



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA ZOOTECNICA

**“UTILIZACIÓN DE TRES NIVELES DE BISULFITO DE SODIO EN
COMBINACIÓN CON PRODUCTO DESENCALANTE EN EL PROCESO DE
CURTICIÓN DE CUEROS PARA VESTIMENTA”**

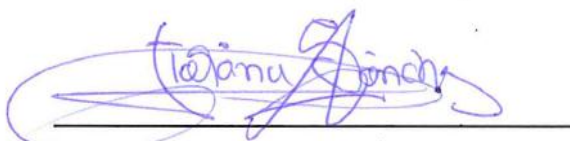
TRABAJO DE TITULACIÓN
TIPO: TRABAJO EXPERIMENTAL
Previo a la obtención del título de
INGENIERO ZOOTECNISTA

AUTOR
FELIPE DARÍO CARVAJAL VALLEJO

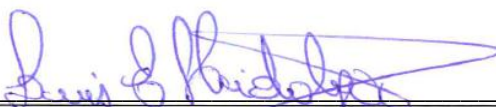
RIOBAMBA – ECUADOR

2018

El presente Trabajo de Titulación fue aprobado por el siguiente Tribunal



Ing.MC. Tatiana Elizabeth Sánchez Herrera
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



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



Ing. MC. Cristina Nataly Villegas Freire.
ASESOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Riobamba, 3 de Agosto del 2018.

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Felipe Darío Carvajal Vallejo con C.I. 060467167-7 declaro que el presente trabajo de titulación, es de mi autoría, y que los resultados del mismo son auténticos y originales, los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

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

Riobamba, 3 de Agosto del 2018



Felipe Darío Carvajal Vallejo.

CI. 060467167-7

AGRADECIMIENTO

Mi sincero agradecimiento a la ESPOCH por haberme dado la oportunidad de haberme formado en su alma máster.

A todo el personal docente que me impartió sus vastos conocimientos sin ningún tipo de egoísmo.

Quiero expresar un agradecimiento excepcional a ese gran profesional y sobre todo gran ser humano Dr. Luis Hidalgo, quién siempre estuvo pendiente de este trabajo y de mi bienestar estudiantil.

Por último agradezco a mis compañeros y compañeras con quienes hemos compartido momentos alegres y tristes en estos años de estudio.

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado primeramente a Dios por haberme dado la fe necesaria, para culminar mi tercer nivel de formación académica.

A mis padres Kennedy Carvajal, Azucena Vallejo, a mi hermano y cuñada, quienes me dieron recurrentemente el apoyo moral, espiritual y económico para llegar a feliz término.

CONTENIDO

	Pág.
Resumen	
Abstract	
Lista de Cuadros	
Lista de Gráficos	
Lista de Fotografías	
Lista de Anexos	
I. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
II. <u>REVISIÓN DE LITERATURA</u>	3
A. PIEL CAPRINA	3
1. <u>Clasificación de las pieles caprinas</u>	6
2. <u>Conservación de la piel</u>	7
3. <u>Defectos en las pieles caprinas</u>	9
B. PROCESOS DE RIBERA	10
1. <u>Remojo</u>	11
2. <u>Pelambre y calero</u>	12
3. <u>Descarnado</u>	14
4. <u>Dividido</u>	16
5. <u>Desencalado</u>	17
6. <u>Rendido</u>	18
7. <u>Desengrase</u>	19
C. PROCESOS DE CURTICIÓN	20
1. <u>Desencalado</u>	22
2. <u>Rendido o purgado</u>	23
3. <u>Desengrase</u>	23
4. <u>Piquelado</u>	25
5. <u>Curtido con cromo</u>	26
6. <u>Basificado</u>	28
D. BISULFITO DE SODIO	29
1. <u>Algunos productos desencalante para el cuero</u>	30
E. EXIGENCIAS DE CALIDAD DE LAS PIELES PARA VESTIMENTA	31
F. MERCADO DE PIELES PARA VESTIMENTA	32

III. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	35
A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO	35
B. UNIDADES EXPERIMENTALES	35
C. MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES	36
1. <u>Materiales</u>	36
2. <u>Equipos</u>	36
3. <u>Productos químicos</u>	37
D. TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL	37
E. MEDICIONES EXPERIMENTALES	39
1. <u>Físicas</u>	39
2. <u>Sensoriales</u>	39
3. <u>Económicas</u>	39
F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA	39
G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	40
1. <u>Remojo</u>	40
2. <u>Pelambre por embadurnado</u>	40
3. <u>Desencalado y rendido</u>	40
4. <u>Piquelado</u>	41
5. <u>Curtido</u>	41
6. <u>Neutralizado y recurtido</u>	41
7. <u>Tintura y engrase</u>	42
8. <u>Aserrinado, ablandado y estacado</u>	42
H. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN	43
1. <u>Análisis sensorial</u>	43
2. <u>Análisis de las resistencias físicas</u>	44
a. Resistencia a la tensión	44
b. Porcentaje de elongación	48
c. Lastometría	49
IV. <u>RESULTADOS Y DISCUSIONES</u>	51
A. EVALUACIÓN DE LAS RESISTENCIAS FÍSICAS DE LOS CUEROS CAPRINOS DESENCALADOS CON DIFERENTES NIVELES, DE BISULFITO DE SODIO EN COMBINACIÓN CON 2	51

% DE PRODUCTO DESENCALANTE, PARA LA CONFECCIÓN DE VESTIMENTA	
1. <u>Resistencia a la tensión</u>	51
2. <u>Porcentaje de elongación</u>	54
3. <u>Lastometría</u>	57
B. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DE LOS CUEROS CAPRINOS DESENCALADOS CON DIFERENTES NIVELES DE BISULFITO DE SODIO EN COMBINACIÓN CON 2 % DE PRODUCTO DESENCALANTE, PARA LA CONFECCIÓN DE VESTIMENTA	60
1. <u>Llenura</u>	60
2. <u>Blandura</u>	64
3. <u>Redondez</u>	67
C. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN ENTRE VARIABLES FÍSICAS Y SENSORIALES DEL CUERO CAPRINO	70
D. EVALUACIÓN ECONÓMICA	72
V. <u>CONCLUSIONES</u>	74
VI. <u>RECOMENDACIONES</u>	75
VII. <u>LITERATURA CITADA</u>	76
ANEXOS	

**UTILIZACIÓN DE TRES NIVELES DE BISULFITO DE SODIO EN
COMBINACIÓN CON PRODUCTO DESENCALANTE EN EL PROCESO DE
CURTICIÓN DE CUEROS PARA VESTIMENTA**

Carvajal, F.¹; Hidalgo, L.²; Villegas, C.³.

RESUMEN

En el Laboratorio de Curtición de pieles de la FCP, se propuso, evaluar la utilización de tres niveles de bisulfito de sodio en combinación con producto desencalante en el proceso de curtición de cueros para vestimenta, con 8 repeticiones por tratamiento dando un total de 24 pieles caprinas. Las unidades experimentales se distribuyeron bajo un diseño Completamente al Azar, las técnicas estadísticas aplicadas fueron: análisis de varianza, prueba de Kruskal Wallis y separación de medias según Tukey. Los resultados indican que al aplicar en el desencalado 2 % de bisulfito de sodio se consigue mayores resistencias físicas del cuero caprino específicamente de tensión (1824.90 N/cm²), y lastometría (10.37 mm), y que cumplen con los estándares de calidad de la (Asociación Española en la Industria del Cuero, 2002). La ponderación sensorial infiere una calificación de excelente de acuerdo a escala de (Hidalgo, 2018), para las características de llenura (4,75 puntos); blandura (4,63 puntos) y redondez (4,75 puntos). El mayor beneficio costo se consiguió al utilizar el 2 % de bisulfito de sodio en combinación con 2 % de producto desencalante, puesto que el costo de producción fue de 2,39 dólares americanos por pie², y proporciona una relación beneficio costo de 1,32; o una utilidad de 39 centavos, que resulta muy alentadora ya que la inversión y el tiempo de producción es bajo por lo tanto la recuperación de capital es más rápida. Por lo que se recomienda aplicar 2 % de bisulfito de sodio para el desencalado.

Palabras clave: Curtición de pieles – bisulfito de sodio – desencalante - cueros para vestimenta.



ABSTRACT

In the Skin Tanning Laboratory of the FCP, it was proposed to evaluate the use of three levels of sodium bisulfite in combination with whitewashing product in the leather tanning process, with 8 repetitions per treatment giving a total of 24 skins goats. The experimental units were distributed under a completely randomized design, the applied statistical techniques were: analysis of variance, Kruskal Wallis test and separation of means according to Tukey. The results indicate that when applying 2% sodium bisulfite in the delimiting, greater physical resistance of the goat leather is obtained, specifically tension (1824.90 N / cm²), and elastometry (10.37 mm), and that they comply with the quality standards of the (Spanish Association in the Leather Industry, 2002). The sensory weighting infers an excellent rating according to scale (Hidalgo, 2018), for the characteristics of fullness (4.75 points); softness (4.63 points) and roundness (4.75 points). The greatest cost benefit was achieved by using 2% sodium bisulfite in combination with 2% of-scaling product, since the production cost was the US \$ 2.39 per foot², and provides a cost-benefit ratio of 1.32; or a profit of 39 cents, which is very encouraging since the investment and production time is low, therefore the capital recovery is faster. So it is recommended to apply 2% sodium bisulfite for delimiting.



Keywords: Leather tanning - sodium bisulfite - delimiting - clothing leathers.

LISTA DE CUADROS

N°		Pág.
1.	CLASIFICACIÓN DE LAS PIELES CAPRINAS DE ACUERDO CON LA EDAD DEL ANIMAL.	7
2.	EXIGENCIAS DE CALIDAD DE LAS PIELES DE VESTIMENTA.	34
3.	CONDICIONES METEOROLÓGICAS DEL CANTÓN RIOBAMBA.	35
4.	ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.	38
5.	ESQUEMA DEL ADEVA.	39
6.	CÁLCULOS DE LA MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TENSIÓN.	45
7.	EVALUACIÓN DE LAS RESISTENCIAS FÍSICAS DE LOS CUEROS CAPRINOS DESENCALADOS CON DIFERENTES NIVELES (1,5; 1,75 Y 2%), DE BISULFITO DE SODIO EN COMBINACIÓN CON 2 % DE PRODUCTO DESENCALANTE, PARA LA CONFECCIÓN DE VESTIMENTA.	53
8.	EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DE LOS CUEROS CAPRINOS DESENCALADOS CON DIFERENTES NIVELES (1,5; 1,75 Y 2%), DE BISULFITO DE SODIO EN COMBINACIÓN CON 2 % DE PRODUCTO DESENCALANTE, PARA LA CONFECCIÓN DE VESTIMENTA	62
9.	ANÁLISIS DE CORRELACIÓN ENTRE VARIABLES FÍSICAS Y SENSORIALES DEL CUERO CAPRINO.	71
10.	EVALUACIÓN ECONOMÍA DE LA PRODUCCIÓN DE CUEROS CAPRINOS DESENCALADOS CON DIFERENTES NIVELES, DE BISULFITO DE SODIO EN COMBINACIÓN CON 2 % DE PRODUCTO DESENCALANTE.	73

LISTA DE GRÁFICOS

N°		Pág.
1.	Flujograma del proceso de curtido.	21
2.	Corte de la probeta de cuero.	44
3.	Ilustración del equipo para medir la lastometría del cuero.	49
4.	Resistencia a la tensión los cueros caprinos desencalados con diferentes niveles (1,5; 1,75 y 2%), de bisulfito de sodio en combinación con 2 % de producto desencalante, para la confección de vestimenta.	53
5.	Porcentaje de elongación los cueros caprinos desencalados con diferentes niveles (1,5; 1,75 y 2%), de bisulfito de sodio en combinación con 2 % de producto desencalante, para la confección de vestimenta.	55
6.	Lastometría los cueros caprinos desencalados con diferentes niveles (1,5; 1,75 y 2%), de bisulfito de sodio en combinación con 2 % de producto desencalante, para la confección de vestimenta.	58
7.	Regresión de la lastometría los cueros caprinos desencalados con diferentes niveles (1,5; 1,75 y 2%), de bisulfito de sodio en combinación con 2 % de producto desencalante, para la confección de vestimenta.	60
8.	Llenura de los cueros caprinos desencalados con diferentes niveles (1,5; 1,75 y 2%), de bisulfito de sodio en combinación con 2 % de producto desencalante, para la confección de vestimenta.	63
9.	Regresión de la llenura de los cueros caprinos desencalados con diferentes niveles (1,5; 1,75 y 2%), de bisulfito de sodio en combinación con 2 % de producto desencalante, para la confección de vestimenta.	64
10.	Blandura de los cueros caprinos desencalados con diferentes niveles (1,5; 1,75 y 2%), de bisulfito de sodio en combinación con 2 % de producto desencalante, para la confección de vestimenta.	65
11.	Regresión de la blandura de los cueros caprinos desencalados con diferentes niveles (1,5; 1,75 y 2%), de bisulfito de sodio en	67

combinación con 2 % de producto descalcante, para la confección de vestimenta.

12. Redondez de los cueros caprinos descalcados con diferentes niveles (1,5; 1,75 y 2%), de bisulfito de sodio en combinación con 2 % de producto descalcante, para la confección de vestimenta. 68

LISTA FOTOGRAFÍAS

N°		Pág.
1.	Partes de un equipo para realizar la medición de la resistencia a la tensión el cuero.	45
2.	Equipo para medir el calibre del cuero.	46
3.	Medición de la longitud inicial del cuero.	46
4.	Colocación de la probeta de cuero entre las mordazas tensoras.	47
5.	Encendido del equipo.	47
6.	Puesta en marcha del prototipo mecánico para medir la resistencia a la tensión del cuero.	48

LISTA DE ANEXOS

N°

1. Resistencia a la tensión los cueros caprinos desencalados con diferentes niveles (1,5; 1,75 y 2%), de bisulfito de sodio en combinación con 2 % de producto desencalante, para la confección de vestimenta.
2. Porcentaje de Elongación los cueros caprinos desencalados con diferentes niveles (1,5; 1,75 y 2%), de bisulfito de sodio en combinación con 2 % de producto desencalante, para la confección de vestimenta.
3. Lastimetría los cueros caprinos desencalados con diferentes niveles (1,5; 1,75 y 2%), de bisulfito de sodio en combinación con 2 % de producto desencalante, para la confección de vestimenta.
4. Llenura los cueros caprinos desencalados con diferentes niveles (1,5; 1,75 y 2%), de bisulfito de sodio en combinación con 2 % de producto desencalante, para la confección de vestimenta.
5. Blandura los cueros caprinos desencalados con diferentes niveles (1,5; 1,75 y 2%), de bisulfito de sodio en combinación con 2 % de producto desencalante, para la confección de vestimenta.
6. Redondez los cueros caprinos desencalados con diferentes niveles (1,5; 1,75 y 2%), de bisulfito de sodio en combinación con 2 % de producto desencalante, para la confección de vestimenta.
7. Receta del proceso de ribera del cuero caprino para la obtención de cuero para vestimenta utilizando 1,5 %; 1,75%; 2% de bisulfito de sodio.
8. Receta para el proceso de desencalado de pieles caprinas (Tratamiento 1; 1.5% de bisulfito de sodio) para la obtención de cuero para vestimenta utilizando 1,5 %; 1,75%; 2% de bisulfito de sodio.
9. Receta para el proceso de desencalado de pieles caprinas (Tratamiento 2; 1.75% de bisulfito de sodio) para la obtención de cuero para vestimenta utilizando 1,5 %; 1,75%; 2% de bisulfito de sodio.
10. Receta para el proceso de desencalado de pieles caprinas (Tratamiento 3; 2% de bisulfito de sodio) para la obtención de cuero para vestimenta utilizando 1,5 %; 1,75%; 2% de bisulfito de sodio

11. Receta para el proceso de rendido y purgado de pieles caprinas para la obtención de cuero para vestimenta utilizando 1,5 %; 1,75%; 2% de bisulfito de sodio.
12. Receta para el proceso de desengrase piquelado, curtido y basificado de pieles caprinas para la obtención de cuero para vestimenta utilizando 1,5 %; 1,75%; 2% de bisulfito de sodio.
13. Receta para acabados en húmedo del cuero caprino para la obtención de cuero para vestimenta utilizando 1,5 %; 1,75%; 2% de bisulfito de sodio.
14. Proceso de remojo pelambre por embadurnado y en bombo del cuero caprino para la obtención de cuero para vestimenta utilizando 1,5 %; 1,75%; 2% de bisulfito de sodio.
15. Desencalado rendido purgado desengrase piquelado y curtido del cuero caprino para la obtención de cuero para vestimenta utilizando 1,5 %; 1,75%; 2% de bisulfito de sodio.
16. Acabado en húmedo recurtido tinturado y engrase del cuero caprino para la obtención de cuero para vestimenta utilizando 1,5 %; 1,75%; 2% de bisulfito de sodio.
17. Acabado en húmedo perchado del cuero caprino para la obtención de cuero para vestimenta utilizando 1,5 %; 1,75%; 2% de bisulfito de sodio.

I. INTRODUCCIÓN

Los seres humanos han curtido pieles por miles de años. Durante la mayor parte de ese tiempo, no contaban con los químicos modernos y estaban forzados a utilizar lo que sólo puede describirse como medidas más "tradicionales". Las formas tradicionales de curtir pieles, que normalmente son bastante económicas, aún son utilizadas hoy en día. El curtido de las pieles es uno de los oficios más antiguos de la humanidad. Tuvo su origen cuando nuestros antepasados prehistóricos comenzaron a utilizar las pieles de los grandes mamíferos para protegerse de las inclemencias del tiempo. No obstante, si no se aplicaba ningún tratamiento, la piel del animal se deterioraba con rapidez, se pudría, desprendía malos olores y hasta podía provocar infecciones. Y así fue como nuestros antepasados empezaron a buscar formas de detener este proceso natural.

Los avances en la investigación química del siglo XIX resultaron vitales para la transformación de este sector, hasta entonces artesanal, en un potente sector industrial. El desarrollo de la curtición al cromo, que utiliza las sales de este mineral para el proceso básico del curtido, dio un gran impulso a esta industria, a nivel mundial. Actualmente y siempre buscando tanto la mejora de las características y prestaciones de la piel como la mayor y mejor contribución a la mejora del medio ambiente, se está investigando con nuevos curtientes menos contaminantes e incluso se está desarrollando una nueva curtición con titanio.

El desarrollo de nuevas tecnologías amigables al medio ambiente son las nuevas alternativas que toda industria trata de implementar y gestionar, puesto que la industria de curtiembres está en una de las industrias de alta contaminación, esto debido a que la elaboración de artículos de cuero con lleva un proceso en el cual quedan muchos desperdicios tales como: estiércol, pelos, pedazos de piel, sangre, sales como la sal común, sales de sulfuro entre otros. Debido a este impacto ambiental, las plantas de Curtiembre en la sección del proceso de descalcado es indispensable remplazar a las sales de amonio para la remoción de calcio que fue absorbido y adsorbido en el proceso de pelambre, con el objetivo de evitar la contaminación de soluciones de sulfuros, lo cual tiene un fuerte impacto. La primera

fase a la que genéricamente se denomina ribera, porque la piel se trabaja siempre mojada, constaría de dos partes: el proceso de preparación de la piel antes del curtido, que incluye el remojo, la eliminación del pelo y el descarnado. A continuación, se procede a la estabilización química y física de la piel en el proceso de rendido, para dar paso a continuación al proceso de curtido en sí, en el que se consigue ya una buena conservación, aunque siempre en húmedo. El desencalado sirve para eliminación de la cal (unida químicamente, absorbida en los capilares, almacenada mecánicamente) contenida en el baño de pelambre y para el deshinchamiento de las pieles. Las pieles, al salir del apelambrado, llevan productos ajenos a ellas como el sulfuro y la cal. El sulfuro por ser muy soluble, es eliminado en su mayor parte por las aguas de lavado. La cal, debido a su baja solubilidad, se elimina más lentamente. Esta cal se encuentra en la piel de dos formas: como álcali libre rellenando espacios interfibrilares y en forma de álcali combinado con la sustancia piel, la mayor parte del álcali libre es eliminado mediante los lavados previos tras el pelambre, lo cual resulta los siguientes objetivos en la presente investigación:

- Realizar el curtido de pieles caprinas utilizando diferentes niveles (1,5; 1,75 y 2%) de bisulfito de sodio, en combinación con un producto desencalante para cueros para vestimenta.
- Evaluar la resistencia física del cuero caprino para determinar su calidad frente a la confección de artículos de vestimenta, y si cumple con las exigencias de calidad establecidas en las normas técnicas de la Asociación Española en la Industria del Cuero.
- Ponderar el efecto que provoca a los sentidos, el cuero caprino desencalado con una combinación de diferentes niveles de bisulfito de sodio más producto desencalante, que fue evaluada por un juez calificado para luego darle un puntaje.
- Establecer los costos de cada uno de los tratamientos y su relación beneficio costo.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

A. PIEL CAPRINA

Argemto (2016), menciona que los caprinos son las que surten a la industria de pieles muy finas y por esta condición, una vez curtidas, se destinan a la confección de calzado de alto precio, guantes, encuadernaciones de la mejor calidad, etc. De los animales más jóvenes se obtienen los cueros más finos y de mayor valor. Los caprinos son animales ideales para lugares donde no se dispone de tierra de pastoreo adecuada para caprinos o bovinos. La piel de cabra tiene una estructura fibrosa muy compacta no producen lana, sino pelo, es decir, que se trata de fibras meduladas en toda su extensión. Las pieles caprinas presentan una estructura fibrosa muy compacta, con fibras meduladas en toda su extensión. Estas pieles, muy finas, son destinadas a la alta confección de vestidos, calzados y guantes de elevada calidad. El control de calidad se puede hacer sobre el cuero (piel curtida), o sobre la piel ante y post mórten, estableciéndose criterios de clasificación que le dan su valor de mercado.

Rivero (2017), menciona que la calidad de la piel y del cuero, está relacionada con su manejo, sacrificio, desollado, conservación, almacenamiento y curtido. La dermis es la parte de la piel que se transforma en cuero y representa en torno del 85% del espesor. Se encuentra inmediatamente debajo de la epidermis y el límite entre las dos capas no es regular, caracterizándose por la presencia de salientes y entrantes que se entremezclan y se ajustan entre sí.

Belda (2006), manifiesta que la cabra es un animal muy resistente que puede vivir con sobriedad de alimentos, de los que se pueden aprovechar su carne y su leche. Se adaptan fácilmente a climas rigurosos y son muy comunes en Asia, África, Sudamérica. Las pieles muchas veces son originarias de aldeas pequeñas que se encuentran en zonas muy diversas por tanto su calidad varía considerablemente. La piel fresca de cabra, en algunos aspectos se parece a la vacuna, en otros a la de la oveja. Sin embargo, en conjunto la piel de cabra tiene una estructura

característica. La epidermis es muy delgada. La capa de la flor ocupa más de la mitad del total del espesor de la dermis. Las glándulas y las células grasas que son las responsables de la esponjosidad del cuero de oveja son mucho menos abundantes en las pieles de cabra. La piel está constituida básicamente por:

- Agua 64%.
- Proteínas 33%.
- Grasas 2%.
- Sustancias minerales 0.5%.
- Otras sustancias 0.5%.

Hidalgo (2004), indica que las proteínas las podemos diferenciar en: colágeno 94-95%, elastina 1%, queratina 1-2% y el resto proteínas no fibrosas. Además, de contaminación externa como orina, estiércol, tierra y otros. Si una piel, tal y como se separa del animal, se abandona en ambiente cálido y húmedo, comienza en ella un proceso de putrefacción. Esto se puede evitar añadiendo una solución bactericida, pero de cualquier forma, al secarse se convierte en un producto coriáceo sin ninguna flexibilidad. La piel separada del animal debe ser lavada tan pronto como sea posible, pues la suciedad y sangre del suelo de los mataderos producen rápidas contaminaciones bacterianas capaces de provocar un deterioro tan grande que nunca se pueda obtener de ella un cuero de calidad. Una vez lavada, se extiende en el suelo limpio, dejando hacia arriba la parte de la carne, sobre la que se añade sal común en la proporción de 0,5 a 1 Kg. (en granos de 1 a 3 milímetros de diámetro) por cada Kg. de piel.

Boaz (2005), señala que entre los principales obstáculos que han frenado el desarrollo de la industria del cuero se basan en que la piel de ganado bovino, ovino, caprino, etc., que procesa la curtiembre, presenta cualidades deficientes por la crianza y cuidado del ganado, transporte, camales, preservación, entre otros factores que no tienen ningún control estricto de calidad y por el contrario son actividades que se realizan de una forma arcaica y obsoleta. Esto afecta al proceso

de curtido y al producto final, el cuero. Las ganaderías reducen considerablemente la calidad de la piel por los siguientes motivos:

- Utilización de alambres de púas, prohibido en otros países productores de piel, y deficiente alimentación, maltrato y golpes.
- Marcas con fuego, también reglamentado en otros países, plagas, especialmente garrapatas principalmente en la costa y oriente.
- El transporte es inadecuado para el ganado, que viaja atado y hacinado, generando daños adicionales a la piel.
- Los camales producen varios daños irreversibles en las distintas etapas del proceso de matanza (cortes, manchas, sellos, etc.) y preservación preliminar de la piel (salado y/o congelamiento).

Lacerca (2003), menciona que la piel caprina está formada por dos capas poco delimitadas entre ellas. Una termostática o papilar, más superficial, donde están los folículos pilosos, glándulas sudoríparas y sebáceas y el músculo erector del pelo, constituida por tejido conjuntivo laxo y fibrillas especiales de colágeno. La segunda capa, más profunda y espesa, es la capa reticular, constituida por tejido conjuntivo denso, entrelazado con fibras elásticas y mayor presencia de fibras de colágeno, algunos estudios han demostrado que en la piel existen zonas diferenciadas en cuanto a estructura relacionada con el espesor y la densidad. Otros tratan sobre la diferencia en la resistencia físico-mecánica del cuero entre sus distintas regiones o entre especies.

Gonzáles (2012), indica que hay razas de caprinos especializadas en la producción de piel a las cuales se les debería introducir en nuestro país como son: Mubende (Uganda), RedSokoto ó Maradi (Nigeria), y Black Bengal (India), que en países como India y Pakistán suponen una fuente de ingresos muy importante. La piel de cabra posee un gran valor en el mercado debido a su apariencia estética y su resistencia lo que permite obtener productos de alta calidad como guantes, tafiletes y napas. Su mayor inconveniente es el reducido tamaño de las piezas y por lo tanto

limita su uso para ciertos productos y mayor coste de mano de obra. En Ecuador, la piel se considera un producto secundario en la explotación caprina, aunque tenga un alto significado económico en cuanto a la valoración global del animal, por varias razones:

- Sistema de comercialización de pieles en mercados que no son aprobados por el gobierno y donde las pieles muchas veces tienen precios exageradamente bajos.
- El valor del animal al ganadero se le da por un total después de descontar las tasas de matadero, y no desglosado en cada una de las partes, venta de los animales vivos a un intermediario
- Falta de información a los ganaderos de cómo mejorar el manejo para obtener la máxima calidad de la piel

1. Clasificación de las pieles caprinas

Marai (2016), reporta que la piel se entiende que proceden del ovino y caprino, y el cuero del vacuno. Su valoración hoy en día está ligada al destino que se le va a dar en la industria, y que muy condicionado a la moda. Según este criterio se distinguen tres grupos: ante y napa que se obtienen por medio del rascado y descarnado de la piel; y doble faz en la cual la piel va provista de lana p pelo sometida a máquinas que peinan, planchan y enrasan la lana o el pelo. A la llegada de las pieles a los almacenes se clasifican según los siguientes criterios:

- Tamaño con clasificaciones de: Cortas: proceden de canales hasta 8 Kg. o Mayores : las de pesos superiores, Color : negras o blancas o manchadas
- Defectuosas: rotas, marcadas con pinturas tóxicas, pinchazos, etc.
- Tipo de animal del que procede: raza, edad, sexo, peso, etc. Manejo del
- animal en la explotación

- Forma de obtención de la piel en el matadero, Conservación, forma de realizar la curtición, etc.

Sánchez (2006), señala que esto ha provocado que la calidad de este producto, según varios estudios realizados, sea baja; llegándose inclusive a considerar a la piel y cuero ecuatorianos entre los de menor calidad en América Latina, en el cuadro 1, se indica la clasificación de las pieles caprinas de acuerdo con la edad del animal.

Cuadro 1. CLASIFICACIÓN DE LAS PIELES CAPRINAS DE ACUERDO CON LA EDAD DEL ANIMAL.

PIELES DE CABRA	EDAD DEL ANIMAL
Cabritos.	Se refiere a las crías que se mantienen mamando hasta la edad de unos 2 meses.
Pastones	Son los animales de 2-4 meses de edad que ya comienzan a pastar.
Cabrioles	Son los machos de 4-6 meses de edad.
Cegajos	Son las hembras de 4-6 meses de edad.
Cabras hembras	De más de 6 meses de edad.
Machetes	Machos de más de 6 meses de edad.

Fuente: (Sánchez, 2006)

2. Conservación de la piel

Soler (2004), manifiesta que, para la conservación de la piel, conviene añadir antisépticos, con los que se consigue conservarla durante largos periodos de tiempo, siempre que las condiciones de humedad y temperatura sean favorables. El paso anterior al proceso de curtición; es decir, la producción de pieles crudas es el que adolece de los peores niveles de tecnología industrial, es más, ésta es casi inexistente. La piel fresca de cabra, en algunos aspectos se parece a la vacuna, en

otros a la de la oveja. Sin embargo, en conjunto la piel de cabra tiene una estructura característica. La epidermis es muy delgada. La capa de la flor ocupa más de la mitad del total del espesor de la dermis. Las glándulas y las células grasas que son las responsables de la esponjosidad del cuero de oveja son mucho menos abundantes en las pieles de cabra.

Camerún (2016), indica que la autólisis y el ataque bacteriano presentan su acción máxima en el período comprendido entre el desuello del animal y el inicio de la conservación, conocido como el periodo post-mortem, y en la fase inicial del proceso de conservación. Con el mismo período post-mortem e igual tiempo de conservación las pieles saladas durante los meses de verano presentan mayor cantidad de defectos que las pieles saladas en invierno. La temperatura más elevada del verano favorece el desarrollo bacteriano y la acción de las enzimas, mientras que en invierno con temperaturas más bajas el crecimiento bacteriano y la acción bacteriana se reducen considerablemente. La intensidad del ataque bacteriano en el periodo post-mortem depende del clima y de la época del año.

Buxadé (2006), manifiesta que, en los países templados se considera que un período post-mortem de 24 horas no perjudica excesivamente la piel mientras que en países cálidos un período postmortem de 8 horas puede producir un ataque considerable. El desuello rápido debido a los métodos productivos que se emplean en los mataderos no permite eliminar el calor de la piel, que puede quedar fácilmente a 26-30°C durante un largo período de tiempo. Las bacterias penetran en la piel por el lado carne y en período post-mortem de 4 horas solo se encuentran sobre el lado carne; entre 8 a 12 horas ya se encuentran bacterias en el corium y en 24 horas está contaminando todo el espesor de la piel; se llega a observar un aflojamiento del pelo.

Hidalgo (2004), reporta que la conservación de la piel por intermediarios y curtiembres no es óptima, para conseguir una piel de calidad. En general por lo anotado y por deficiencias en sus propios procesos, pocas curtiembres logran productos terminados de calidad internacional. La cabra es un animal muy

resistente que puede vivir con sobriedad de alimentos, y de los que se pueden aprovechar su carne y su leche.

3. Defectos en las pieles caprinas

Libreros (2003), indica que 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. La piel en estado natural por su propia naturaleza y debido a la contaminación microbiana producida por los gérmenes del ambiente, los insectos y los residuos que existen en el suelo del matadero sufre una degradación cuya intensidad depende de la temperatura ambiente, grado y tipo de contaminación. En la degradación de la piel pueden distinguirse dos aspectos:

- La autólisis que es producida por las propias enzimas que contienen las células de la piel.
- La putrefacción debida al crecimiento bacteriano.

Buxadé (2006), menciona que los defectos más comunes que se pueden presentar en las pieles de origen natural pueden ser:

- Marcas de fuego, imposibles de minimizar, así como también la presencia de cicatrices varias.
- Rayas abiertas o cicatrizados que dentro del proceso estas son más fáciles de disimular.
- Parásitos que dejan marcas como ser: garrapatas (su consecuencia es muy difícil de disimular, queda toda la flor con agujeros. Es un parásito que toma absolutamente todo el cuerpo), o sarna.

- Manchas de sal que pueden aparecer en ambos lados de la piel. En la flor por el empleo de una sal con exceso de bacterias que producen un ataque superficial en zonas húmedas. Del lado carne también atacan las bacterias y las más comunes son manchas rojas y violetas.
- Formación de solapas. Cuando el cuero ha sido mal salado se separa la capa reticular de la papilar. Se puede saber esto si se tira de los pelos, estos se desprenderán con mucha facilidad.
- Venas naturales del cuero que aparecen en general en las partes blandas y se ven sólo luego de la depilación. Se deberían a un mal lavado que deja sangre y luego al descomponerse deja las venas vacías formando como tubitos.
- Manchas en la flor, luego de piquelado. Son de origen bacteriano. Luego de piquelado es común guardar los cueros y en muchas ocasiones aparece un moho que si queda mucho tiempo produce manchas. Para evitarlo se deben agregar fungicidas.

B. PROCESOS DE RIBERA

Para Sarabia (2016), el objetivo de la ribera es limpiar y preparar la piel para facilitar la etapa de curtido. Las operaciones comunes a la mayoría de las pieles, independientemente del proceso de curtido posterior o al tipo de producto son: Remojo, encalado y pelambre, descarnado y dividido (cuando se producen vaquetas). La mayor cantidad aproximadamente el 65% 10 de los efluentes líquidos generados en curtiembres proviene de los procesos de ribera (remojo, pelambre, descarnado y división). El resto proviene del curtido, lavado final y de la limpieza de la planta. En la ribera los efluentes líquidos presentan altos valores de pH, considerable contenido de cal y sulfatos libres, así como sulfuros y una elevada DBO5, debido a la presencia de materia orgánica y grasas animales provenientes de los sólidos suspendidos generados durante este proceso.

1. Remojo

Olivo (2011), indica que los objetivos del remojo son fundamentalmente dos: rehidratar la piel y eliminar las suciedades, grasas, etc. que acompañan a la piel y deben eliminarse lo antes posible. Estos objetivos se consiguen mediante empleo de agua como producto principal, tensoactivo, bactericida, y opcionalmente de enzimas, y alguna pequeña cantidad de álcali. Y de efectos mecánicos también.

Hidalgo (2004), recalca que este proceso, se inicia cuando los cueros frescos, llegan a las instalaciones de la curtiembre provenientes de mataderos industriales o municipales sin ningún tratamiento previo, salvo la eliminación de restos de carne y pellejos de mayor tamaño que estén adheridos. En algunos casos, cuando el tiempo entre la matanza y el procesamiento de los cueros se estima que será largo y que podrían iniciarse procesos de descomposición en los mismos, se le agrega sal, con el fin de inhibir la acción de microorganismos descomponedores, sean estos anaeróbicos o aeróbicos, eliminando la humedad de los mismos y su contacto directo con el aire que le rodea.

Frankel (2009), manifiesta que, desde el punto de vista ambiental, es aconsejable procesar pieles frescas ya que las pieles saladas contribuyen a aumentar la cantidad de cloruros en las aguas residuales, parámetro regulado en la legislación ambiental ecuatoriana y que genera un aumento de la salinidad en el medio receptor. El manejo de las pieles, normalmente se realiza de manera manual y representa una gran carga de trabajo físico para los trabajadores que lo realizan, puesto que el peso de cada pieza puede superar los 50 kilogramos, adicionalmente, es una labor que podríamos catalogar de poco higiénica ya que estos cueros generalmente vienen cubiertos de gran cantidad de materiales putrescibles.

Palomas (2005), reporta que, en la etapa de limpieza y remojo, se procura eliminar los restos de sangre, tierra y estiércol que normalmente vienen adheridos a las pieles. Para ello, los mismos se introducen manualmente en los “bombos” con agua, jabones y tensoactivos. En el caso de las pieles saladas, esta etapa del proceso

productivo cumple con la función adicional de humectarlos, ya que los mismos han perdido buena parte de su humedad debido a la acción de la sal sobre su superficie. Las descargas producto de esta etapa presentan niveles altos de materia orgánica, inorgánica, grasa animal y espuma, producto principalmente de la sangre, el estiércol y la tierra que viene adherido a las pieles, así como los productos de lavado (Jabones y tensoactivos industriales).

2. Pelambre y calero

Bacarditt (2004), señala que una vez la piel esta hidratada, limpia y con parte de sus proteínas eliminadas en el remojo el siguiente paso es el pelambre (no en todas las pieles ya que hay algunos artículos en los que se conserva la lana). El pelambre es una hidrólisis química que provoca el hinchamiento de la piel y hace que se desprenda el pelo, y se descompone. El depilado de las pieles se puede realizar de distintas maneras.

García (2006), manifiesta que antes del pelambre se hacía únicamente con cal y duraba 15 días. Ahora se utiliza el sulfuro y sulfhidrato sódico, pero al ser tan altamente contaminante se está trabajando con otras alternativas como puede ser la utilización de aminas o enzimas, el pelambre oxidativo, pelambres con recuperación de pelo, etc. También existe el pelambre manuela que se utiliza para piel ovina. Se efectúa por embadurnado aplicando la pasta por el lado carne. Se quema la raíz y se extrae fácilmente. Este método también se puede hacer en piel vacuna pero la pasta tarda mucho en penetrar. La adición de los productos se hace en tres tomas para que las pieles se hinchen despacio. Lo ideal sería que no se produjera hinchamiento, pero con la adición de álcalis es inevitable. Las aminas y los tensoactivos disminuyen la velocidad de hinchamiento y disminuyen el hinchamiento. La flor queda más fina.

Frankel (2009), indica que después del remojo, las pieles pasan al proceso de pelambre. Esta operación se realiza para hinchar la epidermis, retirar el pelo del cuero, saponificar las grasas naturales y entumecer las fibras para facilitar el efecto

del curtido. Se utiliza un baño con agitación periódica en una solución que contiene sulfuro de sodio (Na_2S) y cal hidratada ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), durante un periodo que varía entre 17 a 20 horas. Puede reducirse el tiempo del encalado aumentando la concentración del sulfuro de sodio. Las aguas residuales de esta operación son las más concentradas de todas las generadas en el proceso de la fabricación del cuero y representan un 70% a 80% de toda la contaminación de la carga originada en los efluentes principalmente DQO, sólidos suspendidos y sulfuros. Presentan valores elevados de pH (superiores a 11) y restos de sebo, 11 carnaza, pelo, sulfuros y proteínas solubles. Debido a estas altas concentraciones, las aguas residuales de pelambre pueden ser re-utilizadas cuatro o cinco veces previo retiro de los sólidos mediante bombeo y un tanque de recepción en el cual se ajusta el sulfuro para el siguiente lote.

Cotance (2004), señala que el sulfuro de sodio, en medio alcalino, no libera ácido sulfhídrico. Sin embargo, en presencia de pH bajo (efluente ácido) hay fuerte desprendimiento de ácido sulfhídrico con el olor característico y un gran poder de corrosión. Con un pH por debajo de 8,0 se inicia el desprendimiento de ácido sulfhídrico en suficiente cantidad que causa incomodidad por su fuerte olor a huevos podridos. Es importante mantener el pH por encima de 8 para que esto no suceda. Una forma alternativa de lograr esto consiste en diluir el baño con otros efluentes para bajar su concentración. Esta etapa del proceso, además de aportar el 70% de la carga orgánica al efluente, aporta la totalidad de los sulfuros residuales, el 45% de los residuos sólidos sin cromo, el 35% del nitrógeno total y representa el 50% del volumen del efluente. Si hay un lugar donde se debe de tratar de reducir la contaminación a su máxima expresión, es en este proceso.

Buxadé (2006), menciona que al aplicar hidróxido de sodio la alcalinidad sube más despacio y el hinchamiento se produce más lentamente. Si se pone la cal primero, se inmuniza el pelo y no se extrae, se utiliza para los pelambres con recuperación de pelo. Si la cal se pone después, se produce en la piel un hinchamiento osmótico debido a los grupos (OH). Se produce un hinchamiento de la fibra y un acortamiento lo que provoca rigidez en la piel, que se conoce como turgencia. El ion Ca^{2+} produce un hinchamiento hidrotrópico; es decir, disminuye el hinchamiento evitando que la

fibra se acorte. Los grupos (OH^-) provocan el hinchamiento de la piel, y Ca^{2+} hidroliza las fibras atacando en donde se produce el acortamiento evitando así, las arrugas y favoreciendo la entrada de agua entre las fibras. La tendencia que siguen los procesos de pelambre es reducir la cantidad de sulfuro a la mitad mediante la introducción de enzimas, la recuperación del pelo y la disminución del tiempo empleado.

Herfeld (2004), indica que la etapa de pelambre, consiste fundamentalmente en la inmersión de las pieles en baños de cal y sulfuro de sodio, con la finalidad de disolver el pelo y posteriormente extraerse en las aguas residuales, generando una alta carga orgánica. El objetivo de esta operación es desprender la epidermis, se realiza en agitación en un bombo, la cual contiene solución de sulfuro de sodio y cal apagada; para reducir el efecto de contaminación producido por el sulfuro; este periodo de operación es aproximadamente de 1 día, se debe tener en cuenta la temperatura del baño debe ser aproximadamente 30°C y el pH debe fluctuar en un rango de 9-12. El operario es el encargado de observar si en esta etapa del pelambre se esté realizando adecuadamente, para esto se tiene que ver si hay desprendimiento de pelo, En esta se generan efluentes líquidos como son restos de la cal y parte de sólidos que aún quedan en la materia prima.

3. Descarnado

Durán (2005), manifiesta que 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 la fabricación con el fin de facilitar la penetración de los productos químicos aplicados en fases posteriores y tener un espesor la más regular posible para la adecuada realización de las operaciones posteriores. Con el descarnado se obtiene la carnaza, que es un subproducto que contiene proteínas y grasas (en mayor cantidad en el caso de pieles de cordero). Para recuperar y aprovechar las grasas se tiene que prensar la carnaza en caliente. Los restos proteínicos se trituran y secan para utilizarlos para piensos, abonos, etc.

Hidalgo (2004), indica que las pieles caprinas se tienen que descarnar y dividir. Pero la piel pequeña, al no tener generalmente que dividir las, se pueden descarnar después del desencalado. El descarnado de pieles es un procedimiento que forma parte de la primera fase del proceso de curtir cueros, conocida como tratamientos preliminares. Su objetivo es preparar las pieles crudas para los procesos de curtido, teñido y acabado. Tales tratamientos preliminares comprenden la eliminación de vello, grasa y remanentes de carne, para despojar de residuos la piel que será transformada en cuero por medio del curtido.

Soler (2004), explica que la operación de descarne involucra la remoción de los tejidos adiposos, subcutáneos, musculares y el sebo adherido a la cara interna de la piel, para permitir una penetración más fácil de los productos curtientes. Esta operación puede llevarse a cabo con máquinas o manualmente en curtiembres de pequeño tamaño. Algunas curtiembres realizan un predescarne con pelo antes del encalado, tratando de reducir el consumo de los químicos auxiliares (cal y sulfuro de sodio) y agua, y, recuperar las grasas naturales de las carnazas lo cual representa obtener todas las ventajas mencionadas en el descarnado en verde.

Hornitschek (2005), manifiesta que, los efluentes líquidos resultantes del descarne presentan concentraciones altas de sólidos en suspensión (proteínas disueltas) y pH ácido y deberían de ser tamizados para incorporarse al efluente del pelambre. Los sebos y residuos resultantes son utilizados por los fabricantes de cola después de un lavado de la cal ya que son puro colágeno y 12 grasas. Hay empresas que obtienen una ganancia marginal de la recuperación de las grasas del cuero la cual es utilizada para cosméticos finos y el colágeno lo procesan en alimentos balanceados para el ganado. Otros usan esta grasa recuperada para volverla a incluir en el cuero con los aceites en el engrase, gran parte de los recortes y residuos del descarne y dividido en tripa se lleva a una fábrica para la fabricación de gelatina. En países en desarrollo la cola es utilizada para la fabricación de pinturas o gelatinas de baja concentración que es vendido a fábricas de caramelos.

4. Dividido

Labastida (2009), señala que la operación de dividir se basa en seccionar la piel, apoyada entre dos cilindros, mediante una cuchilla en forma de cinta sin-fin, que se mueve en un plano paralelo al lado de flor y al lado de carne. La parte de piel que queda entre la cuchilla y la flor es la que será el cuero terminado, y la parte entre la cuchilla y la carne es el cerraje, que según su grosor puede ser más o menos aprovechable. El dividido de la piel se puede efectuar en estado de tripa descarnada, que es lo más habitual, después de curtir al cromo, y más raramente en pieles piqueladas, pieles en bruto y pieles secas casi terminadas. El dividido en tripa tiene como ventajas que se obtiene un lado de flor más delgado, en el cual será más fácil realizar las operaciones químicas que siguen, mejorando la penetración de los productos. De esta manera se conseguirá una mejor calidad del cuero terminado y mayor pietaje al existir una menor tendencia al encogimiento en la curtición, además existe la posibilidad de tratar el cuero y el cerraje obtenido de formas distintas

Soler (2004), reporta que el inconveniente principal de dividir en tripa es que se requiere mayor número de operarios, se tienen que manejar pieles más pesadas y es difícil de ajustar el grosor del dividido al espesor del artículo final, debido al estado de hinchamiento de la piel. El dividido en cromo tiene como ventajas principales la velocidad de la operación, el menor empleo de mano de obra, mayor regularidad y ajuste más fácil del grosor. Como inconvenientes hay el escaso valor del recorte cromado del cerraje, la dificultad de penetración de los productos en las operaciones de desescalado, rendido, piquel y curtición, posibilidad de aparición de arrugas y ligera disminución del pietaje final.

Lacerca (2003), menciona que se puede hacer en la ribera después del pelambre o después del curtido con el cuero en "wet-blue", en general en nuestro medio se hace después del pelambre. Esta operación consiste en dividir en dos capas la piel hinchada y depilada separando la flor, que es la parte de la piel que está en contacto con la carne. Aquí, además de partir el cuero en dos capas, también se generan residuos, además de los recortes de la parte inferior o carnaza. Si esto se da en la

etapa del pelambre, el subproducto que son residuos y retazos pueden ser entregados a las fábricas de cola o gelatina tal como se describe en la sección del descarte. Si ya los cueros están curtidos y contienen sales de cromo, entonces se procesan con los residuos de la máquina rebajadora. Algunas curtiembres aprovechan retazos en buen estado en curtición para obtener cuero gamuzado de menos calidad y costo. La gran mayoría de este residuo es comercializado para la fabricación de gelatinas. El proceso de dividido consiste en dejar la piel en el calibre necesario para conseguir el espesor deseado de acuerdo al artículo que se quiere confeccionar. Los cueros son divididos para separar la piel del rebajo y destinar cada una de estas partes a la confección de diferentes específicos.

5. Desencalado

Libreros (2003), expone que el desencalado es la preparación de las pieles para la curtición, mediante lavados con agua limpia, tratando de reducir la alcalinidad y removiendo los residuos de cal y sulfuro de sodio. Se utilizan aguas que contienen sulfato de amonio y ácidos. Esta operación se lleva a cabo en tambores rotativos. Esto genera parte del efluente con cargas de cal y sulfuro de sodio que deberán ser procesadas.

Hofmann (2016), señala que 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. 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 de grasas.

Hidalgo (2004), indica que 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 desencalantes. Estos agentes suelen ser ácidos o bien sales amónicas. Es muy conveniente usar un agente desencalante que al combinarse con los productos alcalinos de la piel apelambrada, 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. 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.

6. Rendido

Bacarditt (2004), infiere que el objeto del rendido es lograr por medio de enzimas proteolíticas un aflojamiento de la estructura del colágeno, al mismo tiempo que se produce una limpieza de la piel del resto de la epidermis, pelo y grasa como efecto secundario. La acción de las enzimas proteolíticas sobre el colágeno, consiste en una degradación interna de las fibras colagenicas sin producirse productos de solubilización. Esta degradación debilita de tal forma la resistencia de la estructura que elimina prácticamente la histerisis del hinchamiento. En ciertos casos que el producto rendido es muy intenso, como ocurre con la guantería al cromo puede producirse una degradación de la proteína de la piel.

Cotance (2004), manifiesta que se ha comprobado que el empleo de enzimas en el desencalado de la piel en tripa permite que el perfil de la capa flor sea más plana. En cambio, si se hace el desencalado solo se observa que la muestra o dibujo de la piel quede más profundamente marcada. Estas observaciones inducen a pensar

que el efecto enzimático tiene lugar preferentemente sobre los elementos constitutivos de la capa flor. Es muy importante el rendido en aquellos artículos que deben ser de un tacto blando y suave, con capa de flor fina y sedosa, ya que no es suficiente el aflojamiento estructural logrado por el apelmbrado y desencalado. Durante el rendido no se elimina ni elastina, ni el músculo erector del pelo sufriendo sólo una ligera degradación.

7. Desengrase

Cotance (2004), indica que la necesidad del desengrase viene dada por los inconvenientes que reporta su presencia durante el proceso de fabricación y sobre todo por la calidad deficiente que se obtiene en el cuero terminado. Los motivos por los que la grasa dificulta la fabricación correcta del cuero pueden agruparse en cuatro tipos fundamentales: La grasa dificulta la reacción de cualquier producto con la fibra de la piel y su penetración. La grasa no es miscible con agua y por consiguiente, la grasa que rodea las fibras impide la penetración del producto en disolución acuosa. Incluso impide la penetración del agua hasta la micro-estructura del colágeno durante el remojo de la piel, con lo cual aparecerán zonas de la piel en las que ningún proceso se habrá realizado correctamente, apareciendo un tacto duro, tinturas poco igualadas y poca penetración, etc.

Durán (2005), manifiesta que la presencia de grasa puede provocar la aparición de manchas oscuras debido a la menor reflexión de la luz en las zonas húmedas por grasa, aparición de eflorescencias grasa debido a la migración de los ácidos grasos saturados, sólidos a temperatura ambiente; irregularidades en el brillo y aspecto de la piel acabada, por mateado, y por último tacto graso superficial. También hay la posibilidad de que la grasa reaccione con los productos empleados en la fabricación provocando irregularidades. Se pueden formar manchas más o menos violetas de jabones de cromo por reacción de los ácidos grasos y el cromo. Estos jabones de cromo producen irregularidades de absorción del agua al ser hidrofugantes, lo cual repercutirá en la irregularidad de tintura y en la absorción de las primeras capas de acabado. Cuando las exigencias de tintura igualada no son muy elevadas y las pieles presentan un contenido reducido en grasa, se puede obviar el desengrase.

Otro efecto producido por la grasa natural de la piel es el enranciamiento, del cual ya hemos hablado anteriormente, que es una polimeración y resinificación de los componentes no saturados de las grasas.

Herfeld (2004), resalta que este enranciamiento provoca una especie de curtición de las pieles, sobre todo secas, durante el período de almacenaje. La estabilización del colágeno si es total provoca que las zonas rancias no se remojen, y al final de la fabricación aparezcan duras y apergaminadas. Lo más eficaz es evitar el enranciamiento durante el almacenaje de las pieles, manteniéndolas a temperaturas bajas mediante un frigorífico a 5-8°C y procurar no alargar el almacenaje de forma innecesaria. La distribución de grasa en una piel no es regular, ya que las zonas con más contenido en grasa son las del cuello, la espina dorsal y la culata. Hay más grasa en el centro y va disminuyendo hacia las faldas. Pero en general se pueden indicar unos promedios de contenido total de grasa en diferentes razas de animales. La piel vacuna y de cabra contiene menos grasa que la piel lanar. La piel de cerdo tiene la grasa debajo de la piel, y por tanto si está bien descarnada no lleva mucha grasa.

C. PROCESOS DE CURTICIÓN

Adzet (2005), destaca que describe cada operación de las etapas en que se dividió el proceso global. Se analizan, en forma independiente, las operaciones del “Curtido vegetal” y “Curtido al cromo”. Es importante resaltar que, éste último tipo de curtido, es utilizado por casi todas las empresas y sus residuos contienen elementos que pueden causar daños al ambiente y a la salud humana, por lo que presentan un bajo grado de biodegradabilidad, aunque pueden reutilizarse. Asimismo, se describen por separado las operaciones de “Recurtido, Teñido y Engrase” y las del “Acabado”. Las etapas de curtido cuyo objetivo es evitar que las proteínas de la piel se pudran, el primer paso, antes de adicionar el curtiente, lo constituye el acondicionamiento que se conoce como piquelado. Esta operación puede considerarse como un complemento del desencalado, además de que detiene las reacciones enzimáticas que se llevan a cabo durante el “rendido” y prepara la piel para el curtido.

Bacarditt (2004), menciona que la cal que se elimina al pH de la solución del “desencalado” y “rendido” (pH=8.3), es la que no ha reaccionado y se encuentra alojada en los espacios interfibrilares, sin afectar al calcio unido al colágeno. Durante el pickle se adicionan ácidos orgánicos e inorgánicos, que disminuyen el pH hasta un valor entre 3,5 y 1,8, dependiendo del tipo de artículo de cuero que se quiere fabricar, con lo cual se libera el calcio que se combinó con el colágeno. En el gráfico 1 se describe el flujograma del proceso de curtido de las pieles.



Gráfico 1. Flujograma del proceso de curtido.
Fuente: (Bacarditt, 2004)

1. Desencalado

Artigas (2007), señala que el desencalado es la operación que sirve para eliminar la cal y productos alcalinos del interior de la piel, y por lo tanto el hinchamiento alcalino de la piel apelmbrada. El objeto del rendido es lograr por medio de enzimas proteolíticas un aflojamiento y ligera peptización de la estructura del colágeno, al mismo tiempo que se produce una limpieza de la piel de, grasas, proteínas no fibrosas, etc. La acción de los enzimas proteolíticos sobre el colágeno consiste en una degradación interna o hidrólisis topoquímica de las fibras colagénicas sin producirse productos de solubilización. Esta degradación debilita de tal forma la resistencia de la estructura que elimina prácticamente la histéresis del hinchamiento.

- **Ácido láctico:** lleva lactonas que se van hidrolizando poco a poco, desdoblándose por acción de los álcalis en la forma ácida. A medida que se elimina la cal de la piel, ésta reacciona con la lactona, para dar más ácido. Es como un autodesencalado que evitará problemas de hinchamiento y el desencalado será bastante regular.
- **Anhídrido carbónico:** antes se pensaba que no funcionaba bien, pero se ha demostrado que el exceso de CO₂ da bicarbonato cálcico y no carbonato, evitando así la flor áspera. Pero el problema estriba en que es un proceso muy lento y difícil de completar con éxito.
- **Sulfato de amonio:** forma tampones alrededor de pH=8. Es un producto barato que si se utiliza en exceso no afecta a la calidad de las pieles, pero sí a las aguas residuales.
- **Cloruro de amonio:** este producto junto la cal forma cloruro cálcico e hidróxido amónico. Este Cloruro cálcico formado, debido a su poder liotrópico, puede aflojar mucho la estructura del colágeno, especialmente en los flancos, dando pieles vacías. Los tensoactivos se ponen en el rendido para limpiar un poco la flor. Si no se adicionan enzimas en el proceso, las pieles quedan duras y poco elásticas y la flor rompe. Pero se debe controlar la cantidad, ya que si hay un

exceso de enzimas nos podemos quedar sin pieles, por su efecto de degradación de las proteínas. Una forma de ver si hay una cantidad de enzimas suficiente y el rendido ha sido correcto, se toca con el dedo la piel y si éste permanece mucho tiempo marcado es que está blanda. También se hace una bolsa de aire para ver si están los poros limpios.

2. Rendido o purgado

Avalos (2009), infiere que el objeto del rendido es lograr por medio de enzimas proteolíticas un aflojamiento de la estructura del colágeno, al mismo tiempo que se produce una limpieza de la piel del resto de la epidermis, pelo y grasa como efecto secundario. La acción de las enzimas proteolíticas sobre el colágeno, consiste en una degradación interna de las fibras colagénicas sin producirse productos de solubilización. Esta degradación debilita de tal forma la resistencia de la estructura que elimina prácticamente la histerisis del hinchamiento. En ciertos casos que el producto rendido es muy intenso, como ocurre con la guantería al cromo puede producirse una degradación de la proteína de la piel. Se ha comprobado que el empleo de enzimas en el desencalado de la piel en tripa permite que el perfil de la capa flor sea más plana. En cambio, si se hace el desencalado solo se observa que la muestra o dibujo de la piel quede más profundamente marcada. Estas observaciones inducen a pensar que el efecto enzimático tiene lugar preferentemente sobre los elementos constitutivos de la capa flor. Es muy importante el rendido en aquellos artículos que deben ser de un tacto blando y suave, con capa de flor fina y sedosa, ya que no es suficiente el aflojamiento estructural logrado por el apelmbrado y desencalado. Durante el rendido no se elimina ni elastina, ni el músculo erector del pelo sufriendo sólo una ligera degradación.

3. Desengrase

Armendáriz (2016), menciona que la necesidad del desengrase viene dada por los inconvenientes que reporta su presencia durante el proceso de fabricación y sobre

todo por la calidad deficiente que se obtiene en el cuero terminado. Los motivos por los que la grasa dificulta la fabricación correcta del cuero puede agruparse en cuatro tipos fundamentales: La grasa dificulta la reacción de cualquier producto con la fibra de la piel y su penetración. La grasa no es miscible con agua y por consiguiente, la grasa que rodea las fibras impide la penetración del producto en disolución acuosa. Incluso impide la penetración del agua hasta la micro-estructura del colágeno durante el remojo de la piel, con lo cual aparecerán zonas de la piel en las que ningún proceso se habrá realizado correctamente, apareciendo un tacto duro, tinturas poco igualadas y poca penetración, etc.

Lacerca (2003), enuncia que la presencia de grasa puede provocar la aparición de manchas oscuras debido a la menor reflexión de la luz en las zonas húmedas por grasa, aparición de eflorescencias grasa debido a la migración de los ácidos grasos saturados, sólidos a temperatura ambiente; irregularidades en el brillo y aspecto de la piel acabada, por mateado, y por último tacto graso superficial. También hay la posibilidad de que la grasa reaccione con los productos empleados en la fabricación provocando irregularidades. Se pueden formar manchas más o menos violetas de jabones de cromo por reacción de los ácidos grasos y el cromo. Estos jabones de cromo producen irregularidades de absorción del agua al ser hidrofugantes, lo cual repercutirá en la irregularidad de tintura y en la absorción de las primeras capas de acabado. Cuando las exigencias de tintura igualada no son muy elevadas y las pieles presentan un contenido reducido en grasa, se puede obviar el desengrase. Otro efecto producido por la grasa natural de la piel es el enranciamiento, del cual ya hemos hablado anteriormente. Es una polimeración y resinificación de los componentes no saturados de las grasas, provoca una especie de curtición de las pieles, sobre todo secas, durante el período de almacenaje.

Giberti (2012), expresa que la estabilización del colágeno si es total provoca que las zonas rancias no se remojen, y al final de la fabricación aparezcan duras y apergaminadas. Con enranciamientos parciales cuanto mejor sea el desengrase así como todas las operaciones de ribera, menor fue la incidencia del problema en el cuero acabado. Lo más eficaz es evitar el enranciamiento durante el almacenaje de las pieles, manteniéndolas a temperaturas bajas mediante un frigorífico a 5-8°C

y procurar no alargar el almacenaje de forma innecesaria. La distribución de grasa en una piel no es regular, ya que las zonas con más contenido en grasa son las del cuello, la espina dorsal y la culata. Hay más grasa en el centro y va disminuyendo hacia las faldas. También hay diferencias marcadas entre el contenido de grasa de una piel comparada con otra de la misma raza y procedencia. Pero en general se pueden indicar unos promedios de contenido total de grasa en diferentes razas de animales.

- La piel vacuna y de cabra contienen menos grasa que la piel lanar. La piel de cerdo tiene la grasa debajo de la piel, y por tanto si está bien descarnada no lleva mucha grasa.
- Las pieles lanares de Australia, Nueva Zelanda contienen entre un 20 y 40% de grasa. Las pieles lanares tipo entrefinos, mestizos, cabra-oveja contienen entre un 5 y 10%.
- Las pieles vacunas y cabrías contienen un 5%. Las pieles de cerdo una vez descarnadas contienen entre un 5 y 8%.

4. Piquelado

Artemio (2016), indica que la operación de piquelado tiene la finalidad de acidular hasta un determinado pH, las pieles en tripa antes de la curtición al cromo, al aluminio o cualquier otro elemento curtiente, se realiza en los tambores rotativos como preparación para el curtido, con ello se logra bajar los niveles de astringencia de los diversos agentes curtientes, en realidad se hace un tratamiento con sal y ácido que se regula en la piel en tripa en general a un valor $< 3,8$ de pH. Consiste en la acidulación de las pieles, con el objeto de evitar el hinchamiento y para fijar las sales de cromo entre las células. Esta operación no se lleva a cabo en el curtido vegetal (con tanino). Por su contenido ácido puede ser utilizado con fines de neutralización en un efluente alcalino.

Bacarditt (2004), afirma que 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 viscosidad reaccionando rápidamente las fibras de colágeno. En 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.

Hidalgo (2004), indica que 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. En el despiquelado las pieles que han tenido un piquel de conservación deben ser despiqueladas antes de la curtición, lo que se efectúa tratándolas con soluciones alcalinas débiles con buen efecto tampón. Se emplean normalmente soluciones de NaCl al 10 % con bicarbonato sódico, acetato sódico, bórax o tiosulfato sódico; si se emplea este último como agente de despiquelado se trabaja con poca cantidad de agua, no es indispensable adicionar cloruro de sodio para evitar el hinchamiento.

5. Curtido con cromo

Porcel (2016), señala que la curtición a cromo es la estabilización de la estructura fibrosa por la formación de enlaces transversales, con la utilización del cromo curtiente base. En la curtición al cromo se forman en la piel numerosos enlaces transversales fuertes que unen a los grupos carboxílicos ionizados. Para este propósito se utilizan los sulfatos de cromo básicos. En la actualidad la curtición al cromo es la técnica más utilizada en la curtición de pieles por ser la que

proporciona un producto con mejores prestaciones a un precio razonable, adicionándose del orden del 8% sobre el peso de la piel de sal de cromo. Sin embargo, una parte importante de la contaminación producida en las aguas residuales de tenería procede de esta etapa, debido al cromo no fijado a la piel que supone alrededor de un 15% del cromo añadido al baño de curtición. Habitualmente, los baños residuales de curtición se homogeneizan con el resto de efluentes industriales y el cromo se precipita como hidróxido de cromo, quedando retenido en los lodos de las depuradoras.

Pereira (2016), explica que desde que Knapp en 1858 descubrió el uso del cromo como material curtiente, se han editado numerosas publicaciones intentando explicar la química y tecnología de la curtición al cromo. La mayoría de estas publicaciones están vinculadas con la mejora de la fijación del cromo sobre el colágeno de la piel. El proceso de curtición puede describirse tanto como un fenómeno químico (reacción entre los diversos componentes), como físico (difusión de los mismos hacia el interior de la piel). Si el técnico curtidor introduce cualquier variación en los parámetros físicos o químicos del proceso de curtición, puede variar la eficiencia de la misma, no sólo en la relación cromo fijado/cromo total sino en las características del cuero obtenido. y son todas ventajas tan convenientes que difícilmente modifique su liderazgo en un futuro inmediato. Sólo en el ámbito del cuero para tapicería automotriz, tapicería de muebles y/o algunas vestimentas y cueros medicinales hacen que diferentes fábricas o curtiembres fabriquen artículos libres de cromo. El curtido de pieles con sales de cromo representa el 80 % de la producción total de cueros en el mundo El curtido con cromo es el tipo de curtido más común en el mundo. Los cueros curtidos con cromo se caracterizan por una alta calidad de manejo, alta estabilidad hidrotérmica y excelentes propiedades. Los residuos de cromo del procesamiento del cuero plantean un problema de disposición considerable. Esto se da de tres formas: residuos líquidos, residuos sólidos y lodos.

Hornitschek (2005), manifiesta que en la mayoría de los países, las regulaciones que gobiernan la descarga de cromo de las curtiembres son estrictas. Actualmente, todas las curtiembres deben chequear profundamente sus corrientes de

desperdicios. La descarga de cromo en estas corrientes es uno de los componentes que tiene que ser estrictamente controlado. El impacto ambiental de los residuos de cromo de las curtiembres ha sido un tema de amplia disputa técnica y científica. Desde entonces, los límites estatutarios han sido establecidos para descarga y disposición de cromo, y se han esbozado directrices relevantes a través del mundo.

6. Basificado

Libreros (2003), señala que el gasificado es el proceso que permite la variación de pH más suaves y se obtienen pieles con la flor más fina, el sulfato de cromo normal $\text{Cr}_2 (\text{SO}_4)_3$ es desde el punto de vista químico de una basicidad cero. No tiene apenas poder curtiente y es soluble en agua. El sulfato básico de cromo $\text{SO}_4\text{Cr} (\text{OH})$ (del 33% de basicidad) tiene afinidad por la fibra y sigue siendo soluble en agua. El hidróxido de cromo $\text{Cr}(\text{OH})_3$ (del 100% de basicidad), tiene bastante afinidad por la fibra y no es soluble en agua. Las basicidades usadas en la curtición al cromo van desde 0 hasta 60%. Para calcular la basicidad a la que queda una sal de cromo al adicionarle una base o una sal de hidrólisis básica, es necesario saber el porcentaje de óxido de cromo (Cr_2O_3) de la sal de cromo usada, la fórmula del producto basificantes y la basicidad de la sal de cromo antes de la adición del basificante.

Pereira (2016), indica que cuanto más básica es una sal de cromo (entre 0 y 55%), más afinidad tiene la: el hacia el cromo, debido a que el polímero formado por varias moléculas de sal de cromo va aumentando de tamaño (los grupos OH, van uniendo las moléculas de cromo entre sí), y por ello la penetración entre las fibras de la piel será menor o más difícil. Entonces se puede producir una curtición superficial. La piel estará más rellena entre fibras, y por consiguiente las fibras estarán más separadas entre sí, con lo cual tendremos una piel más blanda y más gruesa, pero con menos pietaje. En general se puede decir que, a más basicidad más curtición, y por lo tanto la temperatura de contracción. La basicidad del baño y de la piel conviene que aumente progresivamente, para ello se utilizaron licores de distinta basicidad 33-42-50, autobasificantes, se hará una basificación lenta, se pueden adicionar sales con enmascaramiento débil con basificación rápida inicial,

se realizará un alargamiento progresivo del baño, etc. Un aumento de la basicidad efectiva muy al principio de la curtición sólo será interesante para artículos especiales como el ante. Cuanto más básica es una curtición, menos afinidad tiene la piel hacia los recurtientes, colorantes, grasas, ya que el cromo y la piel están más unidos y el cromo ha perdido reactividad, sobre todo a basicidades finales muy altas (50-55%). Pero a su vez, al contener más cromo la piel, cantidades más altas de recurtientes, colorantes y grasa se podrán combinar. De esta forma, en algunos casos los dos efectos contrarios se pueden anular, y en otros casos uno de los dos efectos predomina sobre el otro.

Adzet (2005), manifiesta que los principales agentes de basificación de las sales de cromo son el bicarbonato y el carbonato sódicos, también se pueden utilizar el formiato y acetato sódicos. El aumento de pH se ha de realizar de forma lenta y uniforme sin saltos bruscos. Por ello los álcalis se adicionan disueltos y en varias tomas a fin de obtener una fijación del cromo homogénea en todo el espesor de la piel. En la actualidad, se utilizan compuestos poco solubles del tipo óxido de magnesio, carbonato cálcico, en cuyo caso tiene importancia el tamaño de la partícula, ya que cuanto más fina sea ésta más rápidamente reaccionan. El calcio forma con los sulfatos de la curtición sales poco solubles que pueden precipitar sobre el cuero y traer problemas en las operaciones posteriores.

D. BISULFITO DE SODIO

Para Morera (2013), el bisulfito de sodio es como un agente reductor suave en la síntesis orgánica, en particular, en procedimientos de purificación. Se puede eliminar eficazmente las trazas o cantidades excesivas de cloro, bromo, yodo, sales de hipoclorito, ésteres Osmate, trióxido de cromo y permanganato de potasio. Un uso de bisulfito de sodio es como un agente de decoloración en los procedimientos de purificación, ya que puede reducir los agentes oxidantes fuertemente coloreados, alquenos conjugados y compuestos de carbonilo.

1. Algunos productos desescalante para el cuero

Palomas (2005), señala que por mucho tiempo se han utilizado compuestos a base de amoníaco y otros ácidos débiles para el desescalado de las pieles. A pesar de los nocivos efectos colaterales que estos agentes causan en el medio ambiente, prácticamente no se han desarrollado nuevos métodos. Frente a este escenario, las casas comerciales presentan una alternativa basada en el empleo de dióxido de carbono, que conlleva múltiples beneficios, tales como:

- Es inocuo para el medio ambiente.
- Resulta mucho más fácil de utilizar que los ácidos convencionales.
- El proceso es más delicado con las pieles, mejorando la calidad del producto acabado, a la vez que reduce los costos operacionales relativos a este proceso.

Frankel (2009), menciona que los productos desescalantes en la curtición de pieles ovinas más comúnmente empleados son:

- Ácidos fuertes (Cte. de disociación $> 2 \cdot 10^{-6}$) - HCl, H₂SO₄, - Gran peligro de hinchamiento ácido por adición muy rápida o sobredosis. El ácido clorhídrico puede peptizar. El ácido sulfúrico puede formar manchas de yeso. HCOOH, CH₃COOH Ácido láctico. Con estos ácidos, el peligro de ácido láctico. Hinchamiento ácido es bajo, sin embargo, es también posible. Produce por la formación de una flor fina.
- Ácidos ligeros (Cte. de disociación $< 2 \cdot 10^{-6}$) ácido bórico -Bueno para realizar desescalados libres de N. Sin peligro de hinchamiento ácido. CO₂ = anhídrido Carbónico, se verifican en pieles gruesas algunas dificultades de atravesamiento.
- Bisulfito de sodio: Muy frecuentemente utilizado en combinación con sales de amonio.

- Cloruro de amonio y sulfato amónico: Son productos utilizados muy frecuentemente por un resultado rápido y económico. El cloruro de amonio no se puede utilizar en grandes cantidades por sus efectos peptizantes.
- Acetato de amonio: Produce muy buenos resultados, pero no es económico.
- Esteres cíclicos: Resultados similares al desencalado con CO₂. Libre de Nitrógeno. Productos especiales del mercado (por sus resultados) Mixturas o Ácidos Poli
- Carboxílicos: Los diferentes procesos de aplicación y resultado se leen en la folletería técnica de las firmas proveedoras.

E. EXIGENCIAS DE CALIDAD DE LAS PIELES PARA VESTIMENTA

Para Camacho (2016), indica que las exigencias de calidad de cuero para vestimenta se describen a continuación:

- Resistencia al rasgado. Es muy importante para evitar roturas en las prendas durante su uso y en la limpieza en seco. Por una resistencia deficiente se pueden romper las costuras, los botones pueden desgarrar sus ojales, y las zonas de la piel excesivamente rebajadas pueden rasgarse.
- Solidez al frote. Es importante para prevenir el ensuciamiento de otros materiales, particularmente los puños y cuellos de camisa. Si la prenda deberá llevar forro se comprobará también la solidez por el lado carne. Algunos malos resultados observados en pieles afelpadas se explican porque tras el esmerilado quedan retenidas entre las fibras que permanecen fijadas a la piel restos de las fibras desprendidas, formando una ligera pelusa observable con una lupa. Con el roce, esta pelusa se suelta y se transfiere a los materiales en contacto, ensuciándoles como si la tintura se desprendiera. Por este motivo, en la fabricación de curtidos afelpados para confección se prefiere esmerilar antes de

la tintura con el fin de eliminar el polvo de esmerilado en los lavados en bombo previos a la tintura.

- Aptitud para el lavado en seco. Es una condición fundamental, especialmente para las prendas afelpadas. Las empresas especializadas en lavado y restauración trabajan proporcionalmente en mayor medida las prendas de tipo afelpado, por la razón lógica de que están mucho menos protegidas frente a la acción de la suciedad que las napas.
- Repelencia al agua, mediante el ensayo de la gota de agua. Con cierta frecuencia se presentan objeciones cuando las pieles para confección no han recibido ningún tratamiento de repelencia al agua. El ensayo se efectúa según IUF 420, y consiste en determinar el tiempo necesario para la penetración de una gota de agua depositada sobre la superficie del cuero. Además, después de que la piel se ha secado, se valora el aspecto del área donde se había depositado la gota, examinando la posible formación de aureola, mancha, variación del color, hinchamiento o pérdida de brillo. En el caso del ante, la posible mancha debe poder desaparecer fácilmente mediante un ligero sobre cepillado. Para la napa debe ser suficiente un leve estirado para la total eliminación de la mancha.
- Solidez a la luz. El efecto del sol y de la luz causa el descolorido de las pieles con una deficiente solidez.
- Lavabilidad en medio acuoso. Es una propiedad que no puede exigirse a todas las pieles pero que es necesaria para los pequeños elementos decorativos de piel que contienen algunas prendas textiles, por ejemplo, de género de punto, y que en consecuencia se van a lavar conjuntamente con materiales textiles, en condiciones caseras. Es importante tener en cuenta la posibilidad de la descarga de colorante que puede manchar las otras partes de la prenda.

F. MERCADO DE PIELES PARA VESTIMENTA

Juergenson (2016), señala que más del 50 por ciento de los cueros de bovinos y aproximadamente el 40 por ciento de las pieles de ovinos y caprinos se utilizan

para la fabricación del calzado, mientras que el resto se usa para la producción de prendas de vestir, mobiliario y artículos de viaje. Según las proyecciones, a mediano plazo los zapatos de cuero continuaron siendo el principal producto de cuero consumido, aunque también se prevé que los otros productos aumentarán su proporción especialmente en los países desarrollados. Mientras el consumo de los productos del cuero se determina principalmente en función de los precios, de los ingresos y de las preferencias de los consumidores por otros atributos del producto, la producción de cueros y pieles depende de factores relacionados con el mercado de la carne, que son externos a los mercados de los cueros y pieles sin curtir y del cuero curtido. Estas diferencias en los incentivos económicos presentes en ambos extremos de la cadena de la oferta del cuero son a menudo responsables de las amplias variaciones de los precios, ya que los mercados buscan un equilibrio. A mediano plazo, es probable que con el crecimiento de los ingresos se estimule la demanda de calzado y de otros productos de cuero, y dado que la oferta de cueros y pieles registrará tasas de crecimiento limitadas, los precios se fortalecerán para ajustar el consumo en función de la producción.

Altamirano (2017), indica que mediano plazo, se prevé que el consumo de productos del cuero, expresado en equivalentes en bruto, aumentará en los países en desarrollo en un promedio de 1,1 por ciento anual para los cueros de bovinos y en 1,8 por ciento al año para las pieles de ovinos y caprinos. Estas tasas reflejan una disminución del consumo en los países en desarrollo en comparación con el decenio anterior, que se había caracterizado por una fuerte tendencia al alza en el Lejano Oriente, especialmente en China, donde la demanda se vio estimulada por las mejoras de los ingresos, conjuntamente con el aumento de la capacidad de curtiembre y una mayor eficacia en la producción de calzados. En China, se prevé una desaceleración del consumo porque las posibilidades de un mejoramiento ulterior de la eficacia pueden haberse agotado y existe la probabilidad de que disminuya la propensión a consumir productos del cuero. Según las previsiones, el consumo de cueros y pieles en África aumentará en 1,54 y 4,67 por ciento anual, respectivamente, debido principalmente a las mejoras de los ingresos, mientras que en el Cercano Oriente es probable que aumente más lentamente. En América Latina se prevé una ligera contracción del consumo.

Cuadro 2. EXIGENCIAS DE CALIDAD DE LAS PIELES DE VESTIMENTA.

Directrices para confección	GERIC	Directrices alemanas
Ensayos esenciales		
Resistencia al desgarro Ante Nobuk Napa de cordero lechal	IUP 8 Min 20 N/ mm. Min 30 N/ mm.	DIN 53359 Mínimo 15 N/ mm Mínimo 20 N/ mm Mínimo 15/ mm
Resistencia a la flexión continuada (solo para napa acabada)	IUP 20 Mínimo 50000 flexiones	DIN 53351 Mínimo 50000 flexiones
Solidez a la luz	IUF 401 o IUF 402 Mínimo nota 4 Mínimo nota 4	IUF 401 o IUF 402 Mínimo nota 3 Mínimo nota 4
Solides al frote (valoración del cambio de color del fieltro en la escala de grises) Fieltro seco Ante nobuk, y napa anilina, 20 frotos Napa con acabado 50 frotos Fieltro húmedo Ante nobuk, y napa anilina, 10 frotos Napa con acabado 20 frotos Fieltro humedecido con sudor artificial pH 9 Ante nobuk, y napa anilina, 10 frotos Napa con acabado 20 frotos	IUF 450 Mínimo nota 3 Mínimo nota 3 Mínimo nota 3 Mínimo nota 3	DIN 53339 Mínimo nota 3 Mínimo nota 3 Mínimo nota 3 Mínimo nota 3
Adherencia del acabado (solo napa acabada)	IUF 470 Mínimo 2'5 N/cm	IUF 470 Mínimo 2'0 N/cm
Ensayos direccionados		
Resistencia a la tracción	IUP 6 Mínimo 1200 N/ cm ²	DIN 53328 Mínimo 1200 N/ cm ²
Resistencia a la temperatura (solo napa acabada)	IUF 456 Ensayo indicativo determinar la temperatura en la que se reblandece el acabado	

Fuente: (Altamirano, 2017).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

El trabajo experimental y los análisis de laboratorio se realizó en el Laboratorio de Curtición de pieles de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH, ubicado en el kilómetro 1^{1/2} de la Panamericana Sur, cantón Riobamba provincia de Chimborazo. A una altitud de 2754 msnm, y con una longitud oeste de 78° 28' 00" y una latitud sur de 01° 38' 02", y los análisis de las resistencias físicas se realizaron en el mismo laboratorio, en el área de control de calidad. La presente investigación tuvo un tiempo de duración de 60 días. Las condiciones meteorológicas del cantón Riobamba se describen a continuación en el (cuadro 3).

Cuadro 3. CONDICIONES METEOROLÓGICAS DEL CANTÓN RIOBAMBA.

Fuente: Estación Meteorológica de la Facultad de Recursos Naturales. (2016).

INDICADORES	2016
Temperatura (°C).	13,45
Precipitación (mm/año).	42,8
Humedad relativa (%).	61,4
Viento / velocidad (m/s).	2,50
Heliofania (horas/ luz).	1317,6

B. UNIDADES EXPERIMENTALES

El número de unidades experimentales que conformaron el presente trabajo experimental fue de 24 pieles caprinas de animales adultos con un peso promedio de 7 Kg, cada una. Las mismas que fueron adquiridas en el Camal Municipal de Riobamba.

C. MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES

1. Materiales

- 24 pieles caprinas
- Cuchillos de diferentes dimensiones
- Mandiles
- Baldes de distintas dimensiones
- Mascarillas
- Botas de caucho
- Guantes de hule
- Tinas
- Tijeras
- Mesa
- Peachímetro
- Termómetro
- Cronómetro
- Tableros para el estacado
- Clavos
- Felpas
- Tanque de gas

2. Equipos

- Bombos de remojo curtido y recurtido
- Máquina descarnadora de piel
- Raspadora
- Bombos de teñido
- Togging
- Equipo de medición de la resistencia a la tensión

3. Productos químicos

- Sal en grano
- Formiato de sodio
- Bisulfito de sodio
- Ácido fórmico
- Ácido sulfúrico
- Ácido oxálico
- Ríndente
- Grasa Animal sulfatada
- Lanolina
- Cromo
- Grasa catiónica
- Dispersante
- Recurtiente de sustitución
- Resinas acrílicas
- Rellenante de faldas
- Recurtiente neutralizante
- Recurtiente acrílico
- Alcoholes grasos
- Bisulfito de sodio
- Producto desencalante

D. TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL

En la presente investigación se evaluó la utilización de tres diferentes niveles de bisulfito de sodio en combinación con un producto desencalante en el proceso de curtición de cueros para vestimenta, por lo que las unidades experimentales fueron distribuidas bajo un Diseño Completamente al Azar simple, cuyo modelo lineal aditivo fue:

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

Donde

- Y_{ij} = Valor del parámetro en determinación
 μ = Efecto de la media por observación
 α_i = Efecto de los tratamientos
 ϵ_{ij} = Efecto del error experimental

Para la determinación de la significancia de las variables sensoriales se utilizó la prueba de Kruskal – Wallis, cuyo modelo lineal aditivo fue el siguiente:

$$H = \frac{8}{nT(nT + 1)} = + \frac{\sum RT_1^2}{nRT_1} + \frac{\sum RT_2^2}{nRT_2} + \frac{\sum RT_3^2}{nRT_3} + 2(nT + 1)$$

Donde:

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

nT = Número total de observaciones en cada nivel de pigmento.

R = Rango identificado en cada grupo.

En el cuadro 4, se describe el esquema del experimento que se utilizó en la presente investigación:

Cuadro 4. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.

Niveles de bisulfito de sodio + 2% de producto descalcante	Código	Repet.	T.U.E	Pieles/ Tratamiento
1,5%	T1	8	1	8
175%	T2	8	1	8
2%	T3	8	1	8
Total de pieles caprinas				24

En el cuadro 5, se describe el esquema del análisis de varianza que se aplicó en la investigación:

Cuadro 5. ESQUEMA DEL ADEVA.

Fuente de Variación	Grados de Libertad
Total	23
Tratamientos	2
Error	21

E. MEDICIONES EXPERIMENTALES

1. Físicas

- Resistencia a la tensión, N/ cm².
- Porcentaje de elongación, %.
- Lastometría, mm.

2. Sensoriales

- Llenura, puntos
- Blandura, puntos.
- Redondez, puntos.

3. Económicas

- Costos de producción
- Beneficio/ Costo

F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA

Las mediciones experimentales fueron modeladas bajo un diseño completamente al azar simple, y sometidas a los siguientes análisis estadísticos:

- Análisis de Varianza (ADEVA).

- Separación de medias ($P < 0,05$) a través de la prueba de Tukey ($P < 0,01$), para las variables paramétricas.
- Prueba de Kruskal - Wallis, para variables no paramétricas
- Regresión y Correlación para variables que presenten significancia.

G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. Remojo

Se pesaron las pieles caprinas frescas y en base a este peso se trabajó preparando un baño con agua al 200% a temperatura ambiente. Luego se disolvió 0,05% de cloro más 0,2% de tensoactivo, se mezcló y dejó 1 hora girando el bombo y se eliminó el baño.

2. Pelambre por embadurnado

De nuevo se pesaron las pieles y en base a este peso se prepararon las pastas para embadurnar y depilar, con 2,5% de sulfuro de sodio, en combinación con el 3,5% de cal, disueltas en 5% de agua; esta pasta se aplicó a la piel por el lado carnes, con un dobles siguiendo la línea dorsal para colocarles una sobre otra y se dejó en reposo durante 12 horas, y luego se extrajo el pelo en forma manual. Posteriormente se pesó las pieles sin pelo para en base a este nuevo peso, se preparó un nuevo baño con el 100% de agua a temperatura ambiente al cual se añadió el 1,5% de sulfuro de sodio y el 2% de cal y se giró el bombo durante 3 horas y se dejó en reposo un tiempo de 20 horas y se eliminó el agua del baño.

3. Desencalado y rendido

Luego se lavó las pieles con 100% de agua limpia a 30°C, más 0,2% de formiato de sodio, se rodó el bombo durante 30 minutos; posteriormente se eliminó el baño y se preparó otro con 200% de agua a 35°C, más la aplicación de cada uno de los tratamientos (1,5; 1,75 y 2%) de bisulfito de sodio y se rodó por 30 minutos,

terminado este tiempo se añadió a los tres tratamientos 2% de producto descalcante más el 0,02% de producto ridente y se rodó el bombo durante 60 minutos; pasado este tiempo, se realizó la prueba de fenolftaleína para lo cual se colocó 2 gotas de en la piel para observar si existió o no presencia de cal, (pH de 8,5). Posteriormente se eliminó el baño y se lavó las pieles con el 300% de agua, a temperatura ambiente durante 30 minutos y se eliminó el baño.

4. Piquelado

Luego se preparó un baño con el 60% de agua, a temperatura ambiente, y se añadió 10% de sal en grano blanca, y se rodó 10 minutos para que se disuelva la sal y luego se adicionó 1 % de ácido fórmico; diluido 10 veces su peso y dividió en 3 partes. Se colocó cada parte con un lapso de tiempo de 20 minutos. Pasado este tiempo, se controló el pH (4,5 a 4), y se dejó reposar durante 12 horas exactas.

5. Curtido

Pasado el tiempo de rodaje se añadió 8% de tara, y se rodó el bombo durante 3 horas al cual se añadió 0,4% de ácido diluido de 1 a 10 y dividido en dos porciones y se eliminó el bombo 30 minutos cada porción; pasado este tiempo se dejó reposar durante 12 horas, pasado este tiempo se añadió 4% de cromo y se rodó el bombo durante 60 minutos, luego se añadió el 0,3% de producto basicante diluido de 1 a 10 y dividido en tres partes, cada parte rodó 1 hora, para terminar con un rodaje de 5 horas, se eliminó el baño y se lavó los cueros con un 200% de agua a 60°C durante 30 minutos se eliminó el baño y se perchó los cueros durante 24 horas.

6. Neutralizado y recurtido

- Una vez rebajado a un grosor de 1,1 mm, se pesaron los cueros y se lavó con el 200% de agua, a temperatura ambiente más 0,2% de tensoactivo y 0,2 de ácido fórmico, se rodó el bombo durante 20 minutos y luego se botó el baño.

- Luego se preparó un baño con el 80% de agua a 35°C y se recurtió con 3% de órgano-cromo, dándole movimiento al bombo durante 40 minutos y posteriormente se botó el baño y preparó otro baño con el 100% de agua a 40°C, al cual se añadió el 1% de formiato de sodio, para realizar el neutralizado, se giró el bombo durante 40 minutos, y luego se añadió el 1,5% de recurtiente neutralizante y se rodó el bombo durante 60 minutos, se eliminó 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 60% de agua a 50°C, al cual se adicionó el 4% de Tara, el 3% de rellenante de faldas, 2% de resina acrílica aniónico diluida de 1:5, se giró el bombo durante 60 minutos.

7. Tintura y engrase

- Al mismo baño se añadió 2% de anilinas y se rodó el bombo durante 60 minutos, y luego se aumentó 150% de agua a 70°C, más 4% de parafina sulfoclorada, más 1% de lanolina, 2% de éster fosfórico y 4% de grasa sulfatada, mezcladas y diluidas en 10 veces su peso.
- Luego se rodó por 60 minutos y se añadió 0.75% de ácido fórmico y se rodó durante 10 minutos, luego se agregó 0.5% de ácido fórmico, diluido 10 veces su peso, y se dividió en 2 partes y cada parte se rodó durante 10 minutos, y se eliminó el baño. Terminado el proceso anterior se lavó los cueros con el 200% de agua a temperatura ambiente durante 20 minutos, se eliminó el baño y se escurrió los cueros caprinos se dejó reposar durante 1 día en sombra (apilados), y se secaron durante 2 – 3 días.

8. Aserrinado, ablandado y estacado

Finalmente se procedió a humedecer ligeramente a los cueros caprinos con una pequeña cantidad de aserrín húmedo, con el objeto de que estos absorban humedad para una mejor suavidad de los mismos, durante toda la noche. Los cueros caprinos se los ablandó a mano y luego se los estacó a lo largo de todos los

bordes del cuero, hasta que el centro del cuero tuvo una base de tambor y se dejó todo un día.

H. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

1. Análisis sensorial

La evaluación sensorial surgió como una disciplina para medir la calidad de los productos, conocer la opinión y mejorar la aceptación por parte del consumidor. Además, la evaluación sensorial no solamente se tiene en cuenta para el mejoramiento y optimización de la materia prima y los artículos existentes, sino también para realizar investigaciones en la elaboración e innovación de nuevos productos, en el aseguramiento de la calidad y para su promoción y venta. Para los análisis sensoriales se realizó una evaluación de los cueros a través del impacto de los sentidos que son los que indicaron que características presentaron cada uno de los cueros, dando una calificación de 5 correspondiente a excelente 4 a muy buena; de 3 a buena; y de 1 a 2 baja; en lo que se refiere a blandura, tacto, y finura de flor.

- La medición de la blandura del cuero caprino se la realizó sensorialmente es decir el juez calificador tomó entre las yemas de sus dedos el cuero y realizó varias torsiones por toda la superficie tanto en el lomo como en las faldas para determinar la suavidad y caída del cuero y se lo calificó en una escala que va de 1 que representa menor caída y mayor dureza, a 5 que representa un material muy suave y con buena caída, mientras tanto que valores intermedios fueron sinónimos de menor blandura.
- Para la calificación del tacto del cuero se procedió a palpar minuciosamente la superficie del cuero y se determinó si el tacto es muy cálido, seco, liso y suave muy similar al de la piel suave ablandada, o es áspero
- Finura de flor: La finura de flor fue evaluada a través de los sentidos de la vista y del tacto. Se debió apreciar si la capa superficial se encontraba totalmente adherida al colágeno de la piel formando un complejo homogéneos piel-

entretejido fibrilar. Se tuvo especial cuidado en observar si la superficie de la piel era demasiado lisa o muy áspera y grosera.

2. Análisis de las resistencias físicas

a. Resistencia a la tensión

Para los resultados de resistencia a la tensión primeramente se procedió al corte de la probeta de cuero como se ilustra en el gráfico 2, de acuerdo a los requerimientos de las normas internaciones del cuero en condiciones de temperatura ambiente, la metodología a seguir fue:

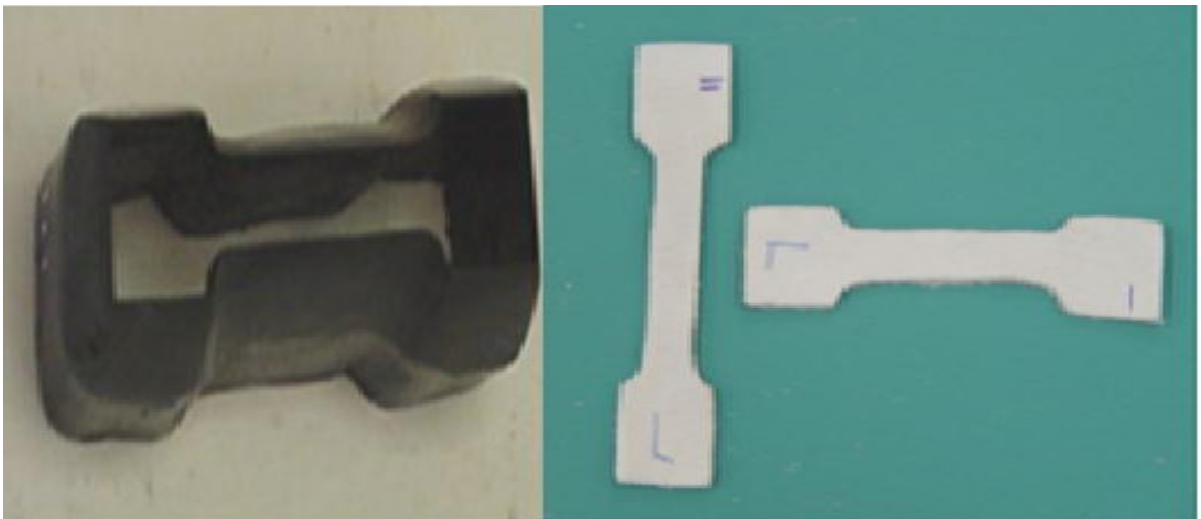


Gráfico 2. Corte de la probeta de cuero.

En un ensayo de tensión la operación se realizó sujetando los extremos opuestos de la probeta y separándolos, la probeta se alargó en una dirección paralela a la carga aplicada, ésta probeta se colocó dentro de las mordazas tensoras y se cuidó que no se produzca un deslizamiento de la probeta porque de lo contrario podría falsear el resultado del ensayo. El troquel que se realizó el corte de la probeta de cuero. La máquina que se utilizó para realizar el test fue diseñada para:

- Alargar la probeta a una velocidad constante y continua
- Registrar las fuerzas que se aplican y los alargamientos, que se observan en la probeta.

- Alcanzar la fuerza suficiente para producir la fractura o deformación permanentemente es decir rota (fotografía 1).



Fotografía 1. Partes de un equipo para realizar la medición de la resistencia a la tensión el cuero.

La evaluación del ensayo se realizó tomando como referencia en este caso las normas IUP 6:

Cuadro 6. CÁLCULOS DE LA MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TENSIÓN.

Test o ensayos	Método	Especificaciones	Fórmula
Resistencia a la tensión o tracción	IUP 6	Mínimo 150 Kf/cm ² Óptimo 200 Kf/cm ²	T= Lectura Máquina Espesor de Cuero x Ancho (mm)

Se procedió a calcular la resistencia a la tensión o tracción según la fórmula detallada a continuación:

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

Rt = Resistencia a la Tensión o Tracción

C = Carga de la ruptura (Dato obtenido en el display de la máquina)

A = Ancho de la probeta

E = Espesor de la probeta

Se tomó las medidas de la probeta (espesor) con el calibrador en tres posiciones, luego se tomó una medida promedio. Este dato nos sirvió para aplicar en la fórmula, cabe indicar que el espesor fue diferente según el tipo de cuero en el cual se hizo el test o ensayo. En la fotografía 2, se ilustra el equipo para medir el calibre del cuero.



Fotografía 2. Equipo para medir el calibre del cuero.

Se registró las medidas de la probeta (ancho) con el pie de rey, en el (fotografía 3), se realizó la medición de la longitud inicial del cuero.



Fotografía 3. Medición de la longitud inicial del cuero.

Luego se colocó la probeta entre las mordazas tensoras, como se ilustra en la fotografía 4.



Fotografía 4. Colocación de la probeta de cuero entre las mordazas tensoras.

Posteriormente se encendió el equipo y procedió a calibrarlo. A continuación, se elevó el display, presionando los botones negros como se indica en fotografía 5; luego se giró la perilla de color negro-rojo hasta encender por completo el display.



Fotografía 5. Encendido del equipo.

Luego se ubicó en funcionamiento el tensiómetro de estiramiento presionando el botón de color verde como se indica en la ilustración de la fotografía 6.



Fotografía 6. Puesta en marcha del prototipo mecánico para medir la resistencia a la tensión del cuero.

b. Porcentaje de elongación

El ensayo del cálculo del porcentaje de elongación a la rotura se utilizó para evaluar la capacidad del cuero para aguantar las tensiones multidireccionales a que se encuentra sometido en sus usos prácticos. La elongación es particularmente necesaria en los cosidos, en los ojales, y en todas las piezas con orificios o entalladuras sometidas a tensión. Las normas y directrices de calidad de la mayor parte de curtidos especifican el cumplimiento de unos valores mínimos del porcentaje de elongación. La característica esencial del ensayo es que a diferencia del ensayo de tracción la fuerza aplicada a la probeta se reparte por el entramado fibroso del cuero a las zonas adyacentes y en la práctica la probeta se comporta como si sufriera simultáneamente tracciones en todas las direcciones. Por ello el ensayo es más representativo de las condiciones normales de uso del cuero, en las que éste se encuentra sometido a esfuerzos múltiples en todas las direcciones.

- Se cortó una ranura en la probeta, los extremos curvados de dos piezas en forma de "L" se introdujeron en la ranura practicada en la probeta.
- Estas piezas estuvieron fijadas por su otro extremo en las mordazas de un dinamómetro como el que se usa en el ensayo de tracción.

- Al poner en marcha el instrumento las piezas en forma de "L" introducidas en la probeta se separaron a velocidad constante en dirección perpendicular al lado mayor de la ranura causando el desgarro del cuero hasta su rotura total.

c. Lastometría

El cálculo de la lastometría ayudó a determinar la deformación que le llevó al cuero de la forma plana a la forma espacial. Esta transformación provocó una fuerte tensión en la capa de flor puesto que la superficie debía alargarse más que el resto de la piel para adaptarse a la forma espacial. Si la flor no fue lo suficientemente elástica para acomodarse a la nueva situación se quebró y se agrietó. Para ensayar la aptitud al montado de las pieles que deben soportar una deformación de su superficie se utilizó el método IUP 9 basado en el lastómetro.

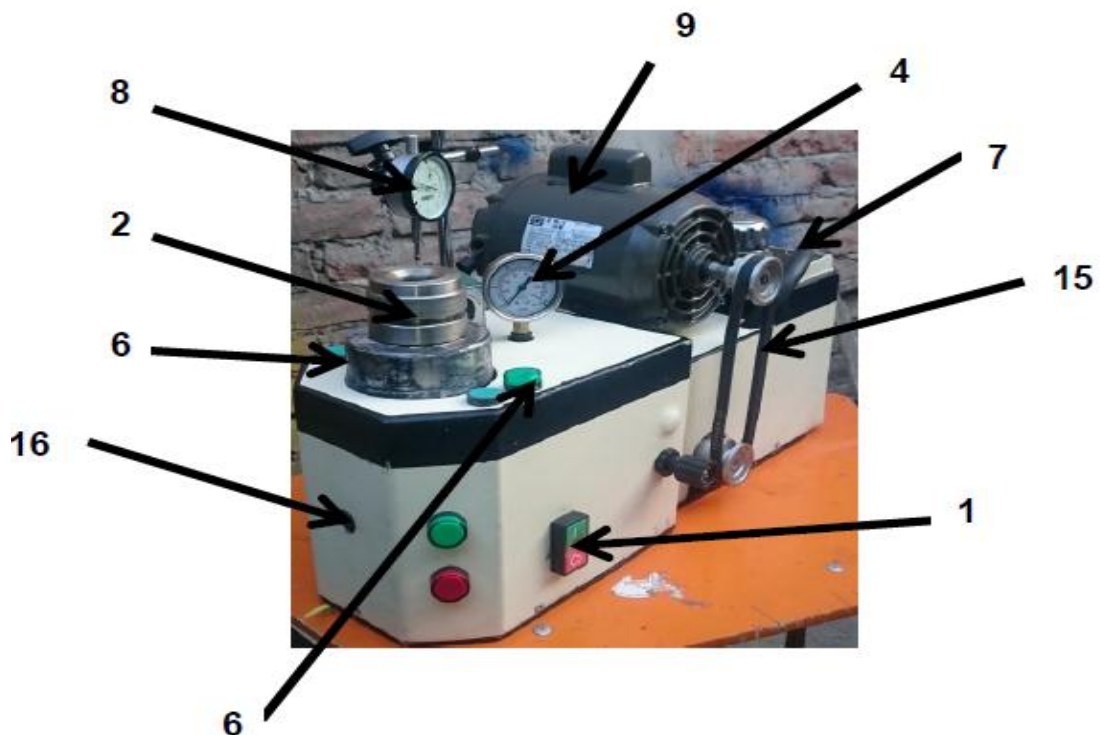


Gráfico 3. Ilustración del equipo para medir la lastometría del cuero.

Fuente

1. Cabezal de pruebas
2. Cilindro de presión
3. Manómetro de presión

4. Regulador de presión y caudal
5. Botoneras de accenso y descenso
6. Reservorio de aceite
7. Palpador micrométrico
8. Motor monofásico 0,75 Hp
9. Cilindro doble efecto de 3000psi
10. Válvula 4/3 tipo Tandem
11. Regulador de presión de 0 a 3000 psi
12. Sub-placa base 4 entradas dos salidas
13. Conectores de alta presión.
14. Sistema de transmisión por polea
15. Caja soporte

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

A. EVALUACIÓN DE LAS RESISTENCIAS FÍSICAS DE LOS CUEROS CAPRINOS DESENCALADOS CON DIFERENTES NIVELES, DE BISULFITO DE SODIO EN COMBINACIÓN CON 2 % DE PRODUCTO DESENCALANTE, PARA LA CONFECCIÓN DE VESTIMENTA

1. Resistencia a la tensión

La resistencia a la tensión no reportó diferencias estadísticas ($P > 0,05$), por efecto de los diferentes niveles de bisulfito de sodio, aplicado al desencalado de los cueros caprinos, aunque numéricamente se reportó las mejores respuestas al desencalar con el 2% de bisulfito de sodio (T3), con $1824,90 \text{ N/cm}^2$; y que, disminuyó a $1702,02 \text{ N/cm}^2$ cuando se adicionó 1,75% de bisulfito de sodio (T2), en tanto que la respuesta más baja se reportó con el 1,5% de bisulfito de sodio (T1), con registros de $1672,70 \text{ N/cm}^2$, como se indica en el cuadro 2, y se ilustra en el gráfico 5; de acuerdo con los resultados reportados se afirma que, al utilizar mayores niveles de bisulfito de sodio se mejoró la resistencia a la tensión de los cueros para vestimenta, debido a que se logró una mayor eliminación de calcio añadido en la etapa de calero; y además se excluyó las sales de azufre que se impregnan en la piel en la etapa de depilado o deslanado aumentando la interacción con el cromo.

Las respuestas de la presente investigación concuerda su fundamento con lo que expresa (Soler, 2004), quien manifiesta que la resistencia la tensión se encuentra afectada por el proceso de desencalado, cuando se tiene una acidificación en la piel muy fuerte, ya que se produce un hinchamiento; además, la hidrólisis de la estructura fibrilar del colágeno, lo cual disminuye la resistencia a la tensión. Por el contrario, con un proceso de desencalado escaso, se disminuye el alargamiento de las fibras y se presenta un engrosamiento del entretejido del colágeno. Uno de los problemas que se presentó en el desencalado fue escoger la naturaleza del desencalante y como este afectó a las características finales de la piel, en la etapa de ribera todas las operaciones que se realizaron en pos de preparar a las fibras de colágeno para que reaccionen y se combinen con las moléculas del cromo.

Cuadro 7. EVALUACIÓN DE LAS RESISTENCIAS FÍSICAS DE LOS CUEROS CAPRINOS DESENCALADOS CON DIFERENTES NIVELES (1,5; 1,75 Y 2%), DE BISULFITO DE SODIO EN COMBINACIÓN CON 2 % DE PRODUCTO DESENCALANTE, PARA LA CONFECCIÓN DE VESTIMENTA.

VARIABLES FÍSICAS	NIVELES DE BISULFITO DE SODIO EN COMBINACIÓN CON 2% DE PRODUCTO DESENCALANTE						EE	Prob.	Sign.
	1,5%		1,75%		2%				
	T1		T2		T3				
Resistencia a la tensión, N/cm ²	1672,70	a	1702,02	a	1824,90	a	85,5	0,42	ns
Porcentaje de elongación, %	60,31	a	55,31	a	53,75	a	5,10	0,64	ns
Lastometría, mm	7,74	b	8,16	b	10,37	a	0,27	0,00	**

** : Las diferencias son altamente significativas de acuerdo al Análisis de varianza ($P < 0,01$)

abc: Promedios con letras diferentes en la misma fila difieren estadísticamente según Tukey.

EE: error estadístico

Prob: probabilidad

Sign: Significancia.

Además Adzet (2005), menciona que al realizar el desencalado es necesario evitar que las moléculas de algún agente curtiente se fije definitivamente al enlace peptídico del grupo carboxílico de las moléculas de colágeno puedan reaccionar en la curtición; transformándose en el proceso que mayor fijación de sustancias químicas produce después de la etapa de pelambre y calero; ya que, el calcio y el azufre que se utiliza en estos procesos hinchan la piel por su naturaleza básica y con esto interactúan con el colágeno formándose complejos de calcio los mismos que tienen que ser eliminados en el desencalado para obtener radicales libres carboxílicos.

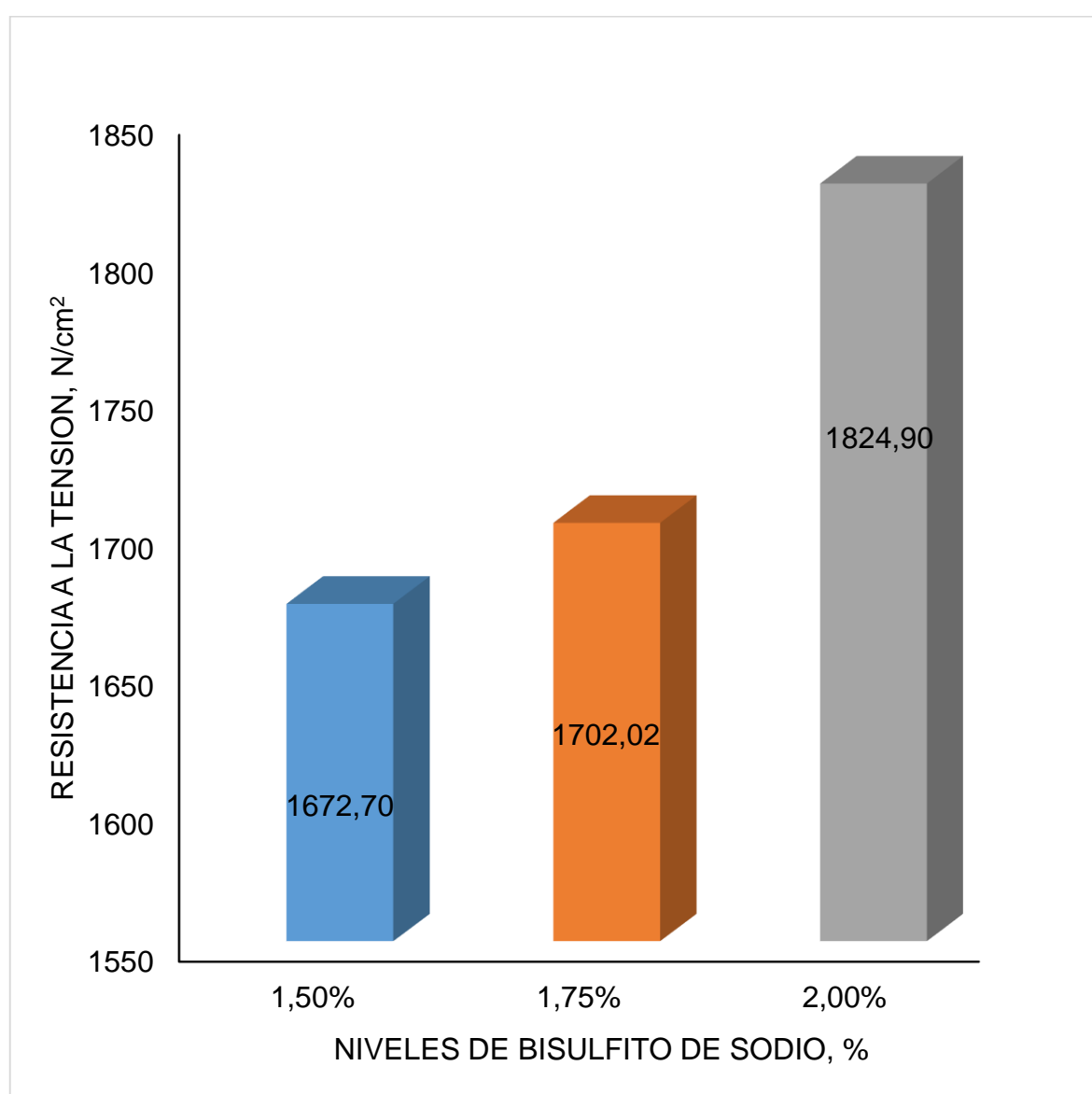


Gráfico 4. Resistencia a la tensión los cueros caprinos desencalados con diferentes niveles (1,5; 1,75 y 2%), de bisulfito de sodio en combinación con 2 % de producto desencalante, para la confección de vestimenta.

Los resultados expuestos de resistencia a la tensión de los cueros caprinos cumplen con las exigencias de calidad de la (Asociación Española en la Industria del Cuero, 2002), que su Norma Técnica IUP 8, manifiesta que los cueros destinados a la confección de vestimenta deben presentar una tensión que va de 800 a 1200 N/cm², antes de producirse el primer daño en la superficie del cuero al ejercer múltiples fuerzas que asemejan el momento del armado de la prenda, en las entalladuras o cocidos, para ser considerados cueros de buen calidad, debido a que el cuero para confección debe presentar una buena resistencia a la tensión especialmente al formar artículos muy estilizados como lo requiere la moda actual.

Al comparar las medias obtenidas en la presente investigación con los resultados que reporta Pungaña (2017), quien obtuvo medias de resistencia a la tensión de 2621,73 N/cm² al desencalar con bisulfito de sodio y con lo que reporta (León, 2013), quien obtuvo valores de 2977,8 N/cm² al curtir las pieles para calzado con 2% de neutralizante, y aplicar bisulfito de sodio en el desencalado, estas medias son superiores a las reportadas en la presente investigación debido a que se utilizaron compuestos que ayudan en la curtición y no en etapas anteriores como en el caso de la etapa de desencalado, pero se evidenció que no disminuye en la calidad del cuero caprino.

2. Porcentaje de elongación

Los valores medios determinados por el porcentaje de elongación de las pieles para vestimenta no reportaron diferencias estadísticas ($P > 0,05$), por efecto de la inclusión en la fórmula de encalado de diferentes niveles de bisulfito de sodio en combinación con 2 % de producto desencalante, sin embargo de carácter numérico se estableció las mejores respuestas en el lote de cueros del tratamiento T1 (1,5 %), con valores de 60,31%; y que, disminuyó hasta alcanzar elongaciones de 55,31% en los cueros del tratamiento T2 (2 %), en tanto que las respuestas más bajas se consiguió cuando se desencaló las pieles con el 2% de bisulfito de sodio (T3), ya que los registros fueron de 53,75%; como se ilustra en el gráfico 5.

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede inferir que para mejorar la característica de porcentaje de elongación de los cueros caprinos destinados a vestimenta se debe adicionar menores niveles de bisulfito de sodio en combinación con 2 % de producto desencalante en el desencalado, esto se debe a que, para obtener pieles elásticas no se debe desencalar a fondo, ya que el producto desencalante cambia las condiciones de pH y provoca que las pieles al deshincharse de manera excesiva se vuelven flácidas y de poca resistencia por este cambio brusco de composición; además que, los engrasantes no logran interactuar en el entramado fibrilar y con esto no se consiga reducir la tensión en las fibras, que al frotarse entre ellas se provocará su rotura .

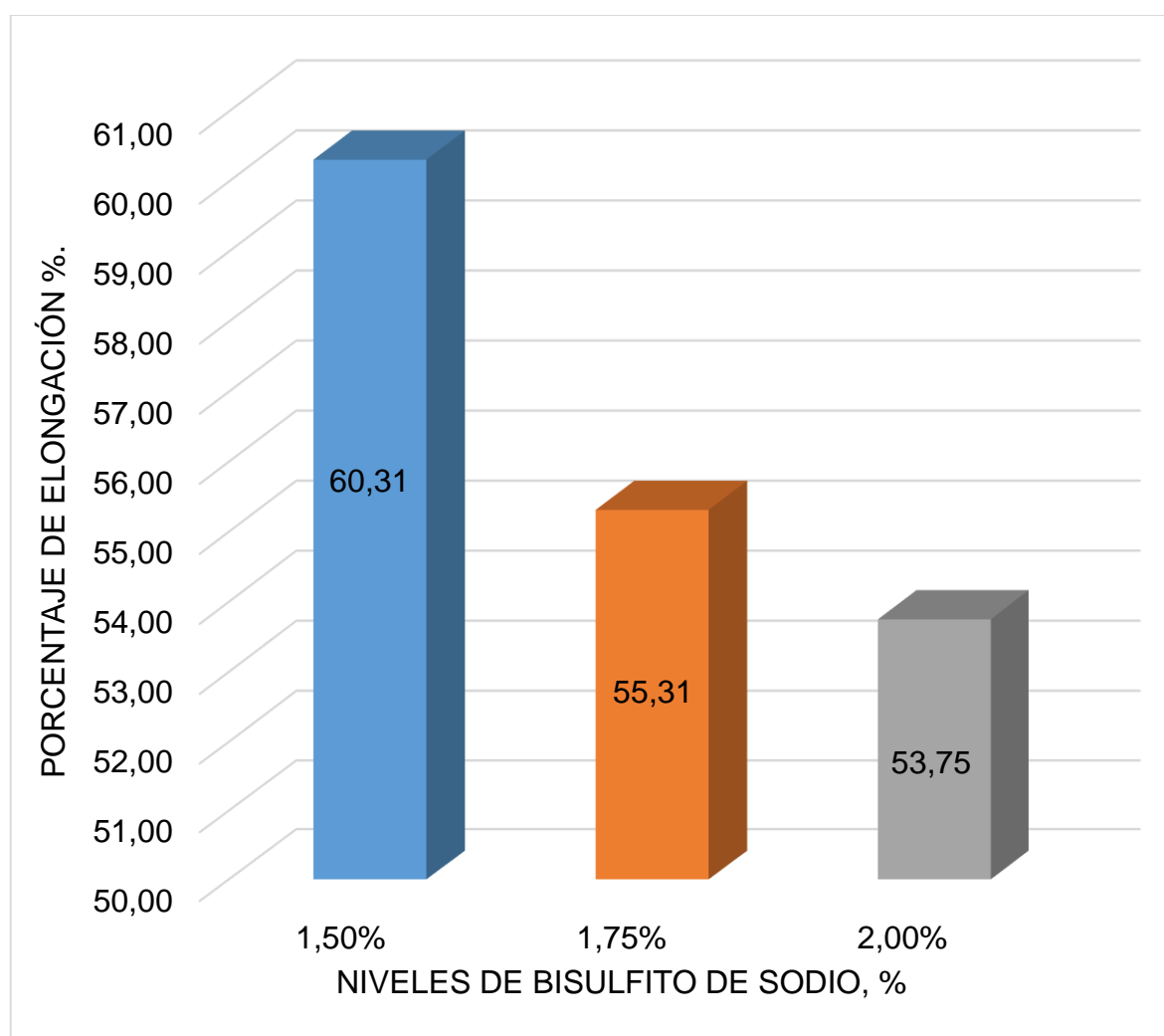


Gráfico 5. Porcentaje de elongación los cueros caprinos desencalados con diferentes niveles (1,5; 1,75 y 2%), de bisulfito de sodio en combinación con 2 % de producto desencalante, para la confección de vestimenta.

Los resultados obtenidos en el proceso del análisis físico del porcentaje de elongación de los cueros caprinos desencalados con diferentes niveles de bisulfito de sodio en combinación con un desencalante comercial, tiene su fundamento en lo que menciona Adzet (2005), quien indica que con un desencalado escaso, se presenta un acortamiento y aumento en el grosor de las fibras que provoca una deficiente distensión de las fibras de colágeno. En el proceso posterior al desencalado, el rendido, donde se relaja las fibras de la piel, se obtendrá un mejor rendido fibrilar interno, cuando aumente el porcentaje de alargamiento y el desencalado sea más profundo en la estructura fibrilar, aunque a veces se rompan las fibras al momento de ceder la red tridimensional del colágeno. La resistencia de la estructura superficial de la piel, la flor, también se encuentra afectada por un mal desencalado. En especial al provocar un deshinchamiento violento o brusco debido a una fuerte acidificación de la piel, lo cual estimula la presencia de una hidrólisis y resquebrajamiento de las fibras. La carbonatación de la piel se presentó por un mal desencalado provoca rigidez y por lo tanto puede disminuir la resistencia de la capa flor del cuero. Si se llega a un valor de pH en la piel de 9-9,5; el proceso de rendido no se cumple y la flor y el corium no obtiene elasticidad desplegándose problemas de rotura de flor. Uno de los principales problemas que se observó cuando se desencalo con bisulfito de sodio, fue la carbonatación en la flor de la piel, por presencia de azufre, lo cual dificulta una rápida eliminación del calcio superficial, gracias a que los iones carbonato se encuentran libres en la flor; además, de ocupar espacios entre las fibras; al estirar las pieles disminuyo los espacios que ocupan las moléculas de calcio generándose fricción y disminuyendo la elasticidad; por lo cual, para mejorar el estiramiento de la estructura fibrilar, se debe evitar adicionar niveles elevados de bisulfito de sodio para que no se produzca un desencalado superficial y lograr que la menor cantidad de moléculas por efecto mecánico se ubiquen en la dermis y elimine los iones carbonatos por efecto de afinidad química.

Al comparar los resultados del porcentaje de elongación en la presente investigación con los obtenidos por Flores (2016), quien reportó valores de 93,44% cuando curtió las pieles con un sistema de alto agotamiento de cromo utilizando en el piquel resinas catiónicas y desencalo con bisulfito de sodio y con los que reporta Hansel (2018), quien obtuvo valores de 70,83% al utilizar 2% de acomplejante en

el rendimiento de las pieles caprinas, estas respuestas son superiores a las conseguidas en la presente investigación pero al ser tecnologías que se usan en la curtición es natural que mejore las características finales del cuero y no se evalúa en las etapas de ribera.

Para cumplir con la calidad del cuero se evalúa lo reportado por la norma técnica IUP 8, de la (Asociación Española en la Industria del Cuero, 2002), que indica que para el porcentaje de elongación de los cueros tiene que cumplir con valores que van del 40 al 80 %, para ser considerados de buena calidad, por lo tanto se establece que estas respuestas están siendo cumplidas por los tres tratamientos es decir se puede afirmar que se mantiene con los estándares de calidad así como también se mejoran las características físicas del cuero, para que puedan pasar fácilmente de la forma espacial a la plana sin deformaciones evidentes que producirán soltura de flor, envejecimiento prematuro, entre otras.

3. Lastometría

El análisis de varianza de la lastometría de los cueros caprinos reportó diferencias altamente significativas ($P < 0.01^{**}$) entre medias, estableciéndose las mejores respuestas cuando se desencalo las pieles con el 2% de bisulfito de sodio (T3) cuyas medias fueron de 10.37 mm, a continuación se aprecian los registros cuando se adicionó en el desencalado 1.75% de bisulfito de sodio (T2), debido a que los resultados fueron de 8.16 mm en tanto que las respuestas más bajas se registraron cuando se desencalo las pieles con el 1.5% de bisulfito de sodio en combinación con 2 % de producto desencalante (T1), con valores de 7.74 mm, como se ilustra en el gráfico 6.

De acuerdo con los resultados indicados de elongación se afirma que al adicionar mayores niveles de bisulfito de sodio se mejora la lastometría, siendo satisfactorio ya que se busca que los cueros presenten elevadas resistencias físicas para que logren soportar las condiciones de uso en especial para prendas de vestir y para confección de zapatos, ya que en su uso diario sufrirán estiramientos, multidireccionales.

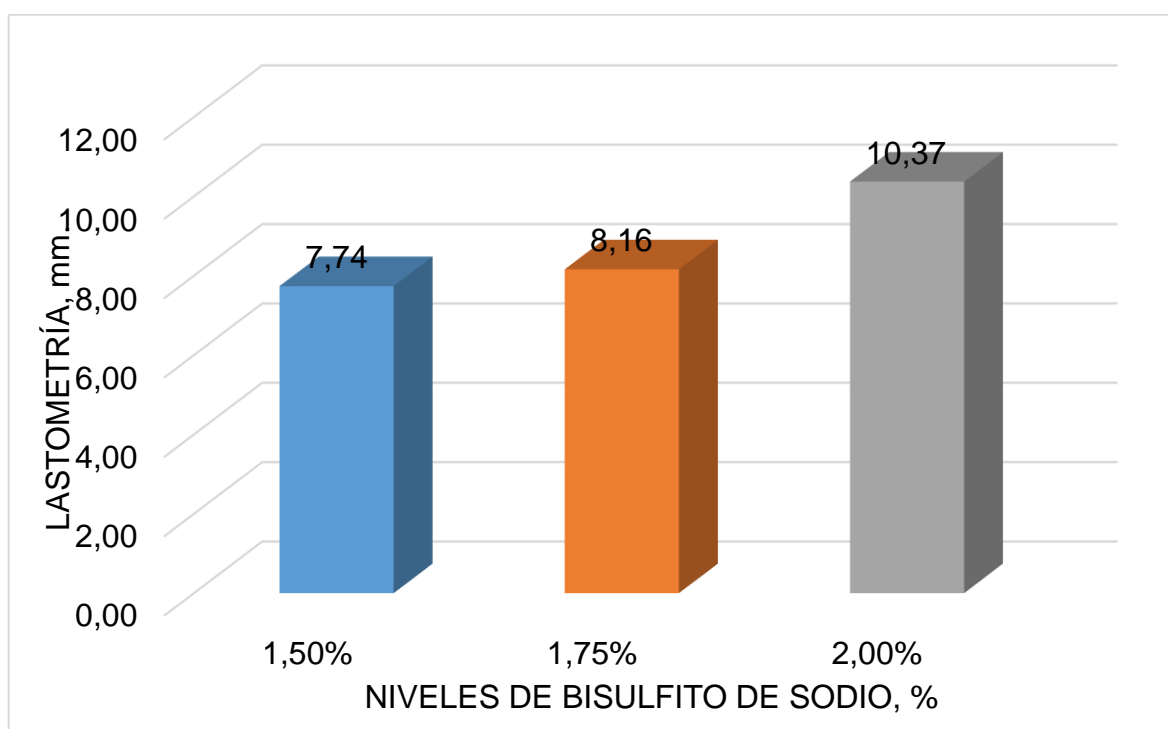


Gráfico 6. Lastometría los cueros caprinos desencalados con diferentes niveles (1,5; 1,75 y 2%), de bisulfito de sodio en combinación con 2 % de producto desencalante, para la confección de vestimenta.

La interpretación de los resultados coincide con lo que reporta Soler (2004), al manifestar que para evitar la rotura de flor es mejor tener un desencalado profundo con una operación de rendido superficial. El desencalado influye en forma directamente proporcional sobre la resistencia de la lastometría y la abrasión de la flor, por las mismas razones que se han explicado anteriormente, las acidificaciones bruscas favorecen el hinchamiento disminuyendo la resistencia a la abrasión. La operación del desencalado influye directamente en el rendido, las adiciones repetidas de enzimas que vienen del remojo enzimático, el pelambre enzimático y después en el rendido provocan un ataque demasiado fuerte de la piel y disminuye la resistencia a la lastometría y la abrasión de la flor. Un desencalado a fondo no afectara a la lastometría de los cueros, sino que ayudara a evitar que el calcio que esta enlazado con las fibras de colágeno por efecto del encalado se fije y afecte a las condiciones en el rendido y el piquel, uno de los problemas que mayormente se reporta al escoger el tipo de desencalante es el efecto y la fuerza de desencalado que este tendrá, el uso de ácidos de azufre o de cloro realizan un desencalado rápido pero poco profundo con lo que no se elimina el calcio del entramado fibrilar,

en el caso del bisulfito de sodio esto no ocurre, ya que al no tener un Kpa alto no reacciona con rapidez con el calcio de la ,estructura fibrilar, sino que se tiene que regular la temperatura y el efecto mecánico, si se consigue un desencalado lento este atravesará la flor y retirará el calcio fijado en el colágeno que es más afín, con esto las pieles quedarán listas para el rendido y además controlará las condiciones de pH para el piquel.

La (Asociación Española en la Industria del Cuero, 2002) en su Norma Técnica IUP 8, infiere como límite mínimo de calidad para lastometría de los cueros caprinos 7 mm, antes de producirse el primer daño en el cuero, condición que está siendo cumplida por los diferentes niveles de bisulfito de sodio siendo más evidente con la aplicación de mayores niveles en el desencalado de las pieles caprinas

Las respuestas obtenidas en la presente investigación son comparadas con lo que indica Hansel (2018), quien obtuvo valores de 9,28 mm, cuando realizó la neutralización con 1.75% de ácido orgánico y utilizó bisulfito de sodio en el desencalado , además con lo que reporta Pungaña (2017), quien obtuvo valores de 9,61 mm cuando adiciono en el piquel 2% de producto acomplejante en el piquel, estas respuestas son inferiores a las reportadas en la presente investigación y se puede afirmar que el uso de bisulfito logra un desencalado a fondo aumentando las características físicas del cuero y que el proceso de desencalado si afecta a la calidad final del producto.

El análisis de la regresión que se muestra en el gráfico 7, reporto una tendencial lineal positiva altamente significativa ($P < 0.01^{**}$) para la prueba lastometría, es decir que partieron de un intercepto de 0,465 mm aumentaron en 5,27 mm, por cada porcentaje de incremento de bisulfito de sodio adiciona a la fórmula de desencalado, además se reportó un coeficiente de determinación igual a 62,58% mientras que el restante 47,42% fue resultado de condiciones aleatorias de la investigación y que tuvieron que ver básicamente con la calidad de las materias primas, de los procesos mecánicos y de los productos químicos adicionados en los diferentes procesos de curtición. La ecuación aplicada para determinar la lastometría de los cueros por efecto de la adición de diferentes niveles de bisulfito de sodio fue igual a: Lastometría = - 0,465 + 5,27 (%BS)

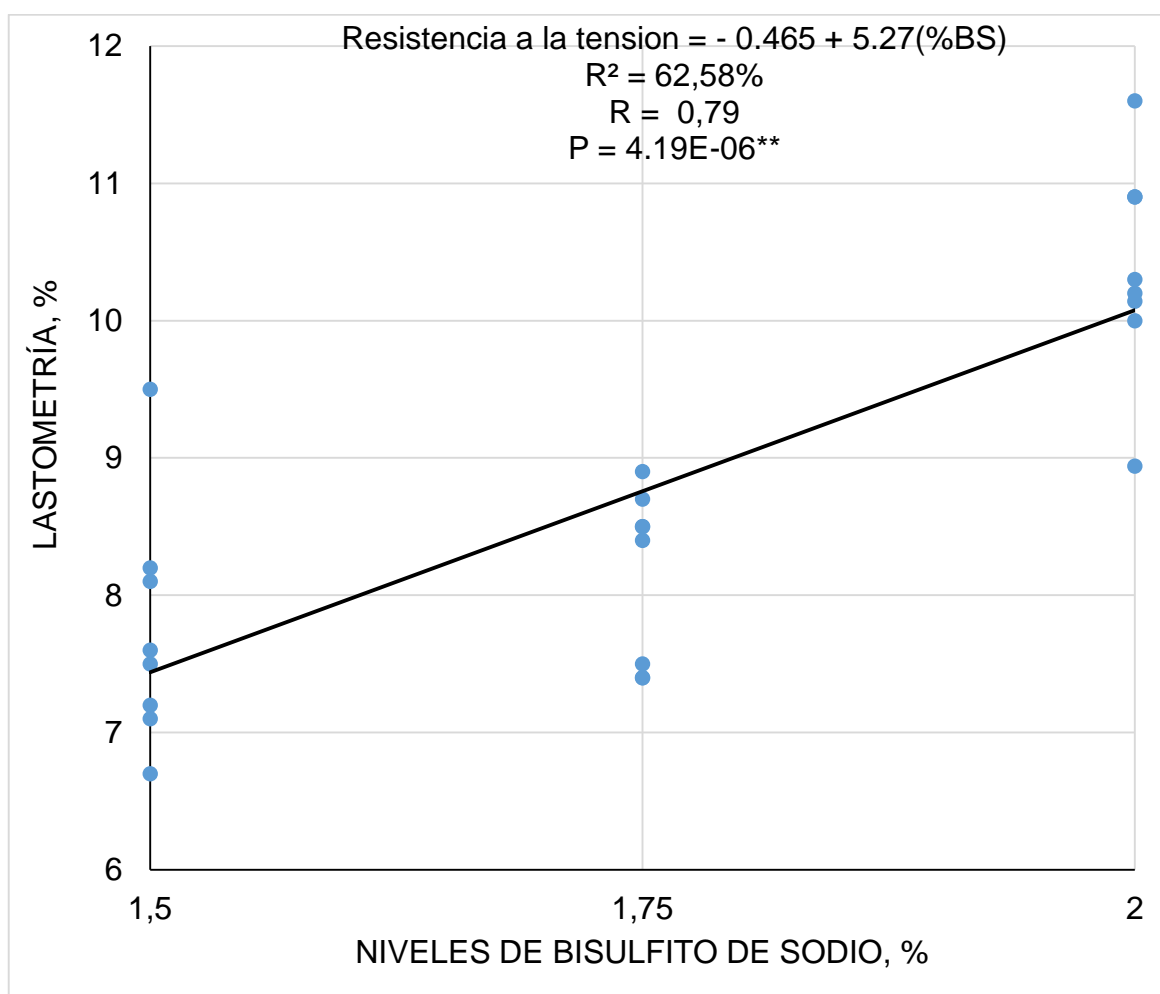


Gráfico 7. Regresión de la lastometría los cueros caprinos desencalados con diferentes niveles (1,5; 1,75 y 2%), de bisulfito de sodio en combinación con 2 % de producto desencalante, para la confección de vestimenta.

B. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DE LOS CUEROS CAPRINOS DESENCALADOS CON DIFERENTES NIVELES DE BISULFITO DE SODIO EN COMBINACIÓN CON 2 % DE PRODUCTO DESENCALANTE, PARA LA CONFECCIÓN DE VESTIMENTA

1. Llenura

Los valores medios de la llenura de los cueros para vestimenta reportaron diferencias altamente significativas ($P < 0.01^{**}$), según el criterio Kruskal Wallis por efecto de la adición de diferentes niveles de bisulfito de sodio, estableciéndose las mejores respuestas cuando se adicionó 2% de bisulfito de sodio (T3), cuyas

medias fueron de 4.75 puntos, y calificación excelente según la escala propuesta por Hidalgo (2018), a continuación se aprecian en la separación de medias según Tukey las respuestas alcanzadas por los cueros cuando se adiciono al desencalado el 1.75% de bisulfito de sodio (T2), con 3.63 puntos y calificación muy buen según la mencionada escala, mientras tanto que las respuestas más bajas se registraron cuando se adiciono el 1.5% de bisulfito de sodio (T1) con medias de 2.75 puntos y calificación buena , como se ilustra en el gráfico 8 y se reporta en el cuadro 8.

De los resultados expuestos en la presente investigación se puede deducir; que, para mejorar la característica sensorial llenura de los cueros caprinos se debe adicionar mayores niveles de bisulfito de sodio en combinación con el 2 % de producto desencalante en el desencalado de las pieles para vestimenta, debido a que el desencalado permite solubilizar al calcio fijado en la piel en el encalado y con esto lavando se elimina este compuesto, pero hay que tener atención al tipo de desencalante que se aplica ya que en diversas ocasiones se encuentran productos muy ácidos que provocaran un desencalado de poco fondo y deshinchamiento excesivo de las fibras que ocasionará cueros muy vacíos.

Al ser interpretados los resultados de acuerdo a lo referido por Adzet (2005), quien manifiesta que el desencalado es eficiente cuando la piel es más reactiva; y, el cromo se fijará mejor a las fibras, demostrado al obtener un cuero con una frisa más corta, sinónimo de una estructura más compacta. Un proceso de rendido profundo esponja la piel y la abre. Si se realiza un desencalado y un rendido fuerte e interno, la estructura fibrilar quedará abierta y la frisa más larga. Con el desencalado y sin rendido se obtiene pieles más gruesas. Si el desencalado es deficiente la piel quedará cerrada y será más gruesa, pero se perderá pietaje. Si se realiza un rendido efectivo, la piel quedará más desestructurada y por consiguiente más pietaje pero menos grosor. Al contrario, si es un desencalado y rendido escaso, la piel quedará más compacta, y por consiguiente s más grosor, más plenitud, pero menos pietaje.

Cuadro 8. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DE LOS CUEROS CAPRINOS DESENCALADOS CON DIFERENTES NIVELES (1,5; 1,75 Y 2%), DE BISULFITO DE SODIO EN COMBINACIÓN CON 2 % DE PRODUCTO DESENCALANTE, PARA LA CONFECCIÓN DE VESTIMENTA.

VARIABLES SENSORIALES	NIVELES DE BISULFITO DE SODIO EN COMBINACION CON PRODUCTO DESENCALANTE						EE	Prob.	Sign.
	1,5 %		1,75 %		2%				
Llenura, puntos	2.75	c	3.63	b	4.75	a	0.2	3.2E-06	**
Blandura, puntos	2.50	c	3.63	b	4.63	a	0.24	0.00	**
Redondez, puntos	2.75	c	3.50	b	4.75	a	0.17	0.00	**

** Existen diferencias altamente significativas según Kruskal Wallis.

abc: Promedios con letras diferentes en la misma fila difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey ($P < 0,01$).

EE: Error estadístico.

Prob. Probabilidad.

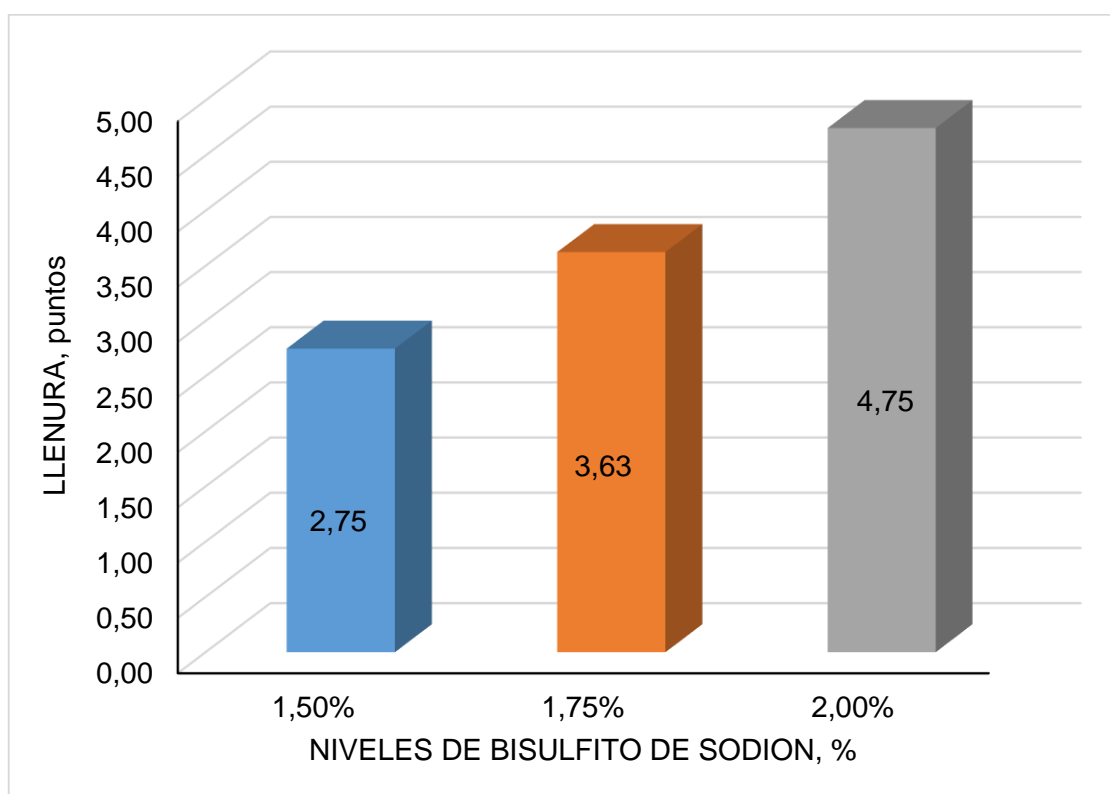


Gráfico 8. Llenura de los cueros caprinos desencalados con diferentes niveles (1,5; 1,75 y 2%), de bisulfito de sodio en combinación con 2 % de producto desencalante, para la confección de vestimenta.

Además Artigas (2007), manifiesta que el calero provocó el hinchamiento de las pieles, por lo que este incremento del valor de pH, con ventajas como el aumento tamaño del grano de flor, elevación la llenura de las pieles al separar el entretejido fibrilar; mientras tanto que, en el desencalado disminuye el valor de pH, con lo cual se deshincha las pieles; por lo que, hay que controlar que este deshinchamiento, que no sea excesivo para que las fibras queden vacías y no se encuentre el desencalante en los espacios interfibrilares, eliminándose en el baño con esto las pieles se sentirán vacías y esto puede afectar al momento de la curtición de no lograra cubrir estos espacios vacíos en especial en las faldas del cuero, por lo que tener un desencalante que no es muy reactivo permite un desencalado a fondo y un deshinchamiento regulado evitando problemas de pieles vacíos o con poca llenura.

Los resultados de llenura de la presente investigación son superiores al ser comparados con los registros de Sinaluiza (2014), quien al realizar la valoración sensorial de llenura de los cueros pura anilina destinados a la confección de

calzado, indica que la separación de medias según Duncan registra las puntuaciones más altas en los cueros del tratamiento T3 (2%), ya que las medias fueron de 4,67 puntos.

El análisis de la regresión de la llenura que se reporta en el gráfico 9, se determinó que los datos se ajustan a una tendencia lineal positiva altamente significativa ($P < 0.01^{**}$), es decir que partiendo de un intercepto de 3.2917 las medias aumentaron en 4 unidades por cada nivel de bisulfito de sodio adicionado en el desencalado de las cueros para vestimenta, además ; se reportó un coeficiente de determinación R^2 igual a 69,69% mientras que el restante 30,31% correspondieron a errores aleatorios de la investigación que no pudieron ser controlados y que básicamente son relacionados con la calidad de los procesos y el efecto mecánico sobre la piel. La ecuación que se utilizó para analizar la regresión de la llenura de las pieles fue: $Llenura = - 3.2917 + 4(\%BS)$

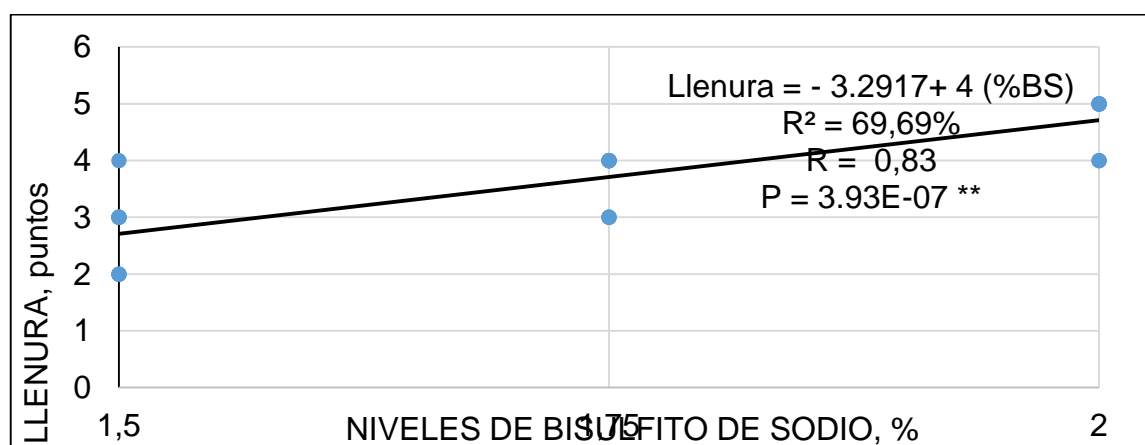


Gráfico 9. Regresión de la llenura de los cueros caprinos desencalados con diferentes niveles (1,5; 1,75 y 2%), de bisulfito de sodio en combinación con 2 % de producto desencalante, para la confección de vestimenta.

2. Blandura

La blandura de los cueros caprinos para vestimenta reportó diferencias altamente significativas ($P < 0.1^{**}$) entre medias, por efecto de la inclusión de diferentes niveles e bisulfito de sodio en combinación con 2 % de producto desencalante, en el análisis numérico las mejores respuestas se reportaron cuando se adiciono el 2%

de bisulfito de sodio (T1), con respuestas de 4.63 puntos y calificación excelente según la escala propuesta por Hidalgo (2018), y que disminuyeron hasta alcanzar respuestas de 3.63 puntos y calificación muy buena cuando se adiciono al desencalado de las pieles 1.75% de bisulfito de sodio (T2), en tanto que las respuestas más bajas se registraron cuando se adiciono el 1.5% de bisulfito de sodio (T1), con valores de 2.50 puntos como se ilustra en el gráfico 10 y calificación buena.

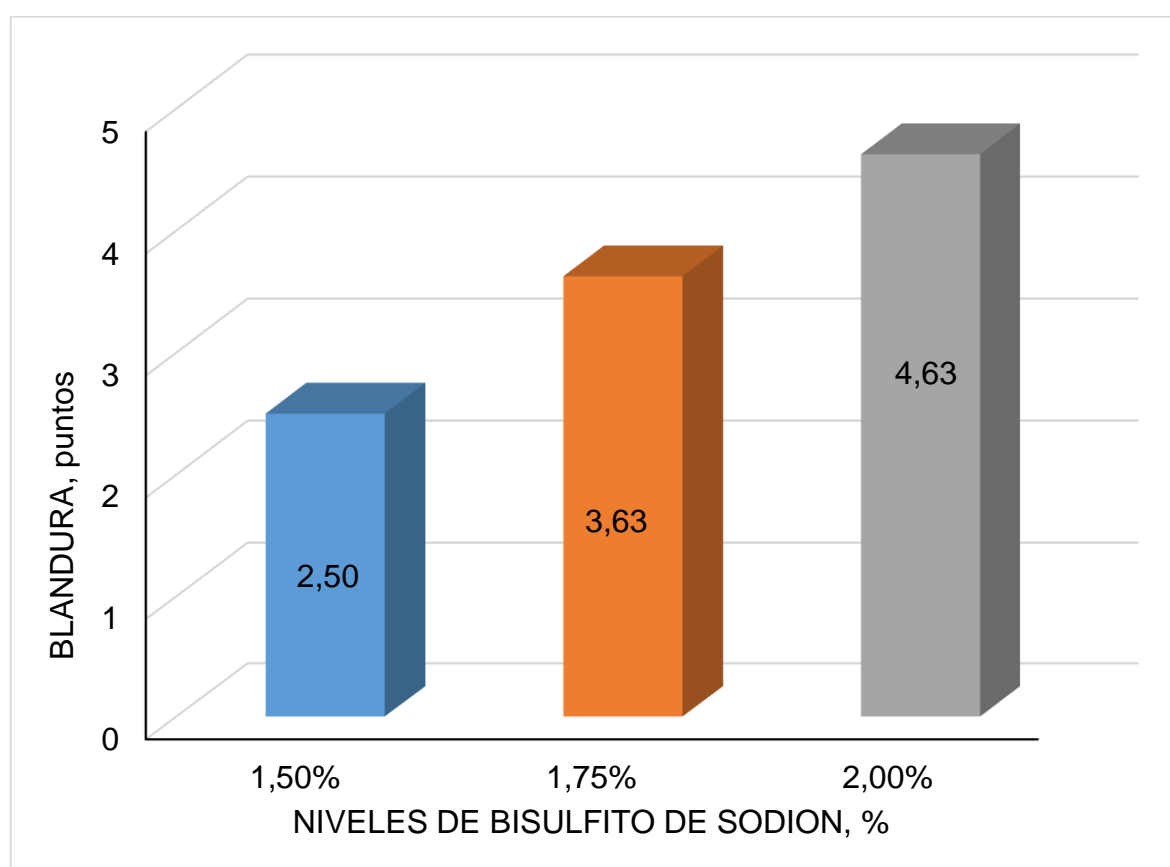


Gráfico 10. Blandura de los cueros caprinos desencalados con diferentes niveles (1,5; 1,75 y 2%), de bisulfito de sodio en combinación con 2 % de producto desencalante, para la confección de vestimenta.

Es decir que al adicionar mayores niveles de bisulfito de sodio en el desencalado de las pieles se mejoran las respuestas de blandura, que permite determinar si la piel tiene la misma composición en toda la extensión, esto es importante ya que se conoce si las pieles están curtidas en toda el área y además no se sientan los daños de la piel que sufre en la crianza o en procesos que disminuyen la calidad de la piel, por lo que cada procesos es importante para evitar fallos en la calidad de la misma.

Resultados de la presente investigación conceptualizado por lo investigado por Adzet (2005), al explicar que si se desean unas pieles con tacto duro se puede optar por efectuar un desencalado defectuoso de manera que el interior de la piel esté a un pH de 9, y por consiguiente esté hinchada. Para conseguir una piel más blanda, será necesario que en el desencalado se añadan acomplejantes de cal activos como lo es el bisulfito de sodio. También se puede modificar el tacto en la operación de rendido. Para conseguir un tacto blando, se tendrá que aumentar el rendido, incrementando el tiempo de rodaje, para que penetre bien.

Uno de los problemas que mayormente se tiene en el encalado y desencalado de las pieles es el efecto del hinchamiento de las fibras, ya que en estos procesos el punto isoeléctrico de la piel es el que regula estos procesos, por lo que el pH del baño y el potencial de disociación de las sustancias adicionadas son los que afectan al hinchamiento de las mismas, lo que es recomendable que el proceso de deshinchamiento e hinchamiento sea lo más lento posible para que las fibras no sufran un sobrestiramiento y con esto disminuya la blandura de los mismos, por lo que se sugiere usar agentes químicos con una constante de disociación débil como es el caso del bisulfito de sodio.

Los resultados expuestos en la presente investigación son superiores al ser comparados con las respuestas de Sinaluiza (2014), quien determinó que los valores medios obtenidos de la variable redondez del cuero ovino, reportaron en la separación de medias según Duncan las respuestas más altas en el lote de cueros desencalados con 2% de DEKALON CL-BR P, (T3), ya que las medias fueron de 4,67 puntos y condición excelente

El análisis de la regresión de la blandura que se reporta en el gráfico 11, registró una tendencia lineal positiva altamente significativa ($P < 0.01^{**}$), es decir que partiendo de un intercepto de 3,854, la calificación de blandura se elevó 4,25 por cada nivel de bisulfito de sodio adicionado en el desencalado de las cueros para vestimenta, además; se reportó un coeficiente de determinación igual a 64.9% mientras que el restante 35.10% correspondieron a factores no determinados en la investigación como pueden ser la calidad y conservación de la materia primas. La

ecuación que se utilizó para analizar la regresión de la blandura de las pieles fue:
 Blandura = $-3,854 + 4,25 (\%BS)$

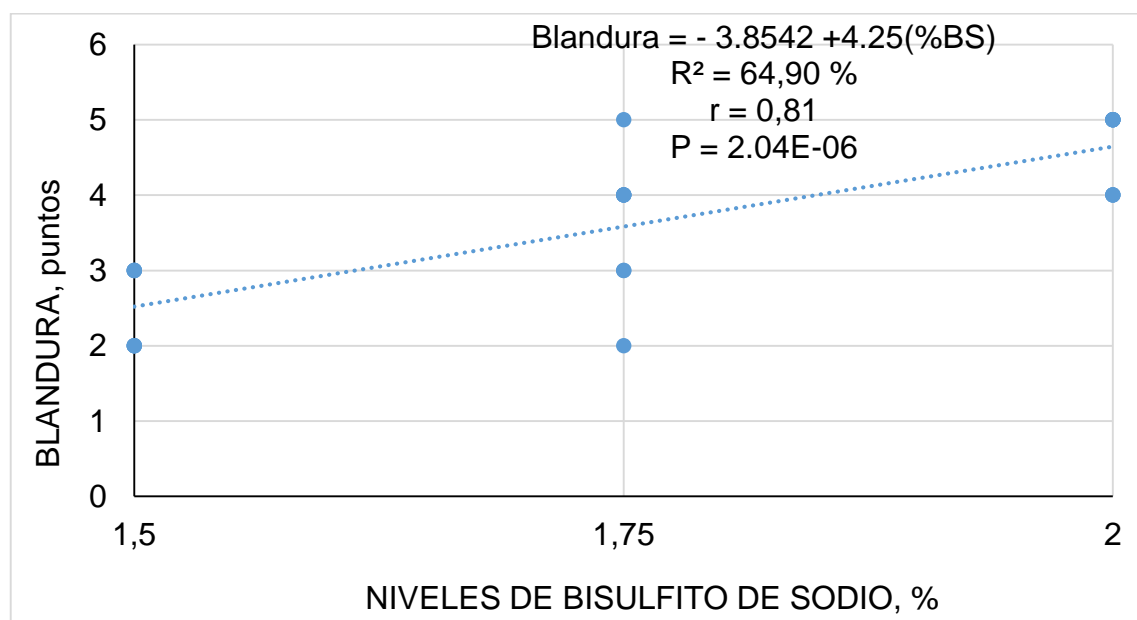


Gráfico 11. Regresión de la blandura de los cueros caprinos desencalados con diferentes niveles (1,5; 1,75 y 2%), de bisulfito de sodio en combinación con 2 % de producto desencalante, para la confección de vestimenta.

3. Redondez

La evaluación de la redondez de los cueros caprinos registro diferencias altamente significativas según el criterio Kruskal Wallis por efecto de la adición de diferentes niveles de sulfato de sodio en combinación con 2 % de producto desencalante agregados en el proceso de desencalado, estableciéndose, las mejores respuestas cuando se adiciono en el desencalado el 2% de bisulfito de sodio (T3), con medias de 4.75 puntos, y calificación excelente según la escala propuesta por Hidalgo, (2018), a continuación se aprecian las respuestas alcanzadas en el lote de cueros cuando se adiciono al encalado de las pieles el 1.75% de bisulfito de sodio (T2), con valores de 3.50 puntos, y calificación muy buena según la mencionada escala en tanto que la respuestas más bajas fueron registradas en las pieles desencaladas con el 1.5% de bisulfito de sodio (T1), reportando valores de 2.75 puntos y calificación buena como se ilustra en el gráfico 12.

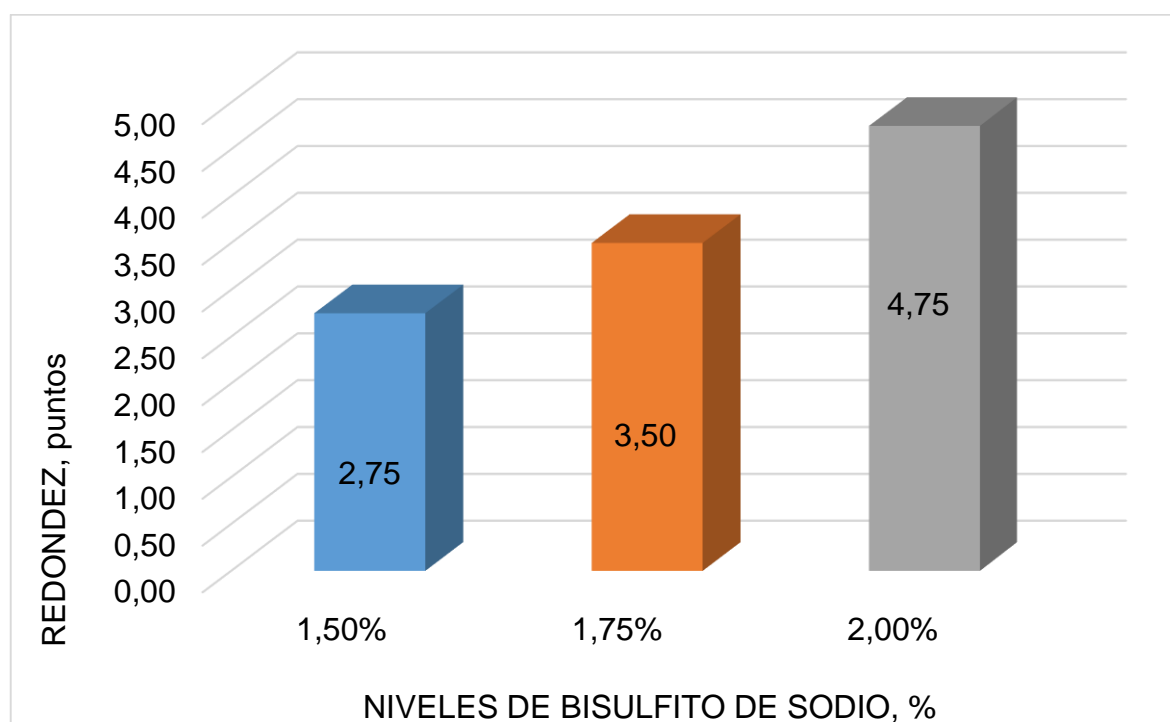


Gráfico 12. Redondez de los cueros caprinos desencalados con diferentes niveles (1,5; 1,75 y 2%), de bisulfito de sodio en combinación con 2 % de producto desencalante, para la confección de vestimenta.

Es decir que al utilizar mayores niveles de bisulfito de sodio en el desencalado de las pieles para vestimenta se obtienen mejores respuestas de la calificación de redondez, debido a que el desencalante logra solubilizar todas las moléculas de carbonato y con esto el colágeno queda con un índice de reactividad alto, logrando que interactúe con los químicos que se adiciona en el rendido, en el piquel y en el desencalado, con este aumento de la reactividad se fijará el curtiente y se sentirá redondo el cuero, ya que las moléculas se ubicaran en todo el entramado fibrilar.

El efecto producido por los desencalantes para mejorar la redondez de los cueros son verificados de acuerdo a lo que estudio Soler (2004), con el desencalado superficial se obtendrán pieles más gruesas y de fibras cortas, aumentando el valor de la redondez. Si el desencalado es deficiente la piel quedará cerrada y será más gruesa, pero se perderá pietaje. Si se realiza un rendido efectivo, la piel quedará más desestructurada y por consiguiente se obtendrá más pietaje, pero menos grosor. Al contrario, si se tiene un rendido escaso, la piel quedará más compacta,

y por consiguiente más redondez, más grosor, más plenitud, pero menos pietaje. El efecto de la redondez de la piel viene dado por la combinación entre el desencalado y el rendido, ya que se controla el punto isoeléctrico de la proteína colagénica y con esto se produce un hinchamiento de la misma hasta el punto que se busque controlando las condiciones de pH en el baño, el problema de cueros muy hinchados es que se llega a un punto en donde las proteínas quedan cerradas y evitan el efecto mecánico, con el objeto de una mayor penetración de las sustancias químicas adicionadas en los procesos de piquelado y curtido, por lo que las etapas de desencalado y rendido controlan las características que tendrán los cueros antes de ser curtidos, el uso de bisulfito de sodio permite que se dé un desencalado a profundo y homogéneo, que favorece los procesos posteriores como el rendido, piquelado y curtido.

Los resultados de redondez en la presente investigación son similares a los registrados por Rodríguez (2015), quien al realizar la evaluación estadística de los resultados obtenidos de la variable sensorial redondez de las pieles caprinas reportó la mejor redondez al curtir las pieles con 9% de taninos sintéticos en combinación del cromo (T3), y al desencalar con bisulfito de sodio, valores de 4,75 puntos y calificación excelente

El análisis de la regresión de la redondez que se reporta en el gráfico 13, identifica una tendencia lineal positiva altamente significativa ($P < 0.01^{**}$), es decir que partiendo de un intercepto de 3,33 puntos las medias aumentaron en 4 puntos por cada nivel de bisulfito de sodio adicionado en el desencalado de las cueros para vestimenta, además ; se reportó un coeficiente de determinación (R^2), de 75% mientras que el restante 25% correspondieron a factores no determinados en la presente investigación como puede ser la precisión en el tiempo de rodado y en la dosificación de cada uno de los procesos tanto de ribera como de curtido y acabado . La ecuación que se utilizó para analizar la regresión de la redondez de las pieles fue: $\text{Redondez} = - 3,3333 + 4(\%BS)$

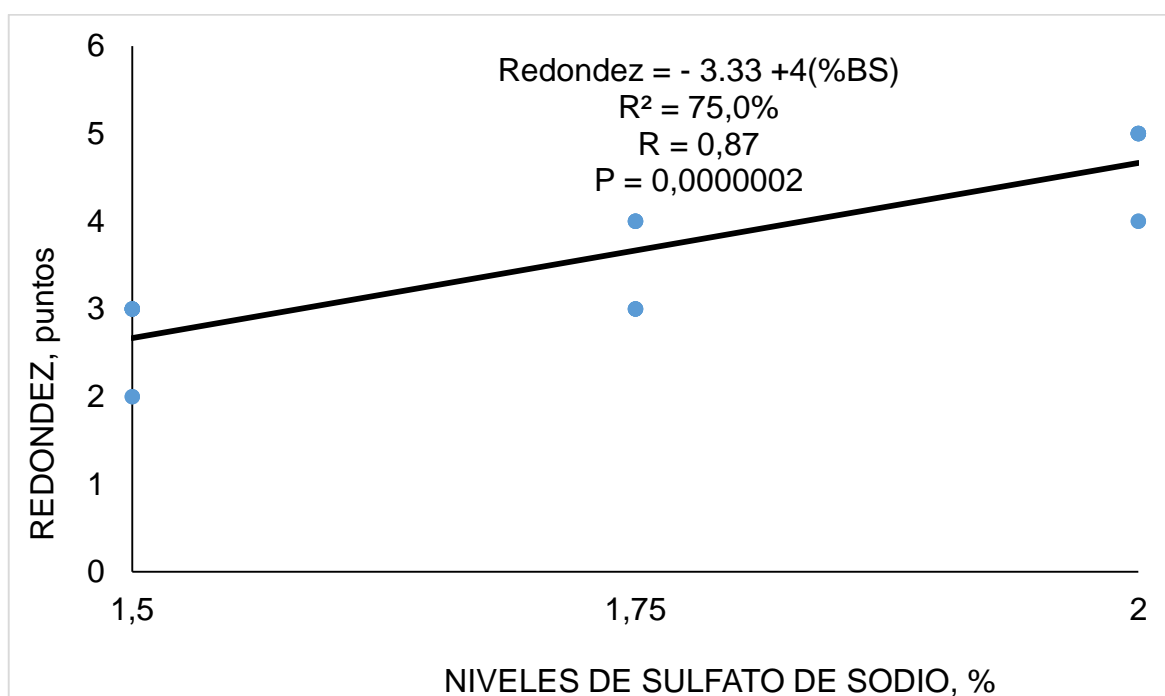


Gráfico 13. Regresión de la redondez de los cueros caprinos descalcados con diferentes niveles (1,5; 1,75 y 2%), de bisulfito de sodio en combinación con 2 % de producto descalcante, para la confección de vestimenta.

C. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN ENTRE VARIABLES FÍSICAS Y SENSORIALES DEL CUERO CAPRINO

Para realizar la evaluación del análisis de la correlación que se indica en el cuadro 9, entre las variables físicas y sensoriales del cuero caprino destinado a la confección de vestimenta se utilizó la matriz correlacional de Pearson que manifiesta los siguientes resultados. Al efectuar el análisis de correlación entre la resistencia física de lastimetría y los diferentes niveles de bisulfito de sodio más 2 % de producto descalcante adicionados al proceso de descalcado de las pieles caprinas se observa una relación positiva alta ($r = 0,70$), es decir que al incrementar los niveles de bisulfito de sodio se incrementa la lastimetría de los cueros caprinos destinados a la confección de artículos de vestimenta en forma altamente significativa ($P < 0,01$).

La correlación existente entre la calificación sensorial de llenura y los diferentes niveles de bisulfito de sodio demuestran una correlación positiva alta ($r = 0,83$), es decir que al incrementarse los niveles de bisulfito de sodio en la fórmula del

desencalado de las pieles se eleva la calificación de llenura en forma altamente significativa

Cuadro 9. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN ENTRE VARIABLES FÍSICAS Y SENSORIALES DEL CUERO CAPRINO.

Niveles	Niveles	Lastometría	Llenura	Blandura	Redondez
	1				
Lastometría	0.79**	1	**		
Llenura	0.83**	0.68	1		**
Blandura	0.81**	0.63	0.64	1	
Redondez	0.87**	0.74	0.8	0.68	1

** : La correlación es altamente significativa $P < 0,01$.

En el análisis de correlación existente entre la calificación sensorial de blandura y los diferentes niveles de bisulfito de sodios más 2 % de producto desencalante en el proceso de desencalado de las pieles caprinas se observa una relación positiva alta ($r = 0,81$), es decir que al incrementar los niveles de bisulfito de sodio se eleva la calificación de blandura del cuero caprino destinados a la confección de artículos de vestimenta en forma altamente significativa ($P < 0,01$).

Finalmente, cuando se correlaciono la variable sensorial redondez en función de los diferentes niveles de bisulfito de sodio más 2 % de producto desencalante adicionados al proceso de desencalado de las pieles caprinas se aprecia una correlación positiva alta es decir que al incrementarse el nivel de bisulfito de sodio se eleva la calificación sensorial de redondez e los cueros caprinos en forma altamente significativa ($P < 0,01$).

D. EVALUACIÓN ECONÓMICA

Al producir 24 cueros caprinos se reportó egresos de \$144.1; \$145.3 y \$ 145.9 cuando se desencalo con 1,5; 1,75 y 2 % de bisulfito de sodio en combinación con el 2.0 % de producto desencalante en su orden, una vez que se procedió al pietaje de los cueros se obtuvo valores de 61, 60 y 61 pie², en el lote de cueros del tratamiento T1 (1,5 %), T2 (1,75 %), y T3 (2 %), de bisulfito de sodio, como se reporta en el cuadro 10. Para caracterizar el comportamiento del cuero se confecciono 2 artículos por tratamiento, los cuales fueron comercializados y para obtener los ingresos totales se procedió a la venta del excedente del cuero proporcionándonos valores de \$167.50; \$187.50 y \$192.50, en los tratamientos T1 (1,5 %), T2 (1,75 %), y T3 (2 %),

Una vez establecidos tanto los ingresos como los egresos se procedió al cálculo de la relación beneficio costo que fue la más alta al aplicar 2 % de bisulfito de sodio (T3), puesto que el valor nominal fue de 1,32 es decir que por cada dólar invertido se espera una rentabilidad e 32 centavos de dólar o lo que es lo mismo decir el 32% de utilidad, y que desciende a 1,29; o lo que, es lo mismo decir que por cada dólar invertido se espera un retorno de 29 centavos de dólar, en tanto que rentabilidad más baja fue registrada por los cueros del tratamiento T1 ya que la relación fue de 1,16 es decir que por cada dólar invertido se espera una ganancia de 16 centavos o una utilidad del 16 %.

Al identificarse utilidades del 32 % se considera a esta actividad muy alentadora sobre todo considerando que el retorno del capital es un tiempo corto que no sobrepasa los 3 meses y que permite que la recuperación del capital sea más rápido proporcionando el franco progreso no solo de la empresa curtidora sino también del país; ya que, además de percibir una utilidad por la venta de cuero se está ganando dinero en la confección de artículos muy vistosos de muy buena calidad y sobre todo competitivos que lograrán posesionarse no solo en mercados nacionales sino también internacionales.

Cuadro 10. EVALUACIÓN ECONOMÍA DE LA PRODUCCIÓN DE CUEROS CAPRINOS DESENCALADOS CON DIFERENTES NIVELES, DE BISULFITO DE SODIO EN COMBINACIÓN CON 2 % DE PRODUCTO DESENCALANTE.

CONCEPTO	NIVELES DE BISULFITO DE SODIO		
	1.5 %	1.75%	2%
	T1	T2	T3
Compra de pieles caprinas, Unidades	8	8	8
Costo por piel caprinas, USD.	3	3	3
Compra de piel caprina, USD.	24	24	24
Productos para pelambre, USD.	20.1	20.1	20.1
Productos para descarnado y curtido	25	26.2	26.8
Productos para engrase, USD.	24	24	24
Productos para acabado, USD.	19	19	19
Alquiler de Maquinaria, USD.	22	22	22
Confección de artículos	10	10	10
Total de egresos en dólares	144.1	145.3	145.9
INGRESOS			
Total de cuero producido pie ²	61	60	61
Costo cuero producido pie ²	2.36	2.42	2.39
Cuero utilizado en confección pie ²	4	1	4
Costo de venta del cuero, USD.	2.5	2.5	2.5
Excedente de cuero, pie ²	57	59	57
Venta de excedente de cuero, USD.	142.5	147.5	142.5
Venta de artículos confeccionados, USD.	25.00	40.00	50.00
Total de ingresos en dólares	167.50	187.50	192.50
Beneficio costo	1.16	1.29	1.32

V. CONCLUSIONES

- Al producir cueros caprinos utilizando diferentes niveles de bisulfito de sodio, en combinación con un producto descalcante se consigue la remoción de calcio que se encuentra adherido en los capilares de la piel, y el resultado es un cuero de primera calidad para vestimenta.
- Al aplicar en el descalcado de pieles caprinas 2 % de bisulfito de sodio se consigue mayores resistencias físicas del cuero caprino específicamente de tensión (1824.90 N/cm²), y lastimetría (10.37 mm), y que cumplen con los estándares de calidad de la (Asociación Española en la Industria del Cuero, 2002).
- La ponderación sensorial del cuero caprino destinado a la confección de vestimenta infiere una calificación de excelente de acuerdo a escala de Hidalgo (2018), para las características de llenura (4,75 puntos); blandura (4,63 puntos) y redondez (4,75 puntos), es decir el material producido es muy suave, con buena caída y muy moldeable para ajustarse perfectamente a la forma del artículo que se confecciona.
- El mayor beneficio costo se consiguió al utilizar el 2 % de bisulfito de sodio en combinación con 2 % de producto descalcante, puesto que el costo de producción fue de 2,39 dólares americanos por pie², y proporciona una relación beneficio costo de 1,32 es decir que por cada dólar invertido se espera una utilidad de 39 centavos, que resulta muy alentadora ya que la inversión y el tiempo de producción es bajo por lo tanto la recuperación de capital es más rápida.

VI. RECOMENDACIONES

De las conclusiones expuestas se derivan las siguientes recomendaciones

- Para la producción de cueros de primera calidad es recomendable la aplicación de 2 % de bisulfito de sodio en combinación con 2 % de producto desencalante, puesto que se elimina la cal y se produce el deshinchamiento de las pieles para que el ingreso de los productos posteriores se lo realice adecuadamente.
- Para mejorar las resistencias físicas del cuero es aconsejable la aplicación del 2 % de bisulfito de sodio puesto que, al eliminar la cal de los espacios interfibrilares, se consigue un fortalecimiento del tejido fibrilar para soportar fuerzas externas sin romperse fácilmente.
- Si no se verifica la eliminación de la cal suficiente en el proceso de desencalado se produce en el cuero crispación de la flor, toque duro o acartonado, soltura de flor, por ende, es recomendable utilizar 2 % de bisulfito de sodio para evitar estos defectos
- Para conseguir una mayor rentabilidad es aconsejable la aplicación del 2 % de bisulfito de sodio para mejorar la rentabilidad económica de la producción de cueros caprinos destinados a la confección de artículos de vestimenta.
- Para reducir la contaminación ambiental que es la situación más grave que vive la humanidad y obviamente la causante de muchas enfermedades y del cambio climático es necesario investigar nuevos productos desencalantes que reduzcan el impacto ambiental.

VII. LITERATURA CITADA

1. Adzet, J. (2005). *Química técnica de tenería*. (1ª. ed). Igualada - España: Romanya-Valls.
2. Altamirano. (30 de Julio de 2017). El cuero en el mundo. Recuperado el 11 de marzo del 2018. Obtenido de http://www.fao.org/3/contents/ba60ec32-8920-5e69-ad285a6780b3b6_b3/Y0019S.HTM
3. Argemto, D. (2016 de Marzo de 2016). *Estudio de la estructura de la piel caprinas*. Recuperado el 11 de marzo del 2018 . Obtenido de https://www.folkloretradiciones.com.ar/articulos/cuero_art_051.htm
4. Armendáriz. (23 de Junio de 2016). La importancia de los desengrasantes en curtición. Recuperado el 12 de marzo del 2018. Obtenido de <https://ecologiafacil.files.wordpress.com/2012/05/curtido.pdf>
5. Artemio, J. (25 de Agosto de 2016). Operaciones de piquelado. Recuperado el 12 de marzo del 2018. Obtenido de http://www.edym.net/Confeccion_en_piel_gratis/part01/lecc04/capitulo1500.html
6. Artigas, A. (2007). *Avances en la curtición de pieles* . Barcelona: Latinoamericana.
7. Asociación Española en la Industria del Cuero. (2002). Normas técnicas de calidad del cuero. Barcelloa, Cataluña, España: IUP.
8. Avalos. (2009). Curtición de pieles caprinas con la utilización de tres niveles de curtientes vegetales, quebracho sulfatado (Tesis de grado. Ingeniero Zootecnista). Escuela Superior Politecnica de Chimborazo. Riobamba-Ecuador. 48-52.
9. Bacarditt. (2004). *Procesos de curtidos*. Catalunya: CETI.
10. Belda, A. (2006). *Merinos precoces y razas afines en España*. (1ª. ed). Madrid - España: Gráficas Valencia.
11. Boaz, T. (2005). *Nutrición de las cabras*. (1ª. ed).Zaragoza - España: Acribia.
12. Buxadé, C. (2006). *Producción caprina en zootecnia bases de producción animal*. Madrid - España: Mundi Prensa. p. 46.
13. Camerún, M. (25 de Febrero de 2016). *Procesos de curtición de las pieles caprinas*. Recuperado el 13 de marzo del 2018 Obtenido de

<http://studyres.es/doc/1527040/cap%C3%ADtulo-2---indigo-qu%C3%ADmica-s.l.>

14. Cotance, G. (2004). *Ciencia y tecnología en la industria del cuero*. Igualada: Curtidores Europeos.
15. Durán. (2005). *Anatomía, fisiología de la reproducción de caprinos*. Montevideo: Hemisferio Sur.
16. Flores, J. (2016). Desarrollo de un sistema de alto agotamiento de cromo en el proceso de curtición de pieles ovinas. (Tesis de grado. Ingeniero Zootecnista). Escuela Superior Politecnica de Chimborazo. Riobamba-Ecuador. 50-51.
17. Frankel. (2009). *Manual de tecnología del cuero*. Buenos Aires - Argentina: Albatros.
18. García, D. (2006). *Producción de caprinos*. Santiago de Chile: Universidad de Chile.
19. Giberti. (12 de Diciembre de 2012). Tratamiento del colágeno de la piel para la curtiembre. Recuperado el 13 de abril del 2018. Obtenido de <http://quimicaparatodosymuchomas.blogspot.com/2012/12/enranciamiento-de-las-grasas-indice-de.html>
20. Gonzáles, S. (Marzo de 12 de 2012). Razas caprinas para la producción de piel. Recuperado el 24 de abril del 2018. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/78236082/Ganaderia-caprinaEN>
21. Hansel, M. (2018). influencia del uso de ácido orgánico (acomplejante) en el baño de curtido sobre la calidad final del cuero. (Tesis de grado. Ingeniero Zootecnista). Escuela Superior Politecnica de Chimborazo. Riobamba-Ecuador. 51-52.
22. Herfeld. (2004). *Investigación en la mecanización racionalización y automatización de la industria del cuero*. Moscú: Chemits .
23. Hidalgo, L. (2018). Escala de calificación de los cueros caprinos para vesimenta descalcados con diferentes niveles de bisulfito de sodio en combinación con 2 % de producto descalcante. (Tesis de grado. Ingeniero Zootecnista). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba-Ecuador.50
24. Hidalgo, L. (2004). *Texto básico de curtición de pieles*. (1ª. ed). Riobamba - Ecuador: ESPOCH.

25. Hofmann, G. (25 de Febrero de 2016). El sulfato de aluminio como curtiente. Recuperado el 3 de mayo del 2018. Obtenido de www.quiminet.com/.../sulfato-de-aluminio-para-curtido-del-cuero11771221563.htm
26. Hornitschek. (19 de Enero de 2005). Uso de los efluentes provenientes del desencalado. Recuperado el 3 de mayo del 2018. Obtenido de http://www.sinia.cl/1292/articles-39927_recurso_1.pdf
27. Juergenson, S. (21 de Abril de 2016). La producción del cuero a escala mundial. Recuperado el 5 de mayo del 2018. Obtenido de <http://www.fao.org/docrep/007/y5143s/y5143s18.htm>
28. Labastida, D. (06 de Mayo de 2009). El proceso de dividir los cueros. Recuperado el 6 de mayo del 2018. Obtenido de <http://procesosiii.blogcindario.com/2009/05/00006-curtiembres-parte-2.htm>
29. Lacerca, M. .. (2003). *Curtición de cueros y pieles*. (1ª. ed). Buenos Aires-Argentina: Albatros.
30. León. (2013). Obtención de cuero floter con diferentes niveles de neutralizante para la confección de calzado casual. (Tesis de grado. Ingeniero Zootecnista). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba-Ecuador. 53
31. Libreros, J. (2003). *Manual de tecnología del cuero*. (1ª. ed). Igualada - España: EUETII.
32. Marai, I. (10 de Junio de 2016). *Clasificación de las pieles caprinas*. Recuperado el 8 de mayo del 2018. Obtenido de <http://www.fao.org/docrep/007/y5143s/y5143s18.htm>
33. Morera, J. (08 de Septiembre de 2013). El bisulfito de sodio como desencalante. Recuperado el 10 de mayo del 2018. Obtenido de <http://www.casaquimica.com/docs/tfl.html>
34. Oliva, B. y. (2011). *Ganadería caprina sustentable en la Patagonia Austral*. Buenos Aires: ErreGé y Asociados.
35. Palomas. (2005). *Química técnica de la tenería*. Igualada: CETI .
36. Pereira, C. (0 de Marzo de 2016). El proceso del basificado en curtición. Recuperado el 13 de mayo del 2018. Obtenido de <https://www.academia.edu/32230556/CURTIEMBRES>

37. Porcel, A. (6 de Noviembre de 2016). El Cromo y sus efectos en el medio ambiente. Recuperado el 26 de mayo del 2018. Obtenido de https://www.academia.edu/10115866/CURTIDO_DE_PIELES_INTRODUCCI%C3%93N
38. Pungaña. (2017). *Aplicación de diferentes niveles de producto a completante en el baño de curtido al aluminio de pieles caprinas*. (Tesis de grado. Ingeniero Zootecnista). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba-Ecuador. 53
- 39.
40. Rivero, A. (22 de Enero de 2017). *Aprovechamiento de las pieles de caprino curtiembre de pieles*. Recuperado el 3 de junio del 2018. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/105071736/Manejo-de-La-Piel-de-Caprinos>
41. Rodríguez, I. (6 de Noviembre de 2015). *Utilización de taninos sintéticos en pieles caprinas*. Recuperado el 8 de junio del 2018. Obtenido de <file:///C:/Users/LUIS/Dropbox/tesis%20completas/lbeth%20rodriguez.pdf>
42. Sánchez, A. (2006). *Química técnica de curtición*. (2^{da}. ed). Igualada-España: CETI.
43. Sarabia. (25 de Junio de 2016). El objetivo del proceso de rivera. Recuperado el 24 de junio del 2018. Obtenido de http://www.biologia.edu.ar/tesis/forcillo/proceso_de_curtido.htm
44. Sinaluiza, C. (2014). *Evaluación de un sistema ecológico en el proceso de desencalado en la obtención de cueros pura anilina para calzado*. (Tesis de grado. Ingeniero Zootecnista). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba-Ecuador. 60
45. Soler, J. (2004). *Análisis y Ensayos en la industria del cuero*. (3^a. ed). Cataluña - España: CETI.

ANEXOS

Anexo 1. Resistencia a la tensión los cueros caprinos desencalados con diferentes niveles (1,5; 1,75 y 2%), de bisulfito de sodio en combinación con 2 % de producto desencalante, para la confección de vestimenta.

A. Análisis de los datos

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1807.78	1674.44	1637.00	1727.50	1491.11	1873.75	1614.44	1555.56
1598.95	1567.78	1548.89	1842.50	1766.25	1465.56	2070.00	1756.25
2116.25	1891.11	1811.00	1862.50	1390.00	1393.33	1706.25	2428.75

B. Análisis de la varianza

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0,05	Fisher 0,01	Sign.	Prob.	EE
Total	23	1332565.75	57937.64						
Tratamiento	2	104331.06	52165.53	0.89	3.47	5.78	ns	0.42	85.5
Error	21	1228234.69	58487.37						

C. Separación de medias por efecto de los niveles de bisulfito de sodio

Niveles de bisulfito de Na	Media	Rango
1.50%	1672.70	a
1.75%	1702.02	a
2.00%	1824.90	a

Anexo 2. Porcentaje de Elongación los cueros caprinos desencalados con diferentes niveles (1,5; 1,75 y 2%), de bisulfito de sodio en combinación con 2 % de producto desencalante, para la confección de vestimenta.

A. Análisis de los datos

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
70.00	65.00	67.50	45.00	60.00	62.50	52.50	60.00
77.50	75.00	35.00	40.00	85.00	32.50	50.00	47.50
77.50	57.50	47.50	37.50	52.50	52.50	52.50	52.50

B. Análisis de la varianza

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0,05	Fisher 0,01	Sign.	Prob.	EE
Total	23	4561.46	198.32						
Tratamiento	2	188.02	94.01	0.45	3.47	5.78	ns	0.64	5.1
Error	21	4373.44	208.26						

C. Separación de medias por efecto de los niveles de bisulfito de sodio

Niveles de bisulfito de Na	Media	Rango
1.50%	60.31	a
1.75%	55.31	a
2.00%	53.75	a

Anexo 3. Lastometría los cueros caprinos desencalados con diferentes niveles (1,5; 1,75 y 2%), de bisulfito de sodio en combinación con 2 % de producto desencalante, para la confección de vestimenta.

A. Análisis de los datos

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
7.20	9.50	8.10	8.20	7.10	7.50	6.70	7.60
8.40	7.50	8.50	7.40	8.70	8.50	8.90	7.40
10.14	11.60	10.00	10.90	10.90	8.94	10.30	10.20

B. Análisis de la varianza

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0,05	Fisher 0,01	Sign.	Prob.	EE
Total	23	44.38	1.93						
Tratamiento	2	32.02	16.01	27.20	3.47	5.78	**	0.00	0.27
Error	21	12.36	0.59						

C. Separación de medias por efecto de los niveles de bisulfito de sodio

Niveles de bisulfito de Na	Media	Rango
1.50%	7.74	b
1.75%	8.16	b
2.00%	10.37	a

D. Análisis de la regresión

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	2	32.0212	16.0106	27.20	1.5E-06
Residuos	21	12.36065	0.59		
Total	23	44.38185			

Anexo 4. Llenura los cueros caprinos desencalados con diferentes niveles (1,5; 1,75 y 2%), de bisulfito de sodio en combinación con 2 % de producto desencalante, para la confección de vestimenta.

Niveles	REPETICIONES							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1,5 %	2.00	3.00	2.00	3.00	2.00	3.00	4.00	3.00
1,75 %	4.00	4.00	3.00	3.00	4.00	4.00	3.00	4.00
2,0 %	5.00	5.00	4.00	5.00	5.00	5.00	5.00	4.00

Análisis de Varianza

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0,05	Fisher 0,01	Sign.	Prob.	EE
Total	23	22.96	1.00						
Tratamiento	2	16.08	8.04	24.56	3.47	5.78	**	0.00	0.2
Error	21	6.88	0.33						

Separación de medias

Niveles	Media	Rango
bisulfito de Na		
1.50%	2.75	c
1.75%	3.63	b
2.00%	4.75	a

ADEVA de la regresión

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	16.000	16.000	50.587	3.9E-07
Residuos	22	6.958	0.316		
Total	23	22.958			

Anexo 5. Blandura los cueros caprinos descalcados con diferentes niveles (1,5; 1,75 y 2%), de bisulfito de sodio en combinación con 2 % de producto descalcante, para la confección de vestimenta.

Niveles	REPETICIONES							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1,5 %	2.00	2.00	3.00	3.00	3.00	2.00	2.00	3.00
1,75 %	4.00	4.00	4.00	3.00	2.00	3.00	4.00	5.00
2,0 %	5.00	5.00	4.00	5.00	4.00	4.00	5.00	5.00

Análisis de Varianza

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0,05	Fisher 0,01	Sign.	Prob. EE
Total	23	27.83	1.21					
Tratamiento	2	18.08	9.04	19.47	3.47	5.78	**	0.00 0.24
Error	21	9.75	0.46					

Separación de medias

Niveles	Media	Rango
bisulfito de Na 1.50%	2.50	c
1.75%	3.63	b
2.00%	4.63	a

ADEVA de la regresión

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1.00	18.06	18.06	40.67	0.000002
Residuos	22.00	9.77	0.44		
Total	23.00	27.83			

Anexo 6. Redondez los cueros caprinos desencalados con diferentes niveles (1,5; 1,75 y 2%), de bisulfito de sodio en combinación con 2 % de producto desencalante, para la confección de vestimenta.

Niveles	REPETICIONES							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1,5 %	3.00	3.00	3.00	2.00	3.00	2.00	3.00	3.00
1,75 %	4.00	3.00	3.00	3.00	4.00	4.00	3.00	4.00
2,0 %	5.00	5.00	4.00	5.00	5.00	5.00	4.00	5.00

Análisis de Varianza

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0,05	Fisher 0,01	Sign.	Prob.	EE
Total	23	21.33	0.93						
Tratamiento	2	16.33	8.17	34.30	3.47	5.78	**	0.00	0.17
Error	21	5.00	0.24						

Separación de medias

Niveles	Media	Rango
bisulfito de Na 1.50%	2.75	c
1.75%	3.50	b
2.00%	4.75	a

ADEVA de la regresión

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	16.00	16	66	4.57E-08
Residuos	22	5.33	0.24		
Total	23	21.33			

Anexo 7. Receta del proceso de ribera del cuero caprino para la obtención de cuero para vestimenta utilizando 1,5 %; 1,75%; 2% de bisulfito de sodio.

Proceso	Operación	Producto	%	Cantidad	Tº	Tiempo	
w(34)kg	BAÑO	Agua	200	68 Kg		minutos	
Remojo		Tenso activo deja	0,5	170 g	Ambiente	30	
		1 sachet de cl	0,5	170 ml			
BOTAR BAÑO							
Pelambre / Embadurnado w (25)kg		AGUA	100	25 Lt		10	
		Sulfuro de Sodio	0.4	100 gr		10	
	BAÑO	Sulfuro de Sodio	0.4	100 gr	Ambiente	10	
		Agua	50	12.5 lt			
		Sal	0.5	125 gr		10	
		Sulfuro de Sodio	0.5	125 gr		30	
		Cal	1	250 gr		30	
		Cal	1	250 gr		30	
		Cal	1	250 gr		180	
	Reposar el bombo por 20 horas Rodar por 30 minutos						
	Botar el baño						
	BAÑO	Agua	200	50 lt	Ambiente	20 minutos	
		Botar el baño					
BAÑO	Agua	100	25 lt				
	Cal	1	2510 gr		30 minutos		
	Botar el baño						

Anexo 8. Receta para el proceso de desencalado de pieles caprinas (Tratamiento 1; 1.5% de bisulfito de sodio) para la obtención de cuero para vestimenta utilizando 1,5 %; 1,75%; 2% de bisulfito de sodio.

Proceso	Operación	Producto	%	Cantidad	T°	Tiempo minutos
Desencalado w (8) kg		Agua	200	16 lt	25	30
		Agua	200	16 lt	25	60
	Baño	Agua	100	8 lt	25	60
		Bisulfito de Sodio	1.5	120gr		
		Formiato de sodio	2	160 gr		60
		Agua	200	16 lt	25	20
	Baño	Agua	100	8 lt	35	40
		Rindente/Purga	0.5	40 gr		
		Botar el baño				

Anexo 9. Receta para el proceso de desencalado de pieles caprinas (Tratamiento 2; 1.75% de bisulfito de sodio) para la obtención de cuero para vestimenta utilizando 1,5 %; 1,75%; 2% de bisulfito de sodio.

Proceso	Operación	Producto	%	Cantidad	T°	Tiempo Minutos
Desencalado w (9) kg		Agua	200	18lt	25	30
		Agua	200	18lt	25	60
	Baño	Agua	100	9 lt	25	60
		Bisulfito de Sodio	1.75	157.5gr		
		Formiato de sodio	2	180gr		60
		Agua	200	18lt	25	20
	Baño	Agua	100	9 lt	35	40
		Rindente/Purga	0.5	45 gr		
		Botar el baño				

Anexo 10. Receta para el proceso de desencalado de pieles caprinas (Tratamiento 3; 2% de bisulfito de sodio) para la obtención de cuero para vestimenta utilizando 1,5 %; 1,75%; 2% de bisulfito de sodio.

Proceso	Operación	Producto	%	Cantidad	T°	Tiempo Minutos
Desencalado, w (8) kg		Agua	200	16 lt	25	30
		Agua	200	16lt	25	60
	Baño	Agua	100	8 lt	25	60
		Bisulfito de Sodio	2	160 gr		
		Formiato de sodio	2	160 gr		60
		Agua	200	16 lt	25	20
	Baño	Agua	100	8 lt	35	40
		Rindente/Purga	0.5	40 gr		
		Botar el baño				

Anexo 11. Receta para el proceso de rendido y purgado de pieles caprinas para la obtención de cuero para vestimenta utilizando 1,5 %; 1,75%; 2% de bisulfito de sodio.

Proceso	Operación	Producto	%	Cantidad	T°	Tiempo Minutos
Rendido y purgado W (25) kg	Baño	Agua	200	50 lt		20
		Botar el Baño				
		Agua	100	25 lt		
		Sal	5	1250 gr	Ambiente	10
		Acido formico	1.4			
		1era parte diluida		116.6 gr		20
		2da parte		116.6 gr		20
		3 era parte		116.6 gr		60
		Acido formico	0.4		Ambiente	
		1era parte diluida		33.3 gr		20
		2da parte		33.3 gr		20
		3 era parte		33.3 gr		20
	Botar el Baño					

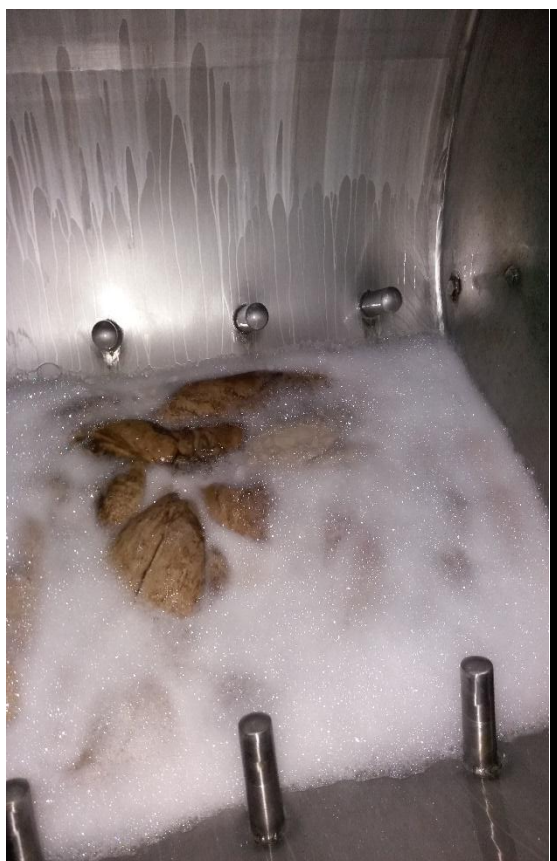
Anexo 12. Receta para el proceso de desengrase piquelado, curtido y basificado de pieles caprinas para la obtención de cuero para vestimenta utilizando 1,5 %; 1,75%; 2% de bisulfito de sodio.

Proceso	Operación	Producto	%	Cantidad	T°	Tiempo
W (25) kg Desengrase	Baño	Agua	100	25 lts	35	60 min
		Tenso Activo	2	50 gr		
		Deja				
		Diésel	4	100 gr		
	Botar el Baño					
Baño	Agua	100	25 lts	35	30 min	
	Tenso Activo	2	50 gr			
Botar el Baño						
Piquelado	Baño	Agua	100	25 lt		
		Sal	6	1500 gr		
		Ac.Formico	1.4			
		1era parte (diluido)		116.6 gr		20 minutos
		2 da parte		116.6 gr		20 minutos
		3era parte		116.6 gr	Ambiente	60 minutos
		Ac.Formico	0.4			
		1era parte (diluido)		33.3gr		20 minutos
		2 da parte		33.3 gr		20 minutos
		3era parte		33.3 gr		60 minutos
Curtido		Cromo	7	1750 gr		60 minutos
		Basificante	1			
		1era parte (diluido)		83.3 gr		60 minutos
		2da parte		83,3 gr		60 minutos
		3era parte		83.3 gr		5 horas
		Agua	100	25 lt	70	30 minutos
Botar el Baño						
Cuero Wetblue						
Perchar y raspar calibre 0.8 mm						

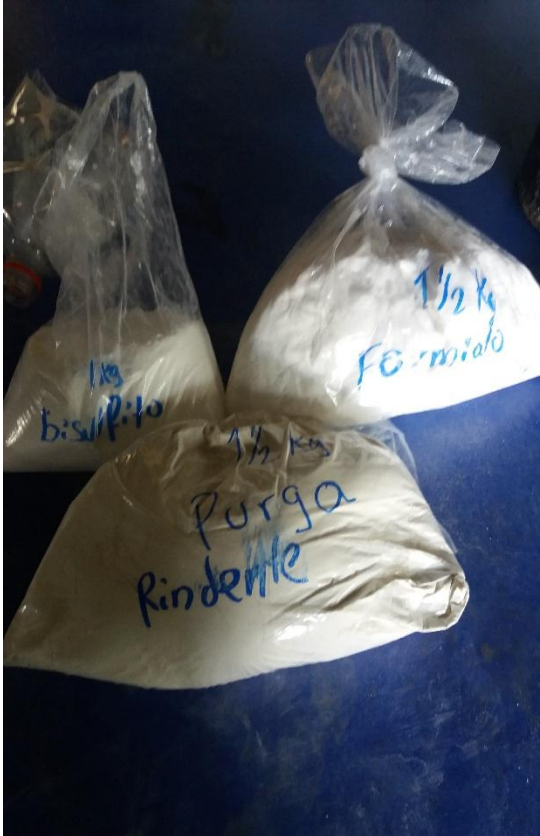
Anexo 13. Receta para acabados en húmedo del cuero caprino para la obtención de cuero para vestimenta utilizando 1,5 %; 1,75%; 2% de bisulfito de sodio.

Proceso	Operación	Producto	%	Cantidad	T°	Tiempo minutos
W(25)kg		Agua	100	25 lt		
	Baño	Deja	0.3	75 gr	Ambiente	30
		Ac. Formico	0.3	75 gr		
			Botar el Baño			
Recurtido	Baño	Agua	100	25 lt		
		Cromo	2	500 gr	Ambiente	40
		Recutido Fenolico	2	500 gr		
		Botar el Baño				
Neutra	Baño	Agua	200	50 lt	Ambiente	20
			Botar el Baño			
	Baño	Agua	200	50k lt	Ambiente	20
			Botar el Baño			
	Baño	Agua	100	25 lt		
		Formiato de Sodio	1	250 gr	Ambiente	60
		Recurtiente Neutral/ PAK	3	750 gr		60
			Botar el Baño			
	Baño	Agua	200	50 lt	Ambiente	20
			Botar el Baño			
Recurtido	Baño	Agua	100	25 lt		
		Dispersante	1	250 gr	50	20
		Cromo	3	750 gr		
		Rellenante de faldas	2	500 gr		40
Tintura	Baño	Anilina	3	750 gr		
		Cromo	1	250 gr	60	20
		Ac. Formico	1	250 gr		40
Engrase	Baño	Agua	100	25 lt		
		Ester Fosforico	6	1500 gr		
		Parafina Sulfuclorada	6	1500 gr		60
		Ac. Formico	1	250 gr	70	10
		Ac. Formico	1	250 gr		10
		Cromo	2	500 gr		20
		Grasa Cationica	0.5	125 gr		30
				Botar el Baño		
	Baño	Agua	200	50 lt	Ambiente	20
Perchar (apilar flor con flor y tapar con fundas negras) Secado						

Anexo 14. Proceso de remojo pelambre por embadurnado y en bombo del cuero caprino para la obtención de cuero para vestimenta utilizando 1,5 %; 1,75%; 2% de bisulfito de sodio.



Anexo 15. Desencalado rendido purgado desengrase piquelado y curtido del cuero caprino para la obtención de cuero para vestimenta utilizando 1,5 %; 1,75%; 2% de bisulfito de sodio.



Anexo 16. Acabado en húmedo recurtido tinturado y engrase del cuero caprino para la obtención de cuero para vestimenta utilizando 1,5 %; 1,75%; 2% de bisulfito de sodio.



Anexo 17. Acabado en húmedo perchado del cuero caprino para la obtención de cuero para vestimenta utilizando 1,5 %; 1,75%; 2% de bisulfito de sodio.

