENCLATURA	DEFINICIÓN	PORCENTAJE EN PESO DE AGUA APROXIMADO
Peso verde	Peso de la piel desollada (fría y desangrada, sin cuernos, pezuñas, orejas, patas, huesos del rabo, mamas y capa de carne). Se suele marcar en la cola del animal mediante cortes de cuchillo.	65%
Peso salado	Peso después del salado con sal sólida o con salmuera	30-45 %
Peso salado seco	Peso después del salado	15-25 %

	previo y secado posterior (más calidad) o viceversa.	
Peso seco	Peso después de la conservación por secado	12-20%
Peso de remojo	Peso después de remojar y reposar.	65-70 %
Peso en tripa	Peso después de los trabajos de Ribera, incluido el descarnado y el dividido (si se hace).	70-85%
Peso curtido	Peso después de curtir y apilar en caballete al menos 12 horas	70-85%
Peso escurrido	Peso después de escurrir	40-60%
Peso estirado	Peso después de repasar o estirar	60-70%
Peso rebajado	Peso después de rebajar.	40-60 %
Peso seco del cuero	Peso después del secado.	12-20 %

Fuente: (Cueronet, 2013)

Realizado por: Ronny Robalino, 2018

2.2.5. *Química de la piel*

2.2.5.1. *Composición*

El retículo que constituye la piel fresca se compone de proteína fibrosa rodeada de fluido cuyo contenido principalmente son grasas, subcutáneas minerales y proteínas globulares (Bacardit, 2004). La composición química estimada de la piel bovina se da en la siguiente tabla:

Tabla 4-2: Composición Química de la Piel Bovina

Componente	Porcentaje de Composición
Agua	64 %
Proteínas	33 %
Grasas	2 %
Sustancias minerales	0.5 %
Otros	0.5 %

Fuente: (Morera, 2000)

Realizado por: Ronny Robalino, 2018

La piel posee dos tipos de proteínas: globulares y fibrosas, dentro de las proteínas globulares se tiene las albúminas y globulinas, mientras que en las fibrosas se encuentran: colágeno, elastina y queratinas. Estas últimas conforman la estructura del pelo y dermis poseyendo en su composición un contenido elevado de cistina (4–18 % sobre peso seco de proteína) el cual químicamente es más reactivo que la elastina pero menos que las proteínas globulares (Cordero, 2012).

Las proteínas globulares son moléculas muy solubles y químicamente reactivas, corresponden al protoplasma de las células vivas formando parte de la sustancia intercelular. Los triglicéridos son los lípidos de mayor presencia dentro de la estructura de la piel, conforman el tejido adiposo y se encuentran por toda la dermis (Frankel, 2009).

2.2.5.2. Colágeno

El esqueleto peptídico del colágeno posee un plegamiento α -hélice, el cual se da debido a las interacciones de puente de hidrógeno entre los oxígenos del grupo C=O con los hidrógenos de los grupo -NH- separados por tres unidades estructurales. La hélice gira hacia la derecha y los grupos R se hacia afuera.

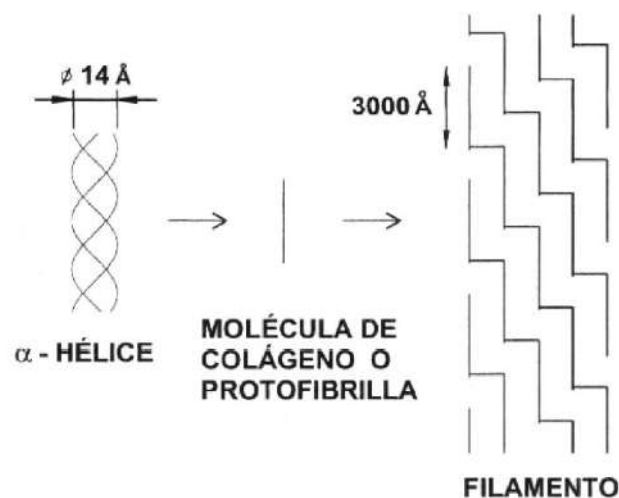


Figura 7-2: Distribución espacial de la molécula de colágeno

Fuente: (Soler, 2004).

El colágeno es la molécula proteica más abundante en los vertebrados superiores, constituyendo un tercio o más de la proteína total del cuerpo. Se encuentra formada por α -aminoácidos unidos entre sí por uniones amídicas (Front, J. 2001).

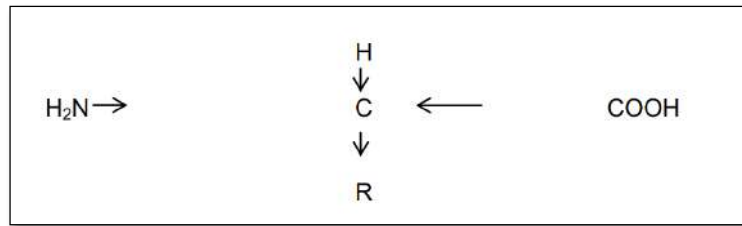


Figura 8-2: Estructura de un alfa-aminoácido

Fuente: (Front, J. 2001).

R representa una cadena lateral de naturaleza cíclica o aromática la cual es distinta para cada aminoácido, las cadenas polipeptídicas que conforman las proteínas se unen mediante enlaces peptídicos.

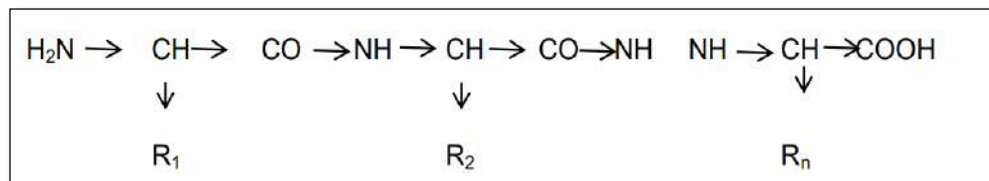


Figura 9-2: Ilustración de una cadena polipeptídica de la proteína del colágeno

Fuente: (Front, J. 2001).

2.2.5.2.1. Tipos de Colágeno

Según (Prockop, 2000) se distinguen varios tipos de colágenos en los vertebrados, tales como:

Colágeno Tipo I: Casi el total del colágeno perteneciente a la piel es de este tipo, sus fibras colágenas están conformadas por fibrillas estriadas de 20 a 100 nm de diámetro. Se encuentra prioritariamente en vertebrados maduros: dermis, huesos, tendones, arterias, vasos sanguíneos y es sintetizado por fibroblastos, condroblastos y osteoblastos.

Estructuralmente representa el colágeno de mayor importancia ya que las fibras que lo componen son las más gruesas entre todas y su función principal es la resistencia al estiramiento.

Colágeno Tipo II: Estructurado por fibras finas de entre 10 a 20 nm de diámetro aunque pueden llegar a formar fibras incluso más grandes que las del colágeno tipo I dependiendo del microambiente en el que se desarrolle. Forma parte de la estructura del cartílago así como también de la córnea, específicamente del líquido humor vítreo del glóbulo ocular.

Es sintetizado por el condroblasto y su función principal es la de brindar resistencia a la presión intermitente

Colágeno Tipo III: Denominadas como fibrillas de reticulina, están constituidas por una sola cadena alfa tres y forman parte de la estructura de los tejidos que necesitan mayor elasticidad que resistencia, así como vísceras y músculo liso. Además de encontrarse en la dermis rodeando vasos sanguíneos y nervios.

Colágeno Tipo IV: Forma un conjunto de fibras distribuidas al azar y es sintetizado por células endoteliales y epiteliales, se encuentra en la membrana basilar y su función principal es la de sostén y filtración.

Colágeno Tipo V: Este tipo de colágeno se asocia con el de tipo I y forma parte del tejido intersticial, aporta en la formación de la matriz orgánica del hueso y matriz intersticial de hígado, músculos, placenta y pulmones.

Colágeno Tipo VI: Conformado por una secuencia de 335 a 336 residuos de aminoácidos cuyos puentes de unión se estabilizan a través de la cisteína, se encuentra formando parte del tejido intersticial, la aorta, tendones y la piel. Su función radica en el anclaje de las células presentes en su entorno, es sintetizado por fibroblastos.

Colágeno Tipo VII: Son fibras simétricas de aproximadamente 750 nm de longitud. Se encuentra formando parte de la capa basal y su función principal es la de anclaje.

Colágeno Tipo VIII: Unidad molecular denominada tropocolágeno, se compone de tres cadenas de péptidos en forma de triple hélice. Se encuentra en la pared vascular y células endoteliales.

Colágeno Tipo IX: Molécula de colágeno corta, 200 nm de longitud. Este tipo de colágeno interactúa con el Tipo II y forma parte del cartílago y cuerpo vítreo.

Colágeno Tipo X: Colágeno de cadena corta que compone el cartílago hipertrófico de la placa en crecimiento. Forma redes hexagonales en vertebras y costillas.

2.2.5.2.2. Aminoácidos en el colágeno

El colágeno se encuentra constituido por unos 20 aminoácidos dependiendo de las condiciones de desarrollo del animal, estos aminoácidos pueden tener carácter ácido, básico, polar o apolar dependiendo del grupo funcional que lo conforme.

No polares

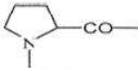

R-	-H	-CH ₃	-CH(CH ₃) ₂	-CH ₂ CH(CH ₃) ₂
Aminoácido	Glicina	Alanina	Valina	Leucina
R-	-CH(CH ₃)C ₂ H ₅		-CH ₂ - 	-(CH ₂) ₂ SCH ₃
Aminoácido	Isoleucina	Prolina	Fenilalanina	Metionina

Figura 10-2: Aminoácidos de cadenas no polares

Fuente: (Morera, 2000)

Polares

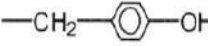
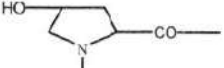
R-	-CH ₂ OH	-CH(OH)CH ₃	-CH ₂ - 
Aminoácido	Serina	Treonina	Tirosina
R-		-CH ₂ CONH ₂	-(CH ₂) ₂ CONH ₂
Aminoácido	Hidroxiprolina	Asparagina	Glutamina

Figura 11-2: Aminoácidos de cadenas polares

Fuente: (Morera, 2000)

Ácidos

R-	$-\text{CH}_2\text{COOH}$	$-(\text{CH}_2)_2\text{COOH}$
Aminoácido	Ác. Aspártico	Ác. Glutámico

Figura 12-2: Aminoácidos con grupos ácidos

Fuente: (Morera, 2000)

Básicos

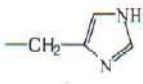
R-	$-(\text{CH}_2)_4\text{NH}_2$	$-(\text{CH}_2)_3-\text{NH}-\text{C}\begin{matrix} \nearrow \text{NH}_2 \\ \searrow \text{NH} \end{matrix}$
Aminoácidos	Lisina	Arginina
R-		$-(\text{CH}_2)_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{NH}_2$
Aminoácidos	Histidina	Hidroxilisina

Figura 13-2: Aminoácidos con grupos básicos

Fuente: (Morera, 2000)

2.2.5.2.3. *pI*

El colágeno es una sustancia anfótera que posee en sus cadenas laterales grupos ionizables ácidos y básicos, los principales son: $-\text{COOH}$, $-\text{NH}_2$, $-\text{OH}$ y $-\text{SH}$. Estos son los responsables de las reacciones que se dan en la piel durante los procesos de curtiembre y dependiendo del pH que se maneje la carga de la piel será negativa o positiva, es así que a pH bajos la carga de la piel será positiva y a pH altos la piel es aniónica.

Se conoce como *pI* al valor de pH en el cual la carga total de la piel es neutra.

Tabla 5-2: *pI* del colágeno en diferentes estados

Tipo de Colágeno	<i>PI</i>
Colágeno natural	7
Colágeno encalado	5

Colágeno curtido al cromo	7
Colágeno curtido al vegetal	3-4

Fuente: (Morera, 2000)

Realizado por: Ronny Robalino, 2018

2.2.5.2.4. *Hinchamiento*

En el hinchamiento los grupos reactivos de la piel se combinan con moléculas de agua absorbidas, a pH ácido se solvatan grupos amínicos mientras que a pH básico serán los grupos carboxílicos lo que se solvatarán por tener carga negativa, esto producirá un aumento en el volumen de la piel debido a que los grupos con carga son insolubles. Cabe recalcar que no todos los álcalis producen el mismo hinchamiento en la piel (Saldarriaga, 2014).

2.2.6. *Proceso de Curtiembre*

2.2.6.1. *Remojo*

El remojo por lo general se da en conjunto con el lavado y se busca que la piel proveniente del matadero sea lavada, eliminando: grasas, estiércol, suciedades, a la vez que se rehidrate, para conseguir esto es necesario el uso de tensoactivos, agua, bactericidas y enzimas acompañados del efecto mecánico producido por el bombo (Borrelli, 2001).

2.2.6.2. *Pelambre*

El proceso de pelambre se realiza una vez que la piel ha pasado por un remojo previo con el cual se eliminó parte de las proteínas de su composición natural, este proceso estimula el hinchamiento de la piel y produce principalmente el desprendimiento del pelo mediante hidrólisis química (Borrelli, 2001).

El pelambre era un proceso largo que podía durar hasta 15 días y se lo realizaba solo con cal. En la actualidad el uso combinado de insumos químicos a reducido este tiempo considerablemente pero también se busca constantemente nuevas alternativas amigables con el ambiente como son: el uso de enzimas, pelambres con recuperación de pelo, etc. (Ermenson, 2016).

El hinchamiento se produce de forma más lenta al aplicar hidróxido de sodio ya que la alcalinidad aumenta de a poco, si se coloca la cal primero se inmuniza el pelo y se extrae, este proceso es utilizado para los pelambres con recuperación de pelo. Se puede producir un hinchamiento osmótico si la cal es colocada después en el proceso dando como resultado una mayor turgencia en la piel. (Ermenson, 2016).

Los objetivos del pelambre son:

- Eliminar la epidermis de la estructura de la piel promoviendo una estructura reticular floja y por ende un hinchamiento.
- Producir la hidrólisis del colágeno con la finalidad de que aumente los puntos de reactividad en la piel, a la vez que la estructura sufre desmoronamiento en sus enlaces.
- Promover la saponificación de las grasas de la piel volviéndolas más solubles
- Ayudar al proceso de descarnado provocando una piel con mayor espesor

2.2.6.3. Calero

Para la realización del calero se hace uso de tensoactivos, sales, aminos, hidróxido de calcio, peróxido, etc. Poniéndolos en contacto con la piel en agitadores o fulones logrando un ataque físico químico sobre la misma y produciendo una hidrolisis de la proteína con un hinchamiento de las fibras de colágeno (Hidalgo, 2004).

Las variables que determinan el proceso del calero son:

- Cuanto mayor sea el tiempo de permanencia de la piel con los álcalis mayor será el aflojamiento estructural
- El efecto producido por el calero será más rápido cuando la temperatura es más alta, y variaciones alrededor de los $20^{\circ}\text{C} \pm 2$ o 3 grados, provocan cambios muy perceptibles en el resultado del artículo final.
- La turgencia será menor a medida que la temperatura aumente produciendo pieles más blandas

Mediante un buen efecto mecánico se pretende favorecer la penetración en la piel y homogeneizar las concentraciones de producto entre las zonas de líquido en contacto con la piel. La estructura de la piel se puede dañar debido a un efecto mecánico excesivo, ya que puede forzar a moverse fibras muy tensas, llegando en casos extremos a la rotura de fibras e incluso de la piel (baños muy cortos y varias horas de movimiento).

También debe tomarse en cuenta el cuidado de las paredes, palas, pivotes, etc., que están en contacto con la piel ya que en este estado de hinchamiento la flor es muy sensible a los arañazos y al desgaste o erosión. Por esto es recomendable el uso de auxiliares de deslizamiento (deslizantes), y mover los aparatos alternativamente y no efectuar un efecto mecánico muy acusado. En el caso de utilizar fulón (bombo), la velocidad de rotación deberá ser baja, ya que la flor puede verse afectada por un movimiento excesivo (Gansser, 2006).

La velocidad de reacción aumenta con la concentración, es decir que a mayor concentración, los efectos del calero serán más rápidos desde el punto de vista químico. A su vez al tener los baños mayor densidad, el hinchamiento osmótico será ligeramente reprimido, y los productos podrán actuar más profundamente, al no hincharse en exceso las capas externas de la piel. Por tal motivo, se trata de empezar con baños concentrados, y posteriormente diluir el baño una vez que la piel está ya penetrada de productos. Esto asegura un hinchamiento progresivo, evitando malos efectos (Grozza, 2007).

2.2.6.4. Descarnado

El objetivo es eliminar el tejido subcutáneo (carne) y adiposo (grasa) de la piel, siendo sometida por el lado de carne a la acción cortante de unas cuchillas afiladas de acero templado. Estos tejidos deben retirarse en las primeras etapas de la fabricación para facilitar la penetración de los productos químicos aplicados en fases siguientes y tener un espesor lo más regular posible para el desarrollo adecuado de las operaciones posteriores.

Con el descarnado se obtiene la carnaza, la cual es un subproducto que contiene proteínas y grasas (en mayor cantidad en el caso de pieles de cordero). Con el fin de recuperar y aprovechar las grasas, se debe prensar la carnaza en caliente, los restos proteínicos son triturados y secados para ser utilizarlos en piensos para alimentación, abonos etc (Buxadé, 2006).

2.2.6.5. Dividido

Esta operación se fundamenta en seccionar la piel, apoyada entre dos cilindros, mediante una cuchilla en forma de cinta sin fin; mediante este proceso se produce la separación de la piel propiamente dicha y el serraje, la finalidad que tiene es darle a la piel el grueso que necesita. Esta es una operación totalmente mecánica, se puede dividir luego del pelambre conocida como división en tripa, o posterior al curtido (en cromo o en azul) (Adzet, 2005).

2.2.6.6. Desencalado

Este procedimiento es utilizado para eliminar la cal y productos alcalinos del interior de la piel provocando, por tanto, su deshinchamiento. La cal que proviene del Calero a más de estar depositada sobre las fibras y disuelta en los líquidos interfibrilares también se encuentra combinada por enlace salino con los grupos carboxílicos del colágeno, la cal depositada y

disuelta es eliminada con los lavados previos al desencalado mientras que para eliminar la cal combinada es necesario el uso de agentes descalciantes.

El pKa del descalciantes debe ser inferior al pKa del colágeno que está alrededor de 4, con el fin de que el descalciantes pueda desplazar el calcio combinado con el colágeno (ácido más fuerte desplaza a ácido más débil), el descalciantes tiene que formar una sal de calcio soluble al disolver el colagenato cálcico, que es insoluble. Por la acción conjunta de la neutralización, aumento de temperatura (reduce la resistencia de las fibras hinchadas) y efecto mecánico (ayuda a la difusión de productos) se logra el deshinchamiento.

2.2.6.7. Rendido

El rendido tiene como objetivo el aflojamiento de la estructura del colágeno mediante la adición de enzimas proteolíticas, en este proceso se produce una eliminación de los restos de epidermis, pelo y grasa que aún están presentes en la piel. Esta degradación provoca que se debilite la estructura de la piel y se elimina el hinchamiento, en caso de no controlar este efecto el cuero puede vaciarse excesivamente.

El rendido ayuda a dar un tacto blando y suave, con capa de flor fina y sedosa además incrementa la permeabilidad al aire.

2.2.6.8. Piquel

Este proceso tiene como función acidificar la piel, a base de ácidos sulfúrico y fórmico, el piquel puede ser considerado como un complemento del descalciantes e interrupción definitiva del efecto enzimático del rendido; además la piel es preparada para la siguiente operación de curtición mineral. Si se curte al vegetal, normalmente este procedimiento no es tan necesario.

Toda la cal que la piel absorbe en el pelambre y calero no es totalmente eliminada en las operaciones de descalciantes y rendido, la cal no combinada que se encuentra en los líquidos interfibrilares de la piel se ha eliminado al pH final del descalciantes 8,3, pero no todo el álcali que está combinado con el colágeno. En el proceso de piquel se trata la piel descalciantes y rendida con productos ácidos, los cuales incorporan a la piel una considerable cantidad de ácido y se baja el pH hasta un valor de 3-3,5 logrando eliminar totalmente el álcali de la piel.

2.2.6.9. *Desengrase*

Este procedimiento tiene el objetivo de eliminar, en lo posible, la grasa natural de la piel con el fin de minimizar los problemas que conlleva su presencia durante el proceso de fabricación, así como evitar la baja calidad que se obtiene en el cuero terminado. Según (Cotance, 2004) se tiene que:

- La reacción de cualquier producto con la fibra de la piel y su penetración se dificulta con la presencia de grasa.
- No es miscible con agua y por tanto la grasa que rodea las fibras impide la penetración del producto en disolución acuosa.
- Durante el remojo de la piel, la grasa impide la penetración del agua hasta la microestructura del colágeno, por ello aparecerán zonas en las que ningún proceso se habrá realizado correctamente, surgiendo un tacto duro, tinturas poco igualadas y poca penetración, etc.

2.2.6.10. *Curtido en base a sales de cromo*

Este método permite estabilizar el colágeno de la piel con el uso de agentes curtientes minerales convirtiendo la piel en cuero, con el fin de eliminar la mayor cantidad de humedad, se realiza el escurrido de la piel, antes de entrar al proceso de curtido. Este es el proceso más utilizado, sin embargo es el más contaminante por efecto tóxico del Cr.

La acción del cromo trivalente en un medio ácido (ácido clorhídrico), permite transformar a la piel en cuero (material estable), impidiendo su degradación., el proceso de curtido tiene una duración de 8 a 24 horas. En la etapa de curtido se prepara el cuero mediante dos procesos: el primero es el proceso mecánico de post-curtición, en el cual se consigue un espesor específico y homogéneo para el cuero, el segundo es el proceso húmedo de post-curtición, que es el neutralizado, recurtido, teñido y engrasado del cuero.

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Hipótesis y especificación de variables

3.1.1. *Hipótesis general*

H_0 = No existen diferencias en la calidad del cuero por efecto de la aplicación de la nueva formulación

H_i = Existen diferencias en la calidad del cuero por efecto de la aplicación de la nueva formulación

3.1.2. *Hipótesis específicas*

- A mayor cantidad de sulfuro de sodio utilizado mayor calidad presentará el cuero.
- Las variables de limpieza y turgencia medidas al cuero del proceso intermedio (pelambre) no se ven afectadas por el nivel de sulfuro utilizado en las técnicas.
- Las variables sensoriales y físico mecánicas medidas al cuero del proceso final no se ven afectadas por el nivel de sulfuro utilizado en las técnicas.
- El tratamiento con mayor cantidad de sulfuro de sodio será el más adecuado para reemplazar al método tradicional.

3.1.3. *Identificación de variables*

3.1.3.1. *Factor*

- Formulación

3.1.3.2. Variables respuesta

- Calidad del cuero intermedio (pelambre): limpieza, turgencia.
- Calidad del cuero terminado: firmeza, suavidad, llenura, resistencia a la tensión, porcentaje de elongación y lastimetría.

3.1.4. Operacionalización de variables

Tabla 1-3: Operacionalización de variables

Variable	Concepto	Indicador	Rango	Instrumento de Medición
Formulación	Adición de productos químicos depilantes	Porcentaje en peso respecto a la carga total	1.1 -1.9	Balanza
Calidad del cuero intermedio	Ensayos para examinar las primeras materias primas y producto terminado	Limpieza, turgencia	1-5	Escala
Calidad del cuero terminado	Ensayos para examinar las primeras materias primas y producto terminado	Firmeza, suavidad, llenura	1-5	Escala
		Resistencia a la tensión	800 - 1500 N/cm ²	Dinamómetro
		Porcentaje de Elongación	40 – 80 %	Dinamómetro
		Lastimetría	min 7 mm	Lastómetro

Realizado por: Ronny Robalino, 2018

3.1.5. *Matriz de consistencia*

Tabla 2-3: Matriz de consistencia

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL		HIPÓTESIS GENERAL	
¿Existen diferencias en la calidad del cuero al aplicar una formulación que consiste en tres niveles de sulfuro de sodio menores al método convencional mediante el uso de depilantes auxiliares?	Determinar si existen diferencias en la calidad del cuero por la aplicación de una formulación en base a la utilización de tres diferentes concentraciones de sulfuro de sodio en el proceso de pelambre.		Existen diferencias en la calidad del cuero por efecto de la aplicación de la nueva formulación	
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECIFICAS	VARIABLES	MÉTODOS DE ANÁLISIS
¿Qué cantidad de sulfuro de sodio es la óptima en relación a carga total?	Dosificar tres tratamientos de sulfuro de sodio: 1.1, 1.5, 1.9 por ciento en peso respecto al total de la carga.	A mayor cantidad de sulfuro de sodio utilizado mayor calidad presentará el cuero	Factor: Formulación	Porcentaje en peso
¿Existe dependencia del reactivo sulfuro de sodio en el proceso de pelambre del cuero con respecto a la calidad intermedia?	Determinar los parámetros visuales (limpieza, turgencia) al cuero procedente del proceso de	Las variables de limpieza y turgencia medidas al cuero del proceso intermedio (pelambre) no se ven afectadas por el	Respuesta: Limpieza, turgencia	Análisis subjetivo por

	pelambre.	nivel de sulfuro utilizado en las técnicas.		experto en cueros
¿Existe dependencia del reactivo sulfuro de sodio en el proceso total de producción del cuero con respecto a la calidad final?	Determinar los parámetros visuales (firmeza, suavidad, llenura) y físico mecánicos al cuero procedente del proceso final.	Las variables sensoriales y físico mecánicas medidas al cuero del proceso final no se ven afectadas por el nivel de sulfuro utilizado en las técnicas.	<p>Respuesta:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Firmeza, suavidad, llenura. • Resistencia a la tensión, porcentaje de elongación, • Lastometría. 	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis subjetivo • IUP 6 • IUP 9
¿Qué tratamiento de los utilizados es el mejor para la producción del cuero respecto a la calidad del mismo?	Establecer el tratamiento más adecuado en función de los datos obtenidos.	El tratamiento con mayor cantidad de sulfuro de sodio será el más adecuado para reemplazar al método tradicional	<ul style="list-style-type: none"> • Inventario 	<ul style="list-style-type: none"> • ANOVA

Realizado por: Ronny Robalino,

3.2. Equipos, materiales y reactivos

3.2.1. Equipos

Tabla 3-3: Equipos utilizados.

EQUIPO	PROCEDIMIENTO
Bombo o fulón	Reactor en el proceso de curtición
Lastómetro	Lastometría del cuero
Dinanómetro	Medición de tensión y elongación del cuero
pH-metro	Control de acidez durante el proceso
Balanza analítica	Pesajes en diferentes partes del proceso
Máquina descarnadora de piel	Descarnado de piel
Estacadora	Estacado de pieles
Raspadora	Calibre del cuero

Realizado por: Ronny Robalino, 2018

3.2.2. Materiales

Tabla 4-3: Materiales de laboratorio utilizados.

MATERIALES	PROCEDIMIENTO
Medidor de espesor	Lastometría, porcentaje de elongación y resistencia a la tensión
Cronómetro	
Molde de probetas	
Estilete	
Medidor de distancia láser	
Contenedores de 5, 10, 20 L	Pelambre, curtición y acabado del cuero
Guantes	
Mascarilla	
Botas de caucho	
Mandil	
Espátula	

Realizado por: Ronny Robalino, 2018

3.2.3. Reactivos

Tabla 5-3: Reactivos utilizados.

REACTIVO	PROCESO
Agua	Pelambre, remojo, tintura, engrase, desencalado, rendido, piquel, curtición y acabado del cuero
Merpín 8010, 8011, 8008, 8000, 8020, 8016	
Corimerpín 4918	
Metabisulfito de sodio	
Merpínzin 9187	
Sulfhidrato de sodio	
Cal	
Sulfuro de sodio	
Sal	
Ácido Fórmico	
Cromo	
Anilinas	
Formiato de sodio	
Sinthol GS-606	
Syntan DF-585	
Syntan NN-555	
Tara	
EG-60	

Realizado por: Ronny Robalino, 2018

3.3. Procedimiento Experimental

3.3.1. Lavado

El lavado se realizó pesando las pieles vacunas saladas y en base a el peso tomado se agregó 200% de agua a temperatura ambiente junto a 0.1% Merpin8010 (tensoactivo) dejando todo en agitación a 5 rpm en el bombo.

3.3.2. Remojo

Una vez terminada la etapa de lavado se escurrió el agua residual y se vuelve a cargar con los reactivos Merpin 8010, 8011, 8008, 8000, 8020 en los porcentajes 0.1, 0.35, 0.2, 0.1, 0.3 por ciento respectivamente, esto junto a 150% de agua a temperatura ambiente. Dejando todo durante 6 horas a 5 rpm en el bombo.

Se dejó reposar hasta el siguiente día donde se hizo rodar durante dos horas más para posteriormente escurrir el agua residual.

3.3.3. Pelambre

3.3.3.1. Pelambre T_0

A la piel procedente de los anteriores procesos de lavado y remojo se le añade 30% de agua junto a 1% de cal esto con el fin de inmunizar el pelo, y se hizo rodar el bombo durante 1 hora a 5rpm y 28°C. Posterior a esto se fue añadiendo sulfuro de sodio y cal de la siguiente manera: 1% sulfuro de sodio, 0.5% cal dos veces dejando rodar el bombo durante 1 hora por cada adición.

Luego de esto se añade 100% de agua con el fin de disminuir el efecto mecánico sobre los cueros junto a 1.5 % de cal y 0.5% de sulfuro de sodio dejando rodar durante 1 hora, se dejó reposar hasta el siguiente día en el cual se rodó durante 3 horas más a las condiciones ya especificadas terminando de esta manera el proceso de pelambre como tal.

Al final se realiza dos lavados de media hora al cuero utilizando 200% de agua en el uno y 200% de agua junto a 0.5% de Cal en el segundo.

3.3.3.2. Pelambre T_1, T_2, T_3

A la piel procedente de los anteriores procesos de lavado y remojo se le añade 30% de agua junto a 0.7% de depilante Merpin 8016 rodando el bombo durante 15 minutos a 5rpm y 28°C. Posterior a esto se fue añadiendo reactivos y haciendo rodar el bombo durante tiempos específicos de la siguiente manera: 1% cal – 45 minutos / 1% sulfhidrato de sodio ,0.5% cal, 0.1% Merpin 8010 – R30P30R30 / 0.6% sulfuro de sodio, 0.5% cal – R30P30R30. Finalizando con la última carga de reactivos donde se aumenta 150% de agua junto con 0.2% Merpin 8016, 1.5% cal, 0.5 % sulfuro de sodio y 0.1% Merpin 8010 donde se sigue la misma secuencia R30P30R30 seguido de una hora de rotación automática para dejar en reposo hasta el siguiente día.

Al siguiente día se rueda por 3 horas más, para terminar el proceso con dos lavados consecutivos de las pieles haciendo uso de 200% agua, 0.15% Merpin 8010 durante media hora de rotación, y el segundo con 200% agua y 0.5% cal durante 30 minutos de igual manera. Este proceso se aplicó en el T_1 de pelambre el cual utilizó 1.1% en peso de sulfuro de sodio, para el T_2 y T_3 se aumenta proporcionalmente la cantidad de sulfuro de sodio con el fin de cumplir con el 1.5% y 1.9% en peso.

Al finalizar el proceso de pelambre se realizó un nuevo pesaje de las pieles para poder seguir con el desarrollo de las posteriores operaciones y sus respectivas formulaciones.

3.3.4. *Desencalado, rendido, piquelado y curtido*

Se realizó dos lavados previos a las pieles con 120 % de agua a 30 °C de 30 y 20 minutos respectivamente. Seguido a esto se inició con el desencalado haciendo uso de 30% agua, 0.8% Corimerpin 4918 y 0.4% metabisulfito de sodio durante 30 minutos, con una segunda etapa de 60 minutos aumentando 0.7% de Corimerpin 4918.

Se procedió con el rendido haciendo uso de 0.2 % del reactivo Merpinzym 9187 rodando durante 30 min, posterior a esto se realizó 3 lavados de la piel para una vez limpia y escurrida continuar con el piquel en el cual se hizo uso de 30% agua a 30°C y 5% sal durante 15 minutos terminando con la adición de 2.2% de ácido fórmico rodando por 3 horas más y dejando reposar hasta el siguiente día.

El curtido se realizó añadiendo dos ciclos de 3 % de Cromo 33 cada uno con un período de rotación de 1 hora para finalmente añadir 0.4 % de basicificante dejando en rotación automática durante 7 horas.

Al final del proceso se retiraron los cueros ya curtidos del bombo y se empilaron uno encima de otro dejándolos así durante 3 días para posteriormente secarlos a temperatura ambiente, esto con el fin de facilitar el proceso de raspado con el cual se determina el calibre del cuero.

3.3.5. *Neutralizado, recurtido, tintura y engrase*

Una vez rebajado a un grosor de 2 mm en la raspadora, se pesaron los cueros y se lavó con el 200% de agua, a temperatura ambiente más 0,2% de tensoactivo y 0,2 de ácido fórmico, se rodó el bombo durante 20 minutos para luego botar el baño. Se preparó un baño con el 100% de agua a temperatura ambiente con anilina negra de atravesado al 1% rodando durante 10 minutos.

Para el recurtido se utilizó 3% de cromo durante 30 minutos seguido de la adición de 2% de Syntan NN-555 y 2 % de formiato de sodio rodando 20 minutos con el primero y 30 más con el segundo mencionado.

Se escurre y lava las pieles para continuar con el proceso mediante la adición de 200 % de agua a 90 °C, 3.5 % Sinthol GS-606, 2.5% Syntan DF-585, 2 % rellenante de falda, 2 % dispersante, todo en conjunto rodando durante una hora, seguido se añade anilina negra de penetración haciendo rodar el bombo durante una hora más. Continuando el proceso de recurtición se añade 3 % tara, 3 % castaño, 0.7 % ácido fórmico rodando durante 1 hora para posteriormente escurrir y lavar una vez más las pieles.

Para finalizar con los procesos de teñido, engrase y recurtición se realiza una segunda carga de 100% de agua a 90° C con 1 % de anilina superficial dejando rodar durante 30 minutos, seguido a esto se añade 3 % de EG-60 y 2% SMA 678 con una rotación de 1 hora. Culminando el proceso con dos ciclos de 30 minutos, el primero con 1 % de cromo y el segundo haciendo uso de 1 % de ácido fórmico.

3.3.6. *Secado, ablandado, estacado y acabado del cuero*

Se procedió a sacar los cueros del bombo se los colgó para que pierdan humedad durante 3 días, seguido a esto se estacó durante otros 3 días para luego ser ingresado a la abatanadora durante 2 horas y estacar nuevamente durante 3 días más.

Una vez ablandado y estacado el cuero se procedió a pasarlo por una prensa caliente con el fin de dejar uniforme el poro de la flor, para finalmente añadir una capa de pintura que corrija cualquier falla y laca para darle brillo.

3.4. Tipo y diseño de la investigación

En la presente Investigación se utilizó 12 hojas de pieles vacunas, las cuales fueron apelambradas con tres niveles de Sulfuro de Sodio (1.1 %, 1.5 % y 1.9 %), y comparadas con los resultados alcanzados con el método convencional (sin presencia del agente reductor Merpin 8016 - 2.5% de Sulfuro de Sodio), para lo cual a cada tratamiento se asignó 3 hojas de pieles vacunas las mismas fueron curtidas y convertidas en cuero para calzado de hombre.

Las unidades experimentales se modelaron bajo un Diseño Completamente al Azar (DCA), considerándose cuatro tratamientos con tres repeticiones cada uno, como se describe en el cuadro y se lo representa en el siguiente modelo lineal aditivo:

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

Donde:

Y_{ij} = Valor del parámetro en determinación.

μ = Efecto de la media por observación.

α_i = Efecto de los tratamientos.

ϵ_{ij} = Efecto del error experimental.

Para la determinación de la significancia de las variables no paramétricas se utilizó la prueba de Kruskal – Wallis, cuyo modelo matemático es el siguiente:

$$H = \frac{12}{nT(nT+1)} = + \frac{\sum RT_1^2}{nRT_1} + \frac{\sum RT_2^2}{nRT_2} + \frac{\sum RT_3^2}{nRT_3} + 2(nT+1)$$

Donde:

H = Valor de comparación calculado con la prueba K-W.

nT = Número total de observaciones en cada nivel de sulfuro de sodio.

R = Rango identificado en cada grupo

En la tabla 6-3, se describe el esquema del experimento que se utilizó en la presente investigación.

Tabla 6-3: Esquema del experimento

Tratamiento	Codificación	Repetición	T.U.E.	Pieles/Trata
Apelambrado Na_2S 2.5%	T0	3	1	3
Apelambrado Na_2S 1.1%	T1	3	1	3
Apelambrado Na_2S 1.5%	T2	3	1	3
Apelambrado Na_2S 1.9%	T3	3	1	3
Total pieles vacunas				12

Realizado por: Ronny Robalino, 2018

3.5. Unidad de análisis

T.U.E: Tamaño de la Unidad Experimental, 1 hoja piel vacuna.

3.6. Población de estudio experimental

12 experimentaciones: 4 tratamientos con 3 repeticiones de cada uno

3.7. Tamaño de muestra

12 experimentaciones

3.8. Técnicas de recolección de datos

Observación

3.9. Instrumentos de recolección de datos

Inventario

3.10. Técnicas de procesamiento de datos

- ANOVA de un factor
- Pruebas de normalidad

CAPÍTULO IV

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para el análisis de los resultados se dividió a la investigación en 2 etapas, las cuales fueron: evaluación de la calidad final del cuero con las pruebas físico-mecánicas y sensoriales, y evaluación de la calidad de la piel obtenida después del proceso de pelambre mediante análisis sensorial.

4.1. Análisis de la calidad final del cuero

4.1.1. Análisis de las propiedades físico – mecánicas del cuero

En la siguiente tabla se muestra los resultados obtenidos de las diferentes pruebas mecánicas realizadas a los cueros producidos con los cuatro tratamientos

Tabla 1-4: Resultados de los análisis físicos mecánicos realizados a las unidades de experimentación.

Tratamiento	Muestra n°	Resistencia a la tensión (N/cm^2)	Porcentaje de elongación	Lastometría (mm)
T0	1	3931,02	65,00	8,56
	2	4015,28	60,00	8,44
	3	3871,30	67,50	8,31
T1	1	3379,37	87,50	20,21
	2	3383,33	77,50	29,55
	3	3297,62	80,00	10,90
T2	1	3013,16	67,50	9,15
	2	2372,81	70,00	8,31
	3	4240,00	65,00	8,44
T3	1	3389,17	67,50	8,44
	2	2842,08	70,00	9,15
	3	2695,00	75,00	9,15

Realizado por: Robalino Ronny, 2018.

4.1.1.1. Resistencia a la tensión

Para la evaluación de la calidad final del cuero se valoró la resistencia a la tensión de las pieles por efecto de los diferentes niveles de sulfuro de sodio adicionado en el pelambre de las mismas, no se reportaron diferencias estadísticas significativas ($P > 0.05$) entre medias, en el análisis numérico las mejores respuestas se reportaron cuando se añadió al pelambre el 2.5 % (T_0) cuyas medias fueron iguales a 3939.20 N/cm².

Continuando con el análisis numérico se reportaron las medias cuando se añadió el 1.1% de sulfuro de sodio (T_1) que fueron iguales a 3353,44 N/cm², mismas que disminuyeron hasta alcanzar medias iguales a 3208,65 N/cm² cuando se adiciono a las pieles 1.5% de sulfuro de sodio (T_2) y las respuestas más bajas se reportaron cuando se añadió el 1.9% de sulfuro de sodio (T_3) cuyas medias fueron iguales a 2975,42 N/cm² como se ilustra en el grafico 1-4.

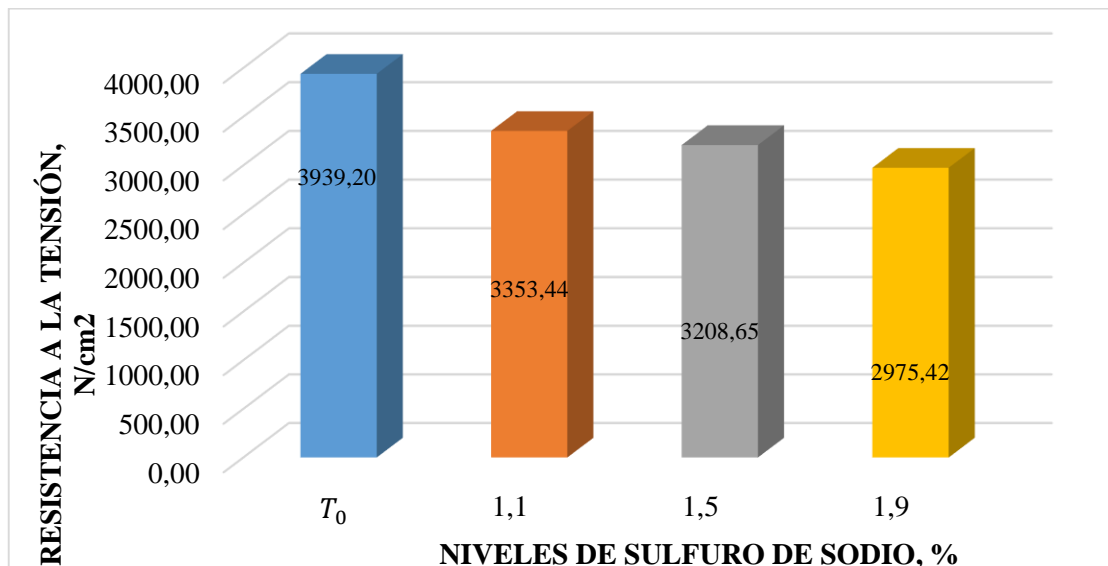


Grafico 1-4: Resistencia a la tensión de los cueros apelambrados por efecto de la adición de niveles de sulfuro de sodio

Realizado por: Ronny Robalino, 2018

De acuerdo con los resultados obtenidos se puede afirmar que al no existir diferencias estadísticas entre las medias el nivel de sulfuro no incide directamente en la calidad final del cuero para la prueba física resistencia a la tensión, pero se debe tomar en cuenta que el tratamiento tradicional logra mejores respuestas en relación a los otros tratamientos, pero dado el análisis estadístico la disminución de sulfuro de sodio y adición de depilantes auxiliares es viable para remplazar a los métodos tradicionales en la etapa de pelambre.

Tabla 2-4: Análisis Estadístico de la resistencia a la tensión de los cueros apelmbrados por efecto de los diferentes niveles de sulfuro adicionado.

F.V.	SC	GL	CM	F	P-VALOR
Modelo.	1517963,55	3	505987,85	1,94	0,2013
Tratamiento	1517963,55	3	505987,85	1,94	0,2013
Error	2083278,8	8	260409,85		
Total	3601242,35	11			

Realizado por: Ronny Robalino, 2018

H_0 = No existen diferencias en la resistencia a la tensión del cuero por efecto de la aplicación de la nueva formulación ($P > 0.05$).

H_i = Existen diferencias en la resistencia a la tensión del cuero por efecto de la aplicación de la nueva formulación ($P < 0.05$).

Decisión: Se acepta la H_0 , y se afirma que la cantidad de sulfuro de sodio utilizado no influye directamente sobre la resistencia a la tensión presentada por el mismo.

4.1.1.2. Porcentaje de elongación

En el análisis de los resultados al porcentaje de elongación obtenidos de los cueros apelmbrados con diferentes niveles de sulfuro de sodio, reportaron diferencias altamente significativas ($P < 0.05^{**}$) entre medias, las mejores respuestas se reportaron cuando se adicionó al baño de pelambre 1.1% de sulfuro de sodio (T1) cuyas medias iguales a 81.67%.

A continuación se reportaron medias iguales a 70.83% cuando se añadió al baño el 1.9% de sulfuro de sodio (T3), siguiendo el análisis se reportaron las medias cuando se adiciono el 1.5% de sulfuro de sodio (T2) cuyas medias fueron iguales a 67.50% y las respuestas más bajas fueron las reportadas en el tratamiento testigo (método tradicional) cuyas medias fueron iguales a 64.17% como se ilustra en el gráfico 2-4.

De acuerdo al análisis estadístico de las medias, se afirma que el nivel de sulfuro de sodio adicionado en el pelambre incide directamente con el porcentaje de elongación y que a menor nivel de sulfuro de sodio mejores resultados a la prueba porcentaje de elongación, adicional a esto la norma IUP 6 dicta que los cueros que reporten valores entre 45-80% son de calidad, en la presente investigación todos los cueros cumplen con este estándar con lo que el uso de nuevas tecnologías para reducir el sulfuro de sodio son viables.

Tabla 3-4: Evaluación estadística del porcentaje de elongación de las pieles apelmbradas por efecto de los diferentes niveles de sulfuro de sodio.

F.V.	SC	G.L	CM	F	p-valor
Modelo.	518.23	3	172.74	11.06	0.0032
Tratamiento	518.23	3	172.74	11.06	0.0032
Error	125	8	15.63		
Total	643.23	11			

Realizado por: Robalino Ronny, 2018.

H_0 = No existen diferencias en el porcentaje de elongación del cuero por efecto de la aplicación de la nueva formulación ($P > 0.05$).

H_i = Existen diferencias en el porcentaje de elongación del cuero por efecto de la aplicación de la nueva formulación ($P < 0.05$).

Decisión: Se rechaza la H_0 , y se afirma que la cantidad de sulfuro de sodio utilizado influye directamente sobre el porcentaje de elongación presentada por el mismo.

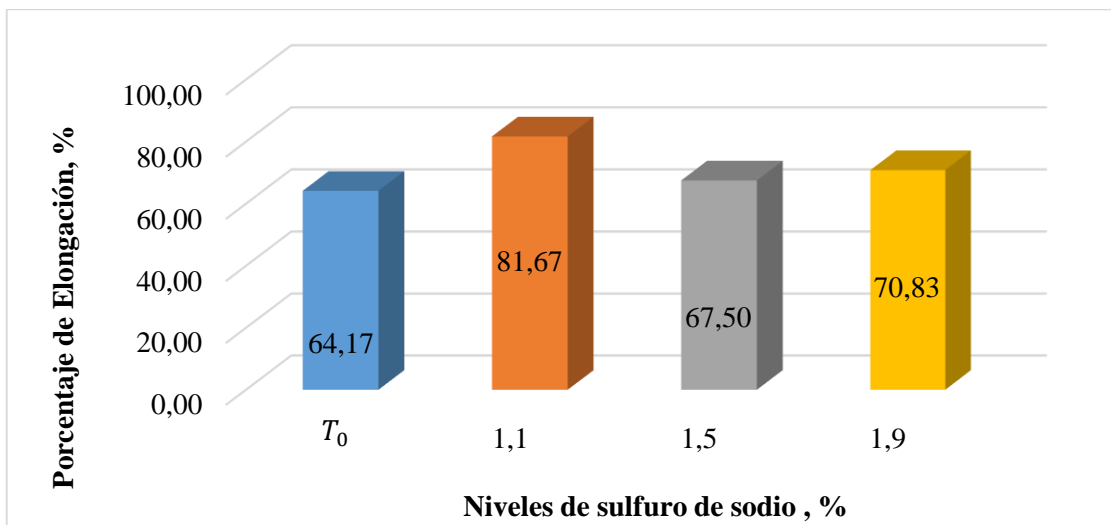


Gráfico 2-4: Porcentaje de Elongación de los cueros curtidos por efecto de la adición de diferentes niveles de sulfuro de sodio en la etapa de pelambre.

Realizado por: Robalino Ronny, 2018.

En el análisis de la regresión que se ilustra el gráfico 3-4 se reporta una tendencia cubica altamente significativa ($P < 0.05^{**}$), en donde partiendo de un intercepto de 64.167% las medias inicialmente se elevaron a 46.793% por cada punto adicionado de sulfuro de sodio, a continuación las medias decrecieron en 155.8% por punto cuadrático adicionado de sulfuro de sodio y se incrementaron nuevamente en 130.75% por ciento por punto adicionado, reportando un coeficiente de correlación igual a 80.57% mientras que el restante 19.43% tuvo que ver con

errores aleatorios que no se pudieron controlar en la investigación. La ecuación del porcentaje de elongación obtenida fue:

$$\text{Resistencia a la tensión} = 46.792(\% \text{ de NaS})^3 - 155.88(\% \text{ de NaS})^2 + 130.75(\% \text{ de NaS}) + 64.167$$

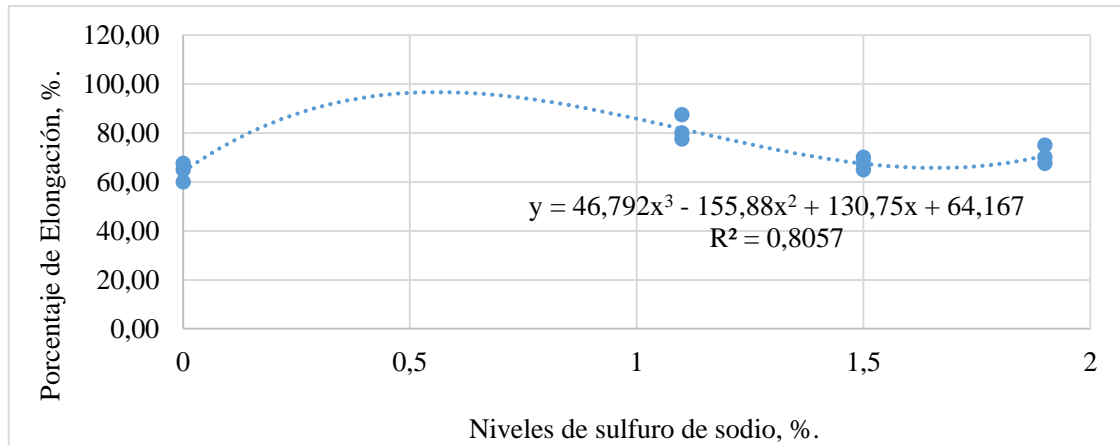


Gráfico 3-4: Regresión del porcentaje de elongación de los cueros apelmbrados por efecto de los diferentes niveles de sulfuro de sodio.

Realizado por: Robalino Ronny, 2018.

4.1.1.3. Lastometría

La lastometría es una de las pruebas físicas que evalúa las características del cuero y como resisten a las fuerzas externas aplicadas sobre el mismo, de acuerdo con esto se determinó la inferencia entre los diferentes niveles de sulfuro de sodio adicionados al pelambre de las pieles, las cuales reportaron diferencias estadísticas ($P < 0.05$) entre medias, siendo las mejores respuestas 20.22 mm cuando se adiciono el 1.1% de sulfuro de sodio (T1).

Tabla 4-4: Evaluación estadística de la lastometría de las pieles apelmbradas por efecto de los diferentes niveles de sulfuro de sodio.

F.V.	SC	G.L.	CM	F	P-valor
Modelo.	300.96	3	100.32	4.59	0.0376
Tratamiento	300.96	3	100.32	4.59	0.0376
Error	174.69	8	21.84		
Total	475.65	11			

Realizado por: Robalino Ronny, 2018.

H_0 = No existen diferencias en lastometría del cuero por efecto de la aplicación de la nueva formulación ($P > 0.05$).

H_i = Existen diferencias en lastometría del cuero por efecto de la aplicación de la nueva formulación ($P < 0.05$).

Decisión: Se rechaza la H_0 , y se afirma que la cantidad de sulfuro de sodio utilizado influye directamente sobre la lastometría presentada por el mismo.

A continuación se reportaron las medias cuando se adiciono a las pieles 1.9% de sulfuro de sodio (T3) cuyas medias eran iguales a 8.92 mm, mismas que disminuyeron hasta alcanzar medias iguales 8.64 mm cuando se adiciono al pelambre de pieles el 1.5% de sulfuro de sodio (T2) y las respuestas más bajas se reportaron en sistema tradicional de pelambre (T0) cuyas medias fueron iguales a 8.44 mm como se ilustra en el gráfico 4-4.

De acuerdo con lo obtenido se interpreta que para obtener mejores respuestas a la prueba de lastometría se debe adicionar menores niveles de sulfuro de sodio en el pelambre, y que el porcentaje más adecuado a adicionar es el 1.1% de sulfuro de sodio, mejorando las características del cuero.

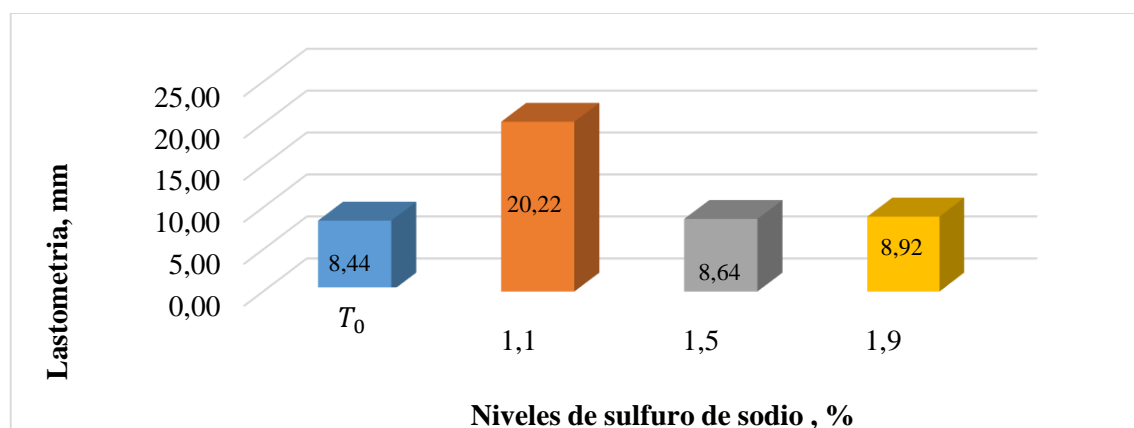


Gráfico 4-4: Lastometría de los cueros curtidos por efecto de la adición de diferentes niveles de sulfuro de sodio en la etapa de pelambre.

Realizado por: Robalino Ronny, 2018.

La regresión de la lastometría reporto una tendencia cúbica altamente significativa ($P < 0.05^*$), en donde partiendo de un intercepto de 8.439 mm, las medias se elevaron en 33.43 mm por punto cubico adicionado de sulfuro de sodio, posteriormente disminuyeron a 113.38 mm por cada punto cuadrático adicionado de sulfuro de sodio a continuación las medias aumentaron en 94.972 por punto de sulfuro de sodio; reportando un coeficiente de regresión igual a 63.28% y el restante 36.72% dependen de factores no considerados en la presente investigación. La ecuación de la regresión es igual a:

$$y = 33.434(\% \text{ de NaS})^3 - 113.38(\% \text{ de NaS})^2 + 94.972(\% \text{ de NaS}) + 8.439$$

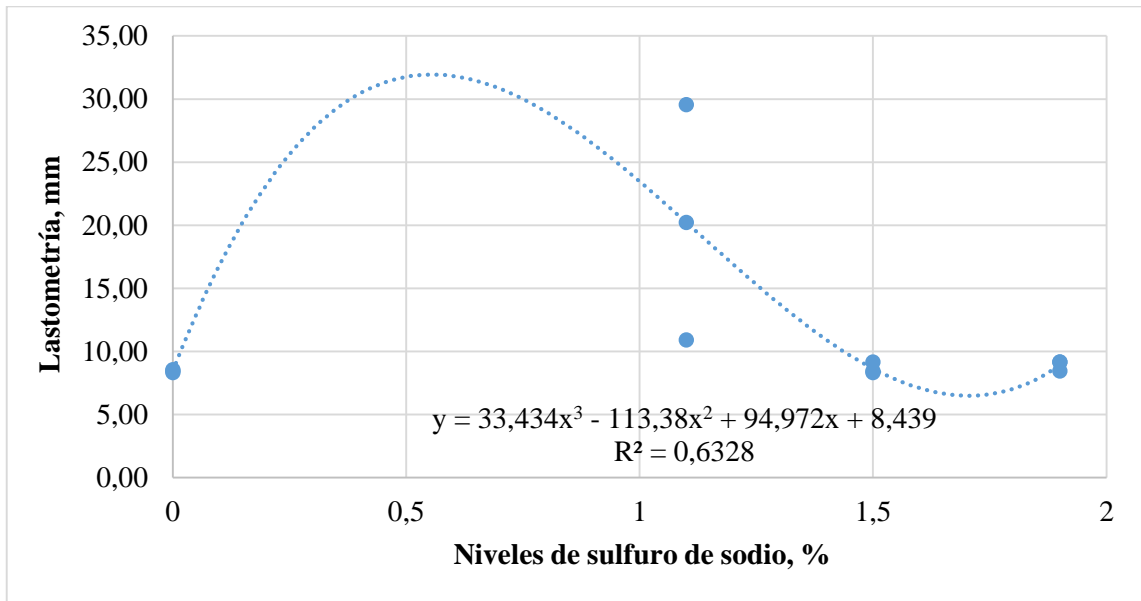


Gráfico 5-4: Regresión de la lastometría de los cueros curtidos por efecto de la adición de diferentes niveles de sulfuro de sodio en la etapa de pelambre.

Realizado por: Robalino Ronny, 2018.

4.1.2. Análisis de las características sensoriales del cuero

En las tablas 5-4 y 6-4 se muestran los datos obtenidos de las pruebas sensoriales realizadas al cuero de cada tratamiento en el proceso intermedio de pelambre y final respectivamente, cada uno con sus repeticiones.

Tabla 5-4: Resultados de los análisis sensoriales realizados a las unidades de experimentación luego del pelambre.

Tratamiento	Muestra n°	Limpieza	Turgencia
T0	1	2.5	2.5
	2	2.5	2.5
	3	2.5	2.5
T1	1	4	3.5
	2	4	3.5
	3	4	3.5
T2	1	3	3
	2	3	3
	3	3	3
T3	1	4	4
	2	4	4
	3	4	4

Realizado por: Robalino Ronny, 2018.

Tabla 6-4: Resultados de los análisis sensoriales realizados a las unidades de experimentación en la etapa final.

Tratamiento	Muestra n°	Llenura	Firmeza de flor	Blandura
T0	1	5	5	4
	2	5	5	3
	3	5	5	4
T1	1	4	3	4
	2	3	4	3
	3	4	4	4
T2	1	4	4	4
	2	4	4	4
	3	4	4	4
T3	1	5	5	5
	2	5	5	5
	3	5	5	5

Realizado por: Robalino Ronny, 2018.

4.1.2.1. Blandura

Otro de los parámetros que se evaluó para determinar la calidad del cuero fueron las características sensoriales, como primer punto se evaluó la blandura de acuerdo a la escala de calificación para las características sensoriales se alcanzara un valor máximo de 5 puntos lo cual indicara condiciones óptimas y disminuirán con lo que disminuirá la calidad del cuero evaluado, hasta alcanzar valores de 1 que serán los cueros de más baja calidad.

Acotado la escala de calificación para la presente prueba, al adicionar diferentes niveles de sulfuro de sodio en la etapa de pelambre, se reportaron diferencias estadísticas ($P < 0.05$) entre medias, obteniéndose los mejores resultados cuando se adiciono al pelambre el 1.9% de sulfuro de sodio (T3) cuyas medias fueron iguales a 4.67 puntos, como se ilustra en el grafico 6-4.

Tabla 7-4: Evaluación estadística de la blandura de las pieles apelmbradas por efecto de los diferentes niveles de sulfuro de sodio.

Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	P
Blandura	0	3	3,67	0,58	4	6,58	0,0391
Blandura	1,1	3	3,67	0,58	4		
Blandura	1,5	3	4	0	4		
Blandura	1,9	3	5	0	5		

Realizado por: Robalino Ronny, 2018

H_0 = No existen diferencias en la blandura del cuero por efecto de la aplicación de la nueva formulación ($P > 0.05$).

H_i = Existen diferencias en la blandura del cuero por efecto de la aplicación de la nueva formulación ($P < 0.05$).

Decisión: Se rechaza la H_0 , y se afirma que la cantidad de sulfuro de sodio utilizado influye directamente sobre la blandura presentada por el mismo.

Siguiendo con el análisis se reportaron las medias cuando se adiciono el 1.5% de sulfuro de sodio (T2) en el pelambre, que fueron iguales a 4.00 puntos, que disminuyeron hasta valores iguales a 3.67 puntos cuando se realizó el pelambre de las pieles con el 1.1% de sulfuro de sodio y las respuestas que alcanzaron menores valores fueron las reportadas en el tratamiento testigo (T0) cuyas medias fueron iguales a 3.67 puntos.

Analizando los resultados obtenidos se observa que la blandura de las pieles depende directamente al nivel de sulfuro de sodio que se le añade en la etapa de pelambre, y se interpreta que al adicionar mayores niveles de sulfuro de sodio se mejora la blandura de las pieles bovinas, por lo que para que se remplace el método tradicional se debe preferir el 1.9% de sulfuro de sodio en la presente prueba.

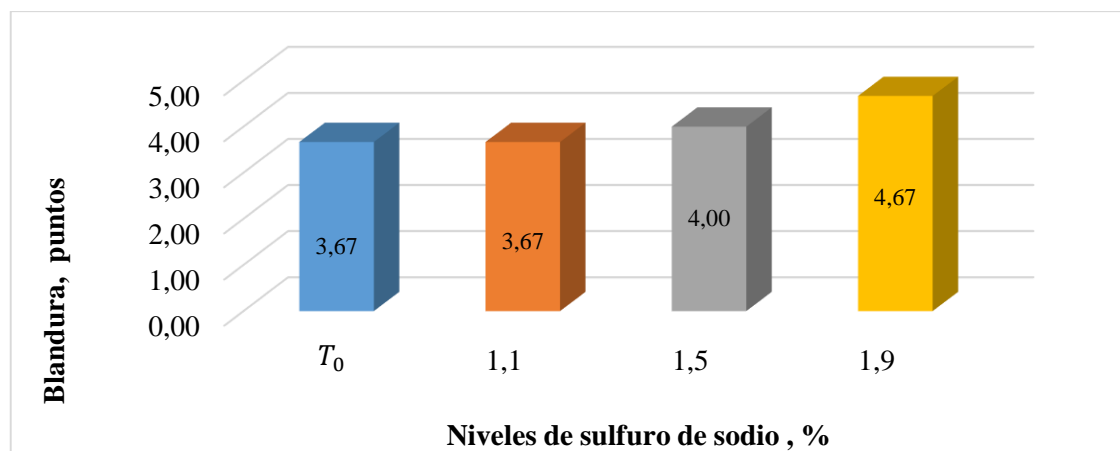


Grafico 6-4: Blandura de los cueros curtidos por efecto de la adición de diferentes niveles de sulfuro de sodio en la etapa de pelambre.

Realizado por: Robalino Ronny, 2018.

En el grafico 7-4, se reporta la regresión a la prueba blandura, la cual reporta una tendencia cubica significativa ($P < 0.05$), en donde partiendo de un intercepto de 3.6667 puntos, inicialmente las medias aumentan en 0.7156 puntos por nivel de sulfuro de sodio adicionado, a continuación, disminuyen en 1.5351 por cada punto cuadrado de sulfuro de sodio adicionado y finalmente aumentan en 0.8041 por cada punto cubico de sulfuro de sodio adicionado.

La regresión reporto un coeficiente de correlación igual a 72.88% mientras tanto que el restante 27.12% depende de factores no controlados en la investigación como por ejemplo el efecto mecánico de los bombos sobre las pieles, la pureza y calidad de las sustancias químicas adicionadas, tomando en cuenta estos factores la ecuación aplicada para la regresión de la blandura fue:

$$\text{Blandura} = 0.8041(\% \text{NaS})^3 - 1.5351(\% \text{NaS})^2 + 0.7156(\% \text{NaS}) + 3.6667$$

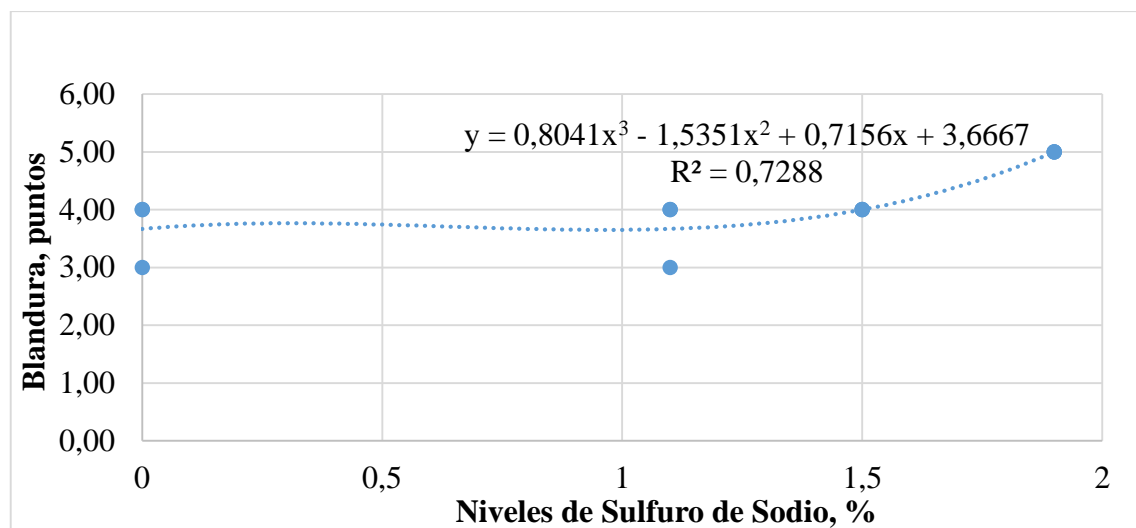


Gráfico 7-4: Regresión de la blandura de los cueros curtidos por efecto de la adición de diferentes niveles de sulfuro de sodio en la etapa de pelambre.

Realizado por: Robalino Ronny, 2018.

4.1.2.2. Llenura

La llenura se evaluó para determinar en qué grado las sustancias adicionadas han ayudado a mejorar la calidad sensorial final del cuero, en la presente prueba se evaluó la adición de diferentes niveles de sulfuro de sodio, las cuales reportaron diferencias estadísticas ($P < 0.05$) entre medias, las mejores respuestas se reportaron cuando se curtió por el método tradicional (T0) cuyas medias fueron iguales a 5 puntos bajo el mismo esquema de calificación detallado en la prueba blandura como se reporta en el gráfico 8-4.

Las medias alcanzaron valores iguales cuando se adiciono el 1.9% de sulfuro de sodio (T3), mismas que disminuyeron hasta alcanzar valores iguales a 4 puntos cuando en el pelambre se utilizó el 1.5% de sulfuro de sodio (T2) y las respuestas más bajas se reportaron cuando se adiciono el 1.1% de sulfuro de sodio (T1) cuyas medias fueron iguales a 3.67 puntos.

Tabla 8-4: Evaluación estadística de la llenura de las pieles apelmbradas por efecto de los diferentes niveles de sulfuro de sodio.

Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	P
Llenura	0	3	5	0	5	8.42	0.0153
Llenura	1.1	3	3.67	0.58	4		
Llenura	1.5	3	4	0	4		
Llenura	1.9	3	5	0	5		

Realizado por: Robalino Ronny, 2018.

H_0 = No existen diferencias en la llenura del cuero por efecto de la aplicación de la nueva formulación ($P > 0.05$).

H_i = Existen diferencias en la llenura del cuero por efecto de la aplicación de la nueva formulación ($P < 0.05$).

Decisión: Se rechaza la H_0 , y se afirma que la cantidad de sulfuro de sodio utilizado infliere directamente sobre la llenura presentada por el mismo.

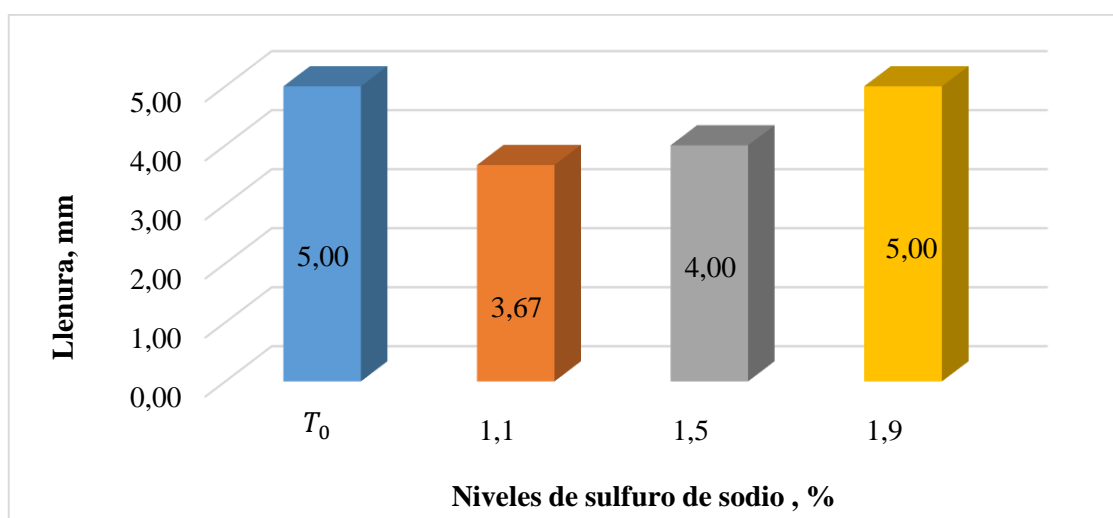


Gráfico 8-4: Llenura de los cueros curtidos por efecto de la adición de diferentes niveles de sulfuro de sodio en la etapa de pelambre.

Realizado por: Robalino Ronny, 2018.

De acuerdo con los resultados obtenidos se interpreta que al utilizar mayores niveles de sulfuro de sodio se obtienen mejores respuestas a la llenura y que son comparables a los reportados por el método tradicional, por lo que el uso de químicos que ayuden en el pelambre logran mejorar las características finales del cuero, demostrando que en la etapa de pelambre hay que controlar bien las condiciones para no afectar la calidad del cuero.

La regresión reportada en el gráfico 9-4, indica una tendencia cúbica significativa ($P < 0.05$), en el análisis se indica que partiendo de un intercepto de 5 puntos, las medias inicialmente disminuyen en 2.0871 por punto de sulfuro de sodio adicionado, para aumentar posteriormente en 0.3788 por punto cuadrado del agente químico probado y posteriormente aumentan en 0.3788 por punto cúbico de sulfuro adicionado, reportando un coeficiente de correlación igual a 86.44% mientras que el restante 13.56% depende de factores no considerados en la investigación, la ecuación propuesta para la regresión de la llenura fue igual a:

$$\text{Llenura} = 0.3788(\% \text{ NaS})^3 + 0.3788(\% \text{ NaS})^2 - 2.0871(\% \text{ NaS}) + 5$$

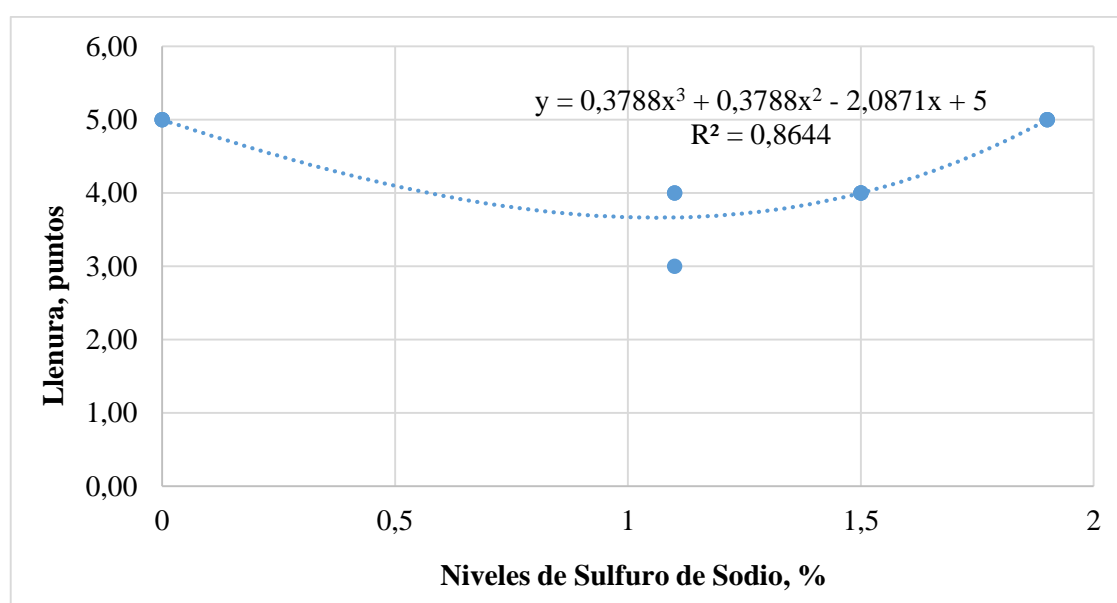


Gráfico 9-4: Regresión de la blandura de los cueros curtidos por efecto de la adición de diferentes niveles de sulfuro de sodio en la etapa de pelambre.

Realizado por: Robalino Ronny, 2018.

4.1.2.3. Firmeza de flor

La firmeza de flor evalúa que características presenta el cuero en todo el entramado fibrilar, por lo que es importante que reporte buenas características para que tenga aceptación con el consumidor, en el análisis de las respuestas al adicionar diferentes niveles de sulfuro de sodio en el pelambre, se determinó una diferencia altamente significativa ($P < 0.05$) entre medias, obteniéndose medias iguales a 5 puntos cuando se adiciono el 1.9% de sulfuro de sodio (T1).

El mismo valor lo reportaron las medias cuando se apelmbró las pieles con el tratamiento testigo (T0), mismas que disminuyeron hasta alcanzar valores iguales a 4 puntos cuando se

adiciono el 1.5% de sulfuro de sodio (T2) en el pelambre y las respuestas más bajas se reportó con la adición de 1.1% de sulfuro de sodio (T3) cuyas medias fueron iguales a 3.67 puntos como se muestra en la tabla 6-4 y se ilustra en el gráfico 10-4.

Tabla 9-4: Evaluación estadística de la firmeza de flor de las pieles apelmbradas por efecto de los diferentes niveles de sulfuro de sodio.

Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	P
Firmeza de flor	0	3	5	0	5	8.42	0.0153
Firmeza de flor	1.1	3	3.67	0.58	4		
Firmeza de flor	1.5	3	4	0	4		
Firmeza de flor	1.9	3	5	0	5		

Realizado por: Robalino Ronny, 2018.

H_0 = No existen diferencias en la firmeza de flor del cuero por efecto de la aplicación de la nueva formulación ($P > 0.05$).

H_i = Existen diferencias en la firmeza de flor del cuero por efecto de la aplicación de la nueva formulación ($P < 0.05$).

Decisión: Se rechaza la H_0 , y se afirma que la cantidad de sulfuro de sodio utilizado influye directamente sobre la firmeza de flor presentada por el mismo.

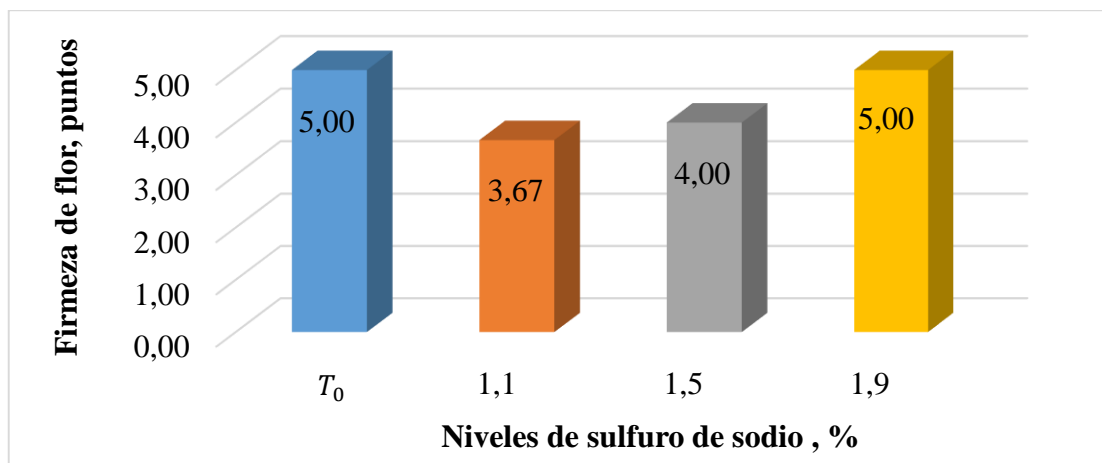


Gráfico 10-4: Firmeza de flor de los cueros curtidos por efecto de la adición de diferentes niveles de sulfuro de sodio en la etapa de pelambre.

Realizado por: Robalino Ronny, 2018.

De acuerdo con los resultados obtenidos se puede verificar la relación que existe entre la etapa de pelambre y la prueba firmeza de flor, con lo que al adicionar mayores niveles de sulfuro de sodio se mejoran las características para la presente prueba, y alcanzando valores iguales al

método convencional que al momento se aplica en la mayoría de curtiembres del país, con lo que se ahorraría costos de producción.

Analizando la regresión que se ilustra en el gráfico 11-4, se reporta una tendencia cúbica significativa ($P < 0.05$), en donde partiendo de un intercepto de 5 puntos las medias disminuyeron en 2.0871 puntos por nivel de sulfuro de sodio adicionado, aumentando en 0.3788 por nivel cuadrático de sulfuro de sodio y al final aumentaron en 0.3788 puntos por nivel cúbico de sulfuro de sodio, con un coeficiente de correlación igual a 86.44; la ecuación utilizada para calcular la ecuación de la firmeza de flor fue:

$$\text{Firmeza de Flor} = 0.3788(\% \text{NaS})^3 + 0.3788(\% \text{NaS})^2 - 2.0871(\% \text{NaS}) + 5$$

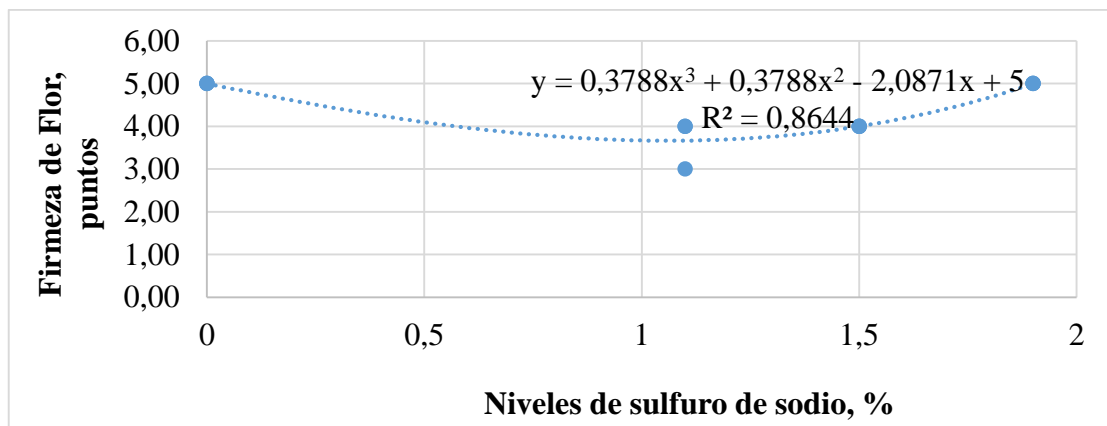


Gráfico 11-4: Regresión de la firmeza de flor de los cueros curtidos por efecto de la adición de diferentes niveles de sulfuro de sodio en la etapa de pelambre.

Realizado por: Robalino Ronny, 2018.

4.1.3. Análisis de las características después del pelambre del cuero

4.1.3.1. Turgencia

En el análisis de la calidad obtenida a las pieles posterior a la etapa de pelambre, se evaluó la turgencia obtenida al comparar diferentes niveles de sulfuro de sodio adicionados, para lo cual se reportaron diferencias estadísticas ($P < 0.05^*$) entre medias, en el análisis numérico las mejores respuestas se obtuvieron al tratar las pieles con el 1.9% de sulfuro de sodio (T3) obteniéndose medias iguales a 4 puntos.

Tabla 10-4: Evaluación estadística de la turgencia de las pieles apelambradas por efecto de los diferentes niveles de sulfuro de sodio.

Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	P
Turgencia	0	3	2.5	0	2.5	10.38	0.0117
Turgencia	1.1	3	3.5	0	3.5		
Turgencia	1.5	3	3	0	3		
Turgencia	1.9	3	4	0	4		

Realizado por: Robalino Ronny, 2018.

H_0 = No existen diferencias en la turgencia del cuero por efecto de la aplicación de la nueva formulación ($P > 0.05$).

H_i = Existen diferencias en la turgencia del cuero por efecto de la aplicación de la nueva formulación ($P < 0.05$).

Decisión: Se rechaza la H_0 , y se afirma que la cantidad de sulfuro de sodio utilizado influye directamente sobre la turgencia presentada por el mismo.

Continuando con el análisis se obtuvieron las medias cuando se apelambro las pieles con 1.1% de sulfuro de sodio (T1) cuyas medias fueron iguales a 3.5 puntos; las cuales disminuyeron hasta obtener medias iguales a 3 puntos cuando se adiciono 1.5% de sulfuro de sodio (T2) y las respuestas más bajas se reportaron en el pelambre tradicional (T0) con medias iguales a 2.5 puntos como se ilustra en el gráfico 12-4.

De acuerdo con los datos obtenidos, se interpreta la relación directa que existe entre los niveles de sulfuro de sodio y la turgencia aumentado a esta y siendo posible reemplazar el método tradicional haciendo uso de productos auxiliares.

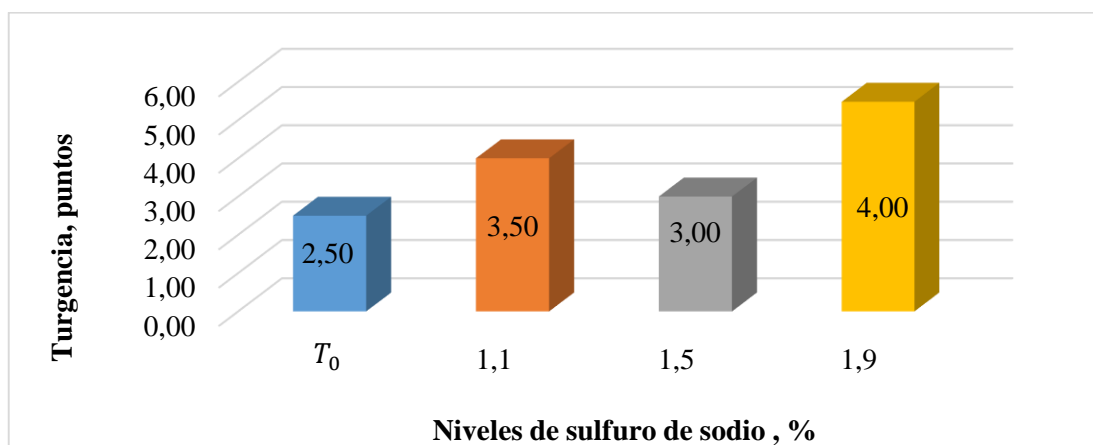


Gráfico 12-4: Turgencia de los cueros curtidos por efecto de la adición de diferentes niveles de sulfuro de sodio en la etapa de pelambre.

Realizado por: Robalino Ronny, 2018.

La regresión que se muestra en el gráfico 13-4, muestra una tendencia cuadrática significativa, en donde las medias partieron de un intercepto de 2.5364 puntos, las medias se incrementaron inicialmente en 0.4568 puntos por nivel de sulfuro de sodio adicionado y posteriormente se elevaron en 0.113 puntos por punto cuadrático de punto de sulfuro de sodio, reportando un coeficiente de correlación de 70.54%, la regresión a la turgencia se calculó de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$y = 0.113(\% \text{ NaS})^2 + 0.4568(\% \text{ NaS}) + 2.5364$$

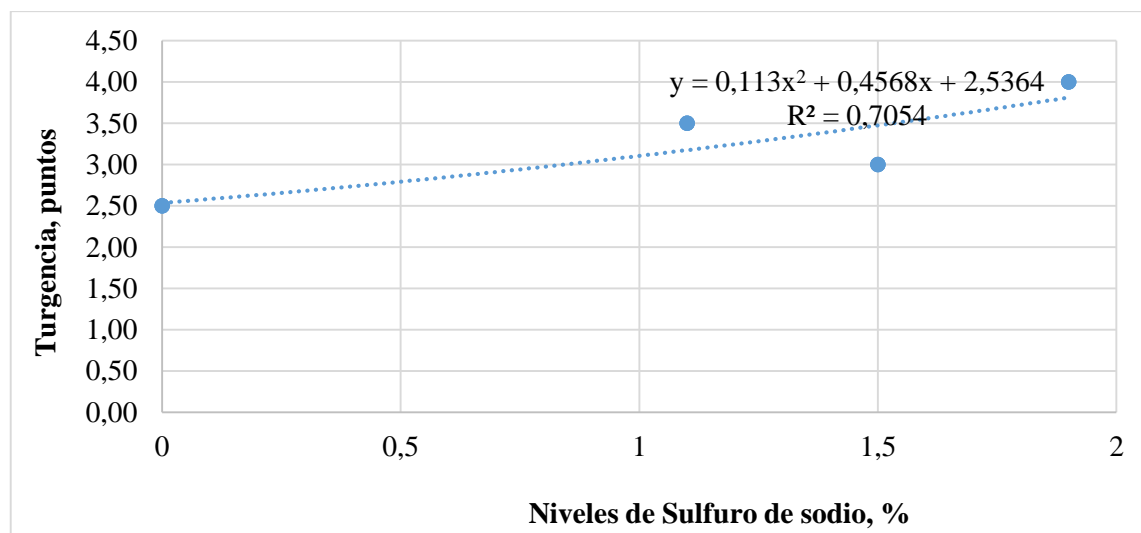


Gráfico 13-4: Regresión de la firmeza de flor de los cueros curtidos por efecto de la adición de diferentes niveles de sulfuro de sodio en la etapa de pelambre.

Realizado por: Robalino Ronny, 2018.

4.1.3.2. Limpieza

Otra de las pruebas que se realizó al cuero para determinar su calidad intermedia fue la limpieza, evaluando los diferentes niveles de sulfuro de sodio adicionado a las pieles en la etapa de pelambre se reportó diferencias significativas ($P < 0.05$), las mejores respuestas se reportaron cuando se adiciono al pelambre el 1.9% de sulfuro de sodio (T3) con respuestas iguales a 4 puntos como se lustra en el grafico 14-4.

Iguales respuestas se obtuvieron cuando se adiciono el 1.1% de sulfuro de sodio (T1) a las pieles, respuestas que disminuyeron a 3 puntos cuando se adiciono a las pieles el 1.5% de sulfuro de sodio (T2) y las respuestas más bajas se reportaron cuando se apelambro las pieles con el método tradicional 2.5% de sulfuro de sodio (T0) con respuestas numéricas iguales a 2.5.

Tabla 11-4: Evaluación estadística de la limpieza de las pieles apelmbradas por efecto de los diferentes niveles de sulfuro de sodio.

Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	P
Limpieza	0	3	2.5	0	2.5	9.35	0.0117
Limpieza	1.1	3	4	0	4		
Limpieza	1.5	3	3	0	3		
Limpieza	1.9	3	4	0	4		

Realizado por: Robalino Ronny, 2018.

H_0 = No existen diferencias en la limpieza del cuero por efecto de la aplicación de la nueva formulación ($P > 0.05$).

H_i = Existen diferencias en la limpieza del cuero por efecto de la aplicación de la nueva formulación ($P < 0.05$).

Decisión: Se rechaza la H_0 , y se afirma que la cantidad de sulfuro de sodio utilizado influye directamente sobre la limpieza presentada por el mismo.

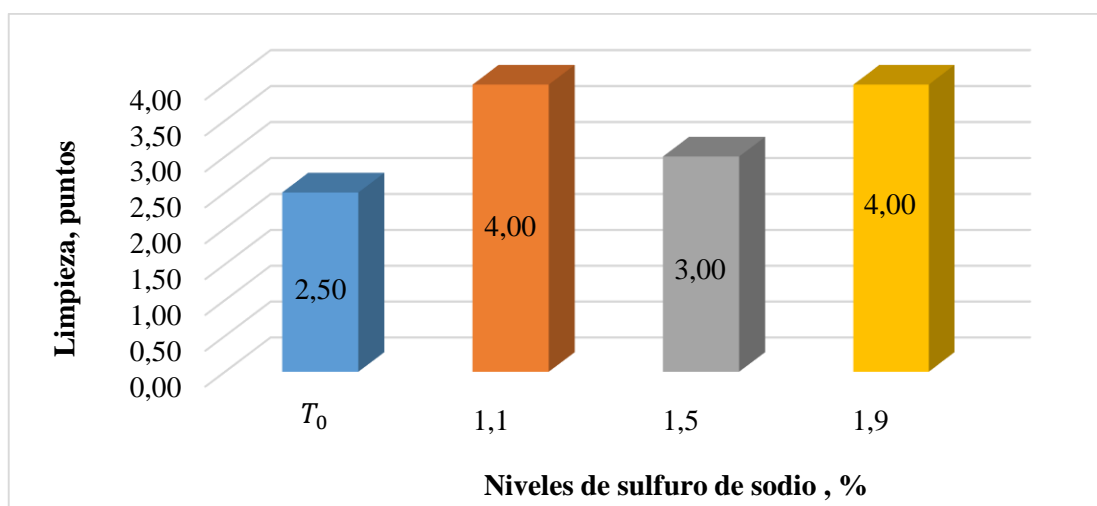


Gráfico 14-4: Turgencia de los cueros curtidos por efecto de la adición de diferentes niveles de sulfuro de sodio en la etapa de pelambre.

Realizado por: Robalino Ronny, 2018.

Al reportarse diferencias estadísticas, se puede evaluar que existe una proporción directa entre los dos factores de estudio, por lo que se puede afirmar que al aumentar los niveles de sulfuro de sodio se incrementan las respuestas a la limpieza de los cueros, por lo que en la superficie se puede observar que no quedan residuos y con esto se aumenta la reacción entre la piel y el producto para la curtición.

Para el análisis de la regresión que se muestra en el gráfico 15-4, se reporta una tendencia cuadrática significativa, en el análisis las medias partieron de un intercepto igual a 2.5525 puntos, las medias inicialmente aumentaron en 1.2664 puntos por punto de sulfuro de sodio adicionado y posteriormente disminuyeron en 0.3396 puntos por punto cuadrático adicionado de sulfuro de sodio, reportando un coeficiente de correlación igual a 54.72% mientras que el restante 45.28% dependen de factores no considerados en la investigación y dependen de los otros procesos previos al pelambre, la ecuación obtenida a la regresión de la limpieza fue:

$$y = -0.3396(\%NaS)^2 + 1.2646(\%NaS) + 2.5525$$

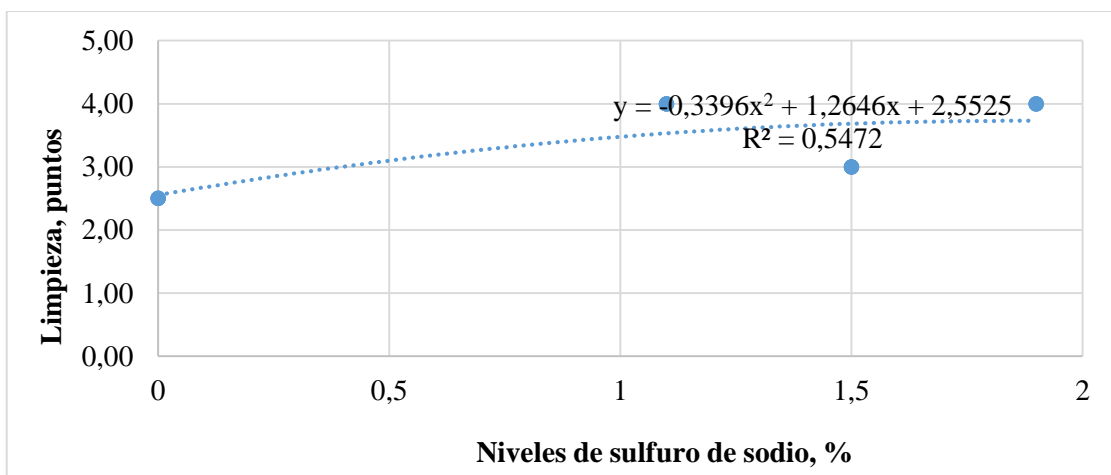


Grafico 15-4: Regresión de la limpieza de los cueros curtidos por efecto de la adición de diferentes niveles de sulfuro de sodio en la etapa de pelambre.

Realizado por: Robalino Ronny, 2018.

4.2. Discusión de resultados

En el análisis de los resultados se evaluó primero el rendimiento del proceso para determinar en qué grado se dio la conversión y penetración del sulfuro de sodio, para los tratamientos en los que se añadió sulfuro de sodio con depilantes auxiliares se obtuvo rendimientos promedios de 90%, en donde el mejor rendimiento lo reporto cuando se agregó 1.1% de sulfuro de sodio con un rendimiento de 93.52%.

Estos altos rendimientos indican que el sulfuro de sodio ha penetrado en la piel y ha logrado entrar en el folículo capilar, logrando así que se desprenda el pelo de la piel y se tenga una baja concentración en las aguas residuales cumpliendo así con los objetivos de la presente

investigación, estas respuestas indican que por cada 100 gramos adicionados de sulfuro de sodio se aprovechan 90 gramos y el resto se encuentra en las aguas residuales.

El método tradicional de curtiembre ha generado problemas ambientales ya que representa uso en exceso de sulfuro de sodio sin sustancias que ayuden a su fijación lo cual genera desperdicios y poco aprovechamiento del compuesto químico, pero con el uso de ayudantes en el pelambre como es el caso del Merpin 8016, se ajustan las condiciones de pH y se aumenta la reactividad de las sustancias químicas con la piel.

Entendiendo el rendimiento y la fijación del sulfuro de sodio en la etapa de pelambre, fue necesario hacer una evaluación físico-mecánicas y sensorial del cuero, para determinar cómo el proceso de pelambre afecta al curtido, y como la etapa mencionada prepara al cuero para ser recibido en las demás fases de producción, ya que después de este proceso a parte de la eliminación del pelo se busca que las cadenas peptídicas de la piel se logren romper para que se formen radicales libres y se dé la aparición de zonas reactivas dentro de la piel.

En la evaluación de las características físico-mecánicas se valoró la resistencia a la tensión, porcentaje de elongación y lastometría para lo que se obtuvo que la primera prueba no reporto diferencias estadísticas con lo cual no influyo directamente el pelambre en la calidad final del cuero, en las otras dos pruebas si se reportaron diferencias estadísticas con lo que si influyo el pelambre directamente en la calidad del cuero.

Las mejores respuestas para la resistencia a la tensión se reportaron al añadir 1.1% de sulfuro de sodio con medias iguales a 3353,44 N/cm², para el porcentaje de elongación las mejores respuestas se reportaron en el tratamiento con la adición de 1.9% de sulfuro de sodio con respuestas iguales a 67.50% y para la lastometría se reportaron las mejores respuestas al adicionar el 1.1% de sulfuro de sodio con medias iguales a 20.22 mm.

Comparando los resultados por los reportados por Morena, J. (2011) quien obtuvo valores iguales a 164.98 N/cm² para la resistencia a la tensión, 61.4% para el porcentaje de elongación y 12 mm para la lastometria cuando realizo el pelambre de pieles ovinas con el 2% de sulfuro de sodio y un 0.8% de hidróxido de calcio (cal viva) para lograr un proceso de pelambre oxidante-reductor.

Mientras tanto que la autora Funeque, D. (2011) quien realizo un pelambre a las pieles bovinas con 2.20% de sulfuro de sodio combinado con 0.15% de hidróxido de sodio (sosa cáustica) para producir menos impacto a las pieles, obteniendo resultados iguales a 1500.90 N/cm² para la

prueba resistencia a la tensión, 15.7% al porcentaje de elongación y para la prueba lastometría medias iguales a 8.3 mm.

En relación a las dos investigaciones citadas las respuestas obtenidas en la presente investigación son superiores, lo que el uso de depilantes auxiliares combinado con el sulfuro de sodio hace una técnica que se puede replicar a nivel industrial, como se observa en los métodos tradicionales únicamente se usa el sulfuro de sodio lo que ocasiona que este no sea tan reactivo con la cisteína de la piel y se tenga que adicionar en exceso produciendo que se deposite en las aguas residuales.

Esta observación en la medias obtenidas se puede comprobar mediante la comparación de los resultados que reporta (Soler, 2012, pp. 37-38) donde recomienda no realizar calero si se desea obtener resistencias máximas dado que a mayor tiempo de proceso se obtendrá una pregelatina debido a la hidrólisis química disminuyendo así la resistencia al desgarro presentada por la piel.

Las fibras presentaran mayor capacidad de alargamiento debido a la desestructuración producida lo cual puede perjudicar en el proceso posterior de curtiembre ya que puede producirse rotura de las mimas por exceso de productos curtientes. La resistencia a la rotura de la flor se ve afectada de la misma manera ya mencionada.

Al disminuir los niveles de sulfuro de sodio el proceso de ruptura de las fibras de colágeno no se producirá, ya que únicamente los iones sulfuros reaccionaran con los enlaces pépticos de la cisteína y logran separar el pelo de la piel, evitando el sobre hinchamiento de las fibras con lo cual estas quedaran suficientemente reactivas para reaccionar con el agente curtiente y mejorar la calidad final del cuero.

Como resultado de la interpretación de tenemos, la etapa de pelambre regula el proceso de curtiembre y es necesario aplicar las tecnologías adecuadas para conseguir los resultados más óptimos al pelambre, también cabe anexar que el uso de sustancias químicas combinadas con el sulfuro de sodio como en el caso de la presente investigación el Merpin 8016, consigue ajustar las condiciones de pH, además que logra enlazarse con los iones disueltos para mejorar la interacción del sulfuro con los enlaces de las proteínas del cuero.

En el análisis sensorial de las pieles se evaluó la blandura, llenura y firmeza de flor, para estas tres pruebas reportaron diferencias estadísticas las medias, con lo cual se interpreta que la etapa de pelambre controla directamente la calidad sensorial final del cuero y que esta etapa ayuda a

mantener la naturalidad de la piel, regulando esta etapa y la naturaleza de los productos químicos adicionados se puede mejorar las características finales del cuero.

El cuero reporto las mejores respuestas para blandura al adicionar 1.1% de sulfuro de sodio con valores iguales a 5 puntos, al igual que para la prueba llenura se obtuvo los mismos resultados, mientras que para la finura de flor las mejores respuestas fueron reportadas cuando se adiciono el mismo nivel de sulfuro de sodio pero con respuestas iguales a 4.67 puntos, afirmando que el uso de menor de sulfuro de sodio en combinación con Merpin 8016 logra mayor fijación en la piel en comparación con los métodos tradicionales de pelambre.

En los métodos tradicionales se utilizan niveles elevados de sulfuro de sodio para el pelambre, ya que para lograr ajustar el pH los iones azufres tienen que disolverse en el agua, estos al principio no reaccionaran con las proteínas del pelo y la piel por lo que se tiene que añadir en exceso sulfuro, el cual genera un desperdicio considerable de sustancias químicas, así como también de energía y en muchas ocasiones por el exceso de efecto mecánico la piel queda golpeada y pierde su naturalidad.

Contrastando estas medias con el trabajo realizado por (Adzet, 2012, pp. 30-35), se da a notar que se obtendrá pieles blandas y con alto nivel de puntos reactivos al realizar un pelambre largo con lo cual se puede dar lugar al fenómeno de compacidad, produciendo al momento de curtir pieles duras.

Las tres variables determinantes en el calero son la temperatura, tiempo de rodaje y cantidad de cal utilizado. Se sabe que en cuanto todas estas condiciones sean de valores elevados se obtendrán pieles más blandas pero con el peligro de producir una desnaturalización de la misma si se llega a extremos.

El tacto obtenido en la piel depende de la cal y el sulfuro utilizado, ya que el uso de la primera produce pieles más blandas mientras que el uso del sulfuro sódico da como resultado pieles de tacto más duras.

Las características sensoriales determinan el grado de aceptación que tendrán los consumidores del cuero, ya que se puede apreciar como impactan a los órganos de los sentidos, de acuerdo con esto las pieles curtidas con 1.9% de sulfuro de sodio logran la calificación máxima, con lo que se obtuvieron cueros muy naturales, blandos y que se sintieron firmes en todo el entramado fibrilar.

Estas características no son alcanzadas por los métodos tradicionales aplicados en el pelambre de las pieles, ya que muchas veces las pieles permanecen mucho tiempo en los bombos para que se fije el sulfuro y rompa los enlaces de la piel con el pelo, lo que ocasiona que las fibras queden demasiado hinchadas y se rompan, formándose arrugas en el cuero lo que no se logra enmascarar en el acabado perdiendo así las pieles sus características naturales que son las preferidas por los consumidores.

La última prueba que se realizó a los cueros fue un control de calidad después del proceso de pelambre, para determinar cómo quedó la piel después de la aplicación de sulfuro de sodio y determinar cómo se ajustó los procesos que le continúan a la etapa de ribera, para esto se evaluó la turgencia y la limpieza de las pieles, las cuales se miden visualmente y son apreciadas por la experiencia del investigador.

Para las dos pruebas se determinó diferencias estadísticas, interpretando que el nivel adicionado de sulfuro de sodio incidió directamente en las pruebas, reportándose mejores respuestas cuando se adicionó el 1.9% de sulfuro de sodio para ambas pruebas con medias de 4 puntos, esto dado que mientras más niveles de sulfuro se adicione mayormente se hincharán las fibras con lo que producirá más turgencia.

Al extraer las medias más representativas de los dos mejores tratamientos y de acuerdo a los niveles de significancia obtenidos se puede apreciar que la mayoría de resultados se asocian al tratamiento 3 interpretando a este como el mejor usado en la investigación.

4.3. Pruebas de Hipótesis

4.3.1. Hipótesis general

H_0 = No existen diferencias en la calidad del cuero por efecto de la aplicación de la nueva formulación ($P > 0.05$)

H_i = Existen diferencias en la calidad del cuero por efecto de la aplicación de la nueva formulación ($P < 0.05$)

Se rechaza la H_0 , y se afirma que la cantidad de sulfuro de sodio utilizado influye directamente sobre las características del cuero final e intermedio a excepción de la resistencia a la tensión la cual no presentó diferencias estadísticas significativas en sus medias. Referencia a tablas del capítulo 4: 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10 y 11.

4.3.2. *Hipótesis específicas*

- A mayor cantidad de sulfuro de sodio utilizado mayor calidad presentará el cuero.

Se acepta la hipótesis, y se afirma que los mejores resultados de las medias obtenidas en los diferentes análisis sensoriales y físico mecánicos lo presentaron el tratamiento T3 con 1.9 % sulfuro de sodio seguido del blanco T0 con 2.5 % de reactivo.

- Las variables de limpieza y turgencia medidas al cuero del proceso intermedio (pelambre) no se ven afectadas por el nivel de sulfuro utilizado en las técnicas.

Se rechaza la hipótesis, y se afirma que tanto la limpieza como la turgencia son influenciadas directamente por el porcentaje de sulfuro de sodio utilizado en el proceso de pelambre ya que ambas características presentan diferencias estadísticas significativas entre sus medias ($P < 0.05$).

- Las variables sensoriales y físico mecánicas medidas al cuero del proceso final no se ven afectadas por el nivel de sulfuro utilizado en las técnicas.

Se rechaza la hipótesis, y se afirma que todas las variables tanto sensoriales como físico mecánicas a excepción de la resistencia a la tensión son influenciadas directamente por el porcentaje de sulfuro de sodio utilizado en el proceso de pelambre, dado que presentan diferencias estadísticas significativas entre sus medias a partir de los datos tomados del cuero final terminado.

- El tratamiento con mayor cantidad de sulfuro de sodio será el más adecuado para reemplazar al método tradicional.

Se acepta la hipótesis, y se afirma que el único tratamiento con mejores condiciones que el blanco es el T3 y por lo tanto es el adecuado para reemplazar a este ya mencionado.

CONCLUSIONES

Se evidenció que al aplicar las nuevas formulaciones se producen diferencias en la calidad del cuero obtenido cumpliendo todos con los estándares mínimos establecidos por la normas IUP siendo aptos para el proceso de producción.

Los parámetros físico-mecánicos de la piel en donde se evaluaron la resistencia a la tensión, porcentaje a la elongación y lastimetría lograron cumplir con los requerimientos establecidos sin embargo la resistencia a la tensión no reporto diferencias estadísticas significativas mientras que para las otras dos pruebas físicas el mejor tratamiento fue con la adición de 1.1% de sulfuro de sodio.

El análisis sensorial de las pieles en donde se evaluó la llenura, blandura y firmeza de flor reportaron diferencias altamente significativas al aplicar las nuevas formulaciones obteniéndose que las mejores respuestas se dieron con la adición de 1.9% de sulfuro de sodio, llegando alcanzar medias iguales a 5 puntos que son excelentes según el criterio del autor.

El análisis de la turgencia y limpieza de la piel después de la etapa de pelambre, reporto las mejores respuestas cuando se adiciono el 1.9% de sulfuro de sodio con respuestas cercanas al valor máximo de 5 puntos.

Los resultados obtenidos a la evaluación de la calidad física-mecánica y sensorial del cuero con la adición de diferentes niveles de sulfuro de sodio son superiores a los resultados al apelarbrar con el método tradicional, logrando así remplazar el uso excesivo de sulfuro de sodio adicionando químicos que regulen las condiciones de operación y aumenten la fijación del sulfuro en la piel mejorando la calidad de la misma. Se establece que en base a las medias obtenidas el mejor tratamiento utilizado es el tratamiento 3 con 1.9% de sulfuro de sodio.

RECOMENDACIONES

Realizar investigaciones similares, usando diferentes niveles de Merpin 8016 y diferentes niveles de sulfuro de sodio, para establecer la relación existente entre los agentes químicos usados para el pelambre y los agentes químicos auxiliares.

Controlar el pH, rpm y el tiempo de permanencia de las pieles en los bombos en la etapa de pelambre, ajustando las condiciones para tener una calidad establecida del cuero terminado de acuerdo a las necesidades del producto a elaborar.

Promover el uso de tecnologías amigables con el ambiente en la industria del cuero, en especial concientizar a los curtidores del uso de agentes químicos alternos que logren un máximo agotamiento y que disminuya presencia de sustancias disueltas en el agua que alteren a la calidad de la misma. De igual manera promover la instalación de plantas de tratamiento de aguas ya que están son capaces de eliminar los sulfuros presentes en los efluentes en un porcentaje elevado casi del cien por ciento.

Realizar otras investigaciones que promuevan el uso de menores niveles de sulfuro de sodio en combinación con el Merpin 8016 o enzimas permitiendo probar en otro tipo de pieles, con el fin de establecer técnicas que se puedan aplicar a nivel industria.

Realizar un estudio de los efluentes producidos en las diferentes etapas de ribera con el fin de establecer los mejores métodos de recuperación y eliminación de reactivos químicos del agua, así como las características de la misma al momento de utilizarla en el proceso.

BIBLIOGRAFÍA

Adzet, J., *Química Técnica de Tenerife.*, 1a ed., Igualada, España., Edit. Romanya-Valls., 2005., Pp. 25-53.

Bacardit, A., *Química Técnica del Cuero.*, 2a ed., Cataluña., España. Edit. Couso., 2004 Pp., 53-72.

Borrelli, P. y Oliva, G. . *Ganadería ovina sustentable en la Patagonia Austral.* 2a ed. Buenos Aires. Argentina EditErreGé y Asociados., 2001., pp 10 – 21.

Buxadé, C. *Producción Ovina en Zootecnia bases de producción animal.* Tomo VIII. Madrid-España. Edit. Mundi Prensa., 2006., pp 34 – 46.

Cotance, A. *Ciencia y Tecnología en la Industria del Cuero.* 1a ed. Igualada, España. Edit. Curtidores Europeos., 2004., pp. 23 - 32.

Cordero, B., *Tecnología de la Curtición.*, 1ª Edición., Cuenca, Ecuador., Sin editorial., Primer tomo., 2012., pp 28-29, 30-42.

Ermenson, V. *Curtientes sintéticos con poder curtiembre propio, llamados de sustitución.* Disponible en: <http://www.cromogenia.com.>, 2016.

Font, J., *Análisis y ensayos en la industria del cuero.*, 2a ed., Igualada, España., Edit. CETI. pp. 12-18, 40-49, 52-58.2001

Frankel, A. *Manual de Tecnología del Cuero.* 2a ed. Buenos Aires, Argentina. Edit. Albatros., 2007., pp. 112 -148.

Grozza, G., *Curtición de Cueros y Pieles Manual práctico del curtidor.* Gius. 1a ed. Barcelona, España. .EditSintes. S.A. pp 126-129. 2007.

Gansser, A. *Manual del Curtidor*, 4a.ed. Barcelona-España. Edit Gustavo Gili S.A. 2006., pp 12 – 15

Hidalgo, L., *Texto básico de Curtición de pieles.*, 1a ed., Riobamba, Ecuador., Edit. ESPOCH., 2004., Pp. 9-45.

Jones, C., *Manual de Curtición Vegetal.*, 1ª edición., Buenos Aires, Argentina., Edit. LEMIN., 2002., Pp32 -53.

Morera, J., *Química Técnica de Curtición.*, 2ª Edición., Igualada, España., Editorial Escuela Superior de Adobería., Editorial CETI., 2007., Pp. 2,3,30.

Ollé, Ll., *Técnicas especiales de curtido.*, 1ª ed., Igualada, España., Sn., 2003., Pp. 129-136.

Prokop, J. “El colágeno”. *Tiempos Médicos*, No 1914 (2014), (España) pp 53-63.

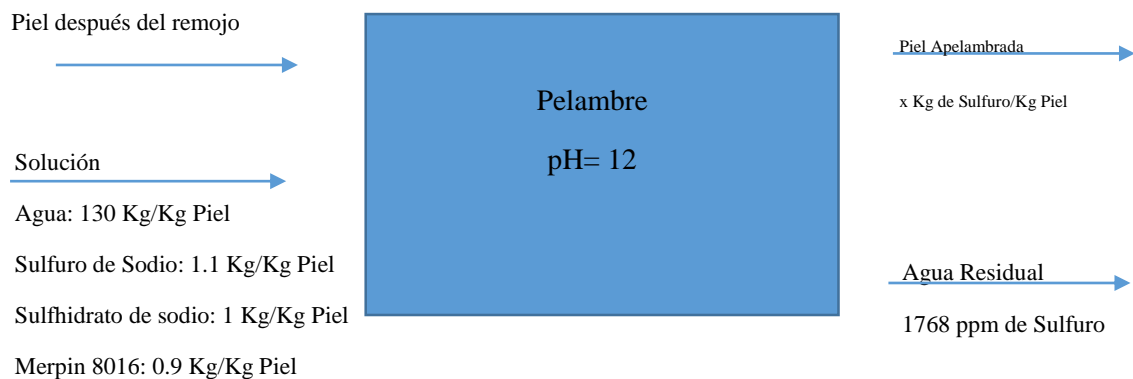
Soler, J., *Diseño de procesos de curtición.*, 2ª ed., Igualada, España., Edit. Escuela Superior de Tenería., 2004., Pp. 177-183.

Saldarriaga, L. Características de la epidermis de la piel bovina. Recuperado el 10 de Octubre del 2017 en el sitio web: <http://www4.ujaen.es>., 2016.

ANEXOS

ANEXO A. Balance de materia en el proceso de pelambre

Para evaluar el rendimiento en la etapa de pelambre, se realizó un balance de masa con respecto a los iones sulfuros adicionados al principio de la etapa y se midió el grado de impregnación que tuvo en la piel, se muestra las corrientes de alimentación y salida que tiene lugar en la etapa de pelambre.



En el bombo se da un proceso reactivo, en donde intervienen algunas reacciones químicas dado la cantidad de procesos reactivos que se dan en el seno del reactor, no se puede calcular el total de elementos que reaccionan, pero conociendo que la disociación del sulfuro de sodio e impregnación en la piel es la que dirige el proceso reactivo se utilizara para simplicidad de cálculos esta ecuación química la cual es:



Para calcular la concentración de iones sulfuro que se tiene en cuenta que se da un equilibrio químico ya que es la reacción reversible por lo que para poder calcular se evaluara la concentración inicial de sulfuro de sodio de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$Masa\ inicial\ de\ Na_2S = Masa\ iones\ S^{-2}\ en\ el\ NaHS + Masa\ NaS + Masa\ iones\ S^{-2}\ en\ el\ Merpin\ 8016$$

Para calcular el peso del reactivo se considera la formulación establecida y cuanto de cada producto fue añadido. De acuerdo con la ecuación para calcular las masas de los iones sulfuro en los productos químicos se realiza las siguientes operaciones:

$$\text{Masa Na}_2\text{S en el producto quimico} = \frac{PR * PMS}{\text{Pureza} * PM\text{Reactivo}}$$

Donde:

PP: Peso del reactivo, Kg

PMS: Peso molecular del ion sulfuro, Kg/kmol

PMReactivo: Peso molecular del reactivo, Kg/kmol.

Por efectos de cálculo se evaluó el tratamiento con 1.1% de Na₂S (T1), en la tabla anexada se muestran los resultados de los demás tratamientos, de acuerdo con la ecuación el valor obtenido será igual a:

$$\text{Masa S}^{-2} \text{ en el NAHS} = 0.17 \text{ Kg}$$

$$\text{Masa S}^{-2} \text{ en el Merpin 8016} = 0.14 \text{ Kg}$$

$$\text{Masa Na}_2\text{S} = 0.385 \text{ Kg}$$

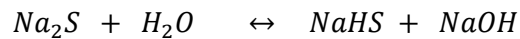
$$\text{Masa Na}_2\text{S} = 0.695 \text{ Kg}$$

Después de esto se calcula la concentración inicial de acuerdo a la siguiente formula:

$$[\text{Na}_2\text{S}] = \frac{\text{Masa Na}_2\text{S}}{PM \text{ Na}_2\text{S} * V\text{sol}}$$

$$[\text{Na}_2\text{S}] = 0.01 \frac{\text{moles}}{l}$$

Tomando en cuenta la reacción:



Se establece el equilibrio

Condición	Na ₂ S	NaHS	NaOH
Inicial	0.01	-	-
Equilibrio	X	X	X
Final	0.01-x	X	X

Tomando en cuenta esta reacción se tiene que la concentración de NaHS es igual a:

$$K_a = \frac{[NaHS][NaOH]}{[Na_2S]}$$

Donde

K_a: Constante de disociación del sulfuro de sodio

[NaHS]: Concentración de sulfhidrato de sodio en el equilibrio

[NaOH]: Concentración del hidróxido de sodio en el equilibrio

[Na₂S]: Concentración del sulfuro de sodio en el equilibrio

$$6.6 * 10^{-8} = \frac{x * x}{0.1 - x}$$

Reemplazando la ecuación se tiene que:

$$[NaHS] = 8.12 * 10^{-4} \frac{n}{l}$$

Para calcular la masa de sulfuro que reacciona se tiene:

$$m S^{2-} = \frac{\text{Concentracion de NaHS} * V\text{solucion} * PMS}{1000}$$

$$m S^{2-} = 7.91 * 10^{-4} Kg$$

Obtenida la cantidad de sulfuro que reacciona y conociendo los flujos de entrada y salida de las sustancias se establece el balance de masa de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$\{Entrada\ de\ sustancias\} + \{Generación\ de\ Productos\} = \{Acumulación\} + \{Salida\}$$

En el proceso no existe acumulación de flujos ya que todo lo que entra al proceso reactivo sale como piel apelmbrada y otra parte sale en el residuo del baño, de acuerdo con esto la cantidad de sulfuro que se ha impregnado en la piel se calcula remplazando los datos de la ecuación .

$$0.695 + 7.91 * 10^{-4} = 0.04 + Sulfuro\ Aprovechado$$

$$Sulfuro\ Aprovechado = 0.65 Kg$$

Con estos datos calculamos el rendimiento del proceso, de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$Rendimiento = \frac{Sulfuro\ Aprovechado}{Sulfuro\ Adicionado} * 100$$

$$Rendimiento = \frac{0.65}{0.695} * 100$$

$$Rendimiento = 93.52 \%$$

Tratamiento	Cantidad de sulfuro de sodio impregnado, Kg	Rendimiento, %
T1	0.65	93.52
T2	0.46	92
T3	0.54	93

ANEXO B. Balance de energía en el proceso de pelambre

Para determinar el rendimiento energético del proceso, se calculó el trabajo necesario para lograr mover el bombo y con esto comparar con la potencia actual instalada en la máquina, para lograr calcular esto se utilizó la ley de la conservación de la energía, aplicando estos conocimientos como base del cálculo se tuvo la siguiente ecuación:

$$\{Energia\ Intern\ a\ del\ sistema\} = \{Trabajo\ necesario\ para\ mover\ el\ reactor\} + \{Calor\}$$

De acuerdo con esto el balance de energía se tendrá de la siguiente forma:

$$\Delta U + \Delta Ec + \Delta Ep = Q + W$$

Donde:

ΔEc : Variación de la energía cinética

ΔEp : Variación de la energía potencial

Q: Flujo de calor del líquido

W: Trabajo necesario para girar el bombo

ΔU : Variación de la entalpía

El bombo no experimentó cambio de energía potencial ya que se mantuvo en el mismo nivel, de acuerdo con esto la ecuación 2-4 quedará de la siguiente forma:

$$\Delta Ec + \Delta U = Q + W$$

$$\frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}mv_i^2 + \Delta G = mC_p\Delta T + W$$

Ya que el sistema reactivo parte del reposo la energía cinética al inicio va a ser igual a 0, quedando el balance de energía:

$$\frac{1}{2 * 1000} (21)(0.31)^2 + \left(G^0 + RT \ln \frac{[NaHS][NaOH]}{[Na_2S]} \right) = 21 * 4178 * (303 - 291) + W$$

$$\frac{1}{2 * 1000} (21)(0.31)^2 + \left(-345.88 + 22.229 + 3816.26 + (303)(8.31144) \ln \frac{(8.12 * 10^{-4})(8.12 * 10^{-4})}{9.10 * 10^{-3}} \right) = 21 * 4.178 * (303 - 291) + W$$

$$W = -1076.86 \text{ KJ}$$

Tomando en cuenta que al sistema se le proporciono trabajo mediante un motor eléctrico, se obtienen que el trabajo es negativo lo que no se tomara en cuenta para efectos de cálculo, para calcular el trabajo a lo largo del proceso se dividió para el tiempo en el que se realizó la operación del giro del bombo se llevó por aproximadamente 40 minutos, el trabajo durante ese tiempo fue:

$$W = 0.45 \frac{\text{KJ}}{\text{s}} * \frac{1.34 \text{ Hp}}{1 \frac{\text{KJ}}{\text{s}}}$$

$$W = 0.60 \text{ Hp}$$

El bombo en el que se realizó el pelambre de las pieles bovinas tenía una capacidad instalada de 1 Hp, por lo que para calcular el rendimiento energético del proceso de curtición en el bombo donde se realizó las pruebas se tiene que:

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Capacidad Requerida}}{\text{Capacidad Instalada}} * 100$$

$$\text{Eficiencia} = 60.30\%$$

ANEXO C. Formulaciones utilizadas en el procesamiento de las pieles

REMOJO Y PELAMBRE/ Tratamiento 0 – 2.5 % Sulfuro de Sodio					
PROCESO	%	PRODUCTOS OBSERVACIONES	°C	DURACION	pH
LAVADO	200	AGUA	28		
	0.1	MERPIN 8010		60MIN	
ESCURRIR					
REMOJO	150	AGUA	28		
	0.1	MERPIN 8010			
	0.35	MERPIN 8011			
	0.2	MERPIN 8008			
	0.1	MERPIN 8000			
	0.3	MERPIN 8020		6 HORAS	9.5
RODAR		SIGUIENTE DIAAUTOMÁTICO		2 HORAS	
		ESCURRIR Y SEGUIR			
PELAMBRE	30	AGUA	28		
	1	CAL		45 MIN	
	1	SULFURO DE SODIO			
	0.5	CAL		60 MIN	
	1	SULFURO DE SODIO			
	0.5	CAL		60 MIN	
	100	AGUA	28		
	0.5	SULFURO DE SODIO			
	1.5	CAL		60 MIN	
SIGUIENTE DIA		AUTOMÁTICO		3 HORAS	
LAVADO	200	AGUA	28	30 MIN	
ESCURRIR					
LAVADO	200	AGUA			
	0.5	CAL		30 MIN	

REMOJO Y PELAMBRE/ Tratamiento 1 – 1.1 % Sulfuro de Sodio					
PROCESO	%	PRODUCTOS OBSERVACIONES	°C	DURACION	pH
LAVADO	200	AGUA	28		
	0.1	MERPIN 8010		60MIN	
ESCURRIR					
REMOJO	150	AGUA	28		
	0.1	MERPIN 8010			
	0.35	MERPIN 8011			
	0.2	MERPIN 8008			
	0.1	MERPIN 8000			
	0.3	MERPIN 8020		6 HORAS	
RODAR SIGUIENTE DIA		AUTOMÁTICO		2HORAS	
ESCURRIR Y SEGUIR					
PELAMBRE	30	AGUA	28		
	0.7	MERPIN 8016		15 MIN	
	1	CAL		45 MIN	
	1	SULFHIDRATO DE SODIO			
	0.5	CAL		R30P30R30	
	0.1	MERPIN 8010			
	0.6	SULFURO DE SODIO			
	0.5	CAL		R30P30R30	
	150	AGUA	28		
	0.2	MERPIN 8016			
	1.5	CAL			
	0.5	SULFURO DE SODIO		R30P30R30	
	0.1	MERPIN 8010			
RODAR		AUTOMÁTICO		1 HORA	
RODAR SIGUIENTE DIA		AUTOMÁTICO		3HORAS	

ESCURRIR Y LAVAR	200	AGUA	28	30 MIN	
	0.15	MERPIN 8010			
ESCURRIR Y LAVAR	200	AGUA	28		
	0.5	CAL		30 MIN	

REMOJO Y PELAMBRE/ Tratamiento 2 – 1.5 % Sulfuro de Sodio					
PROCESO	%	PRODUCTOS OBSERVACIONES	°C	DURACION	pH
LAVADO	200	AGUA	28		
	0.1	MERPIN 8010		60MIN	
ESCURRIR					
REMOJO	150	AGUA	28		
	0.1	MERPIN 8010			
	0.35	MERPIN 8011			
	0.2	MERPIN 8008			
	0.1	MERPIN 8000			
	0.3	MERPIN 8020		6 HORAS	
RODAR SIGUIENTE DIA		AUTOMÁTICO		2HORAS	
ESCURRIR Y SEGUIR					
PELAMBRE	30	AGUA	28		
	0.7	MERPIN 8016		15 MIN	
	1	CAL		45 MIN	
	1	SULFHIDRATO DE SODIO			
	0.5	CAL		R30P30R30	
	0.1	MERPIN 8010			
	0.8	SULFURO DE SODIO			
	0.5	CAL		R30P30R30	
	150	AGUA	28		
	0.2	MERPIN 8016			
	1.5	CAL			
	0.7	SULFURO DE SODIO		R30P30R30	

	0.1	MERPIN 8010			
RODAR		AUTOMÁTICO		1 HORA	
RODAR SIGUIENTE DIA		AUTOMÁTICO		3HORAS	
ESCURRIR Y LAVAR	200	AGUA	28	30 MIN	
	0.15	MERPIN 8010			
ESCURRIR Y LAVAR	200	AGUA	28		
	0.5	CAL		30 MIN	

REMOJO Y PELAMBRE/ Tratamiento 3 – 1.9 % Sulfuro de Sodio					
PROCESO	%	PRODUCTOS OBSERVACIONES	°C	DURACION	pH
LAVADO	200	AGUA	28		
	0.1	MERPIN 8010		60MIN	
ESCURRIR					
REMOJO	150	AGUA	28		
	0.1	MERPIN 8010			
	0.35	MERPIN 8011			
	0.2	MERPIN 8008			
	0.1	MERPIN 8000			
	0.3	MERPIN 8020		6 HORAS	
RODAR SIGUIENTE DIA		AUTOMÁTICO		2HORAS	
ESCURRIR Y SEGUIR					
PELAMBRE	30	AGUA	28		
	0.7	MERPIN 8016		15 MIN	
	1	CAL		45 MIN	
	1	SULFHIDRATO DE SODIO			
	0.5	CAL		R30P30R30	
	0.1	MERPIN 8010			
	1	SULFURO DE SODIO			
	0.5	CAL		R30P30R30	

	150	AGUA	28	R30P30R30	
	0.2	MERPIN 8016			
	1.5	CAL			
	0.9	SULFURO DE SODIO			
	0.1	MERPIN 8010			
RODAR		AUTOMÁTICO		1 HORA	
RODAR SIGUIENTE DIA		AUTOMÁTICO		3HORAS	
ESCURRIR Y LAVAR	200	AGUA	28	30 MIN	
	0.15	MERPIN 8010			
ESCURRIR Y LAVAR	200	AGUA	28		
	0.5	CAL		30 MIN	

DESENCALADO, RENDIDO, PIQUELADO Y CURTIDO					
PROCESO	%	PRODUCTOS OBSERVACIONES	°C	DURACION	pH
LAVADO	120	AGUA	30	30 MIN	
ESCURRIR					
	120	AGUA	30	20 MIN	
ESCURRIR					
	30	AGUA	30	30 MIN	
	0.8	CORIMERPIN 4918			
	0.4	METABISULFITO DE SODIO			
	0.7	CORIMERPIN 4918		60 MIN	
Rendido	0.2	MERPINZIN 9187		30 MIN	
ESCURRIR Y LAVAR 3 VECES					
Piquel					

	30	AGUA AMBIENTE		15 MIN	
	5	SAL			
	2.2	ACIDO FORMICO		180 MIN	3
Curtición	3	CROMO 33		60 MIN	
	3	CROMO 33		60 MIN	
	0.4	BASIFICANTE		7 HORAS	

RECURTICION TEÑIDO Y ENGRASE					
PROCESO	%	PRODUCTOS OBSERVACIONES	°C	DURACION	pH
	200	AGUA	30	20 MIN	
	0.2	ACIDO FORMICO			
	0.2	TENSOACTIVO			
ESCURRIR					
	100	AGUA		10 MIN	
	1	ANILINA NEGRA ATRAVESADO			
	3	CROMO		30 MIN	
	2	SYNTAN NN-555		30 MIN	
	2	FORMIATO DE SODIO		60 MIN	
ESCURRIR Y LAVAR					

	200	AGUA	90	60 MIN	
	3.5	SINTHOL GS-606			
	2.5	SYNTAN DF-585			
	2	RELLENANTE DE FALDA			
	2	DISPERSANTE			
	1	ANILINA NEGRA PENETRACION		60 MIN	
	3	TARA		60 MIN	
	3	CASTANO			
	0.7	ACIDO FORMICO			
ESCURRIR Y LAVAR					
	100	AGUA	90	30 MIN	
	1	ANILINA SUPERFICIAL			
	3	EG-60			
	2	SMA 678		60 MIN	
	1	CROMO		30 MIN	
	1	ACIDO FORMICO		30 MIN	

ANEXO D. Calificaciones de limpieza y turgencia del cuero proveniente del proceso de pelambre



Dyes Andina S.A.

Panamericana Norte Desvío a Pillaro EC 181 Ambato (Izamba)

INFORME DE ANÁLISIS SENSORIAL

Muestra: Cuero procedente del proceso de pelambre

Fecha: 21 de mayo del 2018

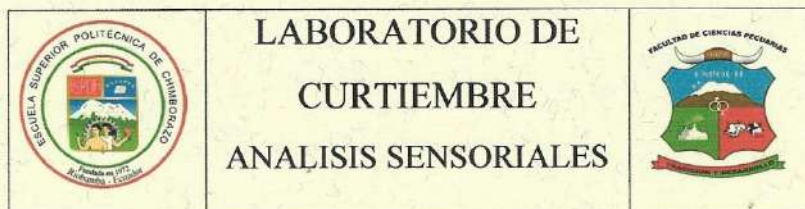
Tratamiento	Muestra	Limpieza	Turgencia	Observaciones
T0	1	2.5	2.5	Se presentan estrías en el cuello y lomo Hinchamiento no uniforme
	2	2.5	2.5	Contracción en culata Presencia de repelo
	3	2.5	2.5	
T1	1	4	3.5	Hinchamiento no uniforme No existe crispación de la flor
	2	4	3.5	
	3	4	3.5	
T2	1	3	3	Falta de hinchamiento
	2	3	3	Presencia de repelo
	3	3	3	Se presenta tracción en la muestra
T3	1	4	4	Flor limpia, libre de repelo
	2	4	4	Hinchamiento uniforme
	3	4	4	

Observaciones: La escala utilizada para las calificaciones va de 1 a 5, donde 1 se considera muy malo y 5 muy bueno.

Atentamente

Ing. Patricio Serrano
TÉCNICO CURTIDOR

ANEXO E. Calificaciones del análisis sensorial del cuero final



LABORATORIO DE CURTIEMBRE ANÁLISIS SENSORIALES

TEMA: Desarrollo de una formulación para el proceso de remojo y pelambre utilizando diferentes concentraciones de sulfuro de sodio y su incidencia en la calidad del cuero en la empresa "EL ALCE"

FECHA: 10/07/2018
COLOR: Negro

PROCEDENCIA: Ronny Robalino
AREA DE RASTREO: Producto Terminado

Nº	Detalle	Llenura	Firmeza de Flor	Blandura
1	T ₀	5	5	4
2	T ₀	5	5	3
3	T ₀	5	5	4
4	T ₁	4	3	4
5	T ₁	3	4	3
6	T ₁	4	4	4
7	T ₂	4	4	4
8	T ₂	4	4	4
9	T ₂	4	4	4
10	T ₃	5	5	5
11	T ₃	5	5	5
12	T ₃	5	5	5

OBSERVACIONES: Dando una calificación correspondiente a 5 excelente; 4 muy buena; 3 buena; 2 regular y 1 baja


Ing. Luis Hidalgo
RESPONSABLE DE CONTROL DE CALIDAD

ANEXO F. Resultados de los análisis físico mecánicos del cuero final



DATOS CLIENTE

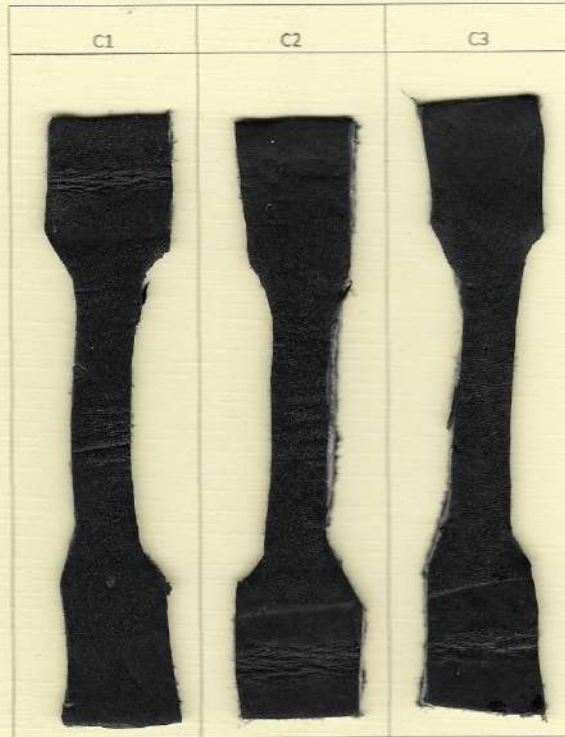
CÓDIGO: 018-049
NOMBRE: RONNY FERNANDO ROBALINO SILVA
C.I.:060521472-5
DIRECCIÓN: Baquerizo Moreno y Jerónimo Carrión
TELÉFONO:0995913657
CORREO ELECTRÓNICO: ronnyrobalino1@gmail.com
RESPONSABLE DE ENTREGA: Ing. Julio Cesar Llerena Zambrano

DATOS GENERALES

REGISTRO: 018-049
FECHA DE RECEPCIÓN: 19 de julio del 2018
FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME: 02 de agosto del 2018
DE MUESTRAS: 4
IDENTIFICACIÓN: 2.5%, 1.1% , 1.5 % y 1.9% Sulfuro de Sodio
CONDICIONES AMBIENTALES: Especificas del laboratorio

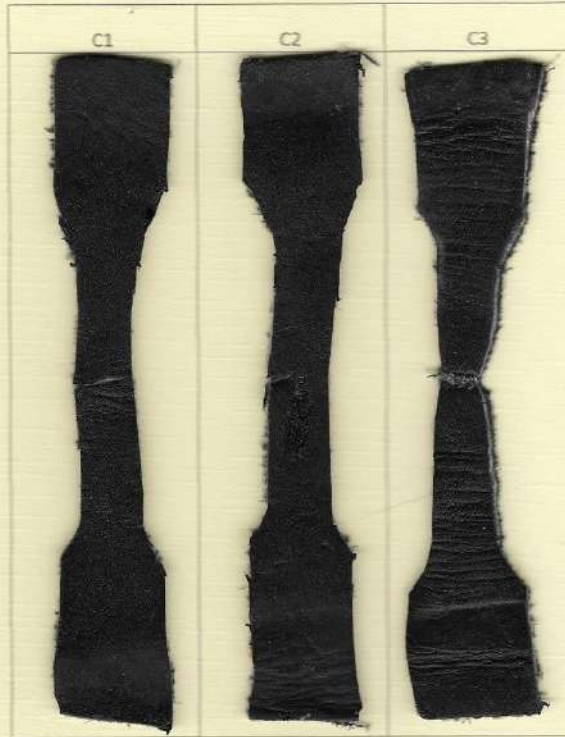
Panamericana Sur Km 1 ½ Teléfono: 593(03)2998350 EXT: 350 Dec., 152 Vice.
Mail: Laboratorio.lrtce@gmail.com





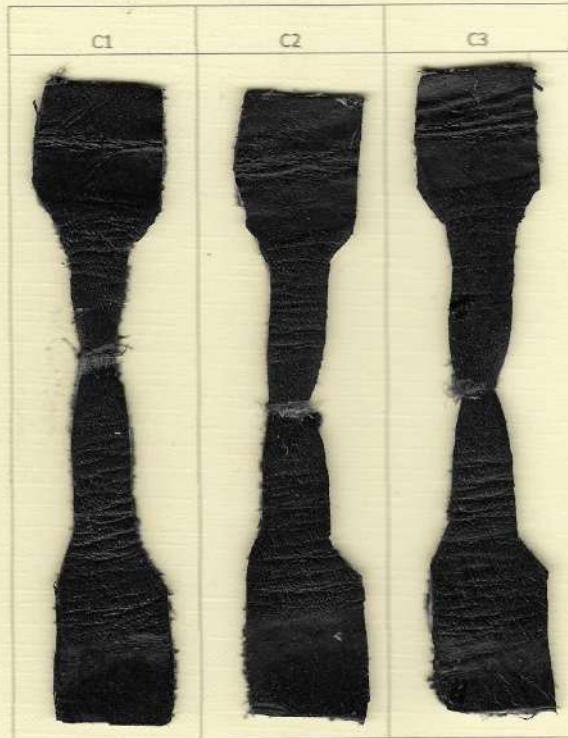
PRUEBA	UNIDAD	METODO DE ENSAYO	RESULTADO OBTENIDO	NIVEL SUGERIDO
Resistencia a la tensión (N/cm ²)	C1	IUP6	3931,02	800 a 1500
	C2		4015,28	
	C3		3871,30	
Elongación (%)	C1	IUP6	65.00	40 a 80
	C2		60.00	
	C3		67.50	





PRUEBA	UNIDAD	METODO DE ENSAYO	RESULTADO OBTENIDO	NIVEL SUGERIDO
Resistencia a la tensión (N/cm ²)	C1	IUP6	3379,37	800 a 1500
	C2		3383,33	
	C3		3297,62	
Elongación (%)	C1	IUP6	87.50	40 a 80
	C2		77.50	
	C3		80.00	





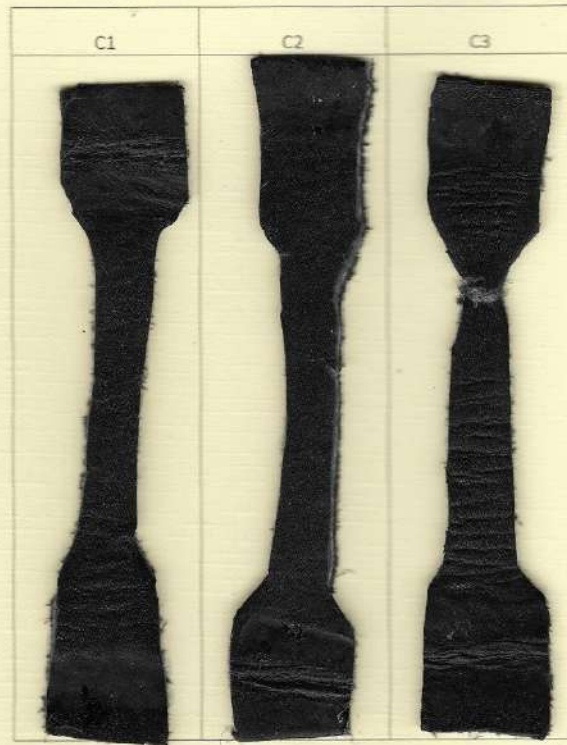
PRUEBA	UNIDAD	METODO DE ENSAYO	RESULTADO OBTENIDO	NIVEL SUGERIDO
Resistencia a la tensión (N/cm ²)	C1	IUP6	3013,16	800 a 1500
	C2		2372,81	
	C3		4240,00	
Elongación (%)	C1	IUP6	67.50	40 a 80
	C2		70.00	
	C3		65.00	





LABORATORIO DE PRUEBAS FÍSICAS

MUESTRAS DE CUEROS APELAMBRADOS CON 1.9% DE SULFURO DE SODIO

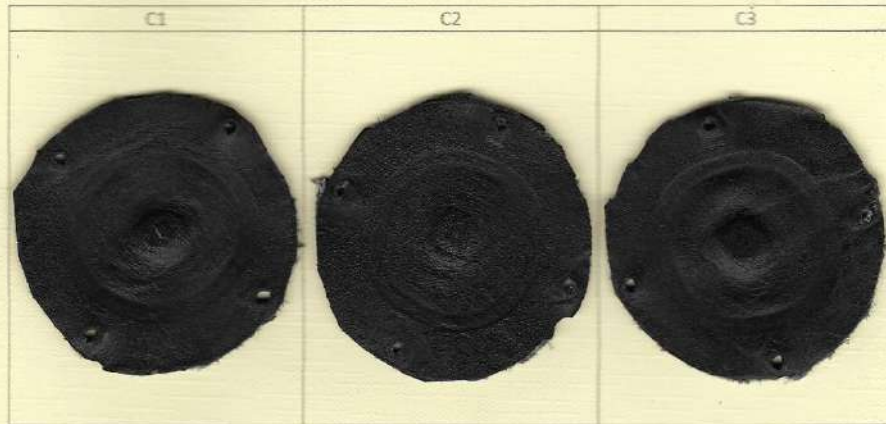


PRUEBA	UNIDAD	METODO DE ENSAYO	RESULTADO OBTENIDO	NIVEL SUGERIDO
Resistencia a la tensión (N/cm ²)	C1	IUP6	3389,17	800 a 1500
	C2		2842,08	
	C3		2695,00	
Elongación (%)	C1	IUP6	67.50	40 a 80
	C2		75.00	
	C3		70.00	

Panamericana Sur Km 1 ½ Teléfono: 593(03)2998350 EXT: 350 Dec., 152 Vice.
Mail: Laboratorio.lrtce@gmail.com



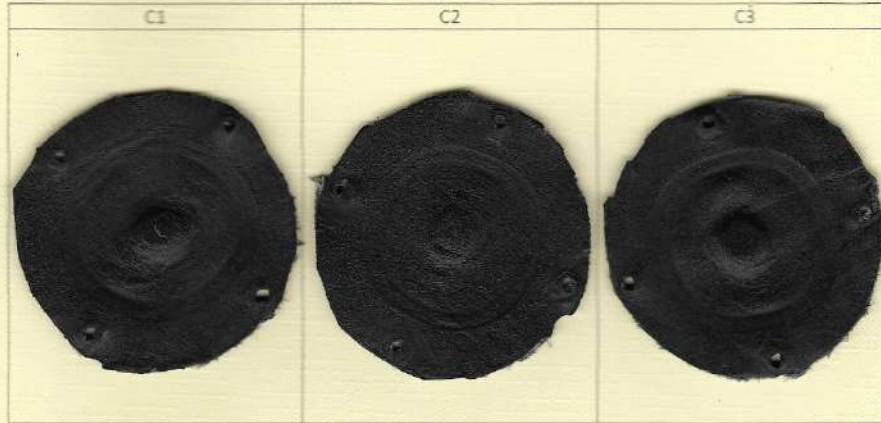
MUESTRAS DE CUEROS APELAMBRADOS CON 2.5% DE SULFURO DE SODIO



PRUEBA	UNIDAD	METODO DE ENSAYO	RESULTADO OBTENIDO	NIVEL SUGERIDO
Lastometría	C1	IUP9	8.56	Mínimo 7 mm
	C2		8.44	
	C3		8.31	



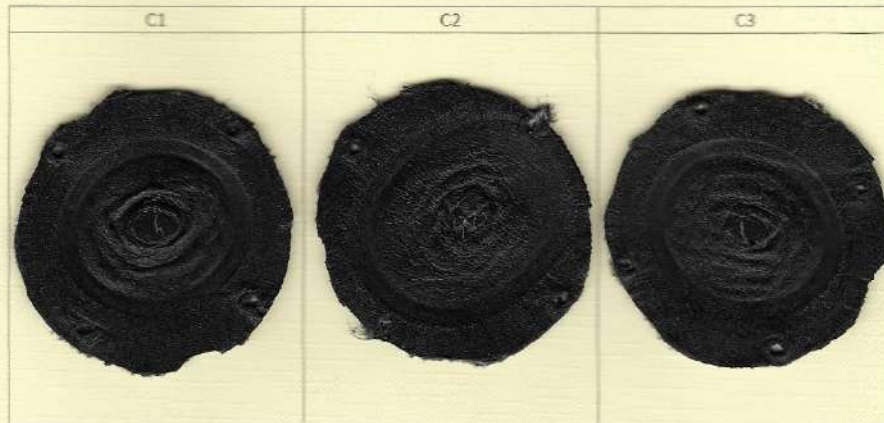
MUESTRAS DE CUEROS APELAMBRADOS CON 2.5% DE SULFURO DE SODIO



PRUEBA	UNIDAD	METODO DE ENSAYO	RESULTADO OBTENIDO	NIVEL SUGERIDO
Lastometría	C1	IUP9	8.56	Mínimo 7 mm
	C2		8.44	
	C3		8.31	

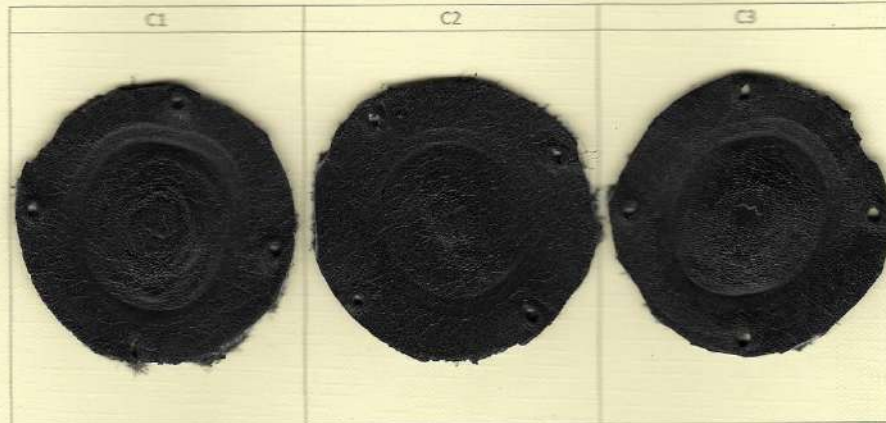


MUESTRAS DE CUEROS APELAMBRADOS CON 1.5% DE SULFURO DE SODIO



PRUEBA	UNIDAD	METODO DE ENSAYO	RESULTADO OBTENIDO	NIVEL SUGERIDO
Lastometría	C1	IUP9	9.15	Mínimo 7 mm
	C2		8.31	
	C3		8.44	





PRUEBA	UNIDAD	METODO DE ENSAYO	RESULTADO OBTENIDO	NIVEL SUGERIDO
Lastometría	C1	IUP9	8.44	Mínimo 7 mm
	C2		9.15	
	C3		9.15	



OBSERVACIONES:

- Muestreo realizado de acuerdo con la norma IUP 6.
- El equipo utilizado para este ensayo de Resistencia a la Tensión del Cuero es un dinamómetro.
- Los resultados de las pruebas en el Laboratorio de Curtiembre son obtenidos de las muestras proporcionadas por nuestro cliente.

FECHA DE ENTREGA: 02 de agosto de 2018.

ENTREGO CONFORME

AUTORIZA

ING. JULIO CESAR LLERENA ZAMBRANO

DR. LUIS HIDALGO ALMEIDA

RECIBI CONFORME



ANEXO G. Informe de análisis de agua residual de T1, T2 Y T3



Contáctanos: 0998580374 - 032924322
Av. 11 de Noviembre y Milton Reyes Riobamba – Ecuador

INFORME DE ANÁLISIS DE AGUAS

Fecha: 8 de mayo del 2018

Análisis solicitado por: Sr. Ronny Robalino

Tipo de muestras: Agua residual de curtiembre, proceso de pelambre

Localidad: Ambato

Análisis Químico

Tratamiento 1

Determinaciones	Unidades	Valores referenciales	Resultados
Sulfuros	mg/L	1	1 768.0
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	500	80 400.0
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	250	17 700.0

*Métodos Normalizados. APHA, AWWA, WPCF 17 ed.

Observaciones:

Afentamente

Dra. Gina Álvarez R.
RESP. LABORATORIO



Nota: El presente informe afecta solo a la muestra analizada.



Contáctanos: 0998580374 - 032924322
Av. 11 de Noviembre y Milton Reyes Riobamba – Ecuador

INFORME DE ANÁLISIS DE AGUAS

Fecha: 8 de mayo del 2018

Análisis solicitado por: Sr. Ronny Robalino

Tipo de muestras: Agua residual de curtiembre, proceso de pelambre

Localidad: Ambato

Análisis Químico

Tratamiento 2

Determinaciones	Unidades	Valores referenciales	Resultados
Sulfuros	mg/L	1	2 496.0
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	500	110 450.0
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	250	23 940.0

*Métodos Normalizados. APHA, AWWA, WPCF 17 ed.

Observaciones:

Atentamente.

Dra. Gina Álvarez R.
RESP. LABORATORIO



Nota: El presente informe afecta solo a la muestra analizada.



Contáctanos: 0998580374 - 032924322
Av. 11 de Noviembre y Milton Reyes Riobamba – Ecuador

INFORME DE ANÁLISIS DE AGUAS

Fecha: 22 de mayo del 2018

Análisis solicitado por: Sr. Ronny Robalino

Tipo de muestras: Agua residual de curtiembre, proceso de pelambre

Localidad: Ambato

Análisis Químico

Tratamiento 3

Determinaciones	Unidades	Valores referenciales	Resultados
Sulfuros	mg/L	1	3 376.0
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	500	35 680.0
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	250	11 840.0

*Métodos Normalizados. APHA, AWWA, WPCF 17 ed.

Observaciones:

Atentamente.

Dra. Gina Álvarez R.
RESP. LABORATORIO



Nota: El presente informe afecta solo a la muestra analizada.

ANEXO H. Detalle de los procedimientos experimentales



FOTOGRAFÍA 1H. Piel bovina salada utilizada en el proceso



FOTOGRAFÍA 2H. Bombos de experimentación



FOTOGRAFÍA 3H. Proceso de pelambre



FOTOGRAFÍA 4H. Cuero resultante del proceso de pelambre



FOTOGRAFÍA 5H. Cuero curtido



FOTOGRAFÍA 6H. Raspado – Calibre del cuero curtido



FOTOGRAFÍA 7H. Estacado del cuero



FOTOGRAFÍA 8H. Proceso de prensado



FOTOGRAFÍA 9H Dinanómetro



FOTOGRAFÍA 10H. Lastómetro



FOTOGRAFÍA 11H. Cuero terminado