



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIAS

“INFLUENCIA DEL USO DE ÁCIDO ORGÁNICO (ACOMPLEJANTE) EN EL BAÑO DE CURTIDO SOBRE LA CALIDAD FINAL DEL CUERO”

TRABAJO DE TITULACIÓN

TIPO: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO EN INDUSTRIAS PECUARIAS

AUTOR: JONATHAN ALONSO PÉREZ CANDO

DIRECTOR: ING: LUIS EDUARDO HIDALGO ALMEIDA. PhD

Riobamba – Ecuador

2019

DERECHOS DE AUTOR

©2019, Jonathan Alonso Pérez Cando

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 PECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIAS

El Tribunal de Trabajo de Titulación certifica que: el trabajo de investigación: Tipo proyecto de investigación “INFLUENCIA DEL USO DE ÁCIDO ORGÁNICO (ACOMPLEJANTE) EN EL BAÑO DE CURTIDO SOBRE LA CALIDAD FINAL DEL CUERO”, de responsabilidad del señor egresado Jonathan Alonso Pérez Cando, ha sido minuciosamente revisado quedando autorizada su presentación.

FIRMA

FECHA

BQF: Sandra Elizabeth López Sampedro.
PRESIDENTA DEL TRIBUNAL

ING. Luis Eduardo Hidalgo Almeida. PhD.
DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Bqf. MSc. Cristina Nataly Villegas Freire.
ASESORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

RESPONSABILIDAD COMPARTIR LOS DERECHOS

Yo, JONATHAN ALONSO PÉREZ CANDO, soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en este Trabajo de Titulación y el patrimonio intelectual del Trabajo de Titulación pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Jonathan Alonso Pérez Cando

DEDICATORIA

Este trabajo de titulación lo dedico primero a Dios, por ser el pilar fundamental en mi vida.

A mi madre Sra. Rosa Teresa Cando Silva por haberme guiado he inculcado que el estudio y la disciplina son las herramientas que me permitirán alcanzar las metas que me proponga.

A mi esposa Rosa Elizabeth Chimbolema Guzmán, a mi hijo Jhonatan Alessandro Pérez Chimbolema, por ser quienes me inspiran a lograr todos mis propósitos.

A mis hermanos Jimmy, Daniel y Marco; más que hermanos son mis verdaderos amigos; a toda mi familia quienes son lo más valioso y maravilloso que dios me ha dado ya que con su apoyo y consejos permitieron que siga adelante sin decaer.

Jonathan Alonso Pérez Cando

AGRADECIMIENTO

Esta tesis se la dedico primeramente a Dios, quien me ha dado la fortaleza para encarar las dificultades y no desfallecer en logro de ésta meta.

Mis más sinceros agradecimientos a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en especial a la Facultad de Ciencias Pecuarias y por su intermedio a la Escuela de Ingeniería en industrias Pecuarias por permitirme ser parte de esta prestigiosa institución.

También a mi director de trabajo de titulación el Ing. MSc. Luis Eduardo Hidalgo Almeida PhD, por su ayuda en el asesoramiento y la culminación de mi trabajo de titulación.

Principalmente a mi madre y hermanos quienes fueron el motor y la guía que me impulso a seguir adelante, ya que con sus palabras de aliento y motivación me impulsaron a culminar mis estudios ya que sin su apoyo esta meta no hubiese sido posible.

Jonathan Alonso Pérez Cando

TABLA DE CONTENIDO

	Páginas
PORTADA.....	i
DERECHO DE COPYRIGHT	ii
HOJA DE CERTIFICACIÓN	iii
PÁGINA DE RESPONSABILIDAD COMPARTIR DERECHOS.....	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO	vi
TABLA DE CONTENIDO.....	vii
INDICE DE TABLAS.....	x
INDICE DE FIGURAS.....	xi
INDICE DE GRAFICOS.....	xii
ANEXOS.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
SUMMARY	xv
INTRODUCCION	xvi
CAPITULO I	
1. MARCO TEORICO REFERENCIAL	18
1.1. Estudio y calidad de la piel.....	18
1.2. Pieles ovinas	20
<i>1.2.1. Características de las pieles ovinas.....</i>	<i>20</i>
<i>1.2.2. Composición de la piel ovina</i>	<i>21</i>
<i>1.2.3. Cadena productiva de la piel ovina.....</i>	<i>21</i>
1.3. Buenas practicas ganaderas para el cuidado de la piel.....	22
1.4. Conservación de las pieles ovinas	23
1.4.1. Conservación por salado.....	24
1.5. Procesos de rivera para pieles ovinas	25
<i>1.5.1. Remojo.....</i>	<i>25</i>
<i>1.5.2. Pelambre</i>	<i>26</i>
<i>1.5.3. Calero.....</i>	<i>27</i>
<i>1.5.4. Descarnado</i>	<i>28</i>
1.6. Procesos de curtido de pieles ovinas	29

1.6.1.	<i>Desencalado</i>	29
1.6.2.	<i>Rendido</i>	30
1.6.3.	<i>Piquelado</i>	31
1.6.4.	<i>Desengrase</i>	32
1.7.	Curtición con productos acomplejantes	33
1.7.1.	<i>Ácidos orgánicos</i>	38
1.8.	Acabados en húmedo de los cueros ovino	39
1.8.1.	<i>Neutralizado</i>	39
1.8.2.	<i>Recurtido</i>	41
1.8.3.	<i>Tintura</i>	42
1.8.4.	<i>Engrase</i>	44

CAPITULO II

2.	MATERIALES Y MÉTODOS	46
2.1.	Localización y duración del experimento	46
2.2.	Unidades experimentales	46
2.3.	Materiales, equipos e instalaciones	47
2.3.1.	<i>Materiales</i>	47
2.3.2.	<i>Equipos</i>	47
2.3.3.	<i>Productos químicos</i>	48
2.4.	Tratamiento y diseño experimental	49
2.5.	Mediciones experimentales	50
2.5.1.	<i>Físicas</i>	50
2.5.2.	<i>Sensoriales</i>	50
2.5.3.	<i>Económicas</i>	51
2.5.4.	Análisis estadísticos y pruebas de significancia	51
2.6.	Procedimiento experimental	51
2.6.1.	<i>Remojo</i>	51
2.6.2.	<i>Pelambre y calero</i>	51
2.6.3.	<i>Desencalado y rendido</i>	52
2.6.4.	<i>Piquelado</i>	52
2.6.5.	<i>Precurtido</i>	52
2.6.6.	<i>Curtido y basificado</i>	52
2.6.7.	<i>Neutralizado y recurtido</i>	53
2.6.8.	<i>Tintura y engrase</i>	53
2.6.9.	<i>Aserrinado, ablandado y estacado</i>	53

2.7.	Metodología de evaluación	54
2.7.1.	Resistencias físicas	54
2.7.1.1.	<i>Resistencia a la tensión</i>	54
2.7.1.2.	<i>Encendido de la máquina, calibración y accionamiento</i>	56
2.7.1.3.	<i>Porcentaje de elongación</i>	56
2.7.1.4.	<i>Lastometría</i>	57
2.7.2.	Análisis sensorial	58
2.7.2.1.	<i>Tacto</i>	58
2.7.2.2.	<i>Poder de cobertura</i>	59
2.7.2.3.	<i>Llenura</i>	59
2.7.3.	Relación beneficio costo	59

CAPITULO III

3.	MARCO DE RESULTADOS, DISCUSION Y ANALISIS DE RESULTADO ...	60
3.1.	Evaluación de las resistencias físicas del cuero ovino	60
3.1.1.	<i>Resistencia a la tensión</i>	60
3.1.2.	<i>Porcentaje de elongación</i>	64
3.1.3.	<i>Lastometría</i>	66
3.2.	Evaluación de las características sensoriales del cuero ovino	68
3.1.1.	<i>Llenura</i>	68
3.1.2.	<i>Tacto</i>	72
3.1.3.	<i>Poder de cobertura</i>	74
3.3.	Correlación entre variables	76
3.4.	Costos de la investigación	78
4.	CONCLUSIONES	80
5.	RECOMENDACIONES	81

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS

INDICE DE TABLAS

Tabla 1-1:	Principales componentes de una piel desollada.....	26
Tabla 2-1:	Parametros del cromo en combinación con agentes acomplejantes	35
Tabla 3-1:	Cantidad de sustancia dermica en cuero obtenido en los diferentes procesos ensayados	37
Tabla 4-1:	Correlaciones de los principales insumos quimicos utilizados y parametros de calidad del cuero	38
Tabla 5-2:	Condiciones metereologicas del canton Riobamba	46
Tabla 6-2:	Esquema del experimento	50
Tabla 7-2:	Esquema del analisis de varianza	50
Tabla 8-3:	Evaluacion de las resistencias fisicas del cuero ovino aplicando en el baño de curtido diferentes niveles de acido organico (acomplejante).....	61
Tabla 9-3:	Evaluacionde las características sensoriales del cuero ovino aplicando diferentes niveles de ácido orgánico (acomplejante) en el baño de curtido	69
Tabla 10-3:	Analisis de correlacion entre variables.....	77
Tabla 11-3:	Costos de la investigación	79

INDICE DE FIGURAS

Figura 1-1: Histologia de la piel	20
Figura 2-1: Principales componentes de la cadena de produccion de pieles	22
Figura 3-3: Dimensiones dadas a las probetas	55

INDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1-3:	Resistencia a la tension del cuero ovino aplicando en el baño de curtido diferentes niveles de acido organico (acomplejante).....	62
Gráfico 2-3:	Regresion de la resistencia a la tension del cuero ovino aplicando en el baño de curtido diferentes niveles de ácido orgánico (acomplejante)	63
Gráfico 3-3:	Porcentaje de elongacion del cuero ovino aplicando en el baño de curtido diferentes niveles de ácido orgánico (acomplejante).....	64
Gráfico 4-3:	Regresion del porcentaje de elongacion del cuero ovino aplicando en el baño de curtido diferentes niveles de ácido orgánico (acomplejante)	66
Gráfico 5-3:	Lastometria del cuero ovino aplicando en el baño de curtido diferentes niveles de ácido orgánico (acomplejante).....	67
Gráfico 6-3:	Llenura del cuero ovino aplicando en el baño de curtido diferentes niveles de ácido orgánico (acomplejante)	70
Gráfico 7-3:	Regresion de la llenura del cuero ovino aplicando en el baño de curtido diferentes niveles de ácido orgánico (acomplejante).....	71
Gráfico 8-3:	Tacto del cuero ovino aplicando en el baño de curtido diferentes niveles de ácido orgánico (acomplejante)	72
Gráfico 9-3:	Regresion del tacto del cuero ovino aplicando en el baño de curtido diferentes niveles de ácido orgánico (acomplejante)	74
Gráfico 10-3:	Poder de cobertura del cuero ovino aplicando en el baño de curtido diferentes niveles de ácido orgánico (acomplejante)	75
Gráfico 11-3:	Regresion del poder de cobertura del cuero ovino aplicando en el baño de curtido diferentes niveles de ácido orgánico (acomplejante)	6

INDICE DE ANEXOS

- ANEXO A.** Resistencia a la tensión del cuero ovino para vestimenta utilizando 0; 1,5; 1,75 y 2% de ácido orgánico (acomplejante).
- ANEXO B.** Porcentaje de elongación del cuero ovino para vestimenta utilizando 0; 1, 5; 1,75 y 2% de ácido orgánico (acomplejante).
- ANEXO C.** Lastimetría del cuero ovino para vestimenta utilizando 0; 1,5; 1,75 y 2% de ácido orgánico (acomplejante).
- ANEXO D.** Llenura del cuero ovino para vestimenta utilizando 0; 1,5; 1,75 y 2% de ácido orgánico (acomplejante).
- ANEXO C.** Tacto del cuero ovino para vestimenta utilizando 0; 1,5; 1,75 y 2% de ácido orgánico (acomplejante).
- ANEXO D.** Poder de cobertura del cuero ovino para vestimenta utilizando 0; 1,5; 1,75 y 2% de ácido orgánico (acomplejante).
- ANEXO E.** Receta del proceso de ribera de cuero ovino para vestimenta utilizando 0; 1,5; 1,75 y 2% de ácido orgánico (acomplejante).
- ANEXO F.** Receta para el proceso de desencalado, rendido y purgado, piquelado I, y desengrase para vestimenta utilizando 0; 1,5; 1,75 y 2% de ácido orgánico (acomplejante).
- ANEXO G.** Receta para el piquelado II, curtido y basificado de cuero ovino para vestimenta utilizando 0; 1,5; 1,75 y 2% de ácido orgánico (acomplejante).
- ANEXO H.** Receta para acabados en húmedo de cuero ovino para vestimenta utilizando 0; 1,5; 1,75 y 2% de ácido orgánico (acomplejante).
- ANEXO I.** Receta para acabados en seco de cuero ovino para la obtención de cuero para vestimenta utilizando 0; 1,5; 1,75 y 2% de ácido orgánico (acomplejante).
- ANEXO J.** Proceso de ribera del cuero ovino para la obtención de cuero para vestimenta utilizando 0; 1,5; 1,75 y 2% de ácido orgánico (acomplejante).
- ANEXO K.** Proceso de curtido de cuero ovino para la obtención de cuero para vestimenta utilizando 0; 1,5; 1,75 y 2% de ácido orgánico (acomplejante).
- ANEXO L.** Acabados en húmedo de cuero ovino para la obtención de cuero para vestimenta utilizando 0; 1,5; 1,75 y 2% de ácido orgánico (acomplejante).

RESUMEN

En el laboratorio de Curtiembre de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, se planteó evaluar la influencia del ácido orgánico en el baño de curtido sobre la calidad final del cuero, las unidades experimentales fueron 24 pieles ovinas, y se las modeló en un Diseño Completamente al Azar Simple, la metodología aplicada fue basada en las pruebas de laboratorio de las resistencias físicas en los equipos y la calificación sensorial por un juez calificado. Los estadísticos utilizados fueron el análisis de varianza, comparación de medias por Duncan, regresión y correlación múltiple. Los resultados indican que la utilización de 2% de producto acomplejante permite elevar las resistencias físicas del cuero ovino específicamente en lo que respecta a tensión (1257 N/cm²), porcentaje de elongación (70,83%), y lastimetría (11,26 mm), logrando mantener la calidad de cuero sugerida por las normas IUP 6 y IUP 9 (2002) del cuero. La evaluación sensorial determinó los resultados más altos al adicionar 2% de producto acomplejante debido a que existió un incremento en la calificación de llenura (4,83 puntos), tacto (4,67 puntos) y poder de cobertura (4,67 puntos). Concluyendo que la mayor rentabilidad se presentó en el lote de cueros del tratamiento T3 (2%), obteniendo una relación beneficio costo de 1,22 es decir que por cada dólar invertido se espera una ganancia de 22 centavos es decir una utilidad del 22%, que resulta sumamente alentadora sobre todo en la situación actual del país que se requiere de alternativas. Por lo que se recomienda a las tenerías utilizar 2% de producto acomplejante para mejorar la calidad física y sensorial del cuero de gano ovino.

PALABRAS CLAVES

<PIEL OVINA>, <CUERO>, <OVINOS (*Ovis Aries*)>, <ÁCIDO ORGÁNICO>, <PRODUCTO ACOMPLEJANTE>, <RESISTENCIAS FÍSICAS - TENSIÓN>, <PODER DE COBERTURA>, <CALIFICACIONES SENSORIALES>, <LABORATORIO DE CAMPO>, <FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS>, <RIOBAMBA (CANTON)>, <CHIMBORAZO (PROVINCIA)>.

SUMMARY

In the Tannery laboratory of the Faculty of Livestock Sciences of the Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, it was planned to evaluate the influence of organic acid in the tanning bath on the final quality of the leather, the experimental units were 24 sheepskins, and they were modeled in a Completely Simple Random Design, the applied methodology was based on laboratory tests of physical resistances in equipment and sensory qualification by a qualified judge. The statistics used were the analysis of variance, comparison of means by Duncan, regression and multiple correlation. The results indicate that the use of 2% of complexing product allows to raise the physical resistances of the sheep leather specifically with regard to tension (1257 N / cm²), elongation percentage (70.83%), and lastometry (11.26 mm), maintaining the leather quality suggested by IUP 6 and IUP 9 (2009) leather standards. The sensory evaluation determined the highest results when adding 2% of the complexing product due to an increase in the rating of fullness (4.83 points), touch (4.67 points). Concluding that the highest profitability was presented in the leather lot of the T3 treatment (2%), obtaining a cost benefit ratio of 1.22%, that is to say that for every dollar invested a profit of 22 cents is expected, that is to say, a 22% profit, which is extremely encouraging especially in the current situation of the country that requires alternatives. Therefore, it is recommended that tanneries use 2% of complexing products to improve the physical and sensory quality of sheep leather.

KEY WORDS: <SHEEPSKIN>, <LEATHER>, <SHEEP (Ovis Aries)>, <ORGANIC ACID>, <COMPLEXING PRODUCT>, <PHYSICAL RESISTANCE - TENSION>, <POWER OF COVERAGE>, <SENSORY RATINGS>, <FIELD LABORATORY>, <FACULTY OF LIVESTOCK SCIENCES>, <RIOBAMBA (CANTON)>, <CHIMBORAZO (PROVINCE)>

INTRODUCCIÓN

Es conocido que la industria de curtiembre produce grandes cantidades de lodos residuales que contienen cromo III, que ocasiona serios impactos al medio ambiente. Las sales de cromo son los químicos más usados en estos procesos; sin embargo, el 60% - 80% de estas sales reaccionan con la piel. Aproximadamente el 20% - 40% de cromo restante se pierde con el agua residual, (Cordero, 2016, p.121).

La utilización del cromo en la curtición de pieles es mayoritaria a la hora de producir cueros, sin embargo últimamente el consumidor final se ha visto alertado por la posibilidad de que el cromo conlleve toxicidad. Para calmar los temores de la sociedad frente a los curtidos con cromo, se han elaborado estudios en el que se evalúa el peligro real que entraña esta curtición, (Portavella, 2005, p.89).

Cuando se realiza un baño de curtido con al cromo es recomendable el uso de acomplejantes, ya que mejora la tasa de penetración y permite la basificación a peaches altos, aumentando su estabilidad frente a álcalis, tamponando la solución de complejos de cromo, evitando la lixiviación de este metal hacia los baños residuales y su efecto altamente contaminante al transformarse en cromo hexavalente. El uso de agentes acomplejante mejora el proceso de absorción, logrando reducir la concentración de cromo en el efluente final; de esta forma el gasto por tratamiento de este efluente de curtido se reduce y la contaminación es menor a tal punto que los organismos de gestión ambiental considerarían a este tipo de actividad amigable con el medio es mejorar la calidad de cuero más bien se refuerzan sus resistencias físicas y sobre todo la belleza visual se pondría más de manifiesto. (Thorstensen, 2002, p.123).

Los ácidos orgánicos son una variedad de ácidos que se concentran habitualmente en los frutos de numerosas plantas. Son compuestos orgánicos que poseen al menos un grupo ácido. Se distinguen el ácido cítrico, fórmico, acético, málico, tartárico, salicílico, oxálico y los grasos. Con respecto a su obtención, ya mencionamos que pueden obtenerse a partir de la oxidación suave de aldehídos y más potente de alcoholes. Otro método interesante es hidrolizando esterres, (Vargas, 2016, p.1).

El sector curtiembre es un mundo muy amplio que implica una serie de problemas que deben ser solucionados, entre los de mayor relevancia se podría nombrar el uso de productos químicos que resultan nocivos no solamente para el ser humano sino también para la flora y la fauna circundante. La curtición con cromo resulta en la actualidad la alternativa más usada en las curtiembres por los resultados que se reflejan en el cuero, sin embargo no es suficiente tener un

cuero con buenas prestaciones, si a cambio de ello se está atentando el ambiente, (Bermeo, 2006, p.152).

La importancia de desarrollar nuevas tecnologías engloba varios factores, para eliminar la reducción de la contaminación ambiental de los procesos industriales, uno de los factores más importantes es el uso de cromo ya que se ha demostrado por estudios que es muy toxico para el ambiente, por lo cual se busca reducir su uso o una técnica que permita no arrojar cantidades considerables, un proceso adecuado es el uso de agentes acomplejantes que permiten que el cromo quede atrapado y forme un compuesto estable que no se disocie en el agua, lo cual disminuye la actividad iónica del cromo y no genera contaminación, (Salmeron, 2003. , p.140).

Durante la curtición, cuando el cromo atravesó completamente la piel, el pH puede ser aumentado para modificar la reactividad de las sales de cromo, iniciándose la basificación, provocando el curtido de la piel, para ello se utiliza los productos acomplejantes que forman un compuesto estable que penetra en el interior de la piel curtiendo hasta las fibras más profundas, (Hidalgo, 2004, p.45).

Por lo expuesto anteriormente los objetivos fueron:

- Curtir pieles ovinas con diferentes niveles (1,5; 1,75 y 2%), de ácido orgánico como producto acomplejante en el baño de curtido.
- Evaluar la resistencia física del cuero ovino destinado a la confección de prendas de vestir para determinar si cumplen con las exigencias de calidad de las normas internacionales del cuero.
- Calificar las sensaciones que transmite a los sentidos los cueros ovinos curtidos con diferentes niveles de ácidos orgánicos (acomplejante).
- Determinar la relación beneficio costo de cada uno de los tratamientos.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Estudio y calidad de la piel

La piel es la estructura externa de los cuerpos de los animales. Es una sustancia heterogénea, generalmente cubierta con pelos o lana y formada por varias capas superpuestas. Esta envoltura externa ejerce una acción protectora: (Juran, 2003, p.89) pero al mismo tiempo también cumple otras funciones como:

- Regular la temperatura del cuerpo.
- Eliminar sustancias de desecho.
- Albergar órganos sensoriales que nos faciliten la percepción de las sensaciones térmicas, táctiles y sensoriales.
- Almacenar sustancias grasas.
- Proteger el cuerpo de la entrada de bacterias.

La piel responde a los cambios fisiológicos del animal, reflejándose sobre ellas muchas características importantes y específicas tales como: edad, sexo, dieta, medio ambiente y estado de salud. La transformación de la piel de un animal en cuero, lo conoce el consumidor en forma de zapatos, billeteras, cinturones, bolsos, chaquetas etc. Cada uno de estos artículos tiene una finalidad y como tal, requiere también de su propio procedimiento de fabricación. Una vez se tiene elaborado el cuero, se distribuye a los compradores que son los almacenistas o los manufactureros (fabricantes de zapatos), (Lacerca, 2003, p.121).

La piel está formada principalmente por proteínas, si se mantuviera en su estado de origen se estropearía, así que es necesario tratarla. Las primeras operaciones que recibe la piel se conocen entre los profesionales como “procesos húmedos o de ribera”; puesto que se requiere de la presencia continuada del líquido elemento. Estas operaciones son las de: Remojo, depilado, calcinado, descarnado, dividido, descolado, rendido, desgrasado y el piquelado. Esto en cuanto a las operaciones de ribera, también se realizan en húmedo las operaciones de curtido, neutralizado, recurtido, teñido y engrase, (Camerum, 2017, p.158).

La piel que llega de los almacenes de conservación, tiene generalmente tres capas bien diferenciadas, la epidermis, la dermis y la subcutánea o endodermis; en los tratamientos posteriores de obtención del cuero la mayoría de las veces se eliminan la epidermis y la capa subcutánea, quedando solamente la dermis. La dermis está constituida fundamentalmente de fibras de una proteína llamada colágeno, pero también contiene fibras elásticas, de reticulina, vasos sanguíneos, nervios, células grasas y tejido muscular. La composición porcentual de estos componentes varía gráficamente de la capa superior llamada “flor” hasta la capa inferior llamada carne, (Logistic, 2015, p.119).

Esta composición y porcentaje entre diferentes aminoácidos que forman el colágeno, varía también entre diferentes especies (una piel de oveja es muy diferente a una piel de vaca) y dentro de una misma especie, con la edad, procedencia, etc., del animal; de hecho los curtidores dicen que no hay ninguna piel que se comporte exactamente igual. La piel animal se compone de tres capas diferenciadas: la epidermis (capa exterior), el tejido conjuntivo (capa dermis) y el tejido subcutáneo, (Sarmiento, 2015, p.20).

Durante el tratamiento de la piel la dermis debe separarse de las otras. Observando al microscopio un corte transversal de una piel fresca de bovino es: fácil diferenciar sus constituyentes: los pelos; una delgada capa externa, la epidermis, y una ancha capa media, la dermis, en esta capa que constituirá la piel pueden distinguirse a simple vista las dos capas que la forman: la capa superior, es la capa papilar, atravesada, por orificios capilares y salidas de las excreciones producidas por las glándulas sebáceas y sudoríparas. Cada piel posee un dibujo granular distinto, que le confiere su atractivo particular, esto se debe a que está limitada exteriormente por una membrana que cierra sus poros y cuyas sinuosidades constituyen la grana natural o flor del cuero. Bajo la capa papilar se encuentra la capa reticular compuesta, principalmente por un gran número de filamentos cruzados responsables de la resistencia y la solidez (Libreros, 2003, p.89).

En la piel bovina encontramos que la relación entre la capa papilar y reticular es de 1 a 3,5; es decir, se trata de una, piel muy sólida. La dermis contiene un 90% de proteínas, en su mayor parte colágeno. Al preparar la piel se tiene en cuenta las propiedades de las moléculas de colágeno, que absorben fácilmente el agua y ligan las distintas sustancias del tratamiento, Es de destacar los enlaces por Puentes de Hidrógeno que mantienen el espaciado entre las vueltas. (Enciso, 2011, p.34).

La condición vinculada a la formación de enlaces de Hidrógeno exige que los enlaces N - H y los grupos C = O de cada cadena de proteína o de una cadena vecina, se ordenen de forma que resulte la formación de enlaces de Hidrógeno estables en la figura 1-1, se ilustra la histología de la piel, (Enciso, 2011, p.34).

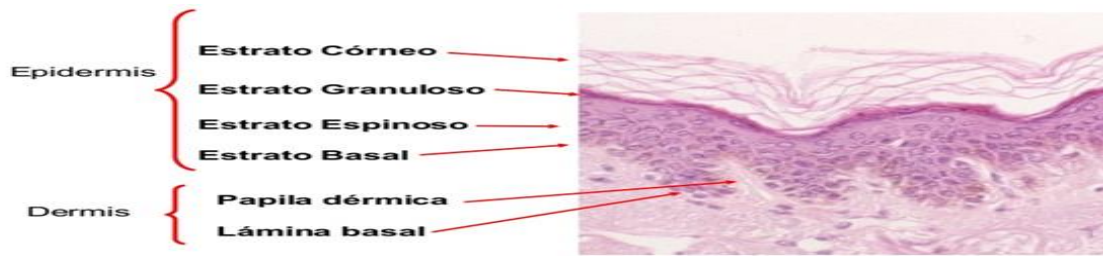


Figura 1-1: Histología de la piel.
Realizado por: Enciso, 2011.

1.2. Pieles ovinas

Existe una gran variedad de razas ovinas lo que hace que sus pieles sean tan diferentes. En general la calidad de la piel está en razón inversa del valor de la lana, en este caso se puede decir que las mejores son las provenientes de animales de lana gruesa. Los que tienen mejor lana son las ovejas merinas pero, al contrario son las que proporcionan la piel de peor calidad. A diferencia de lo que sucede con el ganado bovino, la mayoría de las razas ovinas se crían principalmente por su lana o para la obtención de carne como de lana, siendo las menos las razas exclusivamente para carne, (Hidalgo, 2004, p.80).

Las pieles ovinas de más calidad las proporcionan aquellas razas cuya lana es de escaso valor. Los animales jóvenes son los que surten a la industria de las mejores pieles, de los animales viejos solamente se obtienen cueros de regular calidad. El destino de estas pieles, cuyo volumen de faena las hace muy interesantes, es generalmente la fabricación de guantes, zapatos, bolsos, etc. Dado que la oveja está protegida fundamentalmente por la lana, la función primordial de la piel consiste en coadyuvar al crecimiento de las fibras, (Grozza, 2007, p.67).

1.2.1. Características de las pieles ovinas

Entre las características más importantes de las pieles ovinas como manifiesta (Jones, 2002, p.98). Están:

- En general se puede decir que la piel de los ovinos es fina, flexible, extensible y de un color rosado, aunque es normal la pigmentación oscura de determinadas razas.
- Una característica distinta que se encuentra en los Merinos, es que la piel forma pliegues o arrugas en el cuello, denominados corbatas o delantales, y en algunos se encuentran estas arrugas en parte o en la totalidad de la superficie corporal.

1.2.2. Composición de la piel ovina

Las pieles ovinas están constituidas principalmente según (Grozza, 2007, p.90), por:

- Los folículos: Son invaginaciones de la piel en las cuales se originan las hebras pilosas y lanosas. En el interior se encuentra la raíz de la hebra con el bulbo pilífero que rodea a la papila que lo nutre y que origina el crecimiento de las fibras de la piel.
- Las secreciones sudoríparas: Tienen forma de tubos y desembocan en un poro de la piel por medio de un conducto excretor.
- Las glándulas sebáceas: Aparecen como racimos cuyo conducto excretor se abre en la parte interior y superior del folículo, poco antes de que la fibra aparezca en la superficie de la piel.
- Las secreciones glandulares de la piel que se unen originando la grasa de la lana, también llamada suarda, que la lubrica y protege de los agentes exteriores. La fibra de lana consta a su vez, de dos partes: una interna o raíz incluida en el interior del folículo y otra externa, libre, que constituye la fibra de lana propiamente dicha.

1.2.3. Cadena productiva de la piel de ovino

Para realizar el manejo adecuado de ovinos es fundamental que la calidad sea tratada de manera sistémica, desde la cría hasta el curtido, con procedimientos que garanticen ganancias progresivas en la cadena productiva, desde el ganadero hasta el industrial. La uniformidad y calidad del producto dependen de las normas o criterios de control de la producción de los cueros. Las medidas físico-mecánicas son un instrumento valioso para garantizar la calidad de los cueros, dado que estas propiedades están relacionadas con la composición química del cuero, La cadena inicia con el sistema de explotación ganadera; es decir en las fincas, haciendas, centros de cebas, en general, (Cordero, 2016, p.178), como se indica en la figura 2-1

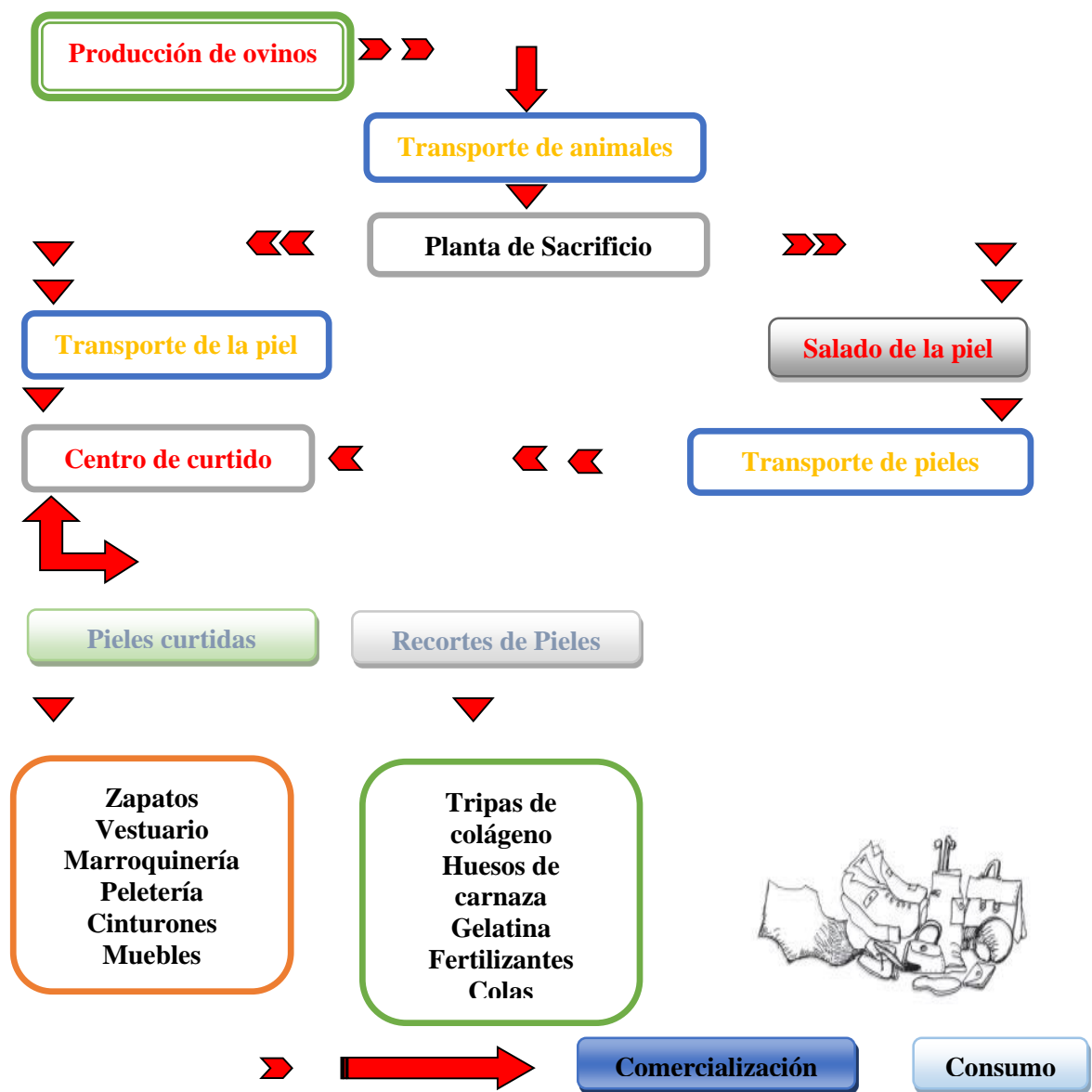


Figura 2-1: Principales componentes de la cadena de producción de pieles.
Realizado por: Pérez Jonathan, 2018.

1.3. Buenas prácticas ganaderas para el cuidado de la piel

Los ectoparásitos constituyen un factor importante de deterioro de la piel son, lo cual ocasiona un fuerte impacto económico. Para lo cual una de las soluciones previstas ante estos casos es la implementación de planes sanitarios, que de manera integral actúe con la prevención y control de estas plagas. Esto implica desde el manejo de praderas, así como el uso de productos químicos, (Camerum, 2017, p.187).

En la actualidad existen en el mercado insumos agropecuarios para el combate de los ectoparásitos, por ejemplo agentes biológicos como vacunas, químicos en diversas presentaciones y para suministro oral o parenteral. Se debe cuidar la piel del ovino durante todo el proceso

productivo, ya que pueden causar daños irreversibles que pueden afectarla, ocasionando pérdidas económicas, tomando en cuenta que estamos hablando de uno de los subproductos de mayor valor económico, (Lacerca, 2003, p.132).

Las Buenas Prácticas Ganaderas, (BPG), son recomendables para que las pieles de ovino no estén infectadas por parásitos. Estos daños luego deben ser enmascarados en el curtido a través de procesos adicionales, que además de requerir mayores insumos, pueden traer aparejado más problemas en el desecho de los residuos. La cantidad de excrementos adheridos en las pieles de los animales es resultado directo de prácticas ganaderas inadecuadas, que adicionalmente requieren mayor utilización de recursos naturales y genera volúmenes de efluentes y desechos sólidos que pasan a resultar responsabilidad de las curtiembres (Sarmiento, 2015, p.48).

Los daños en las pieles resultantes de prácticas inadecuadas de desuello en los mataderos también pueden generar problemas adicionales de desechos para las curtiembres. Se debemos tomar en cuenta que durante el sacrificio del animal, las pieles pueden ser afectadas al aplicarse cortes para favorecer la extracción de la sangre durante el sacrificio. Durante el faenado la piel se retira en su totalidad y se requiere que el personal técnico que labora en la planta, cuente con capacitación e indumentaria adecuada y destrezas que permitan conservar la calidad de la piel, de igual manera la planta debe contar con las herramientas y equipos adecuados (Jones, 2002, p.67).

El objetivo de las curtiembres en general es reducir la carga contaminante manteniendo o aumentando la calidad del cuero a través de la implementación de opciones de tecnologías de Producción Limpia. En nuestro país muchas de las curtiembres más importantes aplican algunas de estas tecnologías más limpias de última generación. Al implantar tecnologías limpias mejoraremos la eficiencia con la que se utilizan las materias primas y la energía en los procesos industriales. Para de esta manera contribuir con un granito de arena para la conservación del medio ambiente (Lacerca, 2003, p.143).

1.4. Conservación de las pieles ovinas

Las pieles de los animales que son de naturaleza proteica, en estado natural contienen alrededor de un 64% de agua. La parte orgánica está formada principalmente por queratina del pelo o lana y el tejido fibroso formado por colágeno, reticulina, elastina, el tejido conjuntivo, el tejido adiposo y los vasos sanguíneos. Para lograr una buena conservación de las pieles es necesario que éstas se contaminen el mínimo posible durante el desuello y su posterior transporte a la sección de conservación; para ello se recomienda que al sacar la piel del animal sea recogido en cestos o plataformas adecuadas para que no se ensucien con la sangre y el estiércol (Soler, 2004, p.39).

Una vez efectuada la recolección de las pieles, éstas pasan a la sección de conservación, allí se extiende sobre una plataforma con el lado carne hacia arriba para efectuar el recortado. Actualmente existe la tendencia de descamar las pieles en verde que aparte de las dificultades técnicas que ello puede representar por llevar la piel todavía el pelo, es realmente una mejora importante de la conservación de la piel en bruto, puesto que al encontrar el lado de carne limpio, el secado es más uniforme y la sal penetra más rápidamente y de forma más regular mejorando la conservación, (Bermeo, 2006, p.102).

1.4.1. Conservación por salado

La conservación por salado se utiliza en climas templados, el cuero fresco es llevado a bodegas donde se lo coloca en una estiba de sal. Los cueros se colocan en una pila. El tiempo de un salado correcto requiere de 21 días de estiba. Los cueros curados correctamente por salado se conservan hasta un año en lugares frescos. Para un correcto proceso de salado se requiere el uso de sal limpia y de buena calidad, (Schorlemmer, 2002, p. 140).

El proceso de conservación utilizando sal común en sus diversas formas cuyo componente principal es el cloruro sódico se conoce desde muy antiguo para la conservación de alimentos. La solución de salmuera que contiene la piel salada inhibe la acción autolítica de las enzimas, de la piel, probablemente por efecto salino, y, además, evita el desarrollo de las bacterias de la putrefacción (Jones, 2002, p.93).

Las pieles bien saladas, almacenadas en ambientes fríos se pueden guardar durante dos a tres años, aunque no es conveniente llegar a un período de conservación tan prolongado, (Jones, 2002, p.93), para realizar el método de salado el procedimiento a seguir fue:

- Limpieza: Al terminar el desuello la piel debe recogerse en recipientes adecuados para evitar su contacto con la sangre y la suciedad del suelo.
- Enfriamiento: Antes de proceder al salado debe enfriarse la piel, extendiéndola adecuadamente; el período de enfriamiento varía entre una hora como mínimo y 4 horas como máximo según la época del año y las condiciones del matadero. El tamaño del grano de sal a emplear para la conservación es alrededor de 2 mm, y su composición química tiene como base Cloruro de Sodio (97-98%), humedad máxima (2%), sales cálcicas magnésicas (1%), y Óxido de hierro (0.03%). Cuando se desea obtener una conservación más cuidada, se adicionara la sal: Naftalina 1% y carbonato sódico anhidro 2%. La cantidad de sal a emplear,

tanto si se usa sola, como mezclada con carbonato sódico y naftalina fue de 50% sobre peso sangre para pieles de ternera y de 40% sobre peso Sangre para pieles mayores.

- **Salado:** Las pieles extendidas se salaran cuidadosamente incluso en sus bordes y se colocarán formando pila con el lado de carne hacia arriba o bien carne contra carne, siendo este último sistema el más indicado cuando las pieles llevan adherida suciedad. Es recomendable formar las pilas sobre una superficie inclinada, las pilas han de ser regulares y de preferencia que su altura no sea superior a un metro.
- **Drenaje:** El periodo de drenaje de la salmuera no debe ser inferior a 10 días y es preferible que se prolongue hasta 15 días o más aún. Tan solo después del drenaje y penetración completa de la sal podrán hacerse los paquetes de pieles.
- **Locales:** Los locales destinados al salado y conservación de pieles no deben tener corrientes de aire ni soportar temperaturas elevadas. No conviene que la temperatura sobrepase los 18°C y que la humedad relativa sea del 75%.

1.5. Procesos de ribera para pieles ovinas

Los procesos de ribera para la curtición de las pieles ovinas según (Hidalgo, 2004, p.135), son las que se describen a continuación:

1.5.1. Remojo

El remojo es uno de los denominados trabajos de ribera, que se caracterizan por emplearse en ellos grandes cantidades de agua, de lo cual deriva su nombre. Las pieles y los cueros llegan a la tenería en distintos estados de conservación y los almacenes deben estar preparados al tipo de pieles que deben recibir. A la recepción de un lote de pieles debe controlarse el peso, la calidad de las pieles recibidas y las mermas que presentan. Si el lote se acepta, al mismo tiempo que se observan las pieles, se pueden cortar aquellas partes que no sirven para la fabricación del cuero, (Hidalgo, 2004, p.48).

En las pieles de cordero secas se pueden cortar las cabezas y las colas así como otras partes inútiles, operación que se realiza sobre un pilón con un máchele grande o bien con una sierra mecánica. El objetivo del remojo es limpiar las pieles de todas las materias extrañas y devolverlas al estado de hidratación que tenían cuando eran pieles frescas, (Thorstensen, 2002, p.40).

La complejidad de la operación de remojo depende fundamentalmente del método de conservación. Las pieles frescas no necesitan un remojo propiamente dicho, sino más bien un lavado a fondo para limpiar la piel, eliminando la sangre, linfa y excrementos. El proceso de humectación de una piel seca es tanto más difícil cuanto más gruesa es la piel y mayor fue la temperatura de secado. Los problemas de remojo de las pieles ovinas son mayores por la presencia de la elevada cantidad de grasa que contiene este tipo de pieles, (Bayer, 2007, p.56).

Tabla 1-1: Principales componentes de una piel recién desollada.

Composición	Piel vacuna			Piel ovina
	Fresca	Salada	Seca	Seca
Agua	62-65	43-46	13-16	12-14
Grasa	2-4	3-5	6-8	10-30
Sales	1-2	13-16	2-5	2-3
Proteína	32-34	35-37	73-76	57-60

Fuente: Palomas, 2005

Realizado por: Pérez Jonathan, 2018

1.5.2. Pelambre

Luego de la operación de remojo, las pieles suficientemente hidratadas, limpias, con algunas proteínas eliminadas de su estructura, pasan a las operaciones de pelado, donde fundamentalmente se pretende, por un lado eliminar del corium, la epidermis junto con el pelo o la lana, y por otro aflojar las fibras de colágeno con el fin de prepararlas apropiadamente para los procesos de curtido, (Cotance, 2004, p.34).

En general, la concentración de los productos químicos involucrados así como el tiempo y tipo de proceso fueron determinantes del tipo de curtido, y particularmente de la blandura y resistencia físico-mecánica de los artículos finales como pueden ser capellada, tapicería, marroquinería, vestimenta, (Cotance, 2004, p.34), los objetivos del pelambre son:

- Quitar o eliminar de las pieles remojadas la lana o el pelo, y la epidermis, para favorecer un hinchamiento de la piel que promueva un aflojamiento de la estructura reticular.

- Promover la acción química hidrolizante del colágeno que aumenta los puntos de reactividad en la piel, al mismo tiempo que la estructura sufre desmoronamiento en sus enlaces (trabaciones) químicos.
- Conversión en jabones y alcoholes (por saponificación de las grasas de la piel), más fácilmente solubles en agua y por ello más eliminables.
- Aumentar el espesor de la piel para poder ser descarnada y si es necesario para la definición del artículo final, también poder ser dividida.
- Extracción y eliminación de las pieles de un grupo de proteínas y otros productos interfibrilares solubles en medio alcalino o degradables por el efecto de la alcalinidad.

1.5.3. Calero

El calero consiste en poner en contacto los productos alcalinos $\text{Ca}(\text{OH})_2$, (el de mayor concentración), Na_2S , NaHS , aminas, y todos los otros productos involucrados, sales, tensoactivos, peróxidos, etc., disueltos en agua con la piel en aparatos agitadores (fulones, bombos, batanes, molinetes, mezcladores, etc.). Durante un tiempo más o menos largo, hasta conseguir la acción de los productos del calero en toda la sección de la piel y el grado de ataque (físico-químico), deseado, (Cotance, 2004, p.112).

Los efectos del calero son: Provocar un hinchamiento de las fibras y fibrillas del colágeno, así como también el ataque químico por hidrólisis de la proteína-piel aumentando los puntos de reactividad y si el efecto drástico llega a la disolución de las fibras las convierte en una semi pasta pre-gelatina, y ataque químico a las grasas, productos semejantes, raíces del pelo, etc., facilitando mediante su disolución en agua su eliminación, (Bayer, 2007, p.231).

Los factores que determinan de modo general los resultados del calero como indica (Herfeld, 2004, p.167), son:

- Cuanto mayor es el tiempo en que permanecen en contacto las soluciones alcalinas del calero con la piel, mayor fue el aflojamiento estructural alcanzado.
- Cuanta más alta es la temperatura más rápido es el efecto producido por el calero, y variaciones de 2 o 3 grados alrededor de los 20°C , producen cambios muy perceptibles en el resultado del artículo final. Temperaturas muy superiores a los 20°C , son peligrosas sin

control, sobre todo en tiempos largos (1 o más días). Cuanto mayor es la temperatura menos turgente se verán las pieles y viceversa.

- Por lo anterior la temperatura vemos que afecta tanto física como químicamente al desmoronamiento de la piel. A mayor temperatura en general corresponden pieles más blandas, algo fofas y quizás menos arrugadas, dando en general el aspecto final de un mejor cuero sino se exagera en los tiempos de este proceso.
- El objetivo es lograr con un buen efecto mecánico, favorecer la penetración en la piel y homogeneizar las concentraciones de producto entre las zonas de líquido en contacto con la piel. Si el efecto mecánico es excesivo se puede dañar la estructura de la piel por forzar a moverse fibras muy tensas, pudiendo llegar en casos extremos a la rotura de fibras y de la piel incluso (baños muy cortos y varias horas de movimiento).
- También deben cuidarse las paredes, palas, pivotes, etc., que tocan la piel ya que en este estado de hinchamiento la flor es muy sensible a los arañazos y al desgaste o erosión. Por ello se recomienda el uso de auxiliares de deslizamiento (deslizantes), y mover alternativamente los aparatos y no efectuar un efecto mecánico muy acusado. En el caso de utilizar fulón (bombo), la velocidad de rotación deberá ser baja (no más de 4 rpm). Un movimiento excesivo tiene un efecto perjudicial sobre la flor.
- Como sucede en cualquier reacción química, la velocidad de reacción aumenta con la concentración, o sea que a mayor concentración, más rápidos fueron los efectos del calero desde el punto de vista químico. A su vez al tener los baños mayor densidad, el hinchamiento osmótico fue ligeramente reprimido y los productos podrán actuar más en profundidad, al no hincharse en demasía las capas externas de la piel.
- Por este motivo, se procura empezar con baños concentrados (embadurnados, baños cortos), y diluir luego el baño cuando la piel está ya penetrada de productos. Esto asegura un hinchamiento progresivo, evitando malos efectos como: arrugas, flor gruesa, flor suelta, posibles deficiencias en las propiedades físico-mecánicas.

1.5.4. Descarnado

El principal objetivo de esta operación es la limpieza de la piel eliminando el tejido subcutáneo y adiposo. Dichos tejidos deben quitarse en las primeras etapas de fabricación, con el fin de facilitar la penetración de los productos químicos aplicados en fases posteriores y tener un espesor de lo más regular posible para la adecuada realización de las operaciones que le siguen. El estado de la

piel más adecuado para la realización del descarnado es con la piel en tripa, debido al grosor y consistencia que posee la piel en tripa, (Adzet, 2012, p.105-106).

La operación de descarnar la piel también puede efectuarse en la fase de remojo cuando se trata de pieles muy grasientas; al inicio de la operación con pieles saladas y vacías la mitad o el final si las pieles se van conservadas por secado. La operación de descarnado realizada en la fase de remojo se llama graminado. La piel para poderla descarnar tiene que tener una consistencia análoga a la de una piel en tripa, para evitar tensiones excesivas sobre la estructura fibrosa, (Thorstensen, 2002, p.169).

El descarnado de la piel puede realizarse, manualmente mediante la cuchilla de descarnar, pero es una operación lenta, pesada y que necesita una mano de obra especializada. Este es el mejor sistema de obtener una piel bien descarnada, pero en la práctica se realiza con el empleo de la máquina adecuada. Las pieles descarnadas se recortan para eliminar las tiras de carnazas y trozos inútiles tales como las mamas y otros que dificultarían la operación de dividido. Si las pieles están muy resbaladizas debido al tipo de pelambre efectuado se pueden introducir en un baño corto con algo de cal para darles un tacto más áspero y por consiguiente más manejables, (Artigas, 2007, p.48).

1.6. Procesos de curtido de pieles ovinas

1.6.1. Desencalado

El desencalado es la operación que sirve para eliminar la cal y productos alcalinos del interior del cuero, y por lo tanto la eliminación del hinchamiento alcalino de la piel apelambrada. Es conveniente en esta operación una elevación de la temperatura para reducir la resistencia que las fibras hinchadas, oponen a la tensión natural del tejido fibroso, esto hace que disminuya suficientemente la histéresis del hinchamiento. El deshinchamiento se logra por la acción conjunta de la neutralización aumento de temperatura y efecto mecánico, (Bayer, 2007, p.167).

La cal durante el apelambrado y calero se encuentra combinada con la piel de distintas formas; combinada por enlace salino con los grupos carboxílicos del colágeno, disuelta en los líquidos que ocupan los espacios interfibrilares, depositada en forma de lodos sobre las fibras y en forma de jabones cálcicos formados por saponificación, (Camerum, 2017, p.21).

Para eliminar esta cal, una parte se hace con los lavados previos al desencalado de la piel en tripa. Se elimina la cal que está depositada sobre las fibras y la disuelta en los líquidos interfibrilares. Si intentásemos hacer un lavado de 3-4 horas veríamos que el agua residual del baño de lavado

ya no contiene hidróxido cálcico. Para eliminar la cal combinada con los grupos carboxílicos del colágeno es necesario el empleo de agentes descalcificantes, (Cordero, 2016, p.121).

Estos agentes suelen ser ácidos o bien sales amónicas, Es muy conveniente usar un agente descalcificante que al combinarse con los productos alcalinos de la piel apelmbrada, de productos solubles en agua, ya que de esta manera se podrán eliminar por simple lavado, y que no contengan efecto de hinchamiento o poder liotrópico sobre el colágeno, (Juran, 2003, p.71).

Al tratar una piel remojada con un producto alcalino, tal como hidróxido sódico, los grupos hidroxilo del álcali reaccionan con los grupos amino del colágeno, neutralizándose en las cargas positivas con las negativas de los iones hidroxilo para dar agua. De esta forma los iones sodio que están dentro de los espacios interfibrilares, quedan retenidos por atracción electrostática con los grupos carboxílicos insolubles, (Grozza, 2007, p.49).

1.6.2. Rendido

El efecto principal del rendido tiene lugar sobre la estructura fibrosa de la piel pero existen una serie de defectos secundarios sobre la elastina, restos de queratina de la epidermis y grasa natural de la piel. La principal misión de esta operación es un desinchamiento de las fibras de colágeno. El colágeno rendido presenta las mismas características que el apelmbrado, lo que indica que no hay modificación en la fibra como consecuencia del rendido; la sustancia piel no experimenta desplazamiento alguno del punto isoeléctrico como resultado del tratamiento enzimático, (Lacerca, 2003, p.29).

En el rendido tiene lugar una eliminación de las proteínas no estructuradas de la piel y que constituyen la sustancia interfibrilar, aunque estas suelen ser solubles en el medio alcalino y por tanto en gran parte ya estarán eliminadas. Los restos queratinico y que en forma de raíz de pelo, células del folículo piloso, glándulas sebáceas y sudoríparas quedan todavía en la capa capilar de la piel después de apelmbrar y deben ser eliminadas antes de la curtición, ya que por debajo de pH 5 pueden precipitar y ya no podrían ser eliminadas mecánicamente obteniéndose cueros de flor poco firme, (Cotance, 2004, p.231).

Con la ayuda de las enzimas proteolíticas se degradan los restos de queratina y se pueden eliminar en la operación mecánica de limpieza de flor, quedando los cueros con flor fina. En cuanto a la acción del rendido sobre la elastina, se considera que se produce sobre la misma una modificación tal que pierde su capacidad de coloración sin quedar eliminada la piel del animal. El objetivo del rendido es conseguir la mayor relajación y conversión de la textura fibrosa de la piel en un cuerpo

péptico y la eliminación de la hinchazón alcalina con la ayuda de enzimas específicas. Las enzimas en los agentes de rendido, (Cordero, 2016, p.87).

Las enzimas son catalizadores biológicos que aceleran las reacciones sin modificarlas. Estas enzimas que actúan específicamente sobre las proteínas son las proteasas, (Frankel, 2009, p.213).

Las proteasas que se utilizan como agentes rindentes son:

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

Los agentes de rendido con proteasas tripsina (los más utilizados), desarrollan su efecto óptimo en el rango de pH ligeramente alcalino (8,0 - 8,5). Su composición: enzimas, harina de madera como sustancia portadora, sales de amonio, sales neutras como regulador y agentes descalcificadoras. Los agentes de rendido con proteasas de hongos desarrollan su mejor efecto en pH de 3,5 a 5,0, (Camerum, 2017, p.78).

Los agentes rindentes con proteasas de bacterias desarrollan su mejor efecto en pH 6,0 a 7,2. Las sustancias tampón o reguladoras en estos agentes de rendido son, entre otros los sulfitos y bisulfitos. Pueden encontrarse comercializados agentes de rendido que son una mezcla de los tres tipos de proteasas, (Fontalvo, 2009, p.201).

Los Factores influyentes en el rendido son: La temperatura: la temperatura utilizada es de 30 a 37 °C. Temperaturas más altas causan daños al material y el contenido de sal neutra: Concentraciones muy altas pueden reducir o desactivar el efecto rendido. Las variables de tiempo, efecto mecánico, cantidad y concentración del rindente, temperatura y pH permiten controlar el grado de intensidad de un rindente. Cuanto más blando sea el producto final deseado, más intenso tendrá que ser el rendido. Si el desengrase no se lleva a cabo en el baño del rendido, éste se tira y se lavan las pieles con agua fría para así interrumpir la acción de las enzimas (Frankel, 2009, p.143).

1.6.3. Piquelado

Puede considerarse como un elemento del desencalado e interrupción definitiva del efecto enzimático del rendido; además se prepara la piel para la posterior operación de curtición mineral. En las operaciones de desencalado y rendido no se elimina toda la cal que la piel absorbe en el pelambre y calero. La operación del piquelado es muy importante, en lo que respecta a la operación posterior de curtición, ya que si la piel no estuviera piquelada el pH sería elevado y las

sales del agente curtiente mineral adquirirán una elevada basicidad reaccionando rápidamente las fibras de colágeno (Frankel, 2009, p.143).

El piquelado se produce, también el ataque químico de las membranas de las células grasas, especialmente en piel muy grasienta, tipo lanar. Para este tipo de pieles es recomendable, hacer un piquel muy ácido y posteriormente desengrasar. La piel piquelada presenta un hinchamiento menor que el de la piel en tripa procedente del rendido y del desencalado, como resultado de esta deshidratación, la piel adquiere estado húmedo el tacto de una piel curtida, y después de secar no nos da un material traslucido y corneo como ocurre con la piel en tripa sin piquelar, sino un producto blanco, opaco y suave y muy parecido al que, se obtiene por curtición al alumbre, (Frankel, 2009, p.79).

El acabado el rendido y lavadas las pieles para disminuir el efecto enzimático, se prepara el baño de piquel. Este puede oscilar entre un 50 y 100% dependiendo del artículo a fabricar, la temperatura del baño debe ser la ambiente entre 18 a 22°C. Se añade a continuación la sal calculándose que debe ser aproximadamente un 10% sobre el porcentaje del baño, y se deja rodar unos 10 minutos, con el fin de que la sal se disuelva totalmente en el baño. Se controla la graduación que debe ser entre 6 y 6,7 grados Bé, (Lacerca, 2003, p.46).

Si la graduación fuese demasiado alta se procederá añadir agua al baño. Si por el contrario la graduación es demasiado baja se debe añadir sal al baño. Una vez obtenida la graduación idónea se procede añadir el ácido en varias tomas separadas por períodos comprendidos entre 5 y 50 minutos. Se deja rodar el bombo entre dos a cuatro horas a una velocidad de 6 a 10 r.p.m. Normalmente se dejan las pieles en reposos durante la noche, moviendo el bombo de posición cada cierto tiempo, (Cotance, 2004, p.39).

1.6.4. Desengrase

Como las grasas naturales, que pueden observarse en pieles de oveja y cordero, cabra, porcinas y en muchas pieles bovinas según su origen y el tipo de alimentación, pueden ya observarse en el matadero, y entorpecen el proceso de curtido, originando erupciones y formaciones de manchas. Por esos motivos, estas grasas deben ser profundamente eliminadas, y si están en bajo contenido se deben distribuir proporcionalmente en el corte de la piel. Este tipo de proceso es frecuentemente efectuado simultáneamente con tratamientos a base de emulsionantes, (Camerum, 2017, p.60).

La mayoría de las veces con adición de disolventes orgánicos de gran efecto desengrasante y modernamente con alta biodegradabilidad (por ej. es muy recomendado el uso de derivados de alcoholes grasos etoxilados). En las pieles de oveja y corderos, es muy usado el desengrase en simultáneo al proceso de piquelado. Todas las pieles sea cual sea el animal del que proceden tienen una cierta cantidad de grasa natural que, si no fuera extraída dificultaría grandemente las operaciones de curtido y posteriores. Esta grasa natural no es evidentemente la misma en todas las especies animales y aún dentro de la misma especie depende de otros factores como son su origen geográfico, alimentación o sistema de crianza. La distribución de esta grasa en la piel no es regular ni en el espesor ni en la superficie, (Cotance, 2004, p.78).

En la parte carne se encuentra el tejido adiposo subcutáneo que es eliminado normalmente por métodos mecánicos (máquina de descarnar). En la parte intermedia se encuentran las células grasa. Estas células constituyen el mayor problema de desengrase pues según que animales (cordero u ovejas), y orígenes (Nueva Zelanda), constituyen la mayor parte de sustancia que una vez eliminada conduce a pieles vacías. En la parte flor la cantidad de grasa natural no es grande y se elimina fácilmente por lavados, (Bartlett, 2018, p.1).

1.7. Curtición con productos complejantes

El curtido tiene la función de estabilizar de forma irreversible la piel e involucra las operaciones de desengrase, purgado, desengrasado, piquelado y curtido propiamente dicho. Al término de este proceso, la piel convertida en tripa es conocida como wet blue, (Cordova, 2013, p.12), y posee ciertas características tales como:

- Estabilidad frente a la degradación enzimática y aumento de la resistencia frente a productos químicos y aumento de la temperatura de encogimiento y de la estabilidad en agua caliente.
- Disminución o anulación de la capacidad de hinchamiento; aumento de las propiedades de resistencia.
- Disminución de la densidad por el aislamiento de las fibras.
- Disminución de la deformabilidad; disminución del encogimiento en volumen, superficie y grosor; aumento de la porosidad de las fibras de colágeno.

Existen agentes curtientes orgánicos como extractos vegetales, aldehídos, quinonas, parafinas sulfocloradas, resinas, curtientes inorgánicos oleosos, e inorgánicos como las sales de cromo,

zirconio, aluminio, silicio, titanio, hierro y polifosfatos. Las moléculas de los agentes curtientes deben ser capaces no solamente de combinarse con uno de los grupos funcionales de la proteína de la piel, sino por lo menos a dos de ellos que pertenezcan a distintas cadenas, ya que de acuerdo al tipo de curtiente se puede pensar en enlaces electrovalentes, covalentes, coordinados y puente de hidrógeno, por uniones bipolares, (Vargas R. , 2005, p.12,45).

Para el caso de sales de cromo, el cromo y el colágeno forman varios tipos de enlace; sin embargo, la gran estabilidad térmica proporcionada por la curtición al cromo a la estructura del colágeno es debida a la formación de enlaces de coordinación de los átomos de cromo con los grupos carboxílicos ionizados de las cadenas laterales de dos cadenas proteicas próximas. Las sales de cromo son usados como agentes curtientes, debido a que brindan al cuero una gran estabilidad hidrotérmica, además de propiedades físicas-mecánicas que lo hacen utilizable en diversos productos como calzados, artefactos, ropa, entre otros, (Bartlett, 2018, p.56).

El curtido es dirigido de tal modo que al inicio del proceso la penetración del cromo en la piel sea rápida, es decir que el cromo y la piel no reaccionen inmediatamente (baja reactividad de las sales de cromo con la fibra del colágeno); esto se logra disminuyendo el pH al inicio del proceso. Durante el proceso, cuando el cromo atravesó completamente la piel, el pH puede ser aumentado para modificar la reactividad de las sales de cromo, iniciándose la basificación, provocando el curtido de la piel, (Enciso, 2011, p.56).

En la tabla 2-1, se reporta los valores obtenidos para el parámetro en mención; donde se observa que el contenido de óxido de cromo de los ensayos realizados supera el mínimo sugerido para todos los casos.

Tabla 2-1: Parámetros del cromo en combinación con agentes acomplejantes.

Proceso	Oxido de Cromo (%)	Óxidos de cromo* Promedio (%)	Desviación Estándar
T	3,98	4,06	0.08
	4,14		
	4,06		
A I	3,64	3,66	0.04
	3,69		
A III	3,59	3,59	0.01
	3,60		
A III	3,54	3,52	0.04
	3,49		
A IV	3,61	3,60	0.01
	3,59		

Fuente: Enciso, 2011

Realizado por: Pérez Jonathan, 2018

Cuando el pH aumenta durante la curtición, un mayor número de iones OH^- penetra en el complejo y la reactividad de la proteína se incrementa y tiene lugar la reacción de curtición. Al término de la basificación, la basicidad del complejo es alta y los iones SO_4^{2-} de la sal básica de cromo son parcialmente desplazados del complejo al igual que otros iones enmascarantes presentes, a medida que la proteína aumenta su afinidad por los complejos de cromo, (Vargas, 2016, p.97). Los principales factores que regulan la curtición al cromo son:

- Características de la piel piquelada; la penetración del cromo depende del espacio interfibrilar; el empleo de complejantes permite una mayor fijación a valores de pH más altos, permitiendo que se formen más grupos $-\text{COO}^-$. La adición de sales neutras mantiene la piel deshinchada y facilita la penetración.
- El tamaño de complejos depende de la basicidad, oxalación, enmascaramiento y efectos de sales neutras; a mayor tamaño de los complejos de cromo no habrá una buena penetración.
- El cromo fijado en la piel depende de la oferta de cromo y de su basicidad; al aumentar la oferta de cromo va disminuyendo el pH, con lo que se desionizan los grupos carboxílicos y se reduce la fijación.

El incremento de la temperatura aumenta la velocidad de difusión y también la velocidad de reacción, logrando mayores agotamientos, obteniéndose un cuero más lleno y más blando. El enmascaramiento del complejo de cromo permite obtener cueros de flor más fina, más llenos, más

suaves, y con menor capacidad de reacción con los compuestos aniónicos, producto de la mejor distribución del cromo y de la mejor penetración de las grasas, (Vargas, 2016, p.69).

La investigación se realizó en el Laboratorio del Departamento de Química de la Facultad de Ciencias de la UNAM y en los laboratorios del Departamento y en la Planta Piloto de la Empresa Helianthus SAC. Para la realización de los procesos de curtido se utilizó agua potable, sal comercial, bicarbonato de sodio y, ácido fórmico grado reactivo de la marca BASF al 85%; sal de sulfato de cromo (III), cromo 33, Tanplex FLA, Tanplex SS., (Gómez, 2017, p.123). Se realizó cinco procesos de curtido:

- El proceso Tradicional (T) simula las condiciones de curtido promedio de las curtiembres en Perú; los procesos alternativos AI, AII, AIII y AIV utilizan agentes acomplejantes y basificantes para reducir la oferta de cromo (III) en el baño de curtido.
- Tanplex SS: Sales y ácidos orgánicos acomplejantes de cromo. Utilizado para procesos curtidos al cromo; hace posible su efecto durante todo el proceso de curtido garantizando una acción del complejante prolongada y efectiva. El uso del Tanplex SS favorece la distribución estratificada del cromo y mejora el agotamiento del baño.
- Tanplex FLA: Complejante de calcio libre de nitrógeno. Utilizado para la descalcificación, actuando en el desencale y parte del piquelado. Reemplaza al ácido fórmico y no interviene en el proceso de acomplejamiento.

Al evaluar el test de Tukey ($P < 0,01$), se determinó estadísticamente, que el proceso T fue significativo con respecto a los demás procesos evaluados. Asimismo, se identificó que los procesos AI, AII, AIII y AIV no fueron significativos ($P > 0,05$) entre sí. Esto se debe a que la mayor oferta de cromo en el baño influye en el contenido de cromo del cuero al evaluar el test de Tukey se determinó estadísticamente, que el Proceso T y el AIII fueron significativos con respecto a los demás procesos evaluados y entre éstos. El contenido de sustancia dérmica, no debería ser inferior al 60,00% sobre el peso seco. Como se puede observar, la tabla 3-2, el contenido de sustancia dérmica para los procesos desarrollados cumple con las recomendaciones establecidas, (Cordova, 2013, p.50).

Al evaluar el test de Tukey se determinó, estadísticamente, que el proceso AIII fue significativo con respecto a los demás procesos evaluados ($p < 0,05$). Asimismo, se identificó que los Procesos T, AI, AII y AIV no fueron significativos ($p > 0,05$) entre sí. Esto no se debe al proceso de curtido, por el contrario depende de los tratamientos preliminares a la piel, tales como el remojo y

pelambre. En las pruebas realizadas a los procesos T, AI, AII, AIII y AIV a temperatura de ebullición del agua por un periodo de 1 minuto, (Cordova, 2013, p.50).

Se puede observar que el área del cuero original no es distinta al contorno dibujado sobre el papel, por lo que la temperatura de encogimiento es mayor a la temperatura de ebullición del agua. El cuero se contrae a temperatura de ebullición del agua, cuando contiene valores de inferiores del 3,30% del contenido de óxido de cromo. El análisis de la eficiencia del uso de complejantes y basificantes de cromo. Esta eficiencia, fue en función al cromo absorbido por la piel y el disponible (Vargas, 2016, pág. 90).

Se observó que el uso de complejantes y basificantes de cromo en el proceso de curtido mejora la calidad del efluente de este proceso, con respecto al parámetro de cromo total; esto debido al agotamiento del cromo en el baño, ya que el uso de complejantes y basificantes permite mejorar el agotamiento del cromo en el baño y reducir la demanda de sales de cromo parar el proceso de curtido, (Vargas, 2016, p.90).

Tabla 3-1: Cantidad de sustancia dérmica en cuero obtenido en los diferentes procesos ensayados.

Proceso	Oxido de Cromo (%)	Óxidos de cromo* Promedio (%)	Desviación Estándar
T	77.78	77.57	2.35650
	75.71		
	80.22		
A I	73.17	72.95	0.31113
	72.73		
A III	72.76	71.96	1.12430
	71.17		
A III	83.12	83.18	0.08485
	83.24		
A IV	67.37	67.75	0.53033
	68.12		

Fuente: Vargas, 2016

Realizado por: Pérez Jonathan, 2018

Como se observa en la tabla 4-1, se indica las correlaciones entre los insumos químicos utilizados en el proceso de curtido, evaluados por el coeficientes de correlación de Pearson, existe buena correlación entre el porcentaje de cromo absorbido por la piel, los agentes acomplejantes y basificantes Tanplex FLA, SS, CRII, Neutran BMR ($p = 0,96; 0,93; 0,85; 0,64; 1,00; 0,20$). Por el contrario, el uso de estos insumos químicos no tiene correlación con la calidad del cuero medido como cantidad de materia soluble y sustancia dérmica, al realizar el análisis de la calidad del cuero dependió principalmente de la cantidad y homogeneidad del cromo fijado en el colágeno

de la piel. El cuero al estado wet blue debe tener un mínimo de 3,5% de óxido de cromo sobre el peso seco, (Vargas, 2016, p.92).

Tabla 4-1: Correlaciones de los principales insumos químicos utilizados y parámetros de calidad del cuero.

Correlaciones	Tamplex Fla	Tamplex SS	Neutran BMR	% Cr Abs	Sustancia Dérmica
Tamplex Fla	1.00	0.99	0.91	0.83	-0.27
Tamplex SS	0.99	1.00	0.91	0.87	-0.30
Tamplex CR II	0.91	0.91	1.00	0.85	-0.19
Neutran BMR	0.83	0.87	0.85	0.64	-0.36
% Cr Abs	0.96	0.93	0.85	1.00	-0.19
Materia Soluble diclorometano	0.05	-0.02	-0.19	0.20	0.88
Sustancia Dérmica	-0.27	-0.30	-0.53	-0.24	1.00

Fuente: Vargas, 2016.

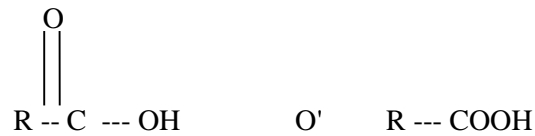
Realizado por: Pérez Jonathan, 2018

De acuerdo a las conclusiones del uso de agentes acomplejantes incrementa el porcentaje de absorción del cromo en el cuero entre 58,5 y 98,1% para los procesos evaluado. La calidad del cuero en el proceso T difiere significativamente de los procesos AI, AII, AIII y AIV; sin embargo, todos los procesos cumplen con los requisitos mínimos de calidad de cueros sugeridos. El uso de agentes acomplejantes reduce la demanda de cromo en la solución de curtido inicial de 8 a 5% de sal de cromo, logrando mantener la calidad de cuero sugerida por la norma técnica brasilera NBR 13525:2005; por lo tanto, la concentración del cromo en el agua residual final disminuye de 2000 a 100 mg/L, y el tratamiento de esta agua residual involucra un menor costo, (Cordova, 2013, p.109).

1.7.1. Ácidos orgánicos

Los ácidos orgánicos son compuestos oxigenados derivados de los hidrocarburos que se forman al sustituir en un carbono primario dos hidrógenos por un oxígeno que se une al carbono mediante un doble enlace, y el tercer hidrogeno por un grupo (OH) que se une mediante un enlace simple,

el grupo formado por esta sustitución, que como hemos dicho se sitúa siempre en un extremo de la cadena y reciben el nombre de carboxilo, (Cordero, 2016, p.34) y su fórmula es:



Los ácidos orgánicos son un grupo de sustancias generalmente no se disuelven en agua, sino en cloroformo, éter o benceno. Tienen un sabor agrio, colorean de rojo el tornasol y reaccionan con ciertos metales desprendiendo hidrógeno. Pueden ser saturados (ácidos que poseen ligadura simple entre cada par de carbonos involucrados) o no saturados (poseen doble o triple ligadura en uno o más pares de carbonos, (Logistic, 2015, p.40).

Las propiedades químicas específicas de las moléculas orgánicas obedecen en particular a unos grupos de átomos conocidos con el nombre de grupo funcional, el grupo funcional que caracteriza a los ácidos es el grupo llamado carboxilo que se encuentra siempre sobre un carbono primario (primer carbono) que está unidos a la cadena de carbonos. Los ácidos orgánicos que poseen un solo grupo funcional de este estilo se los llama ácidos monocarboxilados, (Soler, 2004, p.68).

En estado natural este tipo de ácidos se encuentran frecuentemente en los insectos (ácido metanoico o fórmico en las hormigas), formando parte de aceites y grasas (lípidos) en vegetales y animales. Los ácidos orgánicos que poseen un solo grupo funcional carboxilo se denominan ácidos monocarboxilados. Se lo nombra cambiando la última vocal o del alcano respectivo por el sufijo oico. De allí que el alcano metanol se denomina ácido metanoico, el etanol se lo llama ácido etanoico, etc. (Cordova, 2013, p.90).

1.8. Acabados en húmedo de los cueros ovinos

(Adzet, 2005, p.56), menciona que los procesos de acabado en húmedo de los cueros ovinos comprenden:

1.8.1. Neutralizado

(Adzet, 2005, p.56), señala que en este momento del proceso, se tiene un cuero curtido al cromo, estacionado rebajado y escurrido que aún está húmedo. Antes de comenzar la recurtición con curtientes orgánicos naturales o sintéticos hay que neutralizar el cuero curtido al cromo para

posibilita a los recurtientes y colorantes una penetración regular en el cuero y evitar sobrecargar la flor y con ello evitar sus consecuencias negativas (poro basto, tensión en la flor).

Al mismo tiempo la neutralización debe compensar las diferencias de pH entre pieles diferentes, tal y como ocurre cuando se recurten conjuntamente pieles procedentes de diferentes curticiones y muy especialmente cuando se transforma wet-blue de diferentes procedencias. Si se seca el cuero al cromo sin haberlo previamente neutralizado conduce a defectos en el cuero terminado o también en los productos de elaboración. Por ejemplo al ponerlo en contacto con diversos metales, durante largos períodos de tiempo y en condiciones desfavorables de humedad y temperaturas elevadas, el metal se corroe (Adzet, 2005, p.56).

Al coser cuero al cromo sin neutralizar con hilos de algodón o lino y dejarlos un tiempo largo, se pueden presentar problemas de que los hilos se deterioren. Si el cuero no está neutralizado y se pone en contacto con la piel humana, puede producirse una cierta irritación en la zona de contacto que es debida a la acidez e independiente de los problemas de alergia al cromo particulares. Esto en parte se debe a la acidez del cuero al cromo sin neutralizar y en parte a la presencia de sales, concretamente el cloruro sódico que es un producto muy agresivo. El ácido libre que puede contener el cuero perjudica a su propia fibra disminuyendo su resistencia mecánica. El cuero curtido al cromo es fuertemente catiónico, la neutralización tiene como objetivo disminuir esta cationicidad, para luego poder penetrar con los productos que se utilizan posteriormente, los cuales generalmente son aniónicos, (Artigas, 2007, p.53).

Este proceso sería más adecuado llamarle desacidulación que neutralización porque se refiere sobre eliminar los ácidos libres formados y porque muy raramente se trata el cuero hasta el punto neutro. Las normas de calidad para el cuero acabado, tanto en el caso de cueros de curtición vegetal como de cueros de curtición al cromo, establecen que el valor de pH del extracto acuoso del cuero debe ser igual o mayor que 3,5 y el valor de pH diferencial 0,7 como máximo. Cuando se obtienen éstos valores para un cuero determinado éste no posee ácidos fuertes libres y por consiguiente tendrá un buen comportamiento al almacenamiento, (Bartlett, 2018, p.127).

Según el tipo de cuero que se desea fabricar, se realiza el neutralizado de forma diferente. Para la obtención de cueros blandos se realiza un neutralizado de forma intensa por todo el corte del cuero y para curtidos más firmes sólo hasta una determinada profundidad. En algunos casos se prescinde del empleo de álcalis neutralizantes y se trata sólo con productos auxiliares sintéticos ligeramente neutralizantes, (Cotance, 2004, p.164).

El grado de neutralización varía con los distintos tipos de cuero. El cuero napa, por ejemplo, requiere generalmente una neutralización uniforme, sin zona. En cambio, es frecuente neutralizar menos intensamente el centro del rindbox que sus zonas exteriores. El tipo e intensidad de la neutralización no solo la fijación de los colorantes y recurtientes sino que también influencia extraordinariamente el tacto del cuero, en cualquier caso, se debe evitar una neutralización excesiva o violenta, porque de lo contrario se obtiene una flor suelta y áspera y un tacto vacío, puede traer problemas de descurtición y a su vez precipitación del cromo sobre la superficie del cuero, (Libreros, 2003, p.109).

Es muy común una vez que se ha terminado el neutralizado, dejar los cueros en el baño. Esto no es recomendable, pues si una partida se deja 3 horas, y otras 5 horas, por ejemplo, se tiene diferentes grados de desacidulación, lo cual es muy notorio luego en el teñido, para tener homogeneidad entre las diferentes partidas todos deben quedar el mismo tiempo en el baño, (Lacerca, 2003, p.167).

1.8.2. Recurtido

Desde hace ya muchos años predomina el criterio de unificar los trabajos de ribera de la curtiembre para todos los tipos de cuero hasta el curtido y diferenciar los diferentes tipos de artículos con el recurtido y el acabado. Esto no sólo favorece en una cierta racionalización de los procesos sino que también permite clasificar óptimamente la piel para los distintos tipos de artículos. En el recurtido está surgiendo el cuero que se quiere obtener al final del proceso, si presenta defectos es un buen momento para intentar corregirlos (flor suelta, cueros armados desparejos, etc.). El recurtido es una de las operaciones más importantes porque influiría directamente en el engrase, teñido y acabado y definirá las características finales del cuero, (Grozza, 2007, p.109).

Una vez que la piel ha sido curtida viene el período de estacionamiento, operación ésta que algunos curtidores no la realizan; luego el escurrido o prensado que se hace con prensas hidráulicas teniendo por finalidad eliminar el exceso de agua permitiendo así, un adecuado ingreso del cuero a la etapa inmediatamente posterior que es el rebajado, (Fontalvo, 2009 , p.67).

Luego del rebajado muchas veces se neutraliza ya que de esta forma se aumenta la cationicidad superficial y permite una mayor fijación del colorante en superficie. Y se continúa con el recurtido, teñido propiamente dicho, engrase y fijación todos realizados en un mismo fulón sin descarga intermedia. Esta última etapa del proceso es para el caso de cueros bovinos sin secado intermedio. Si hay secado intermedio del cuero se procede así: se recurte, neutraliza, preengrasa,

se seca y posteriormente se tiñe. Esta variante se hace por ejemplo para agamuzado y en cueros que se quiere penetración en el teñido, (Cordova, 2013, p.187).

Una vez que la piel está rebajada y neutralizada, está pronta para recurrir. Se carga un fulón y se hace una operación detrás de la otra, pero no necesariamente en un orden dado y fijo sino que presenta variantes de acuerdo al artículo a producir y los productos utilizados. El orden de las etapas indicadas para esta parte del proceso puede presentar variantes dependiendo del curtidor. Las fases de la fabricación en las que se puede emplear los productos recurtientes son varias y en parte dependerá del curtiente, (Bermeo, 2006, p.67).

Un mismo producto se puede utilizar entonces en distintos momentos de la producción: como precurtición, antes, después o durante el piquel, en algunos casos junto con el cromo como curción mixta, después del curtido al cromo, después o en lugar de la neutralización, en el teñido (en general después del colorante), y antes o después del engrase, (Hidalgo, 2004, p.98).

Algunos recurtientes incrementan la resistencia a la tracción, los que forman enlaces verdaderos con las proteínas, rompen enlaces naturales disminuyendo la resistencia. Un cuero tripa crudo si no se pudriera, sería más resistente que un cuero curtido, pero un cuero curtido y recurtido alcanza los niveles de resistencia adecuados para su uso posterior. La recurtición es el tratamiento del cuero curtido con uno o más productos químicos para completar el curtido o darle características finales al cuero que no son obtenibles con la sola curción convencional, un cuero más lleno, con mejor resistencia al agua, mayor blandura o para favorecer la igualación de tintura, (Cordero, 2016, p.156).

Por la gran cantidad de productos químicos existentes en el mercado se consigue la igualación de partidas curtidas diferentes, corrección de defectos de operaciones anteriores como pueden ser pieles que en bruto han sido mal tratadas, la piel así adquiere la firmeza, textura, tacto y comportamiento necesario para su comercialización en cada tipo de cuero, (Cotance, 2004, p.125).

1.8.3. Tintura

La naturaleza es muy abundante en colores y el hombre siempre ha estado seducido por estas impresiones tratando de reproducirlas. El arte de teñir el cuero ya era conocido en la prehistoria. Se utilizaban colorantes naturales, después palos tintóreos (lacados con sales metálicas), que en parte se utilizan hasta en la actualidad, frutos, etc. Al crearse los colorantes de síntesis, el teñido del cuero ha tenido un desarrollo importante que se ha mantenido con la introducción de los pigmentos en el acabado, (Jones, 2002, p.123).

En los últimos 50 años se observan cambios significativos, antes del porcentaje de cueros que se destinaban para calzado, aproximadamente un 50%, era negro, un 30% marrón dejándose menos del 10% para los colores de moda, dependiendo de la demanda que hubiera de blanco. Esto era similar también en los cueros destinados a tapicería o vestimenta. El teñido del cuero fue ganando mayor importancia y el mercado cambió de tal forma que en el sector calzado los colores de moda abarcan un 20% y se enfatiza mucho en los colores, (Libreros, 2003, p.145).

El teñido con anilina de buena uniformidad tuvo demanda, a veces con penetración completa, destinado a la cobertura de defectos no sólo para cueros integralmente anilina, gamuza y nobuck, sino también para cueros con acabado pigmentado evitando así la necesidad de acabados más pesados. También se exigieron propiedades de mayor solidez de los cueros teñidos, no sólo para calzado sino también para cueros tapicería o vestimenta, (Palomas, 2005, p.78).

Antes de entrar directamente en el tema que nos atañe que es el teñido creemos conveniente tratar algunos aspectos vinculados, que tratan más bien de algunas nociones generales que debemos tener presentes. Desde Isaac Newton sabemos que un haz de luz blanca que atravesase un prisma revela, al descomponerse, las diferentes irradiaciones de color del espectro luminoso. Y si vemos los objetos que nos rodean, es porque absorben o reflejan parte de la luz, (Schorlemmer, 2002, p.178).

Para que se produzca coloración, es condición necesaria una absorción selectiva en la zona espectral visible. Si por ejemplo un cuerpo absorbe la parte azul violeta de la luz blanca, se refleja el resto (verde, anaranjado rojizo); el cuerpo parece amarillo. Si se reflejan todos los rayos luminosos incidentes, el cuerpo parece blanco y si son absorbidos todos los rayos luminosos, entonces el cuerpo parece negro, la luz blanca es una mezcla de radiaciones de longitudes de onda diferentes, que se extienden desde la luz roja, que tiene la longitud de onda más larga hasta la luz violeta, que tiene la longitud de onda más corta, la luz blanca al descomponerla produce lo que llamamos un espectro continuo, que contiene el conjunto de colores que corresponde a la gama de longitudes de onda que la integran. Esta gama de radiaciones son las únicas que puede percibir el ojo humano, dando, al juntarse todas ellas, la sensación de color blanco. Una superficie aparece negra cuando absorbe todas las radiaciones; blanca cuando las refleja todas y si existe una absorción selectiva tendrá el color de las radiaciones que refleja, (Hidalgo, 2004, p.124).

El color de los cuerpos no es una propiedad intrínseca de ellos, sino que tiene una estrecha relación con la naturaleza del foco luminoso, de la longitud de onda de la luz reflejada y de la sensibilidad del observador. Los objetos pueden tener igual color aparente cuando se observan con un tipo de luz, pero al cambiar la iluminación pueden apreciarse diferencias. Para la observación de colores

y matices es aconsejable hacerlo con luz solar indirecta o con lámparas de luz artificial que reproduzcan lo más fielmente posible la luz solar. Si una superficie refleja toda la luz que cae sobre ella, el color de la misma fue blanco cuando lo ilumine la luz blanca, rojo cuando lo ilumine la luz roja y así sucesivamente, (Schorlemmer, 2002, p.90).

Una superficie que refleja únicamente la luz verde, por ejemplo, se verá verde únicamente cuando la luz que está iluminándola contiene el color verde; si no es así, se verá negra. Una superficie que absorbe toda la luz que le llega, se verá de color negro. Las diferentes características tanto estructurales como químicas de la lana y el casco, implican la necesidad de procedimientos distintos en su tintura, pero a la vez la interacción entre ellos puede provocar interferencias en las operaciones ya que se debe tener en cuenta la baja estabilidad térmica que posee el cuero, (Lultcs, 2003, p.123).

1.8.4. Engrase

En las operaciones previas al proceso de curtido del cuero como el depilado y purga se eliminan la mayor parte de los aceites naturales de la piel y cualquiera sea el tratamiento previo que se le da a la piel como el proceso de curtido, al completarse el mismo, el cuero no tiene suficientes lubricantes como para impedir que se seque el cuero curtido es entonces duro, poco flexible y poco agradable al tacto. Las pieles sin embargo, en su estado natural tienen una turgencia y flexibilidad agradable a los sentidos debido al gran contenido de agua que es alrededor del 70-80% de su peso total, (Lultcs, 2003, p.108).

Antiguamente en los cueros curtidos con sustancias vegetales se empleaban para el engrase tan solo aceites y grasas naturales del mundo animal y vegetal. Se incorporaban al cuero batanando en bombo o aplicando la grasa sobre la superficie del mismo. Esta operación se conocía como adobado. Estos aceites y grasas naturales recubrían las fibras y también le otorgaban al cuero cierto grado de impermeabilidad, pero su utilización en cantidades importantes confería colores oscuros; los cueros de colores claros sólo se lograban con pieles livianas, (Bermeo, 2006, p.123).

En general, el engrase es el último proceso en fase acuosa en la fabricación del cuero y precede al secado. Junto a los trabajos de ribera y de curtición es el proceso que sigue en importancia, influenciando las propiedades mecánicas y físicas del cuero. Si el cuero se seca después del curtido se hace duro porque las fibras se han deshidratado y se han unido entre sí, formando una sustancia compacta, (Lacerca, 2003, p.46).

A través del engrase se incorporan sustancias grasas en los espacios entre las fibras, donde son fijadas, para obtener entonces un cuero más suave y flexible, (Cordero, 2016, p.138). Algunas de las propiedades que se dan al cuero mediante el engrase son:

- Tacto, por la lubricación superficial
- Blandura por la descompactación de las fibras
- Flexibilidad porque la lubricación externa permite un menor rozamiento de las células entre sí
- Resistencia a la tracción y el desgarro
- Alargamiento
- Humectabilidad
- Permeabilidad al aire y vapor de agua
- Impermeabilidad al agua; su mayor o menor grado dependerá de la cantidad y tipo de grasa empleada.

El engrase se realiza en los mismos fulones de las operaciones anteriores. Algunas curtiembres recuperan el sebo y las grasas naturales de las carnazas para poder aprovecharlas en el engrase, luego de un proceso de sulfonación. En el engrase son muy claros dos fenómenos distintos: la penetración que se podría considerar como un fenómeno físico y la fijación en el que participan reacciones químicas, (Cotance, 2004, p.57).

La emulsión de los productos engrasantes penetra a través de los espacios interfibrilares hacia el interior del cuero y allí se rompe y se deposita sobre las fibras. Esta penetración se logra por la acción mecánica del fulón, junto con los fenómenos de tensión superficial, capilaridad y absorción. El punto isoelectrico del cuero dependerá del tipo de curtido, si el pH es menor que el punto isoelectrico se comportará como catiónico fijando los productos aniónicos y si el pH es superior lo contrario. La grasa tendrá naturaleza catiónica, aniónica o no iónica según el tratamiento que haya tenido o el tipo de emulsionante que tenga incorporado, (Cordova, 2013, p.79).

CAPITULO II

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Localización y duración del experimento

Para la evaluación de la curtición con acabado semianilina, el trabajo de campo se desarrolló en las instalaciones del Laboratorio de Curtición de Pieles de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo a una altitud de 2754 msnm, con una longitud oeste de 78° 28' 00" y una latitud sur de 01° 38'. Los análisis físicos se realizaron en el Laboratorio de Resistencias Físicas de la Carrera de Ingeniería Zootécnica de la ESPOCH. El tiempo de duración de la investigación fue de 60 días. Las condiciones meteorológicas del cantón Riobamba se describen en la tabla 5-2:

Tabla 5-2: Condiciones meteorológicas del cantón Riobamba.

CARACTERÍSTICAS	PROMEDIO
Temperatura (° C)	13,8
Humedad relativa (%)	63,2
Precipitación anual (mm/año)	465
Heliofania , horas luz	165,15

Fuente: Estación Agrometeorológica de la Facultad de Recursos Naturales, 2017
Realizado por: Pérez Jonathan, 2018

2.2. Unidades experimentales

El número de unidades experimentales que conformaron el presente trabajo experimental fue de 24 pieles ovinas de animales adultos, las mismas que fueron adquiridas en el Camal Municipal del Cantón Riobamba.

2.3. Materiales, equipos e instalaciones

2.3.1. *Materiales*

- 24 pieles ovinas.
- Cuchillos de diferentes dimensiones.
- Mandiles.
- Baldes de distintas dimensiones.
- Mascarillas.
- Botas de caucho.
- Guantes de hule.
- Tinas.
- Tijeras.
- Mesa.
- Peachimetro.
- Termómetro.
- Cronómetro.
- Felpas.

2.3.2. *Equipos*

- Bombos de remojo.
- Bombo de curtido.
- Máquina divididora.
- Máquina escurridora y descarnadora.
- Bombos de teñido.
- Máquina de estiramiento al vacío.
- Máquina ablandadora.
- Togging.
- Máquina de pulverización.
- Máquina lijadora.
- Prensa.

2.3.3. *Productos químicos*

- Cloruro de sodio.
- Formiato de sodio.
- Bisulfito de sodio.
- Ácido fórmico.
- Ácido sulfúrico.
- Ácido oxálico.
- Producto complejante
- Cromo.
- Ríndente.
- Grasa animal sulfatada.
- Lanolina.
- Grasa catiónica.
- Aserrín.
- Dispersante.
- Recurtiente de sustitución.
- Resinas acrílicas.
- Rellenante de faldas.
- Recurtiente neutralizante.
- Recurtiente acrílico.
- Productos compactos semianilina.
- Alcoholes grasos.
- Sulfato de amonio.
- Bicarbonato de sodio.
- Hidróxido de calcio.
- Sulfuro de sodio.
- Tensoactivos.
- Pigmentos orgánicos.
- Hidrolaca.
- Silicona.
- Solventes orgánicos.

2.4. Tratamiento y diseño experimental

En la presente investigación se trabajó con 4 tratamientos que constituyeron los diferentes niveles de productos acomplexante, (1,5; 1,75 y 2%), incluido el tratamiento testigo en el cual se aplicó únicamente cromo, con 6 repeticiones por tratamiento, y modelados bajo un diseño completamente al azar simple, cuyo modelo lineal aditivo fue:

Dónde

- = Valor del parámetro en determinación.
- = Efecto de la media por observación.
- = Efecto de los tratamientos (niveles de producto acomplexante).
- = Efecto del error experimental.

Para la determinación de la significancia de las variables sensoriales se utilizó la prueba de Kruskal – Wallis, cuyo modelo matemático fue:

$$H = \frac{24}{nT(nT+1)} = + \frac{\sum RT_1^2}{nRT_1} + \frac{\sum RT_2^2}{nRT_2} + \frac{\sum RT_3^2}{nRT_3} + 2(nT+1)$$

Donde:

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

nT = Número total de observaciones en cada nivel de producto compactado.

R = Rango identificado en cada grupo.

En la tabla 6-2, se describe el esquema del experimento que se utilizó en la presente investigación:

Tabla 6-2: Esquema del experimento.

Niveles de ácido orgánico (acomplejante)	Código	Repetición	TUE	Total de pieles
0 % de ácido orgánico (acomplejante)	T0	6	1	6
1,5 % de ácido orgánico (acomplejante)	T1	6	1	6
1,75 % de ácido orgánico (acomplejante)	T2	6	1	6
2 % de ácido orgánico (acomplejante)	T3	6	1	6
Total de pieles ovinas				24

Realizado por: Pérez Jonathan, 2018

En la tabla 7-2, se describe el esquema del análisis de varianza que se utilizó en la investigación:

Tabla 7-2: Esquema del Análisis de Varianza (ADEVA).

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	23
Tratamiento	3
Error	20

Realizado por: Pérez Jonathan, 2018

2.5. Mediciones experimentales

2.5.1. Físicas

- Resistencia a la tensión (N/cm²).
- Porcentaje de elongación, %.
- Abrasión de la flor en seco (ciclos).

2.5.2. Sensoriales

- Llenura, puntos.
- Tacto, puntos.
- Poder de cobertura, puntos.

2.5.3. Económicas

- Costo de producción.
- Beneficio costo.

2.5.4. Análisis estadísticos y pruebas de significancia

Las mediciones experimentales fueron modeladas bajo un diseño completamente al azar simple. Los resultados fueron sometidos a los siguientes análisis estadísticos:

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

2.6. Procedimiento experimental

2.6.1. Remojo

- Se pesó las pieles frescas y en base a este peso se trabajó realizando un baño con agua al 200% a 25 °C.
- Se disolvió los productos antisépticos, mas tensoactivos, luego se mezcló y se dejó girar el bombo durante 20 minutos, posteriormente se botó el baño, se preparó otro baño con tensoactivos, productos alcalinos, antisépticos, enzimáticos; rodó el bombo a una velocidad de 2-4 rpm, durante 3 horas y se eliminó el baño.

2.6.2. Pelambre y calero

Nuevamente se pesó las pieles y en base a este peso se preparó el trabajo para el pelambre y calero en un bombo que gire a una velocidad de 2 a 4 rpm, en un baño con el 100 % de agua a 25°C, de hidróxido de calcio respectivamente, depilar con sulfuro de sodio (Na_2S) en cantidades del 1,5%, para continuar con la recuperación del pelo, a través de un tamizado; para continuar con el proceso

del calero con el 3,5 % de cal ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), agregados en diversas porciones en un lapso de tiempo de aproximadamente 20 horas se eliminara el baño y se lavaran las pieles.

Posteriormente se realizó los procesos mecánicos de descarnado y dividido, al grosor necesario.

2.6.3. Desencalado y rendido

Se lavó las pieles con 200% de agua limpia a 30°C más el 0,2% de formiato de sodio, rodando el bombo a una velocidad de 6 a 8 rpm durante 30 minutos; posteriormente se botara el baño y se preparó otro baño con el 100% de agua a 35°C más el 1% de bisulfito de sodio (NaHSO_3) y el 1% de formiato de amonio, más el 0,2% de producto rindente y se rodó el bombo durante 90 minutos; pasado este tiempo, se realizó la prueba de fenolftaleína para lo cual se colocó 2 gotas en la piel para ver si existe o no presencia de cal, y deberá estar en un pH de 8.5. Se botara el baño y se lavara las pieles con el 200% de agua (H_2O), a temperatura ambiente durante 30 minutos y botara el baño.

2.6.4. Piquelado

Se preparó un baño con el 60% de agua, a temperatura ambiente, y se añadió el 10% de sal en grano blanca, se rodara por 10 minutos para que se disuelva la sal para luego adicionar el 0,7 de ácido fórmico y; diluido 10 veces su peso y dividido en 3 partes. Se colocó cada parte con un lapso de tiempo de 20 minutos. Pasado este tiempo, se controló el pH que deberá estar entre 4,5 a 5, se dejara reposar durante 12 horas exactas.

2.6.5. Precurtido

Pasado el período de reposo se añadió 4% de precurtiente fenólico, se rodó el bombo durante 2 horas para luego añadir los diferentes niveles de tara dividido en tres porciones y colocado cada porción con un lapso de tiempo de 60 minutos, cada parte, para luego rodar el bombo durante 2 horas, para finalizar con la adición de 1% de ácido fórmico, con la finalidad de fijar el curtiente vegetal al colágeno, luego realizar un reposo de 12 horas.

2.6.6. Curtido y basificado

Pasado el reposo se rodó el bombo durante 10 minutos se añadió el 1,5% de curtiente acomplejante a 6 pieles ovinas para el primer tratamiento, 1,75% de agente acomplejante a 6 pieles ovinas para el segundo tratamiento y 2% de agente acomplejante para el tercer tratamiento,

para las siguientes 6 pieles, además se curtió con cromo a 6 pieles ovinas que se consideran el tratamiento testigo se rodó durante 90 minutos, luego de este tiempo se adicionó el 1% de bicarbonato de sodio o cualquier otro basificante; diluido 10 veces su peso y dividido en 3 partes, se colocó cada parte con un lapso de tiempo de 1 hora para luego rodar el bombo durante 5 horas. Se perchara durante 12 horas, se escurrió el cuero y se rebajó el grosor del mismo a 0,8 mm.

2.6.7. Neutralizado y recurtido

Una vez rebajado a un grosor de 0.8 mm se pesó los cueros y se lavó con el 200 % de agua, a temperatura ambiente más el 0,2% de tensoactivo y 0.2 de ácido fórmico, se rodara el bombo estrecho pero alto a una velocidad de 14 rpm, durante 20 minutos para luego botar el baño.

Luego se agregó órgano-cromo, dándole movimiento al bombo durante 30 minutos para posteriormente botar el baño y preparar otro baño con el 80% de agua a 40°C al cual se le añadió el 1% de formiato de sodio, para realizar el neutralizado, se rodó el bombo durante 40 minutos y se añadió el 1,5% de recurtiente neutralizante para rodar el bombo durante 60 minutos, se botó el baño y se lavó los cueros con el 300% de agua a 40°C durante 60 minutos. Se botó el baño y se preparó otro con el 100% de agua a 50°C al cual se añadió el 4% de mimosa, el 3% de rellenante de faldas, el 3% de recurtiente acrílico, se rodó el bombo durante 60 minutos.

2.6.8. Tintura y engrase

Al mismo baño se adicionó 450 gr, de producto de compactación, para luego aumentar el 100% de agua a 70°C, más el 6% de parafina sulfoclorada, más el 1% de lanolina y el 4% de grasa sulfatada, 0.5% de aceite crudo, mezcladas y diluidas en 10 veces su peso, se rodara por un tiempo de 60 minutos y luego se añadió el 1% de ácido fórmico; y se rodó durante 10 minutos, luego se agregó el 1 % de ácido fórmico , diluido 10 veces su peso, dividido en 2 partes y cada parte se rodó durante 10 minutos. Más la adición del 2% de cromo y se rodó durante 20 minutos, se botó el baño y se lavó los cueros con el 200% de agua fría durante 20 minutos, se botó el baño y se percharan los cueros durante 1 día en sombra (apilados), para que se escurran y se sequen durante 2 días.

2.6.9. Aserrinado, ablandado y estacado

Se procederá a humedecer un poco a los cueros con una pequeña cantidad de aserrín húmedo con el objetivo de que estos absorban humedad para mejorar la suavidad de los mismos, durante toda

la noche. Los cueros se los ablandara en una molliza para luego estacarlos, estirándolos poco a poco sobre un tablero y pinzarlo hasta que el centro del cuero tenga una base de tambor.

2.7. Metodología de evaluación

Para los resultados de las resistencias físicas del cuero ovino se utilizó las instalaciones del laboratorio de Resistencias de materiales de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica, del Chimborazo, ubicado en el kilómetro 1 ½ de la Panamericana sur, del cantón Riobamba.

2.7.1. Resistencias físicas

- Los resultados de los ensayos físicos dependerán de la dirección de corte de las probetas. Pero los efectos de la direccionalidad no son los mismos para todas las propiedades físicas.
- En general, las probetas cortadas paralelamente al espinazo dieron valores de resistencia a la tracción superior a las cortadas perpendicularmente cuando se tomen cerca del espinazo.

2.7.1.1. Resistencia a la Tensión

Se procederá a calcular la resistencia a la tensión o tracción según el siguiente modelo matemático:

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

Rt= Resistencia a la tensión a tracción.

C= Carga de la ruptura (Dato obtenido a través de la lectura del display de la máquina).

A= Ancho de la probeta.

E= Espesor de la probeta.

Un aspecto importante fue el corte de las probetas, la figura 2-3, se ilustra esquemáticamente el corte de la probeta del cuero ovino, utilizado durante los ensayos, de acuerdo a las normas IUP1.

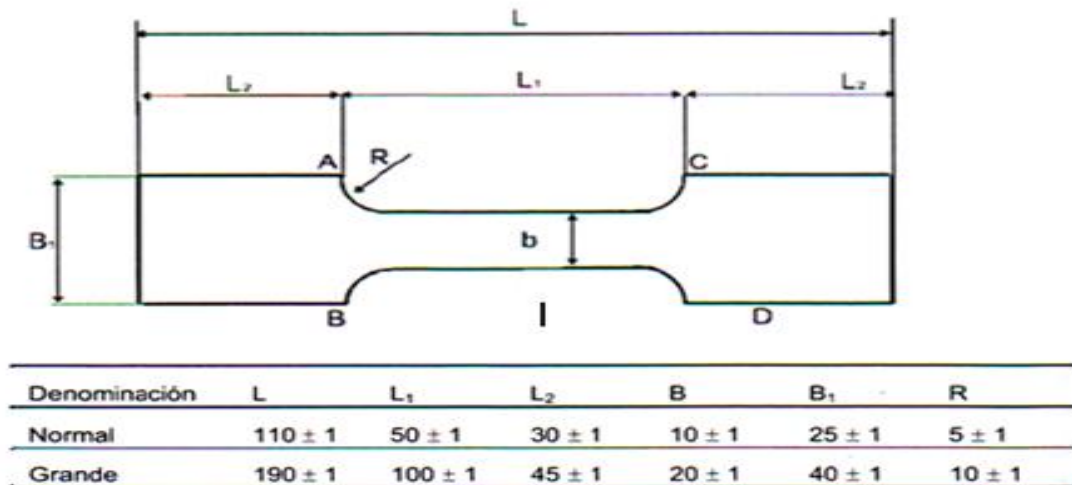


Figura 3-2: Dimensiones dadas a las probetas.

Realizado por: Luctus; 2003.

Al cortar las probetas, de acuerdo a la norma IUP 1, se aplicará un troquel a la superficie de flor; obteniéndose dos tipos de probetas: una probeta con los lados más largos en dirección paralela al espinazo y la otra probeta con los lados más largos en dirección perpendicular al espinazo. La toma de muestra se efectuara de acuerdo con la norma IUP 3 en su versión actualizada en el año 2000, que especifica que, como mínimo durante las 48 horas que preceden a los ensayos físicos, las probetas deberán permanecer en una de las atmósferas normalizadas.

El espesor del cuero fueron un dato de interés comercial por sí mismo, y también un dato necesario para el cálculo de propiedades como la densidad aparente o la resistencia mecánica a la tensión. La medida del espesor del cuero, durante las mediciones, dependerá de dos factores importantes tales como la presión y el tiempo. Se aplicó la norma IUP 4, que utilizó un calibrador micrométrico de disco. La presión aplicada fue de 500 g/cm². Para esta operación se siguieron los siguientes pasos:

- En la medición del espesor del cuero se colocó en el calibrador con el lado flor hacia arriba.
- Se le aplicó la carga suavemente y cinco segundos después de haber aplicado la totalidad de la carga se procederá a la lectura.

La máquina que se utilizó para realizar los ensayos de resistencia a la tensión fraccional que sufrió la probeta de cuero al someterla a la fuerza atractiva ascendente. La misma, estuvo diseñada para:

- Podrá colocar firmemente la probeta entre las mordazas tensoras y alargó la probeta a una velocidad constante y continua.

- Registró las fuerzas que se aplicaron y los alargamientos, que se observaron en la probeta. Es decir cuando alcanzó la fuerza suficiente para producir la fractura o deformación permanentemente (Rotura total).
- Brindó la lectura de los valores de elongación alcanzados hasta la fractura de la probeta. Con una velocidad uniforme de separación de mordazas de $100 \text{ mm/min} \pm 20 \text{ mm/min}$, y un sistema de determinación de la extensión de la probeta.
- Mordazas, con una longitud mínima de 45 mm en la dirección de la carga aplicada, capaces para ejercer una sujeción constante. La textura y diseño de las caras internas de las mordazas, con una máxima carga alcanzada en el ensayo, no permite que la muestra se deslice más del 1% de la separación inicial entre las mordazas.

Durante el ensayo de resistencia a la tensión por tracción de la probeta, la operación se realizó colocando primeramente los extremos opuestos de la probeta entre las mordazas y se separaron. La probeta deberá quedar firmemente sujeta en las mordazas tensoras para evitar deslizamientos, lo cual provocaría lecturas falseadas de los resultados.

2.7.1.2. Encendido de la máquina, calibración y accionamiento

- Una vez que sea colocada firmemente la probeta entre las mordazas tensoras, se encenderá la máquina y, habiéndose logrado una ligera tensión inicial en su colocación, se procederá a la calibración de la máquina; llevándola convenientemente a cero el valor de lectura inicial.
- Una vez alcanzado este propósito se acometerá la tarea de producir el estiramiento de la probeta hasta romperla. Esto se logró mediante el movimiento ascendente de la mordaza móvil. La fuerza de tracción que se le aplicó, ira siendo registrada en el indicador de lectura; al mismo tiempo también se fueron obteniendo los valores de elongación hasta la fractura de la probeta.
- Se procederá a la lectura final de los valores obtenidos, una vez que la probeta fueron quebrada totalmente.

2.7.1.3. Porcentaje de elongación

Para determinar el porcentaje de elongación se procedió el siguiente procedimiento:

- Se cortó una ranura en la probeta.

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

2.7.1.4. Lastometría

Las probetas que se utilizaron durante los ensayos fueron diseñadas y cortadas, circularmente, según el contorno de la base interior roscada; en la cual fueron colocadas, ajustándose convenientemente para el desarrollo de las pruebas. La colocación del comparador de carátula, como parte importante del equipo de medición, se realizó utilizando una base magnética con un brazo vertical, en el cual fueron apoyando un segundo brazo, donde se colocó el equipo de medición. Inicialmente, el comparador de carátula se calibró a cero. Este proceso se podrá resumirse en los siguientes pasos:

- Sujeción de la probeta acondicionada en el instrumento con lado carne adyacente a la esfera y su flor en posición plana
- Incremento de la distensión a una velocidad de aproximadamente un quinto de milímetro por segundo y se observó la superficie de la flor por si ocurre el rompimiento de la misma. Luego se procedió a la lectura y anotación de la carga, cuando se produjo la ruptura de la flor.
- Cuando el disco del cuero fueron roto antes de que la carga máxima sea alcanzada, fueron tomados los valores de lectura correspondientes (durante los reportes de cualquier prueba se indicara la carga y distensión a la ruptura de flor, y los valores que corresponderá al estallamiento). , si fueron realizadas varias pruebas, se reportó los resultados de cada una y no solamente su promedio. Si se supondrá que la muestra es flor entera, se indicó en el reporte. Si hay una pausa durante la distensión de una probeta, ocurrió un relajamiento de la tensión y las lecturas de carga tendrán a caer.

- Es por esta razón que la carga y la distensión a la ruptura y estallamiento de flor deberá ser medida con el mismo retraso. El instrumento deberá tener un medidor de aguja de máxima lectura para minimizar errores de esta clase y esto deberá ser utilizado para las lecturas de carga. Aun así, la pausa para las lecturas deberá ser tan breve como sea posible.
- Encendida del equipo y se apretó el botón de ascenso. En esos momentos comenzó a subir muy lentamente el pistón, lo cual produjo una presión creciente sobre el lado cerne de la probeta
- La presión creciente del cono sobre la probeta deformó progresivamente el cuero, que adquirió una forma parecida a un cono, con la flor en creciente tensión hasta que se produjo la primera fisura.
- En este momento, se anotó la presión ejercida por la bola del pistón sobre la probeta (el manómetro posee dos escalas: una “bar” y la otra en “psi”) y, además, la distancia en milímetros (y fracciones de milímetros), lectura dada por el comparador de carátula. A esta distancia se denominó la distensión o lastimetría.
- La acción no se detendrá hasta el momento de la rotura total del cuero; en el que se anotó de nuevo la distensión y la presión última (de rotura) alcanzada.

2.7.2. Análisis sensorial

Para los análisis sensoriales se realizó una evaluación a través del impacto de los sentidos que son los que indicaron que características presentó cada uno de los cueros ovinos dando una calificación correspondiente a 5 excelente, 4 muy buena; 3 buena; 2 regular y 1 baja; en lo que se refiere a llenura, tacto y poder de cobertura.

2.7.2.1. Tacto

En todos los procesos de fabricación existen variaciones que pueden afectar la calidad final del producto, en el caso de la industria del cuero al trabajar con productos químicos y materia prima de diversas procedencias y calidades, estas variaciones se vuelven más subjetivas, que afectan directamente a las cualidades sensoriales del cuero por lo tanto para evaluar la calificación sensorial de tacto se deslizó muy suavemente la palma de la mano sobre la superficie del cuero para identificar la sensación que este produjo al juez, si es suave y delicado el tacto se calificó

con las puntuaciones más altas y si por el contrario produjo una sensación áspera, acartonada y a veces inclusive grosera, se los puntuara con las calificaciones más bajas.

2.7.2.2. Poder de cobertura

Para calificar la característica de poder de cobertura de los cueros ovinos, se realizó una observación de la capa superficial capa flor que es donde se ha aplicado el acabado con la pigmentadora y a través del sentido de la vista, se manifestó si se existe homogeneidad en la aplicación de la capa de acabado y se ha cubierto o no la presencia de defectos en cuanto tiene que ver a cicatrices, ataque de ectoparásitos, entre otros.

2.7.2.3. Llenura

Para detectar la llenura del cuero ovino se palpó sobre todo la zona de los flancos el cuero y se calificó el enriquecimiento de las fibras de colágeno, los parámetros a determinar se refirieron a identificar, si las fibras de colágeno están llenas o vacías, y de acuerdo a esto se procedió a establecer la calificación. .

2.7.3. Relación Beneficio costo

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

$$B/C = \frac{\text{Ingresos obtenidos}}{\text{Egresos ocacionados}}$$

CAPITULO III

3. MARCO DE RESULTADOS, DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

3.1. Evaluación de las resistencias físicas del cuero ovino

3.1.1. Resistencia a la tensión

Los valores medos reportados por la variable resistencia al tensión del cuero ovino registro diferencias altamente significativas ($P < 0,01$), por efecto de la aplicación de diferentes niveles de ácido orgánico (producto acomplejante), aplicado al baño de curtido, en comparación de un tratamiento testigo, estableciéndose los resultados más altos al utilizar 2% de producto acomplejante ya que las respuestas fueron de 1257,24 N/cm², como se describe en la tabla 8-3, seguido de los resultados alcanzados en el lote de cueros del grupo control es decir sin la aplicación de producto acomplejante (T0), y los curtidos con 1,75% de acomplejante ya que los valores fueron de 797,74 N/cm² y 752,75 N/cm².

Mientras que los valores más bajos fueron registrados al curtir con 2% de producto acomplejante con respuestas de 740,88 N/cm². Es decir que con la aplicación de 1,75% de producto acomplejante se consigue atrapar la totalidad de las partículas del cromo para que la transformación de piel en cuero sea la adecuada, para mejorar la calidad final del cuero.

Lo que es corroborado según las apreciaciones de (Soler, 2004, p.57), quien indica que es conocido que la industria de curtiembre produce grandes cantidades de lodos residuales que contienen cromo (III), que ocasiona serios impactos al medio ambiente. Las sales de cromo son los químicos más usados en estos procesos; sin embargo, el 60% - 80% de estas sales reaccionan con la piel, aproximadamente el 20% - 40% de cromo restante se pierde con el agua residual, el objetivo de este trabajo es reducir la emisión del cromo al ambiente proveniente del proceso de curtido mediante el uso de acomplejantes como son los ácidos orgánicos y alcalinizantes de cromo en este proceso, sin alteración de la calidad del producto final, que cumpla con los requisitos mínimos para el cuero al wet blue.

Tabla 8-3: Evaluación de las resistencias físicas del cuero ovino aplicando en el baño de curtido diferentes niveles de ácido orgánico (acomplejante).

Resistencias físicas	NIVELES DE ÁCIDOS ORGÁNICOS				Prob.	Sign.	EE
	0 T0	1,5 % T1	1,75% T2	2 % T3			
Resistencia a la Tensión, N/cm ²	797,74b	752,75b	740,88b	1257,2a	0,0002	**	74,53
Porcentaje de Elongación, %	52,08b	45,83b	62,92a	70,83a	<0,0001	**	3,00
Lastometría, mm	10,31a	8,45a	9,28 a	11,26a	0,0557	ns	0,71

abc: Promedios con letras diferentes en la misma fila difieren estadísticamente según Tukey ($P < 0,05$)

Sign: Significancia.

Prob: probabilidad

Fuente: Laboratorio de curtiembre la Facultad de Ciencias Pecuarias

Realizado por: Pérez Jonathan, 2018

La curtición con sales de cromo proporciona una mayor resistencia a las fibras de colágeno, es por esto que los resultados indican una mayor tensión con niveles más altos de cromo, por lo tanto es una alternativa muy viable desde el punto de vista ambiental utilizar ácidos orgánicos para aprovechar al máximo las virtudes del curtiembre cromo sin el temor que exista problemas de contaminación tanto al ambiente como en el cuero mismo, ya que existe un mayor porcentaje de cuero complejado en el proceso de curtido y menor cantidad de residual.

En el gráfico 1-3, se ilustra la Resistencia a la tensión del cuero ovino aplicando en el baño de curtido diferentes niveles de ácido orgánico (acomplejante).

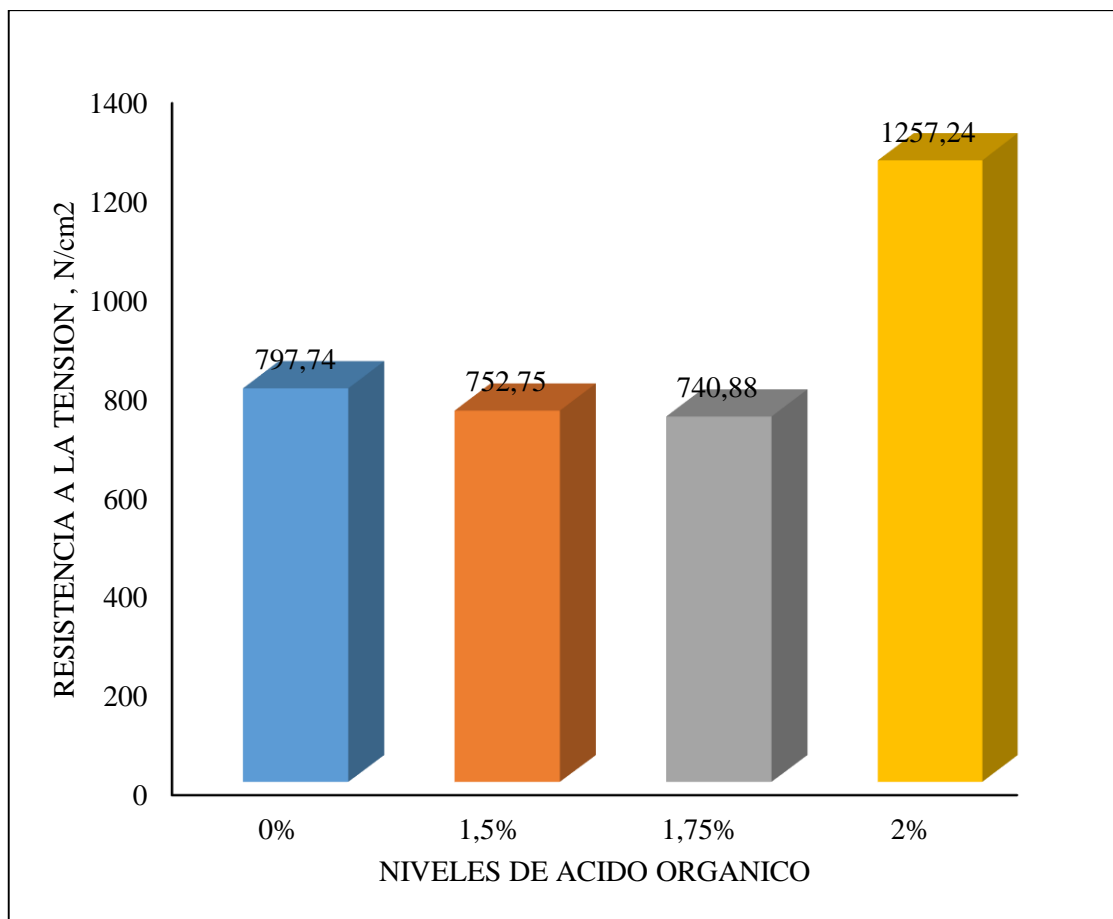


Grafico 1-3: Resistencia a la tensión del cuero ovino aplicando en el baño de curtido diferentes niveles de ácido orgánico (acomplejante).

Realizado por: Pérez Jonathan, 2018.

Según la normativa de la (Asociación Española en la Industria del Cuero, 2017, p.1), que en su norma técnica IUP 6 (2002), indica que para que los cueros puedan ser considerados de buena calidad en cuanto a la resistencia a la tensión, los valores deben estar entre 800 a 1500 N/cm² valores que no están siendo cumplidos por las pieles de los tratamientos T0, T1 y T2, pero si cuando se utilizó 2% de agente complejante, por lo que se puede definir que este nivel ser el adecuado para mejorar.

Los resultados expuestos en el presente trabajo son superiores a los que reporta (Maya, 2016, pág. 67), quien obtuvo valores a la resistencia a la tensión iguales a 1035 N/cm² cuando realizó la curtición de pieles ovinas con 1% de ácidos orgánicos en combinación con 15% de Tara y que son inferiores a las reportadas en la presente prueba, ya que el cromo se comporta mejor con ácidos orgánicos en comparación con los curtientes vegetales, debido a su naturaleza química y a sus propiedades.

Mediante el análisis de la regresión se estableció una tendencia cubica altamente significativa como se ilustra en el gráfico 2-3, que determina que la resistencia a la tensión tiende a incrementarse cuando se utiliza hasta 1,5% de ácido orgánico, pero cuando se eleva la cantidad de ácido orgánico hasta 1,75% la resistencia al daño del cuero decrece, para finalmente al aplicar mayores niveles de producto acomplejante (2%), elevarse la resistencia a la tensión en forma altamente significativa.

Lo que es corroborado con las apreciaciones de (Hidalgo, L. (2004), p.48) quien manifiesta que la principal característica de lo acomplejantes como en este caso es el ácido orgánico, es permitir una mayor compactación de los agentes químicos adicionados al curtido de las pieles ovina s, además que al ser de naturaleza catiónica consigue enlazarse mejor con los cueros curtidos al cromo para lograr que el cuero soporte tensiones externas más fuertes sin romper su tejido interfibrilar, con un coeficiente de determinación de 62,41% mientras tanto que el 37,59% depende de otros factores no considerados en la presente investigación, la ecuación de la regresión para determinar la varianza de la resistencia a la tensión utilizada fue: Resistencia a la tensión= $797,74 + 5544 (NPA) - 6893,2 (NPA)^2 + 2117,9(NPA)^3$

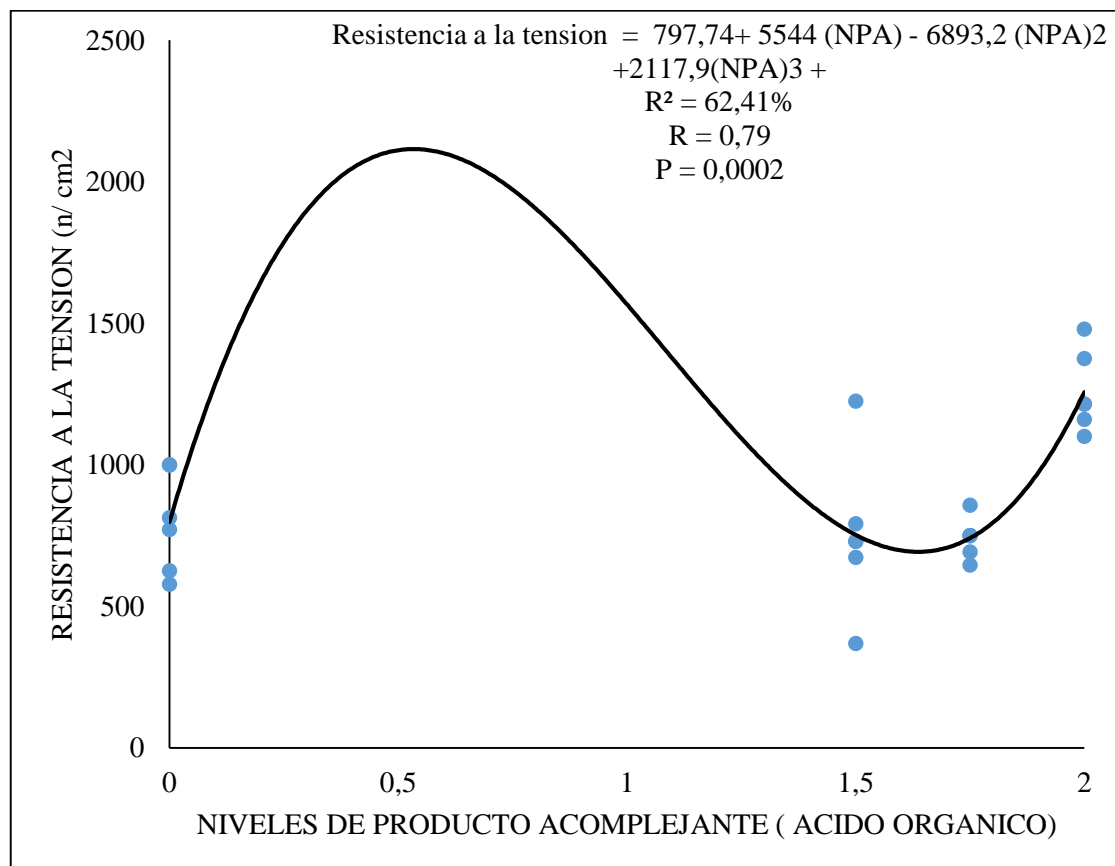


Grafico 2-3: Regresión de la resistencia a la tensión del cuero ovino aplicando en el baño de curtido diferentes niveles de ácido orgánico (acomplejante).

Realizado por: Pérez Jonathan, 2018.

3.1.2. Porcentaje de elongación

El análisis de varianza del porcentaje de elongación reportó diferencias altamente significativas ($P < 0.01^{**}$) entre medias, cuando se añadió al baño de curtido con cromo diferentes niveles de producto acomplejante, estableciéndose las mejores respuestas cuando se curtió las pieles ovinas con 2% de agente acomplejante (T3) con valores de 70,83%, y que disminuyeron hasta alcanzar medias de 62,92% cuando se realizó la curtición de las pieles ovinas con el 1,75% de agente acomplejante (T3), a continuación se reportaron las medias cuando no se adicione al curtido agente acomplejante (T0) que constituyo el tratamiento testigo y con valores de 52,08%; mientras tanto que las respuestas más bajas se registraron cuando se adicionó a la curtición de pieles ovinas 1,25% de agente acomplejante (T1), como se ilustra en el gráfico 3-3, es decir que al utilizar mayores niveles de agente acomplejante el alargamiento del cuero ovino es mayor.

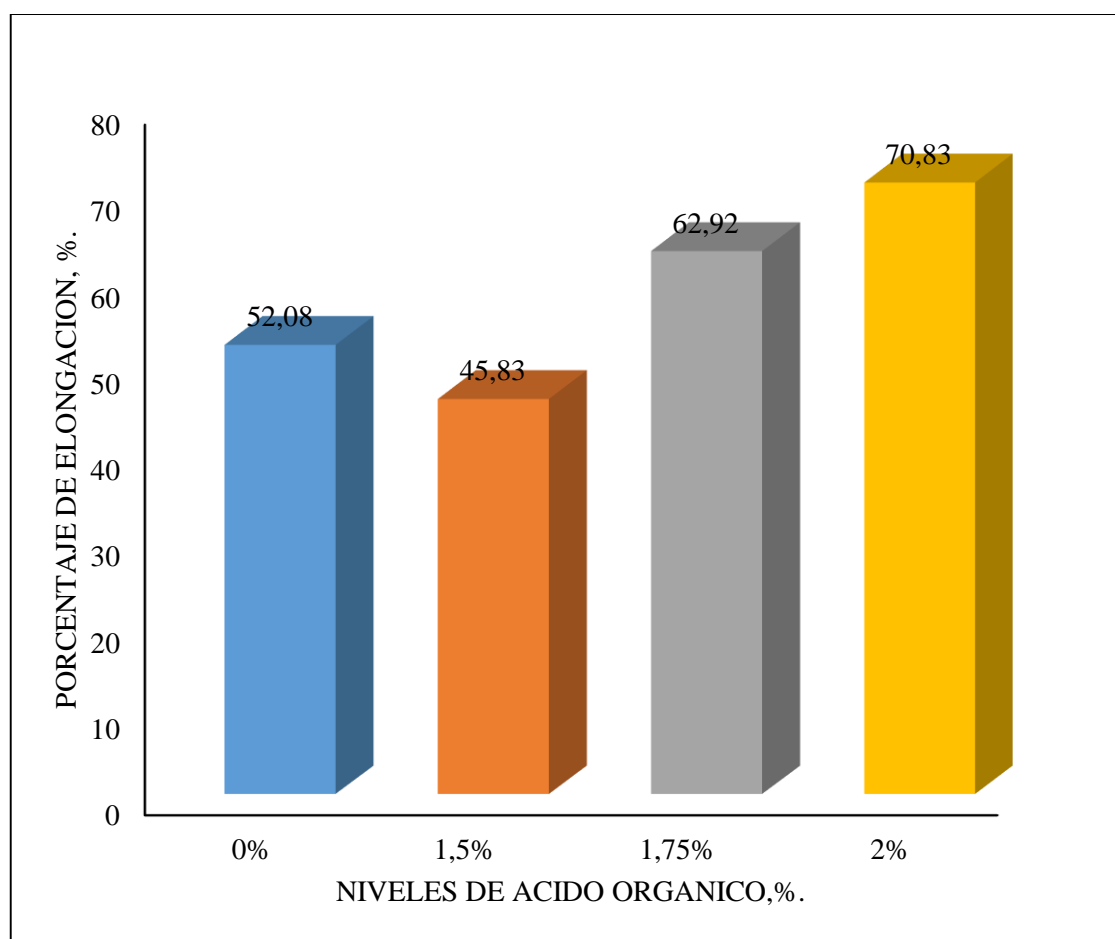


Grafico 3-3: Porcentaje de elongación del cuero ovino aplicando en el baño de curtido diferentes niveles de ácido orgánico (acomplejante).

Realizado por: Pérez Jonathan, 2018.

Al respecto (Morera, 2001, p.96), manifiesta que las moléculas de los agentes curtientes deben ser capaces no solamente de combinarse con uno de los grupos funcionales de la proteína de la piel, sino por lo menos a dos de ellos que pertenezcan a distintas cadenas, ya que de acuerdo al tipo de curtiente se puede pensar en enlaces electrovalentes, covalentes, coordinados y puente de hidrógeno, por uniones bipolares. La formación de los enlaces complejos, entre las fibras de colágeno y los ácidos orgánicos permite una mayor estabilidad del agente curtiente, esto ocasiona que resistan a las fuerzas externas con mayor poder, un ejemplo de ello es la distribución espacial del enlace al formarse el complejo este se encuentra muy localizado y se distribuye a lo largo del entramado fibrilar, lo que ocasiona que al realizarse estiramiento de las pieles se puedan mover con facilidad sin que se dé un desgarre por la flicción de las moléculas,

Los valores reportados en la presente investigación cumplen con las exigencias de calidad del cuero ara calzado emitidas por la (Asociación Española en la Industria del Cuero, 2017, p.1), que en su norma técnica IUP 6 (2002), indica que las pieles deben ubicarse entre valores de 40 a 80% de elongación, las cuales están siendo superadas por los 3 primeros tratamientos y esto denota la calidad de curtición que le generan los agentes acomplejantes, todas estas características son importantes ya que a mayor calidad de las pieles mayor será su costo, y mayores ingresos tendrá el productor de cuero.

Las respuestas de elongación del presente trabajo experimental son superiores con las que reporta (Cordova, 2013, pág. 80), quien realizó la curtición con 10% tara más 2% de agente acomplejante y con valores de 52%, debido a que el enlace que se forma con el acomplejante y el tanino es de tipo covalente y tiene mejor resistencia física, por lo cual las medias se elevarán con el uso de acomplejantes y cromo, y les otorgarán una calidad superior a los cueros.

En el análisis de la regresión del porcentaje de elongación que se muestra en el gráfico 4-4, se reporta una tendencia cubica altamente significativa ($P < 0.01$), en donde se aprecia que las medias inicialmente descienden cuando se aumenta a la curtición el 1,5% de agente acomplejante, para posteriormente aumentar en 227,92 al adicionar 1,75% de agente acomplejante y finalmente descender e 57,38 al utilizar izar en el baño de curtido 2% de agente acomplejante, con un coeficiente de determinación de 67,44% mientras que el restante 32,56% dependen de otros parámetros no considerados en la presente investigación y que tienen que ver con la calidad de las materias primas, la ecuación que se utilizó para determinar la regresión del porcentaje de elongación fue: $\text{Porcentaje de Elongación} = 52,08 - 216,93(\text{NPA}) + 227,92(\text{NPA})^2 - 57,38(\text{NPA})^3$

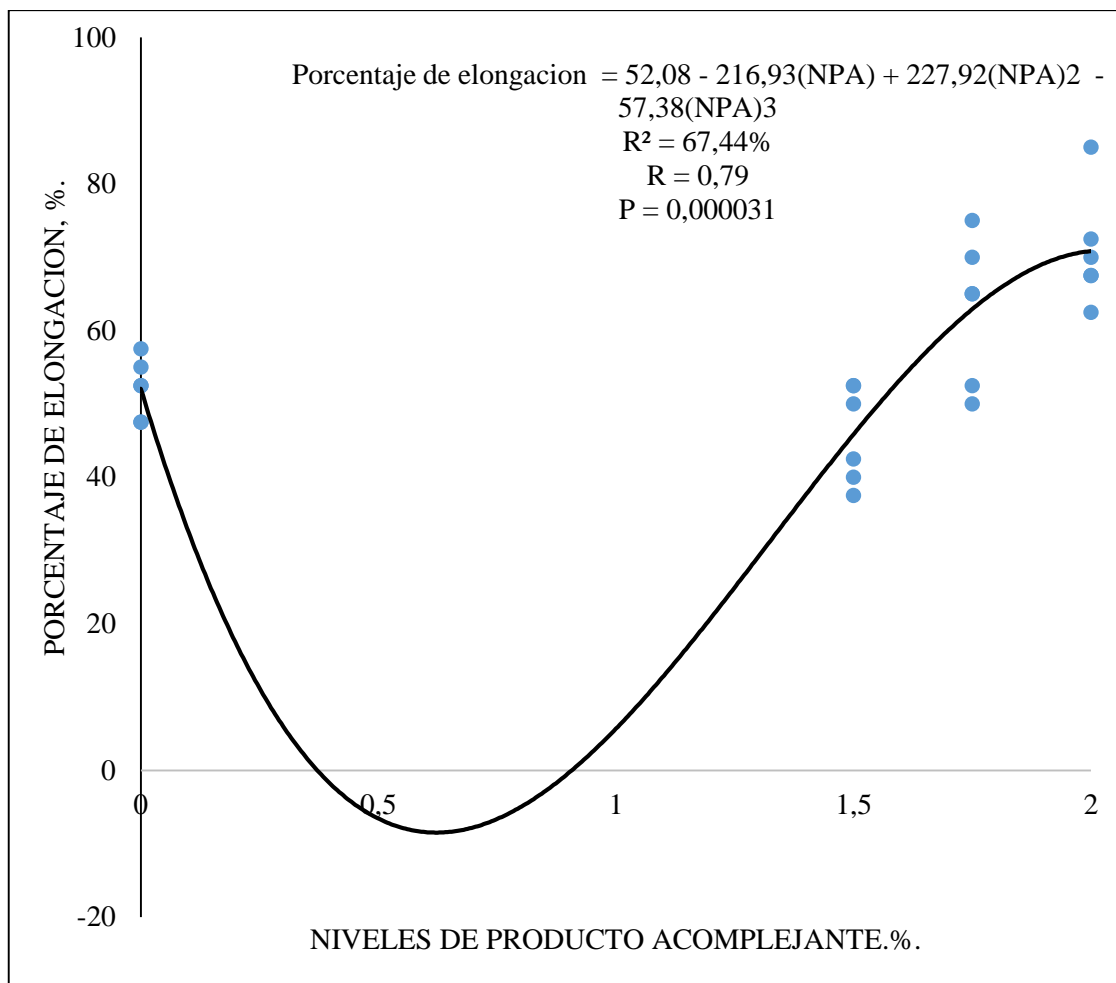


Gráfico 4-3: Regresión del porcentaje de elongación del cuero ovino aplicando en el baño de curtido diferentes niveles de ácido orgánico (acomplejante).

Realizado por: Pérez Jonathan, 2018

3.1.3. Lastometría

Las respuestas de lastometría del cuero ovino al adicionar diferentes niveles de ácidos orgánicos al baño de curtido con cromo, no registraron diferencias estadísticas ($P > 0,05$), estableciéndose los resultados más altos con el 2 % de agente acomplejante (T3), ya que los resultados fueron de 11,26 mm y que disminuyeron a 10,31 mm en el tratamiento testigo (T0), al continuar con el análisis se ubican de acuerdo a la separación de medias los reportes alcanzados en los cueros con 1,75 % de agente acomplejante (T2), con valores de 9,28 mm mientras tanto que las respuestas más bajas se consiguieron con la adición de 1,5% de agente acomplejante (T1), con lastometría de 8,45 mm como se ilustra en el gráfico 5-3, de acuerdo a los datos obtenidos se afirma que para mejorar los resultados de lastometría de las pieles ovinas se adicionará mayores niveles de ácidos orgánicos.

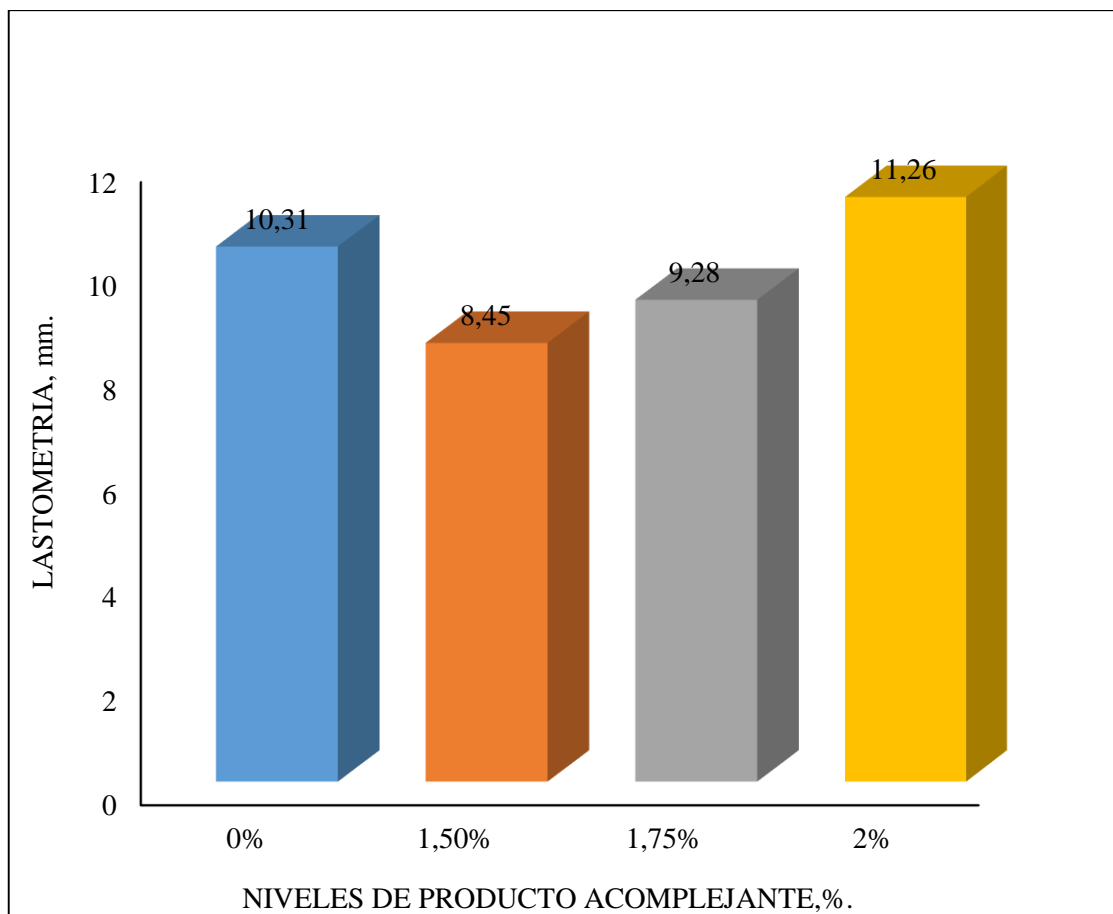


Gráfico 5-3: Lastometría del cuero ovino aplicando en el baño de curtido diferentes niveles de ácido orgánico (acomplejante).

Realizado por: Pérez Jonathan, 2018

Al respecto (Bacardit, 2004, p.76), manifiesta que el uso de agentes acomplejantes incrementa el porcentaje de absorción del cromo en el cuero entre 58,5 y 98,1% para los procesos evaluado, el uso de agentes acomplejantes reduce la demanda de cromo en la solución de curtido inicial de 8 a 5% de sal de cromo, logrando mantener la calidad de cuero sugerida por las normas de calidad por lo tanto, la concentración del cromo en el agua residual final disminuye de 2000 a 100 mg/L, y el tratamiento de esta agua residual involucra un menor costo.

Al tener una mayor absorción de cromo la transformación de las fibras de colágeno se elevará, esto permitió que resistan mejor la fricción entre ellas, es decir presente una buena lastometría que permite medir el grado de resistencia a la rotura de la flor por distensión, que es el efecto de aflojar, relajar, disminuir la tensión, sin romperse, ya que el curtiente cromo ha logrado penetrar hasta el interior de la fibra del colágeno fortaleciéndole adecuadamente pero sin disminuir su capacidad natural de alargamiento, (Bermeo, 2006, p.211).

Los cueros para determinar su calidad deben ser comparados con las exigencias de la (Asociación Española en la Industria del Cuero, 2017, pág. 1), que en la norma técnica IUP 9 (2002), establece que las pieles deben tener respuestas mayores a 7,5 ciclos para afirmar que son de primera calidad y que de acuerdo a las medias obtenidas en la presente investigación todos los tratamientos superan este estándar es decir presentan buenas condiciones de lastometría, siendo mayores al aplicar el 2 % de producto acomplejante al baño de curtido de las pieles ovinas.

Los resultados expuestos en la presente investigación son superiores a los expuestos por (Monar, 2011, pág. 56); quien al realizar la obtención de serraje para calzado casual a partir de pieles ovinas, con la utilización de 2% de sal de cromo autobasificante, registro una distensión o lastometría promedio de 9,30 mm, y que se debe a que la cantidad de cromo utilizada en la investigación, es mayor.

3.2. Evaluación de las características sensoriales del cuero ovino

3.2.1. Llenura

En la evaluación de los resultados obtenidos de la prueba sensorial llenura de las pieles ovinas destinadas a la confección de calzado se reportaron diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) entre medias por efecto de la adición de diferentes niveles de agente acomplejante (ácidos orgánicos), al baño de curtido al cromo, estableciéndose, las mejores respuestas cuando se adicionó 2% de agente acomplejante (T3), con valores de 4,83 puntos y calificación excelente de acuerdo a la escala propuesta por (Hidalgo, 2018, pág. 1), a continuación se aprecian los resultados del lote de cueros cuando se adiciono al baño de curtición al cromo el 1,75% de agentes acomplejantes (T2), hasta alcanzar valores de 4,50 puntos, y calificación muy buena según la mencionada escala.

Posteriormente se aprecian los resultados expresados en las pieles curtidas con 1,5% de agente acomplejante (T1), con medias de 4,33 puntos y condición buena, en tanto que las respuestas más bajas fueron registradas en el tratamiento testigo (T0), cuyos registros fueron de 3,67 puntos, y condición buena como se indica en la tabla 9-:

Tabla 9-3: Evaluación de las características sensoriales del cuero ovino aplicando diferentes niveles de ácido orgánico (acomplejante) en el baño de curtido.

CARACTERÍSTICAS SENSORIALES	NIVELES DE ÁCIDOS ORGÁNICOS, %								Prob	Sign	EE
	0 T0		1,5 % T1		1,75% T2		2 % T3				
Llenura, puntos.	3,67	b	4,33	b	4,50	b	4,83	a	0,0052	**	0,2
Tacto, puntos.	4,50	a	4,00	b	3,67	b	4,67	ab	0,0202	*	0,23
Poder de cobertura, puntos.	4,33	ab	3,33	c	3,83	b	4,67	a	0,0008	**	0,2

abc: Promedios con letras diferentes en la misma fila difieren estadísticamente según Tukey ($P \leq 0,05$)

Sign: Significancia.

Prob: probabilidad

Fuente: Laboratorio de curtiembre de la Facultad de Ciencias Pecuarias

Realizado por: Pérez Jonathan, 2018

De acuerdo a los resultados expuestos se afirma que al utilizar mayores niveles de agente acomplejante (ácidos orgánicos) en la curtición de las pieles ovinas las respuesta a la prueba sensorial llenura se eleva hasta llegar a niveles de excelente, que es muy necesario para que el calzado no se deforme ni en el momento del armado ni en el uso diario y sobre todo no ocasione molestias por lo prolongado de su uso y muchas veces las condiciones adversas a las que se encuentra expuesto sobre todo de clima, (Camerum, 2017, p.87).

Esto se debe según (Fontalvo, 2009 , p.71) a que al existir mayor cantidad de moléculas en la curtición, mayor cantidad de fibras de colágeno se hincharan por el proceso de curtición por la presencia de los productos acomplejantes que se encargan de atrapar el cromo, con lo cual el experto al evaluar las pieles se sintieron más compactas. En el gráfico 6-3, se ilustra la llenura del cuero ovino aplicando diferentes niveles de ácido orgánico (acomplejante) en el baño de curtido.

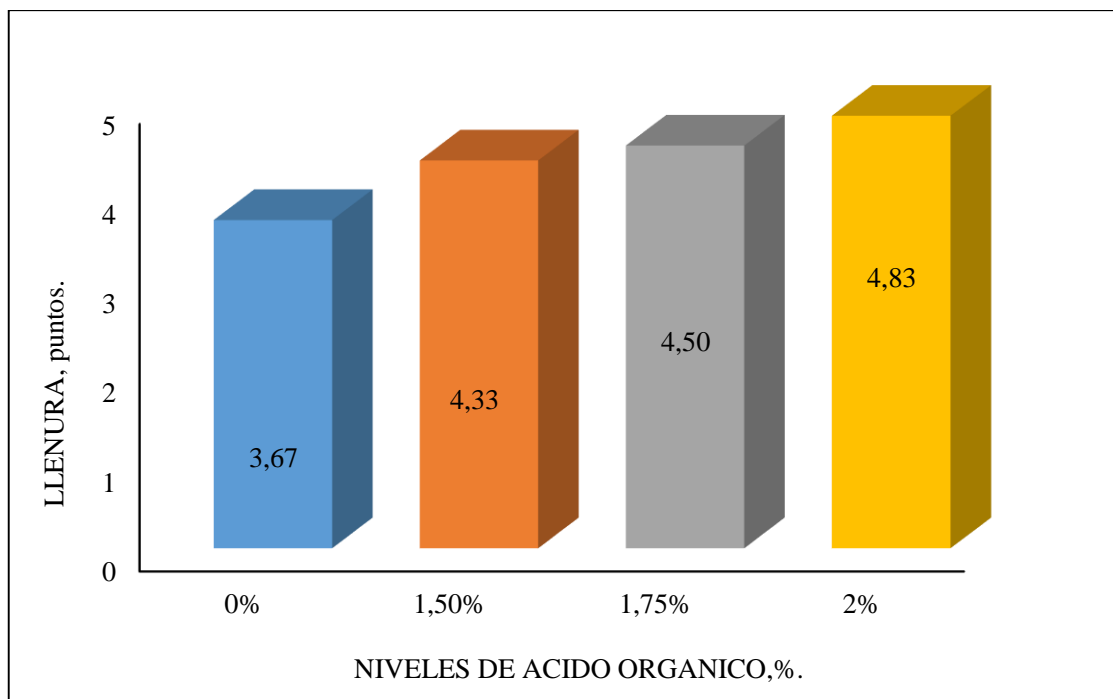


Gráfico 6-3: Llenura del cuero ovino aplicando diferentes niveles de ácido orgánico (acomplejante) en el baño de curtido.

Realizado por: Pérez Jonathan, 2018.

La superioridad al utilizar mayores niveles de producto acomplejante al baño de curtido de las pieles ovinas tienen su fundamento según (Vargas R. , 2005, p.134), quien menciona que el incremento de la temperatura aumenta la velocidad de difusión y también la de reacción logrando mayores agotamientos del baño de curtido, obteniéndose un cuero más lleno pero sin perder su blandura, y elongación. El enmascaramiento del complejo de cromo permite obtener cueros de flor más fina, más llenos, suaves, y con menor capacidad de reacción con los compuestos aniónicos, producto de la mejor distribución del cromo y penetración de las grasas, que es favorecida por la presencia de los ácidos orgánicos.

Al mejorar la distribución y penetración del cromo, ocurrirá una mayor cantidad de fibras de colágeno transformadas en el proceso de curtición, el principal fenómeno químico que se produce en la curtición es la formación de enlaces peptídicos entre el colágeno y el cromo, esto produce que las fibras sufran un hinchamiento por efecto del aumento de su tamaño, y es por esto que cuando el especialista revise las pieles las sienta mayormente llenas. En conclusión al combinarse mayor cantidad de curtiente con los grupos carboxílicos de la estructura fibrilar del colágeno gracias a la acción del producto acomplejante que es un ácido orgánico, se engrosan las fibras lo que da sensación de mayor llenura en el cuero y además una fibra curtida atrae a otra, dando mayor compactación toda la estructura fibrilar del colágeno, (Bacardit, 2004, p.56).

Las respuestas de la presente investigación son superiores al ser comparadas con las que registra (Chasiqiza, 2014., p.78) el cual bajo la misma escala de calificación sensorial reportó calificaciones de llenura de 3,00 puntos, cuando realizo la curtición de las pieles ovinas con el 10% de sulfato de cromo, esto se debe a que el agente acomplejante permite mayor presencia de cromo en el seno de la reacción lo cual no ocurre cuando se curte únicamente con cromo, formándose una curtición en la que se combina el cromo con el agente acomplejante para proporcionar el pH adecuado en el baño de curtido que no debiliten la estructura fibrilar.

En el análisis de la regresión de la llenura que se muestra en el gráfico 7-3, se reporta una tendencia cubica altamente significativa ($P < 0.01$), en donde se aprecia que las medias inicialmente descienden cuando se aumenta a la curtición el 1,5% de agente acomplejante, para posteriormente aumentar en 227,92 al adicionar 1,75% de agente acomplejante y finalmente ascender en 52,08 al utilizar en el baño de curtido 2% de agente acomplejante, con un coeficiente de determinación de 67,44% mientras que el restante 32,56% dependen de otros parámetros no considerados en la presente investigación y que tienen que ver con la calidad precisión en el pesaje de los productos químicos no solo del curtido sino también de los otros procesos, la ecuación que se utilizó para determinar la regresión del porcentaje de elongación fue: $Llenura = + 52,08 - 216,93(NPA) + 227,92(NPA)^2 - 57,38 (NPA)^3$

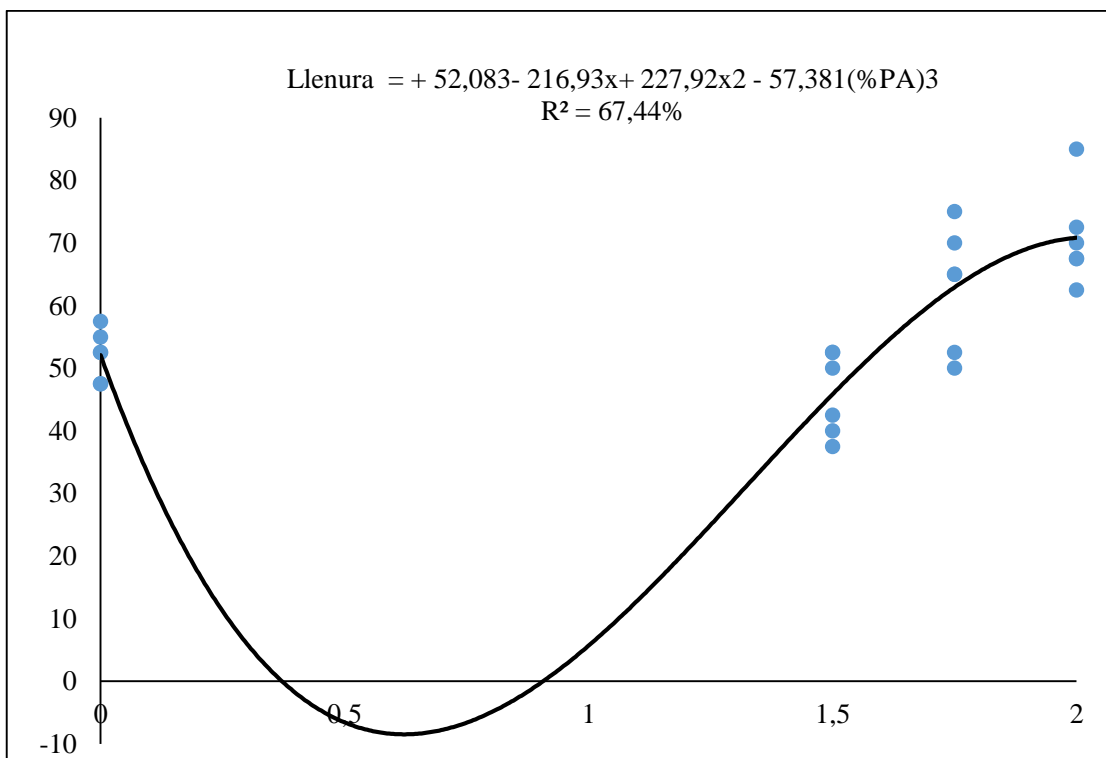


Gráfico 7-3: Regresión de la llenura del cuero ovino aplicando diferentes niveles de ácido orgánico (acomplejante) en el baño de curtido.

Realizado por: Pérez Jonathan, 2018.

3.2.2. Tacto

En la evaluación de la prueba sensorial tacto, se reportaron diferencias altamente significativas ($P < 0.01^{**}$) entre medias por efecto de la adición de diferentes niveles de agente acomplejante (ácidos orgánicos) en el baño de curtido al cromo, estableciéndose las mejores respuestas cuando se curtió las pieles con la adición de 2% de ácidos orgánicos (T3), con respuestas de 4,67 puntos, y calificación excelente de acuerdo a la escala propuesta por (Hidalgo, 2018, p.1), a continuación se ubicaron los reportes del tratamiento control (T0), y con la adición de 1,5% de producto acomplejante (T1), con valores de 4,50 puntos y 4,0 puntos respectivamente y calificaciones que van de muy buena a buena según la mencionada escala, mientras tanto que las respuestas más bajas se lograron cuando se curtió las pieles con la adición de 1,75 % de ácidos orgánicos (T2), con valores de 3,67 puntos, y calificación buena, como se ilustra en el gráfico 8-3, es decir que al aplicar mayor niveles de producto acomplejante (ácido orgánico), se consigue una mejora significativa de la variable sensorial en el tacto de los cueros ovinos, destinados a la confección de calzado de primera calidad, en comparación a las respuestas obtenidas al curtir únicamente con cromo.

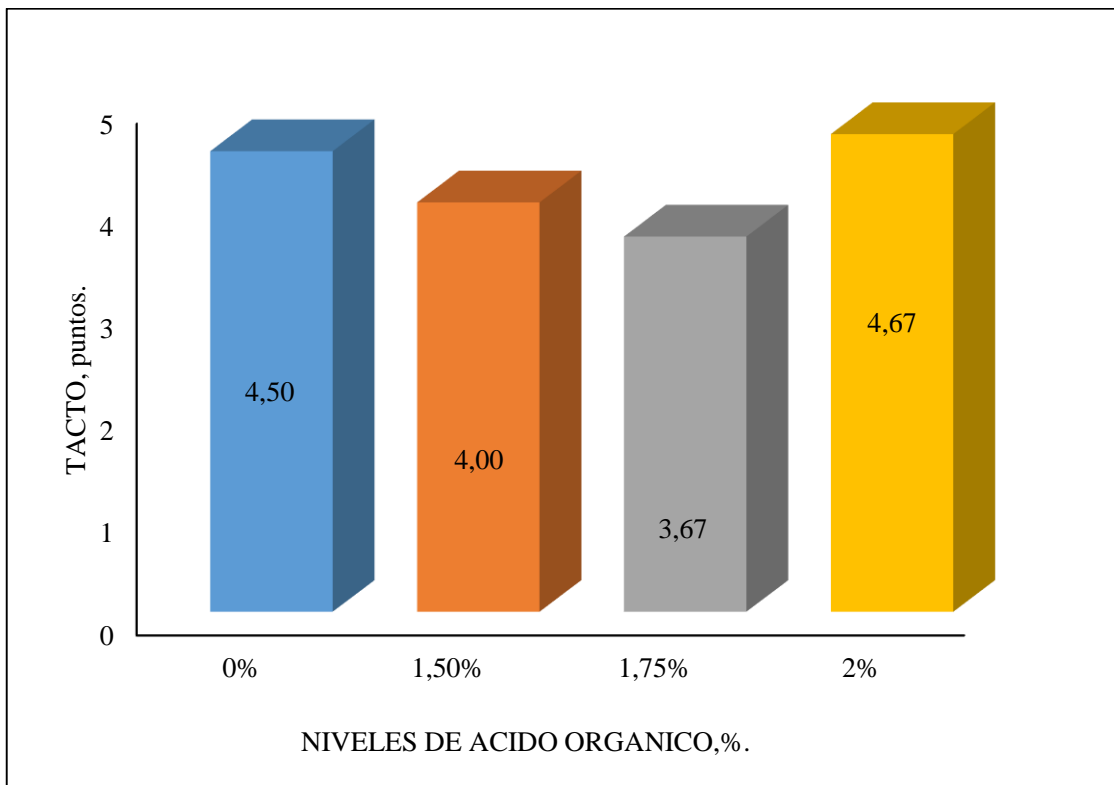


Gráfico 8-3: Tacto del cuero ovino aplicando diferentes niveles de ácido orgánico (acomplejante) en el baño de curtido.

Realizado por: Pérez Jonathan, 2018.

Lo que tiene su fundamento en lo que indica (Soler, 2004, p.50), quien menciona que al adicionar agentes acomplejantes se logra una mejor interacción de las fibras de colágeno con el cromo ya que aumenta su capacidad de penetración, esto permite que mayor cantidad de fibras de colágeno sean transformadas y se sientan uniformes sobre todo el entramado fibroso, ya que presentaran un único grosor y con esto el tacto no se sentirá irregular cuando inspeccionen las pieles.

La influencia del uso de acomplejantes en el baño de curtido sobre la calidad final del cuero, tiene la función de estabilizar de forma irreversible la piel e involucra las operaciones de desencale, purgado, desengrasado, piquelado y curtido al presentarse la reacción entre el grupo carboxílico del colágeno y el cromo de mejor forma al existir mayor acomplejante el folículo piloso se cierra y se alisa, obteniéndose mayor delicadeza al tacto y mejor finura de flor a la vista, el ácido orgánico disminuye el punto isoelectrico de la piel, y lo iguala con el del curtiente cromo evitando la reacción que libera energía, entre la piel y el curtiente y permitiendo una mejor distribución del producto curtiente entre as fibras de la piel favoreciendo a la formación de complejos entre los aminoácidos el colágeno y del cromo, (Bartlett, 2018, p.80).

Las respuestas de la presente investigación son inferiores a los resultados expresados por (Chasiqiza, 2014., p.69), quien obtuvo medias de 4,71 puntos cuando realizó la curtición con 10% de cromo, esto se da por el uso de niveles excesivos de cromo que si bien logran una curtición total generando mayores moléculas transformadas sobre el plano de la piel pero tiene un inconveniente el cual es la generación de contaminación ya que el cromo es un agente nocivo y que no es permitidos en mercados internacionales, por el daño ambiental que genera.

En el análisis de la regresión del tacto que se muestra en el gráfico 9-4, se reporta una tendencia cubica altamente significativa ($P < 0.01$), en donde se aprecia que las medias inicialmente descienden cuando se aumenta a la curtición el 1,5% de agente acomplejante, para posteriormente disminuir en 18,833 al adicionar 1,75% de agente acomplejante y finamente ascender en 5,619 al utilizar en el baño de curtido 2% de agente acomplejante, con un coeficiente de determinación de 38,88% mientras que el restante 61,12% dependen de otros parámetros no considerados en la presente investigación y que tienen que ver con la calidad de las materias primas, la ecuación que se utilizó para determinar la regresión del tacto fue: $Tacto = + 4,5 15,274(NPA) - 18,833(NPA)^2 + 5,619(NPA)^3$.

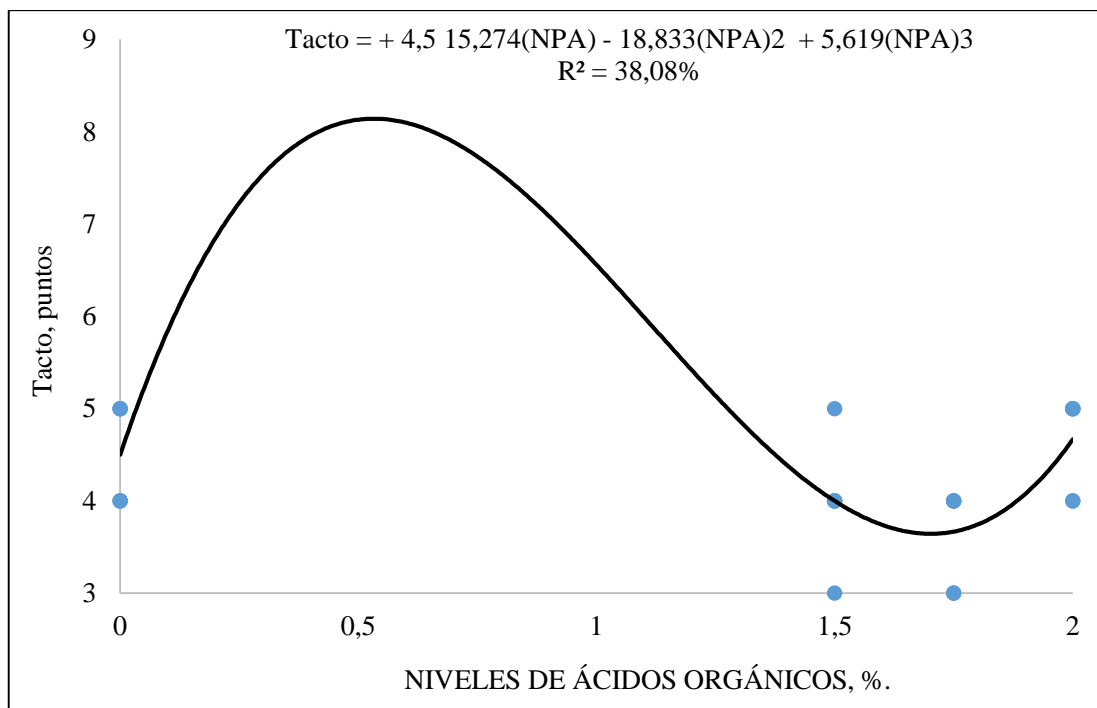


Gráfico 9-3: Regresión del tacto del cuero ovino aplicando diferentes niveles de ácido orgánico (acomplejante) en el baño de curtido

Realizado por: Pérez Jonathan, 2018.

3.2.3. Poder de cobertura

En el análisis de varianza del poder de cobertura de las pieles ovinas se reportaron diferencias altamente significativas ($P < 0.01^{**}$) según el criterio Kruskal Wallis por efecto de la utilización de diferentes niveles de ácidos orgánicos (agente acomplejante), en combinación con cromo, estableciéndose las mejores respuestas cuando se añadió al baño de curtido 2% de agente acomplejante (T3), con valores de 4,67 puntos y calificación excelente de acuerdo a la escala propuesta por (Hidalgo, 2018, p.1).

Posteriormente las medias descendieron a 4,33 puntos y 3,83 puntos y calificación de muy buena y buen respectivamente, en el lote de cueros del grupo control (T0), y tratamiento T2, mientras que las respuestas más bajas fueron con la adición de 1,5% de ácidos orgánicos (T1) cuyas respuestas fueron de 3,33 puntos, y condición buena, como se ilustra en el gráfico 10-3, es decir para obtener mejores resultados de poder de cobertura de las pieles ovinas se debe adicionar mayores niveles de ácidos orgánicos (agente acomplejante) al baño de curtido para mejorar la calidad final del cuero.

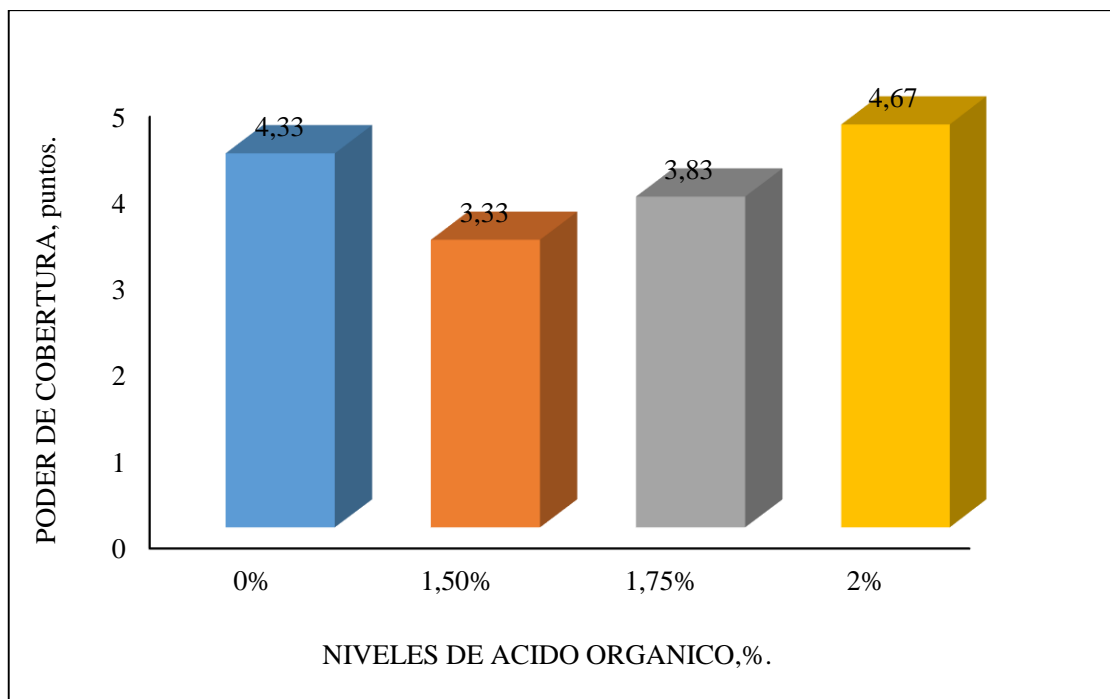


Gráfico 10-3: Poder de cobertura del cuero ovino aplicando diferentes niveles de ácido orgánico (acomplejante) en el baño de curtido.

Realizado por: Pérez Jonathan, 2018.

Lo que tiene su fundamento con lo indicado por (Cordova, 2013, p.134), quien manifiesta que al formarse el complejo químico entre los aminoácidos de las fibrillas de colágeno y el sulfato de cromo como producto curtiente existe una mayor compactación de toda la estructura fibrilar de colágeno lo que favorece a que las cicatrices y los defectos del cuero así como también los bajos de flor disminuyan su presencia favoreciendo a un mayor poder de cobertura presentado al aplicarse los acabados en seco y elevando su clasificación, el cromo y el colágeno forman varios tipos de enlace; sin embargo, la gran estabilidad térmica proporcionada por la curtición al cromo a la estructura del colágeno es debida a la formación de enlaces de coordinación de los átomos de cromo con los grupos carboxílicos ionizados de las cadenas laterales de dos cadenas proteicas próximas.

Además (Hidalgo, 2004, p.69), indica que las sales de cromo son usados como agentes curtientes, debido a que brindan al cuero una gran estabilidad hidrotérmica, además de propiedades físicas-mecánicas que lo hacen utilizable en diversos productos como calzados, artefactos, ropa, entre otros. El curtido es dirigido de tal modo que al inicio del proceso la penetración del cromo en la piel sea rápida, es decir que el cromo y la piel no reaccionen inmediatamente (baja reactividad de las sales de cromo con la fibra del colágeno); esto se logra disminuyendo el pH al inicio del proceso.

Al realizar el análisis de regresión de la calificación sensorial de poder de cobertura que se ilustra en el gráfico 11-3, se determinó que los datos se dispersan hacia una tendencia cubica altamente significativa de donde se desprende que partiendo de un intercepto de 4,33 puntos, inicialmente la calificación de llenura reduce en 3,20 puntos al adicionar 1% de producto acomplejante, para posteriormente ascender en 1,68 puntos con la adición de 1,75% de producto acomplejante, además se aprecia un coeficiente de determinación de 55,75% mientras tanto que el 44,25% restante depende de otros factores no considerados en la presente investigación como pueden ser la calidad de los productos químicos y la precisión en los procesos de transformación de la piel en cuero.

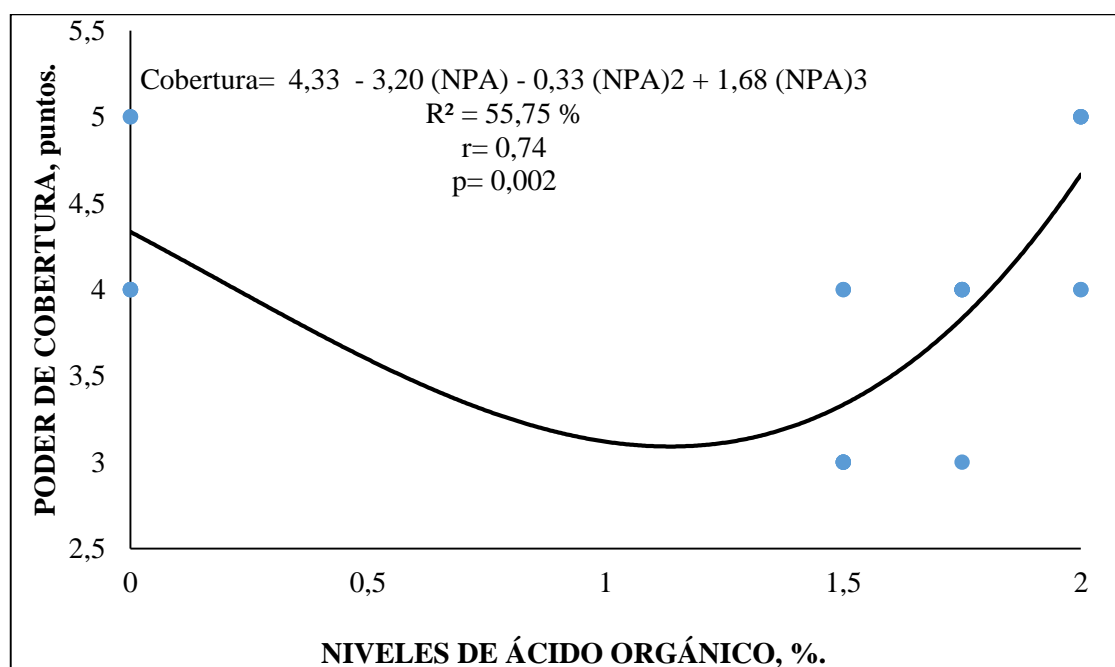


Gráfico 11-3: Regresión del poder de cobertura del cuero ovino aplicando diferentes niveles de ácido orgánico (acomplejante) en el baño de curtido.

Realizado por: Pérez Jonathan, 2018.

3.3. Correlación entre variables

Al evaluar la correlación existente entre los diferentes niveles de producto acomplejante y las resistencias físicas y las características sensoriales del cuero se utilizó la matriz correlacional de Pearson que se describe a continuación en la tabla 10-3: La relación que se aprecia entre la resistencia a la tensión y el nivel de ácido orgánico (producto acomplejante), identifica una relación positiva media ya que el valor de r fue de 0,33, es decir que a nivel que se eleva el porcentaje de ácido orgánico en la formulación de curtido de las pieles ovinas la resistencia a la tensión también se eleva ($P < 0,01$).

Al evaluar la asociación que se aprecia entre los niveles de ácido orgánico (producto acomplejante y el porcentaje de elongación se determinó una correlación positiva alta ($r = 0,82$), es decir que con el incremento del nivel de ácido orgánico en la curtición de las pieles ovinas se produce la elevación del porcentaje de elongación en forma altamente significativa ($P < 0,011$).

Tabla 10-3: Análisis de correlación entre variables.

	Niveles de ácido orgánico	Resistencia a la Tensión	Porcentaje de Elongación	Lastometría	Llenura	Tacto	Poder de cobertura
Niveles de ácido orgánico	1						
Resistencia a la Tensión	0,33	1					
Porcentaje de Elongación	0,82	0,55	1				
Lastometría	-0,02	0,29	0,24	1			
Llenura	0,79	0,39	0,52	-0,15	1		
Tacto	0,48	0,19	0,18	0,57	0,03	1	
Poder de cobertura	0,74	0,43	0,48	0,32	-0,03	0,46	1

Fuente: Laboratorio de curtiembre de la Facultad de Ciencias Pecuarias.
Realizado por: Pérez Jonathan, 2018.

La correlación existente entre los niveles de ácido orgánico y la calificación sensorial de llenura del cuero ovino fue positiva y altamente significativa ya que el valor de r fue de 0,79; es decir que a medida que se incrementa los niveles de ácido orgánico en el curtido de las pieles ovinas la calificación de llenura también se eleva ($P < 0,01$).

Al relacionar la calificación sensorial de tacto de las pieles ovinas en función de los niveles de ácido orgánico (producto acomplejante), se aprecia una relación negativa baja ($r = 0,48$), es decir que con el incremento en el nivel de ácido orgánico se produce un incremento en forma altamente significativa de la calificación de tacto ($P \leq 0,01$).

Finalmente la correlación que se aprecia entre los diferentes niveles de ácido orgánico (producto acomplejante), y la calificación sensorial de poder de cobertura, identifica una relación positiva altamente significativa ($r = 0,74$), es decir que con el incremento en la fórmula de curtido de producto acomplejante existirá una elevación en la calificación sensorial de poder de cobertura de las pieles ovinas ($P < 0,01$).

3.4. Costos de la investigación

Al realizar la evaluación de económica de la producción de 24 cueros ovinos destinados a la confección de vestimenta, se aprecia que los egresos ocasionados por la compra de pieles ovinas, productos químicos para cada uno de los procesos de transformación de piel en cuero, alquiler de maquinaria, confección de artículos entre otros los rubros fueron de \$141,74; \$142,34 ; \$142,94 y de \$143,34 en el grupo control y al utilizar en la curtición 1,5; 1,75 y 2 %, como se reporta en la tabla 11-3.

Una vez transformadas la piel en cuero se procedió a la venta de los artículos confeccionados, así como también del cuero sobrante después de la confección, obteniendo resultados de \$141,74; \$165,59; \$170,36 y \$174,30, en el grupo control y al utilizar 1,5; 1,75 y 2 %, de producto acomplejante es decir ácidos orgánicos , respectivamente.

Una vez determinados tanto los ingresos como los egresos de la producción de 24 cueros ovinos de procedió a calcular la relación beneficio costo que fue mayor en los cueros curtidos con 2% de ácidos orgánicos (producto acomplejante) ya que el valor fue de 1,22 es decir que por cada dólar invertido se espera una rentabilidad del 22%, a continuación se aprecian relaciones beneficio costo de 1,16 y 1,19 en los cueros del tratamiento T1 (1,5 %), y T2 (1,75%), es decir una ganancia de 16 y 10 centavos por cada dólar invertido, mientras tanto que el menor ingreso se registró en los cueros del grupo control puesto que la el beneficio costo fue de 1,13, es decir que por cada dólar invertido se espera una ganancia de 13 centavos, o el 13% de utilidad.

De los resultados expuestos se puede confirmar que la producción de cueros ovinos curtidos con diferentes niveles de ácidos orgánicos (producto acomplejante), resulta alentadora al presentarse utilidades que van del 13 al 22% , las cuales al ser replicadas al niveles industrial representaran progreso para la empresa curtidora, y que podrían mejorarse al producirse mayores cantidades de curo y sobre todo al utilizar 2% de ácidos orgánicos que aseguran la calidad del material producido, debido a que alcanza mayor precio en el mercado y por ende el articulo confeccionado se posesionará en locales más exigentes.

Tabla 11-3: Costos de la investigación.

CONCEPTO	NIVELES DE PRECURTIENTE SINTÉTICO			
	0 %	1,5 %	1,75%	2%
	T1	T2	T3	T4
EGRESOS				
Compra pieles ovinas	6	6	6	6
Costo por piel de Cabra	3	3	3	3
Valor de pieles de Cabra	18	18	18	18
Productos para el remojo	16,71	16,71	16,71	16,71
Productos para el curtido	17,55	18,15	18,75	19,15
Productos para engrase	20,68	20,68	20,68	20,68
Productos para acabado	20,80	20,80	20,80	20,80
Alquiler de Maquinaria	18	18	18	18
Confección de artículos	30	30	30	30
TOTAL DE EGRESOS	141,74	142,34	142,94	143,34
INGRESOS				
Total de cuero producido	36,27	30,39	33,57	36,2
Costo cuero producido pie ²	0,26	0,21	0,23	0,25
Cuero utilizado en confección	4	4	4	4
Excedente de cuero	32,27	26,39	29,57	32,2
Venta de excedente de cuero	64,54	45,585	50,355	54,3
Venta de artículos confeccionados	95,00	120,00	120,00	120,00
Total de ingresos	159,54	165,59	170,36	174,30
Relación Beneficio costo	1,13	1,16	1,19	1,22

Fuente: Laboratorio de Curtiembre de la Facultad de Ciencias Pecuarias.
Realizado por: Pérez Jonathan, 2018.

4. CONCLUSIONES

- Al realizar la curtición de las pieles ovinas con diferentes niveles (1,5; 1,75 y 2%), de ácido orgánico como producto acomplejante en el baño de curtido, se consigue ligar firmemente los curtientes para que la reacción en el colágeno de la piel sea completa y la transformación de piel en cuero, se la realiza en su totalidad, sin riesgo a descurticiones posteriores.
- La utilización de mayores niveles de producto acomplejante permite elevar las resistencias físicas del cuero ovino específicamente en lo que respecta a tensión (1257 N/cm²), porcentaje de elongación (70,83%), y lastometría (11,26 mm), logrando mantener la calidad de cuero sugerida por las normas internaciones.
- La evaluación sensorial del cuero ovino determino los resultados más altos al adicionar 2% de producto acomplejante a la curtición debido a que existió un incremento en la calificación de llenura (4,83 puntos), tacto (4,67 puntos) y poder de cobertura (4,67 puntos), presentándose un cuero muy agradable a los órganos de los sentidos y por ende mayor aceptación por parte del artesano y consumidor.
- La mayor rentabilidad se presentó en el lote de cueros del tratamiento T3 (2 %), ya que la relación beneficio costo fue de 1,22 es decir que por cada dólar invertido se espera una ganancia de 22 centavos es decir una utilidad del 22%, que resulta sumamente alentadora sobre todo en la situación actual del país que se requiere de alternativas.

5. RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados expuestos se exponen las siguientes recomendaciones:

- Se recomienda utilizar mayores niveles de producto acomplejante (2%), para permitir que las moléculas de los agentes curtientes sean capaces no solamente de combinarse con uno de los grupos funcionales de la proteína de la piel, sino por lo menos a dos de ellos que pertenezcan a distintas cadenas, para mejorar la transformación de piel en cuero.
- Es aconsejable la aplicación de 2% de producto acomplejante como agente curtiente, debido a que brindan al cuero una gran estabilidad hidrotérmica, además de propiedades físicas-mecánicas que lo hacen utilizable en diversos productos como calzados, artefactos, ropa, entre otros.
- Para mejorar la calidad sensorial de las pieles ovinas es aconsejable adicionar al baño de curtido al cromo 2% de producto acomplejante como son los ácidos orgánicos ya que mejoran significativa la sensación que provoca el cuero al ser palpado.
- Para mejorar la rentabilidad de la empresa curtidora se recomienda utilizar mayores niveles de ácido orgánico ya que mejora la calidad el cuero y por ende su precio y posicionamiento en diversos mercados.

BIBLIOGRAFIA

- ASOCIACIÓN ESPAÑOLA EN LA INDUSTRIA DEL CUERO (2017). Norma tecnica para la resistencia a la Tension 1. Barcelona: EQUIC.
- ADZET, J. (2005). Química Técnica de Tenerife.,1a.ed. Igualada, España: Edit. Romanya-Valls.
- ARTIGAS, M. (2007). Manual de Curtiembre. Avances en la curtición de pieles.,2a.ed. Barcelona, España: Edit. Latinoamericana.
- BACARDIT, A. (2004). Diseño de un proceso combinado de curtición. En A. BACARDIT, Química Técnica del Cuero. Cataluña, España: COUSO, pp. 12-52-69.
- BARTLETT, R. (2007). Procesos de curtición de pieles bovinas.
[10 de Febrero de 2017]
<http://www2.inecc.gob.mx.2013>
- BAYER, C. (2007). Curtir, Teñir, Acabar.,2a.ed. Munich, Alemania: Edit. BAYER.
- BERMEO, M. (2006). La importancia de aprender la tecnología del cuero.,1a.ed. Bogotá, Colombia: Edit. Universidad Nacional de Colombia.
- CAMERUM, A. (2017). Procesos de curtición de las pieles caprina.
[14 de Febrero de 2017]
<http://www.es.silvateam.com/Productos>
- CHASIQUIZA, A. (2014.). Comparación de la curtición con extracto de poli fenoles vegetales De *Caesalpinia Spinosa*, con una curtición mineral con sulfato de cromo para pieles caprinas. (Tesis de Pregrado), Escuela Superior Politecnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Carrera de Ingeniería Zootécnica, Riobamba, Ecuador, pp. 69,78.

- CORDERO, B. (2016). Utilización de curtientes vegetales, Tecnología de la curtición. Cuenca, Ecuador: Edit URDENA.
- CORDOVA, H. (2013). Influencia del uso de acomplejantes en el baño de curtido sobre la calidad final del cuero . Revista de la sociedad Química del Perú, pp. 123 - 145.
- COTANCE, A. (2004). Ciencia y Tecnología en la Industria del Cuero.,1a.ed. Igualada, España: Edit Curtidores europeos.
- ENCISO, A. (2011). Mecardo de Comercializadora de la Tara.
[16 de marzo de 2017]
<http://www.coursehero.com/file/6362719/Investigaci%C3%B3n-La-Tara/>
- ECUADOR, ESTACIÓN AGROMETEOROLÓGICA DE LA FACULTAD DE RECURSOS NATURALES. (2017). Condiciones Agrometeorológicas del cantón Riobamba. Riobamba, Ecuador: Espoch.
- FONTALVO, J. (2009). Características de las películas de emulsiones acrílicas para acabados del cuero.,1a.ed. Medellín, Colombia: Edit Rohm and Hass.
- FRANKEL, J. (2009). Manual de Tecnología del Cuero. Buenos Aires, Argentina: Albatros.
- FRANKEL, A. (2009). Manual de Tecnología del Cuero. Buenos Aires, Argentina: Limusa.
- GÓMEZ, J. (2007). El uso de acomplejantes en el curtido de pieles.
[22 de Febrero de 2017]
<https://es.scribd.com/document/337538901/Rev-Soc-Quim-v-79-n-4-PDF>

- GROZZA, G. (2007). Curtición de Cueros y Pieles Manual práctico del curtidor.,1a.ed. Barcelona, España: Edit Sintes. S.A.
- HERFELD, H. (2004). Investigación en la mecanización racionalización y automatización de la industria del cuero.,2a.ed. Rusia, Moscú: Edit. Chemits.
- HIDALGO,L. (2004). Texto básico de Curtición de pieles.,1a.ed. Riobamba, Ecuador: Edit. ESPOCH.
- HIDALGO, L. (2017). Escala de calificación de las variables sensoriales del cuero ovino. Riobamba, Chimborazo: ESPOCH.
- JONES, C. (2002). Manual de Curtición Vegetal. Buenos Aires, Argentina: Edit. LEMIN.
- JURAN, J. (2003). Los ligantes y su utilización.,1a.ed. Barcelona, España: Edit. ALBATROS.
- LACERCA, E. (2003). Curtición de Cueros y pieles.,1a.ed. Buenos Aires: Albatros.
- LIBREROS, J. (2003). Manual de Tecnología del cuero.,1a.ed. Igualada, España: Edit. EUETII.
- LOGISTIC, A. (2015). Operaciones Logísticas; Acerca de la Tara.
[23 de Marzo de 2017]
<http://www.perulinelogistics.com/Tara%20Export.htm>
- LULTCS, W. (2003). IX Conferencia de la Industria del Cuero.,1a.ed. Barcelona, España: Edit. Separata Técnica.

- MAYA, J. (2016). Curtición de piel caprina con la utilización de niveles de tara y un porcentaje fijo de glutaraldehído para la obtención de cuero para calzado. (Tesis de Pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Carrera de Ingeniería en Industrias Pecuarias, Riobamba, Ecuador, p. 32.
- MONAR, M. (2011). Obtención de serraje para calzado casual con la utilización de diferentes porcentajes de sal de cromo autobasificante. (Tesis de Pregrado), Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Carrera de Ingeniería Zootécnica, Riobamba, Ecuador, pp. .
- MORERA, J. (2001). Química Técnica de Curtición.,2a.ed. Igualada, España: Edit CETI.
- PALOMAS, J. (2005). Química técnica de la tenería.,1a.ed. Igualada, España: Edit. CETI.
- PORTAVELLA, M. (2005). Teneria y medioambiente, aguas residuales. Barcelona, España: Edit. CICERO.
- SALMERON, J. (2003). Resistencia al frote del acabado del cuero.,2a.ed. Asunción, Paraguay: Edit. IMANAL.
- SARMIENTO, P. (2015). Estructura y característica de la piel.
[15 de Marzo de 2017]
<http://www.monografias.com>.
- CHORLEMMER, A. (2002). Resistencia al frote del acabado del cuero.,1a.ed. Asunción, Argentina: Edit LAMERO.
- SOLER, J. (2004). Procesos de Curtido. Barcelona, España: Edit CETI.

THORSTENSEN, E. (2002). El cuero y sus propiedades en la industria.,1a.ed. Munich, Italia:
Edit Interamericana.

VARGAS, A. (2016). Buenas prácticas ganaderas para el cuidado de la piel.

[12 de Abril de 2016]

https://search.yahoo.com/search?ei=utf8&fr=tightropetb&p=http%3A%2F%2Fwwwcueronetpelambre.com&type=64925_070517.

VARGAS, R. (2005). Estudio de la elaboración de cuero a partir de la piel seca de Lisa. (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.

ANEXO A: Resistencia a la tensión del cuero ovino para vestimenta utilizando 0; 1,5; 1,75 y 2% de ácido orgánico (acomplejante).

Niveles de ácido orgánico	REPETICIONES					
	I	II	III	IV	V	VI
0	1000,00	1000,00	578,13	812,50	625,00	770,83
1,50%	729,17	729,17	368,42	673,08	1225,00	791,67
1,75%	645,83	750,00	692,31	857,14	750,00	750,00
2%	1479,17	1375,00	1214,29	1160,71	1214,29	1100,00

Realizado por: Pérez Jonathan, 2018.

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1106522,71	3	368840,9	11,07	0,0002
Niveles de ácido orgánico	1106522,71	3	368840,9	11,07	0,0002
Error	666543,26	20	33327,16		
Total	1773065,98	23			

Realizado por: Pérez Jonathan, 2018.

Separación de medias según Duncan

Niveles de ácido orgánico	Media	Rango
0 %	797,74	b
1,5 %	752,75	b
1,75 %	740,88	b
2 %	1257,24	a

Realizado por: Pérez Jonathan, 2018.

Análisis de varianza de la regresión

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	3	1106519,47	368839,823	11,067236	0,0002
Residuos	20	666543,70	33327,1851		
Total	23	1773063,17			

Realizado por: Pérez Jonathan, 2018.

ANEXO B: Porcentaje de elongación del cuero ovino para vestimenta utilizando 0; 1,5; 1,75 y 2% de ácido orgánico (acomplejante).

Acido orgánico	REPETICIONES					
	I	II	III	IV	V	VI
0	47,50	52,50	47,50	55,00	57,50	47,50
1,50 %	37,50	52,50	42,50	40,00	52,50	37,50
1,75 %	47,50	52,50	47,50	55,00	57,50	47,50
2 %	37,50	52,50	42,50	40,00	52,50	37,50

Realizado por: Pérez Jonathan, 2018.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Elongación	24	0,67	0,63	12,67

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2231,25	3	743,75	13,81	<0,0001
Niveles de ácido orgánico	2231,25	3	743,75	13,81	<0,0001
Error	1077,08	20	53,85		
Total	3308,33	23			

Realizado por: Pérez Jonathan, 2018.

Test: Duncan Alfa=0,05

Error: 53,8542 gl: 20

Niveles de ácido orgánico	Medias	n	E.E.	
1,5%	45,83	6	3	b
0%	52,08	6	3	b
1,75%	62,92	6	3	a
2%	70,83	6	3	a

Realizado por: Pérez Jonathan, 2018.

ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA REGRESIÓN

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	2	2076,998	1038,499	17,71	0,00003
Residuos	21	1231,335	58,635		
Total	23	3308,333			

Realizado por: Pérez Jonathan, 2018.

ANEXO C: Lastometría del cuero ovino para vestimenta utilizando 0; 1,5; 1,75 y 2% de ácido orgánico (acomplejante).

Acido orgánico	REPETICIONES					
	I	II	III	IV	V	VI
0	11,22	11,35	11,22	5,62	11,22	11,22
1,50 %	11,22	5,62	10,53	8,86	8,86	5,62
1,75 %	8,86	8,86	11,38	8,86	8,86	8,86
2 %	11,22	11,22	11,35	11,34	11,22	11,22

Realizado por: Pérez Jonathan, 2018.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Lastometría	24	0,31	0,21	17,64

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	26,88	3	8,96	2,98	0,0557
Niveles de ácido orgánico	26,88	3	8,96	2,98	0,0557
Error	60,06	20	3		
Total	86,94	23			

Realizado por: Pérez Jonathan, 2018.

Test: Duncan Alfa=0,05

Error: 3,0028 gl: 20

Niveles de ácido orgánico	Medias	n	E.E.	
1,5 %	8,45	6	0,71	b
1,75 %	9,28	6	0,71	ab
0 %	10,31	6	0,71	ab
2 %	11,26	6	0,71	ab

Realizado por: Pérez Jonathan, 2018.

ANEXO D. Llenura del cuero ovino para vestimenta utilizando 0; 1,5; 1,75 y 2% de ácido orgánico (acomplejante).

Acido orgánico	REPETICIONES					
	I	II	III	IV	V	VI
0	4,00	4,00	3,00	4,00	4,00	3,00
1,50 %	4,00	5,00	4,00	4,00	4,00	5,00
1,75 %	5,00	4,00	5,00	4,00	5,00	4,00
2 %	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	4,00

Realizado por: Pérez Jonathan, 2018.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Llenura	24	0,46	0,38	11,54

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	4,33	3	1,44	5,78	0,0052
Niveles de ácido orgánico	4,33	3	1,44	5,78	0,0052
Error	5	20	0,25		
Total	9,33	23			

Realizado por: Pérez Jonathan, 2018.

Niveles de ácido orgánico	Medias	n	E.E.	
0 %	3,67	6	0,2	b
1,5 %	4,33	6	0,2	b
1,75 %	4,5	6	0,2	b
2 %	4,83	6	0,2	a

Realizado por: Pérez Jonathan, 2018.

Análisis de varianza de la regresión

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	2	2077,00	1038,50	17,71	0,00003
Residuos	21	1231,34	58,64		
Total	23	3308,33			

Realizado por: Pérez Jonathan, 2018.

ANEXO C: Tacto del cuero ovino para vestimenta utilizando 0; 1,5; 1,75 y 2% de ácido orgánico (acomplejante).

Acido orgánico	REPETICIONES					
	I	II	III	IV	V	VI
0	4,00	4,00	3,00	4,00	4,00	3,00
1,50 %	4,00	5,00	4,00	4,00	4,00	5,00
1,75 %	5,00	4,00	5,00	4,00	5,00	4,00
2 %	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	4,00

Realizado por: Pérez Jonathan, 2018.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Tacto	24	0,38	0,29	13,19

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3,79	3	1,26	4,1	0,0202
Niveles de ácido orgánico					
orgánico	3,79	3	1,26	4,1	0,0202
Error	6,17	20	0,31		
Total	9,96	23			

Realizado por: Pérez Jonathan, 2018.

Test: Duncan Alfa=0,05

Error: 0,3083 gl: 20

Niveles de ácido orgánico	Medias	n	E.E.	
1,75 %	3,67	6	0,23	a
1,5 %	4	6	0,23	ab
0 %	4,5	6	0,23	ab
2 %	4,67	6	0,23	b

Realizado por: Pérez Jonathan, 2018.

Análisis de varianza

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	3	3,792	1,264	4,099	0,02
Residuos	20	6,167	0,308		
Total	23	9,958			

Realizado por: Pérez Jonathan, 2018.

ANEXO D: Poder de cobertura del cuero ovino para vestimenta utilizando 0; 1,5; 1,75 y 2% de ácido orgánico (acomplejante).

Acido orgánico	REPETICIONES					
	I	II	III	IV	V	VI
0	4,00	4,00	5,00	4,00	5,00	4,00
1,50 %	3,00	4,00	3,00	3,00	4,00	3,00
1,75 %	4,00	4,00	3,00	4,00	4,00	4,00
2 %	4,00	5,00	4,00	5,00	5,00	5,00

Realizado por: Pérez Jonathan, 2018.

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)						
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo.	6,13	3	2,04	8,45	0,0008	
Niveles de ácido orgánico	6,13	3	2,04	8,45	0,0008	
Error	4,83	20	0,24			
Total	10,96	23				

Realizado por: Pérez Jonathan, 2018.

Test: Duncan Alfa=0,05		Error: 0,2417 gl: 20		
Niveles de ácido orgánico	Medias	n	E.E.	
1,5	3,33	6	0,2	c
1,75	3,83	6	0,2	bc
0	4,33	6	0,2	ab
2	4,67	6	0,2	A

Realizado por: Pérez Jonathan, 2018.

Análisis de varianza de la regresión

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	2	6,11	3,05	13,23	0,0002
Residuos	21	4,85	0,23		
Total	23	10,96			

Realizado por: Pérez Jonathan, 2018.

ANEXO E: Receta del proceso de ribera de cuero ovino para vestimenta utilizando 0; 1,5; 1,75 y 2% de ácido orgánico (acomplejante).

PROCESO	OPER.	PRODUCTO	%	CANTIDAD	En g/kg	T°	TIEMPO
w (96)kg	BAÑO	Agua	200	192	kg	Ambiente	30 min.
Remojo		Tenso activo (Deja)	0,5	480	g		
		1 sachet de Cl	0,5	480	ml		
		Botar baño					
Pelambre / Embadurnado	BAÑO	Agua	5	4,8	kg	Ambiente	12 h.
		Cal	3	2880	g		
		Sulfuro de Sodio	2,5	2400	g		
		Yeso	1	960	g		
	Botar baño						
w(72)kg	BAÑO	Agua	100	72	kg	Ambiente	10 min.
Pelambre bombo		Sulfuro de Sodio	0,4	288	g		10 min.
		Sulfuro de Sodio	0,4	288	g		
		Agua	50	36	kg		10 min.
		Sal	0,5	288	g		10 min.
		Sulfuro de Sodio	0,5	288	g		30 min.
		Cal	1	720	g		30 min.
		Cal	1	720	g		30 min.
		Cal	1	720	g		3 HORA.
		Reposo en bombo por 20 horas (Cada hora girar 10 min. Y descanso 55 min.).					
Botar baño							
	BAÑO	Agua	200	144	kg	Ambiente	20 min.
Botar baño							
	BAÑO	Agua	100	72	kg	Ambiente	30 min.
		Cal	1	720	g		
Botar baño							

Realizado por: Pérez Jonathan, 2018.

ANEXO F: Receta para el proceso de desencalado, rendido y purgado, piquelado I, y desengrase para vestimenta utilizando 0; 1,5; 1,75 y 2% de ácido orgánico (acomplejante).

PROCESO W (53 kg)	OPER.	PRODUCTO	%	CANTIDAD	En g/kg	T°	TIEMPO		
Desencalado		Agua	200	106	kg	30	30 min.		
		Bisulfito de Sodio	0,2	106	g				
		BOTAR BAÑO							
		Agua	100	53	kg	35	30 min.		
		Formiato de Sodio	1	530	g				
		Bisulfito de Sodio	1	530	g				
Rindente	0,25	133	g						
Rendido	Botar baño								
	BAÑO	Agua	200	106	kg	Ambiente	40 min.		
	Botar baño								
Piquelado I	BAÑO	Agua	100	53	kg	Ambiente	10 min.		
		Sal	5	2,65	kg				
		Ac. Fórmico 1:10	1,4	8162	g				
		1 parte (Diluida)		2721	g		20 min.		
		2 parte		2721	g		20 min.		
		3 parte		2721	g		60 min.		
		Ac. Fórmico 1:10	0,4	2332	g		20 min.		
		1 parte (Diluida)		777	g				
		2 parte		777	g				
		3 parte		777	g				
		Botar baño							
		Desengrase	BAÑO	Agua	100		53	kg	35
Tenso activo (Deja)	2			1060	g				
Diésel	4			2120	g				
Botar baño									
BAÑO	Agua		100	53	kg	35	30 min.		
	Tenso activo (Deja)		2	1060	g				
Botar baño									

Realizado por: Pérez Jonathan, 2018.

ANEXO G: Receta para el piquelado II, curtido y basificado de cuero ovino para vestimenta utilizando 0; 1,5; 1,75 y 2% de ácido orgánico (acomplejante).

Proceso	Oper.	Producto	%	Cantidad	En g/kg	T°	Tiempo	
Piquelado II	BAÑO	Agua	100	53	kg	Ambiente	20 min.	
		Sal	6	3,18	kg			
		Ac. Fórmico 1:10	0,4	2332	g			
		1 parte (Diluida)		777	g		20 min.	
		2 parte		777	g			
		3 parte		777	g			
	Rodar el bombo 30 min.							
Curtido		Ácido orgánico	0,1,5, 1.75,2	2.78	kg		20 min.	
		Dividido en 3 partes						
		1 parte		927	g			
		2 parte		927	g		20 min.	
		3 parte		927	g		60 min	
		Cromo	7	3.71	kg		60 min.	
		Basificante diluido 1:10		0,5	265	g		1 hora
			1 parte		88	g		
			2 parte		88	g		
			3 parte		88	g		
					88	g		
	Lavar	Rodar 1 Hora						
Agua			200	106	kg	Ambiente	30 min	
Botar Baño y Recoger EL Agua								
Perchar y Raspar Calibre 0,8 mm..								

Realizado por: Pérez Jonathan, 2018.

ANEXO H: Receta para acabados en húmedo de cuero ovino para vestimenta utilizando 0; 1,5; 1,75 y 2% de ácido orgánico (acomplejante).

PROCESO	OPER.	PRODUCTO	%	CANTIDAD	En g/kg	T°	TIEMPO
w(16)kg	BAÑO	Agua	200	32	kg	25	20 min.
Rehidratado		Tenso activo (deja)	0,2	32	g		
		Ac. Fórmico	0,2	32	g		
		Deslizante	0,3	48	g		
Botar baño							
Recurtido	BAÑO	Agua	80	13	kg	40	40 min.
		Cromo	2	320	g		
		Recurtiente regulan gtw	3	480	g		
Botar baño							
Neutralizado	BAÑO	Agua	100	16	Kg	40	30 min.
		Formiato de Sodio	1	160	g		40 min.
		Recurtiente neutral Pak	1.5	240	g		60 min.
Botar baño							
Lavado	BAÑO	Agua	300	48	kg	40	40 min.
Botar baño							
Tinturado	BAÑO	Agua	50	8	kg	25	60 min.
		Anilina negra	2	320	g		
		Retan 500	4	640	g		
Engrase	BAÑO	Agua	150	24	kg	60	60 min.
		Tenso activo Ester fosfórico	10	1600	g		
		Parafina sulfoclorada	4	0,64	Kg		
		Lanolina	2	320	g		
		Aceite sulfonado	2	0.32	kg		
Fijar	BAÑO	Ac. Fórmico 1:10	0,75	1320	g	60	10 min.
		Ac. Fórmico 1:10	0,75	1320	g		10 min.
		Aceite catiónico	1	160	g		20 min.
Botar baño							
Lavado	BAÑO	Agua	200	32	kg	Ambiente	20 min.
Botar baño							
Perchar (apilar flor con flor y tapar con fundas negras)							
Secado							

Realizado por: Pérez Jonathan, 2018.

ANEXO I: Receta para acabados en seco de cuero ovino para la obtención de cuero para vestimenta utilizando 0; 1,5; 1,75 y 2% de ácido orgánico (acomplejante).

PROCESO (16 kg)	PRODUCTO	(%)	
Acabado en seco	Estacado, recortado y raspado		
	Apresto Ligante	500 partes	Mezclar
	H2O	500 partes	
	Una aplicada reposo 1 hora		
	Pigmento negro	1kg	Mezclar
	Penetrante	20g	
	Agua	500g	
	Micro ligante	1,5kg	
	2 a 3 Aplicaciones		
	Plancha a 80 atm. De presión 3 segundos		
	Secar		
	Hidrolaca Semibrillo	500g	
	1 a 2 aplicaciones		

Realizado por: Pérez Jonathan, 2018.

ANEXO J: Proceso de ribera del cuero ovino para la obtención de cuero para vestimenta utilizando 0; 1,5; 1,75 y 2% de ácido orgánico (acomplejante).



ANEXO K: Proceso de curtido de cuero ovino para la obtención de cuero para vestimenta utilizando 0; 1,5; 1,75 y 2% de ácido orgánico (acomplejante).



Realizado por: Pérez Jonathan, 2018.

ANEXO L: Acabados en húmedo de cuero ovino para la obtención de cuero para vestimenta utilizando 0; 1,5; 1,75 y 2% de ácido orgánico (acomplejante).



ANEXO M: Acabados en seco de cuero ovino para la obtención de cuero para vestimenta utilizando 0; 1,5; 1,75 y 2% de ácido orgánico (acomplejante).

