



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIAS

**“COMPARACIÓN DE DIFERENTES TIPOS DE CURTIENTES PARA EL
CURTIDO DE PIELES CAPRINAS”**

TRABAJO DE TITULACIÓN
TIPO: TRABAJOS EXPERIMENTALES

Previa a la obtención del título de:
INGENIERA EN INDUSTRIAS PECUARIAS

AUTORA:

SILVIA ELIZABETH GARCÉS SILVA

RIOBAMBA – ECUADOR

2017

El presente trabajo de titulación fue aprobado por el siguiente tribunal

PRESIDENTA DEL TRIBUNAL

Ing. Tatiana Elizabeth Sánchez Herrera. Mg.

Ing. Luis Eduardo Hidalgo Almeida. Ph.D.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Ing. Cesar Arturo Puentes Guizarro. Mg.

ASESOR DE TRABAJO DEL TITULACIÓN

Riobamba, 7 de Junio del 2017

AGRADECIMIENTO

Le agradezco a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizaje, experiencias y sobre todo felicidad.

Le doy gracias a mi hija Sofy por llenar de amor y alegría mi vida, por ser el pilar fundamental para poder alcanzar esta meta deseada.

A mis padres Sergio y Enma por apoyarme en todo momento, por los valores que me han inculcado y por haberme dado la oportunidad de tener una excelente educación en toda mi formación académica y personal; sobre todo por ser un excelente ejemplo de vida a seguir. Agradezco a mis hermanos por apoyarme de manera incondicional y en todo momento.

Silvia G.

DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación lo dedico a mi Dios quien siempre me sostuvo de su mano durante esta ardua tarea.

Dedico de manera especial a mi hija Sofy pues ella fue el principal cimiento para la construcción de mi vida profesional, sentó en mí las bases de responsabilidad y deseos de superación.

A mis padres y hermanos quienes depositaron su entera confianza en cada reto que se me presentaba, sin dudar ni un solo momento de mi inteligencia y capacidad.

Silvia G.

CONTENIDO

	Pág.
Resumen	v
Abstract	vi
Lista de Cuadros	vii
Lista de Gráficos	viii
Lista de Figuras	ix
Lista de Fotografías	x
Lista de Anexos	xi
I. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
II. <u>REVISIÓN DE LA LITERATURA</u>	3
A. LA PIEL	3
1. <u>Partes de la piel en bruto</u>	3
a. Crupon	4
b. Cuello	4
c. Faldas	4
2. <u>Nombre de los diferentes cortes</u>	5
3. <u>La dermis o corium</u>	6
4. <u>Composición química de la piel</u>	8
B. PIELES DE CABRA	9
1. <u>Conservación de la piel</u>	12
C. PROCESOS DE RIBERA EN LAS PIELES CAPRINAS	14
1. <u>Remojo</u>	14
2. <u>Pelambre y calero</u>	14
3. <u>Descarnado</u>	15
4. <u>Dividido</u>	16
5. <u>Desencalado y rendido</u>	16
6. <u>Desengrase</u>	18
D. CURTICIÓN PROPIAMENTE DICHA	19
1. <u>Curtición con extractos vegetales</u>	21
a. Productos	22
E. TARA	23
F. CURTICIONES CON SALES DE ALUMINIO	25
1. <u>Productos para la curtición con aluminio</u>	27

a.	Sales curtientes de aluminio	28
b.	Curtición con sulfato de aluminio	29
G.	PRODUCCIÓN DE SINTANES	30
1.	<u>Los curtientes sintéticos</u>	31
2.	<u>Clasificación y propiedades de los sintanes según su comportamiento</u>	32
H.	FORMALDEHIDO	33
III.	<u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	37
A.	LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO	37
B.	UNIDADES EXPERIMENTALES	37
C.	MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES	38
1.	<u>Materiales</u>	38
2.	<u>Equipos</u>	38
3.	<u>Productos químicos</u>	39
D.	TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL	39
E.	MEDICIONES EXPERIMENTALES	41
1.	<u>Físicas</u>	41
2.	<u>Sensoriales</u>	41
3.	<u>Económicas</u>	41
F.	ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA	42
G.	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	42
1.	<u>Remojo</u>	42
2.	<u>Pelambre por embadurnado</u>	42
3.	<u>Desencalado y rendido</u>	42
4.	<u>Piquelado</u>	43
5.	<u>Curtido</u>	43
6.	<u>Neutralizado y recurtido</u>	43
7.	<u>Tintura y engrase</u>	44
8.	<u>Aserrinado, ablandado y estacado</u>	44
H.	METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN	45
1.	<u>Análisis sensorial</u>	45
2.	<u>Análisis de las resistencias físicas</u>	46
3.	<u>Resistencia a la tensión</u>	46
a.	Procedimiento	48

4.	<u>Porcentaje de elongación</u>	51
5.	<u>Lastometría</u>	51
IV.	<u>RESULTADOS Y DISCUSIONES</u>	53
A.	EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS CUEROS CAPRINOS CURTIDOS CON DIFERENTES CURTIENTES,(TARA, SULFATO DE ALUMINIO Y CURTIENTE SINTÉTICO)	53
1.	<u>Resistencia a la tensión</u>	53
2.	<u>Porcentaje de elongación</u>	56
3.	<u>Lastometría</u>	59
B.	EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DE LOS CUEROS CAPRINOS CURTIDOS CON DIFERENTES CURTIENTES, (TARA, SULFATO DE ALUMINIO Y CURTIENTE SINTÉTICO)	61
1.	<u>Llenura</u>	61
2.	<u>Blandura</u>	65
3.	<u>Redondez</u>	67
C.	EVALUACIÓN ECONÓMICA	69
V.	<u>CONCLUSIONES</u>	71
VI.	<u>RECOMENDACIONES</u>	72
VII.	<u>LITERATURA CITADA</u>	73
	ANEXOS	

RESUMEN

En el laboratorio de Curtición de Pieles de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH se evaluó el efecto de tres diferentes tipos de agentes curtientes Tara (5%), Sulfato de Aluminio (5%) y Curtiente Sintético (5%) en la curtición de pieles de caprinas, para la producción de cuero para calzado femenino, por lo que las 24 unidades experimentales fueron distribuidas bajo un Diseño Completamente al Azar Simple. Los resultados indican que el 85% de los cueros en la actualidad se producen en base a cromo, sin embargo presentan un problema de severa contaminación de los residuos industriales. Al utilizar curtiente sintético, se alcanzó la mejor resistencia a la tensión ($2450,92 \text{ N/cm}^2$), y lastometría (8,01 mm), en tanto que la mejor elongación fue registrada con tara (62,50%); observándose que las tres características evaluadas cumplen con las exigencias de calidad de las normas IUP 6 y 9 (2002). La apreciación sensorial del cuero caprino determinó que el empleo de curtiente sintético proporciona una mayor calificación de llenura (4,50 puntos), blandura (4,63 puntos) y redondez (4,50 puntos); es decir cueros flexibles, suaves y sobre todo con un agradable roce con la piel. La mayor relación beneficio costo fue reportada por los cueros del tratamiento T3 (curtiente sintético); ya que el valor nominal fue de 1,28 es decir que por cada dólar invertido se espera una ganancia de 28 centavos; que al compararla con otras actividades similares y sobre todo con el interés generado por la banca comercial es muy alentadora.

ABSTRACT

The effect of three different tanning agents Tara (5%), Aluminium Sulphate (5%) and Synthetic Tanning (5%) were evaluated in the tanning laboratory of the Faculty of Animal Sciences at ESPOCH for tanning sheep's and goats hides, for the production of leather to make women's shoes, so twenty four experimental units were distributed under a completely random simple design. The results indicate that 85% of the hides is currently produced based on chromium, however, they have a problem of severe contamination in industrial waste. The best tensile strength (2450.92 N / cm²) and lastometry (8.01 mm) were achieved by using synthetic tanning agents, while the best elongation was recorded with tare (62.50%); observing that the three characteristics evaluated meet the quality requirements of IUP 6 and 9, 2002 rules. The sensory appreciation of goat leather determined that the use of synthetic tanning provides a higher degree of fullness (4.50 points), softness (4.63 points) and roundness (4.50 points); in other words flexible leather, soft and especially with a pleasant touch of the skin. The highest cost-benefit ratio was reported for the leathers of T3 treatment (synthetic tanning); Since the nominal value was 1.28, meaning that for every dollar invested a profit of 28 cents is expected; Which when compared with other similar activities and especially with the interest generated by commercial banking is very encouraging.

LISTA DE CUADROS

N°		Pág.
1.	CLASIFICACIÓN DE LAS PIELES DE CABRA DE ACUERDO A LA EDAD DEL ANIMAL.	11
2.	COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA TARA.	24
3.	PRODUCTOS PARA LA CURTICIÓN CON ALUMINIO.	27
4.	CONDICIONES METEOROLÓGICAS DEL CANTÓN RIOBAMBA.	37
5.	ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.	40
6.	ESQUEMA DEL ADEVA.	41
7.	EVALUACIÓN DEL ENSAYO, NORMAS IUP 6.	48
8.	EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS CUEROS CAPRINOS CURTIDOS CON DIFERENTES CURTIENTES, (TARA, SULFATO DE ALUMINIO Y CURTIENTE SINTÉTICO).	54
9.	EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DE LOS CUEROS CAPRINOS CURTIDOS CON DIFERENTES CURTIENTES, (TARA, SULFATO DE ALUMINIO Y CURTIENTE SINTÉTICO).	63
10.	EVALUACIÓN ECONÓMICA.	70

LISTA DE GRÁFICOS

N°		Pág.
1.	Esquema de las zonas de una piel fresca.	4
2.	Cruponaje de las pieles caprinas.	5
3.	Curtición por puentes metálicos con acetona.	34
4.	Curtición por puentes de sulfona.	35
5.	Grupos amida y el formaldehído.	36
6.	Resistencia a la tensión de los cueros caprinos curtidos con diferentes curtientes, (tara, sulfato de aluminio y curtiente sintético).	55
7.	Porcentaje de elongación de los cueros caprinos curtidos con diferentes curtientes, (tara, sulfato de aluminio y curtiente sintético).	57
8.	Lastometría de los cueros caprinos curtidos con diferentes curtientes, (tara, sulfato de aluminio y curtiente sintético).	60
9.	Llenura de los cueros caprinos curtidos con diferentes curtientes, (tara, sulfato de aluminio y curtiente sintético).	64
10.	Blandura de las pieles caprinas curtidas con la comparación de diferentes tipos de curtientes	65
11.	Redondez de las pieles caprinas curtidas con la comparación de diferentes tipos de curtientes.	68

LISTA DE FIGURAS

N°		Pág.
1.	Forma de la probeta de cuero.	46
2.	Dimensionamiento de la probeta.	47
3.	Máquina para el test de resistencia a la tensión.	47
4.	Lastómetro mecánico.	52

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

N°		Pág.
1.	Toma y medida del espesor de la probeta utilizando el calibrador.	49
2.	Medidas de la probeta (ancho) con el Pie de rey.	49
3.	Probeta entre las mordazas tensoras.	49
4.	Encendido y calibración del equipo.	50
5.	Funcionamiento del tensiómetro.	50
6.	Observación y toma de datos del tensiómetro.	50

LISTA DE ANEXOS

N°

1. Resistencia a la tensión de los cueros caprinos curtidos con diferentes curtientes, (tara, sulfato de aluminio y curtiente sintético).
2. Porcentaje de elongación de los cueros caprinos curtidos con diferentes curtientes, (tara, sulfato de aluminio y curtiente sintético).
3. Lastometria de los cueros caprinos curtidos con diferentes curtientes, (tara, sulfato de aluminio y curtiente sintético).
4. Llenura de los cueros caprinos curtidos con diferentes curtientes, (tara, sulfato de aluminio y curtiente sintético).
5. Blandura de los cueros caprinos curtidos con diferentes curtientes, (tara, sulfato de aluminio y curtiente sintético).
6. Redondez de los cueros caprinos curtidos con diferentes curtientes, (tara, sulfato de aluminio y curtiente sintético).
7. Evaluación estadística en el programa Infostat de las resistencias físicas del cuero caprino (tensión)
8. Evaluación estadística en el programa Infostat de las resistencias físicas del cuero caprino (llenura).
9. Receta de proceso de ribera del cuero caprino para la curtición de pieles caprinas utilizando el 5% de sulfato de aluminio.
10. Receta de proceso de desencalado, remojo y purgado, piquelado, para la obtención de cuero de pieles caprinas utilizando el 5% de sulfato de aluminio.
11. Receta para el proceso de curtido (Tratamiento 2 para de pieles caprinas utilizando el 5% de sulfato de aluminio).
12. Receta para acabado en húmedo de cuero caprino utilizando el 5% de curtiente sulfato de aluminio.
13. Receta para acabado en seco de cuero caprino utilizando el 5% del sulfato de aluminio.
14. Receta de proceso de ribera del cuero caprino para la curtición de pieles caprinas utilizando el 5% de tara.
15. Receta de proceso de desencalado, remojo y purgado, piquelado, para la obtención de cuero de pieles caprinas utilizando el 5% de tara.
16. Receta para el proceso de curtido para de pieles caprinas utilizando el 5% tara.
17. Receta para acabado en húmedo de cuero caprino utilizando el 5% de tara.

18. Receta para acabado en seco de cuero caprino utilizando el 5% de tara.
19. Receta de proceso de ribera del cuero caprino para la curtición de pieles caprinas utilizando el 5% de curtiente sintético.
20. Receta de proceso de desencalado, remojo y purgado, piquelado, para la obtención de cuero de pieles caprinas utilizando el 5% de curtiente sintético.
21. Receta para el proceso de curtido (Tratamiento 3 para de pieles caprinas utilizando el 5% de curtiente sintético).
22. Receta para acabado en húmedo de cuero caprino utilizando el 5% de curtiente sintético.
23. Receta para acabado en seco de cuero caprino utilizando el 5% de curtiente sintético.
24. Fichas técnicas de curtientes.
25. Análisis sensoriales del cuero reportados en el laboratorio del Facultad de Ciencias Pecuarias.
26. Pruebas físicas del cuero reportadas en el laboratorio del Facultad de Ciencias Pecuarias.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad una de las industrias que ha presentado un crecimiento satisfactorio es la curtiembre, pero el gran problema que se enfrenta hoy en día es el cumplimiento de las normas ambientales que se establecen para las pieles, esto ocasiona que se investigue nuevas tecnologías con el fin de mejorar la calidad del producto. Otro punto importante para conocer mejor la producción del cuero es el cuidado con el ambiente, ya que en mercados internacionales únicamente consumen productos que en su obtención no generen contaminación o que el impacto ambiental sea mínimo actualmente se establecen en el país es imposible, ya que se usa químicos muy agresivos, uno de los agentes químicos que actualmente es más usado y es el más agresivo es el cromo trivalente.

En la actualidad, todos los curtidores enfrentan el mismo problema como es el de minimizar el impacto de sus procesos en el medioambiente y en la salud, al tiempo en que venden sus productos en el mercado internacional. Las autoridades y los consumidores supervisan más de cerca la existencia de sustancias peligrosas, como conservantes, algunos colorantes azoicos y en particular el cromo (VI), presentes en el cuero y sus productos. Controles más estrictos de este aspecto han revelado que el cuero y sus productos contienen a veces algunas sustancias peligrosas como es el cromo (VI). Para evitar este problema, los cueros se producen con combinaciones de taninos sintéticos, taninos vegetales, glutaraldehído y minerales, como sales de aluminio de circonio, entre otros. En la presente investigación se pretende comparar diferentes tipos de curtientes para determinar si es posible sustituir el cromo en la curtición de las pieles caprinas sin desmejorar a calidad del cuero.

Existen una serie de medidas para prevenir o disminuir la contaminación generada. Estas en su mayoría son de fácil aplicación y más aún, producen reducciones en los costos y mejoras productivas. Por otra parte, también existen soluciones a los problemas producidos por los desechos generados al final del proceso, es decir los denominados "end of pipe". Si bien estas soluciones requieren de mayores inversiones y asesoría técnica especializada, no constituyen una

barrera inevitable para la continuidad de la actividad, salvo los casos de empresas altamente endeudadas o de características artesanales.

La utilización del cromo en la curtición de pieles es mayoritaria a la hora de producir cueros, sin embargo últimamente el consumidor final se ha visto alertado por la posibilidad de que el cromo conlleve un riesgo potencia de toxicidad. Para calmar los temores de la sociedad frente a los curtidos con cromo, la Unión Internacional de Sociedades de Técnicos y Químicos para Curtidos (IULTCS) ha elaborado un estudio en el que se evalúa el peligro real que entraña la curtición con cromo. Las conclusiones son claras: si se implementan los controles necesarios, es posible prevenir totalmente la aparición de elementos tóxicos en los cueros producidos con cromo. La etapa de la curtición en el proceso de fabricación del cuero se parece un poco a los sistemas operativos de la informática. El 85% de los cueros se producen a partir de un proceso tecnológico a base de cromo, lo cual se puede equiparar al sistema Windows en el mundo de los ordenadores, por lo cual los objetivos planteados para la presente investigación fueron:

- Comparar diferentes tipos de curtientes para el curtido de pieles caprinas.
- Determinar cuál de los tipos de curtientes (5% de tara, 5% de sulfato de aluminio, 5% de curtiente sintético), proporciona una mayor penetración del producto al interior de la piel para reforzar el tejido interfibrilar del colágeno en pieles caprinas.
- Realizar las resistencias físicas y evaluación sectorial de las pieles caprinas curtidas con tara, sulfato de aluminio y curtiente sintético.
- Establecer el curtiente más adecuado para obtener cueros caprinos con una belleza visual insuperable para confeccionar calzado femenino de primera calidad, que resulten competitivos en los mercados tanto nacionales como internacionales.
- Determinar los costos de producción y rentabilidad de cada uno de los tratamientos.

II. REVISIÓN DE LA LITERATURA

A. LA PIEL

Adzet, J. (2005), señala que la piel es la estructura externa de los cuerpos de los animales. Es una sustancia heterogénea, generalmente cubierta con pelos o lana y formada por varias capas superpuestas. La piel responde a los cambios fisiológicos del animal, reflejándose sobre ellas muchas características importantes y específicas tales como: edad, sexo, dieta, medio ambiente y estado de salud. La piel en los mamíferos representa una barrera natural entre el organismo y el medio externo, protegiendo al animal de los agentes físicos, químicos y microbiológicos. Esta envoltura externa ejerce una acción protectora: pero al mismo tiempo también cumple otras funciones como:

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

1. Partes de la piel en bruto

Según Artemio, P. (2016), la piel recuperada por desuello de los animales sacrificados, se llama "piel fresca" o piel en verde. En una piel fresca existen zonas de estructuras bastante diferenciadas en lo que respecta al espesor y la capacidad. Estos contrastes son sobre todo importantes en el caso de pieles grandes de bovinos. En una piel se distinguen 3 zonas:

- El crupón
- El cuello
- Las faldas.

a. Crupón

Argemto, D. (2016), comenta que el crupón corresponde a la parte de la piel de la región dorsal y lumbar del animal. Es la parte más homogénea, tanto en espesor como en estructura dérmica. Es además la más compacta y por lo tanto la más valiosa. La piel de la parte superior de la cabeza se conoce como testuz y las partes laterales se le llama carrillos. Su peso aproximado es de un 46 % con relación al total de la piel fresca, como se ilustra en el (gráfico 1).

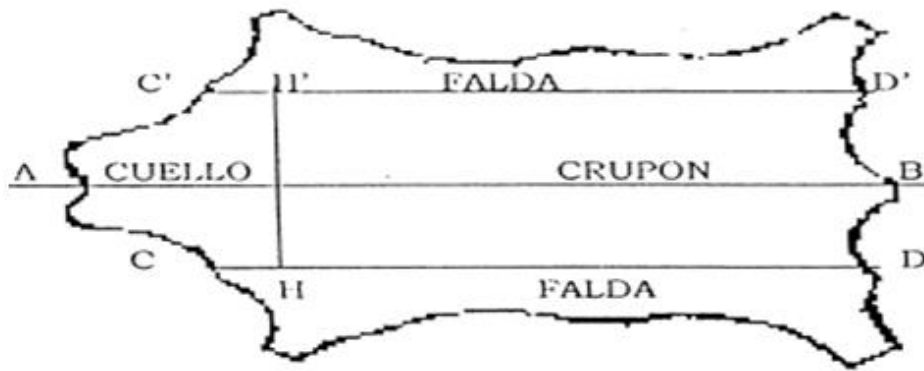


Gráfico 1. Esquema de las zonas de una piel fresca.

b. Cuello

Ángulo, A. (2007), anuncia que el cuello corresponde a la piel del cuello y la cabeza del animal. Su espesor y compocidad son irregulares y de estructura fofa. La superficie del cuello presenta y profundas arrugas que serán tanto más marcadas cuando más viejo sea el animal. La piel del cuello viene a representar un 26% del peso total de la piel.

c. Faldas

Artigas, M. (2007), manifiesta que las faldas corresponden a la parte de la piel que cubre el vientre y las patas del animal. Presenta grandes irregularidades en cuanto a espesor y capacidad, encontrándose en las zonas de las axilas las partes más fofas de la piel; las de las patas se encuentran algo cornificadas. El peso de

las faldas corresponde un 28% del total. En una piel además se distinguen: el lado externo de la piel que contiene el pelaje del animal, y una vez eliminado, este se llama lado de la Flor. El lado interno de la piel, que se encuentra junto a la carne del animal se llama lado de la carne.

2. Nombre de los diferentes cortes

Armendáriz, P. (2016), comenta que las pieles se pueden trabajar enteras y en otros casos se cortan en diferentes partes según su uniformidad, así tenemos:

- Cuando se cortan en dos mitades siguiendo la línea de la espina dorsal, a cada una de las mitades se le llama: "hoja".
- Cuando la piel se corta según las líneas se obtienen cuatro trozos: el cuello, un crupón entero y dos faldas.
- Cuando se separan solamente las faldas, entonces queda una pieza formada por el crupón entero y el cuello que se llama "dosset", como se ilustra en el (gráfico 2).

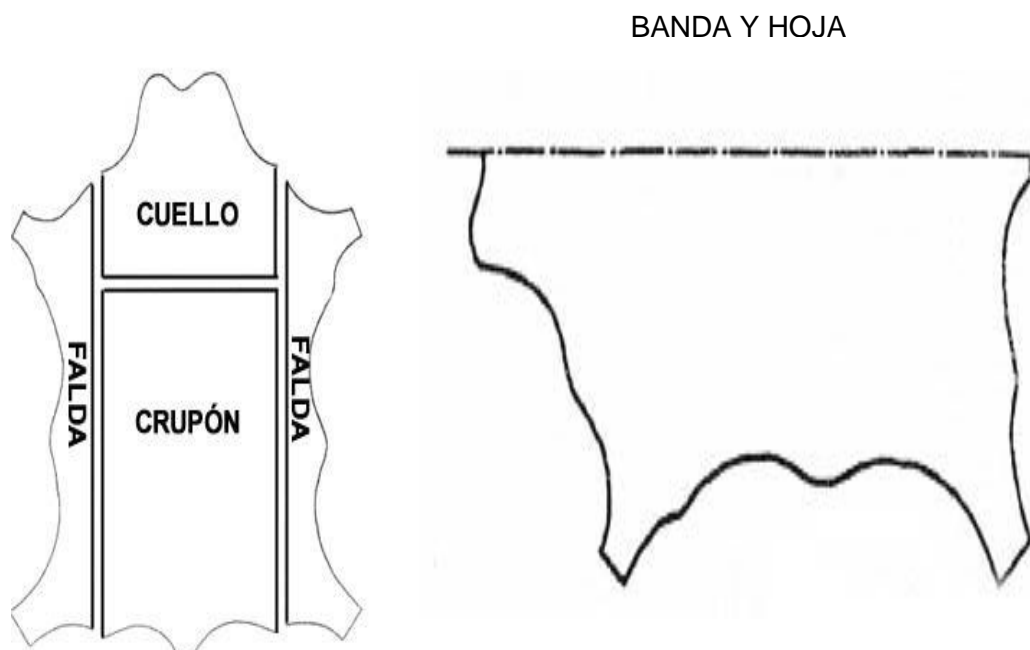


Gráfico 2. Cruponaje de las pieles caprinas.

3. La dermis o corium

Según Allieri, L. (2016), es la capa que se encuentra situada por debajo de la epidermis y que se extiende hasta la capa subcutánea. Está separada de la epidermis por la membrana hialina. La membrana hialina es ondulada, transparente, que forma una superficie pulida, la cual constituye "la flor del cuero acabado". Esta membrana presenta el tipo "poro" o grano el cual es característico en cada tipo de animales. La dermis constituye la parte principal de la piel y su espesor representa aproximadamente el 84% del espesor total de la piel en bruto. El grosor de la epidermis en los caprinos varía según las regiones del cuerpo, siendo más gruesa donde se localizan los pelos y más delgada en los lugares cubiertos por lana. Se distinguen dos capas:

- La capa flor o papilar y la capa reticular. La capa flor o papilar se extiende desde la membrana hialina hasta aproximadamente la base de los folículos pilosos. Está formada por un entretrejido de fibras que se adaptan a la superficie de los folículos pilosos que adquieran una orientación sensiblemente perpendicular a la superficie de la piel. Químicamente está formada por fibras de colágeno y por bastantes fibras elásticas que sirven para reforzar su estructura. Además de este tejido fibroso, la capa flor, contiene capilares sanguíneos, glándulas sudoríparas y sebáceas, el músculo erector del pelo y nervios sensoriales. Por este motivo, esta capa presenta, el nivel de los bulbos pilosos, una resistencia muy débil.
- La capa capilar es la que condiciona el aspecto del cuero acabado contribuyendo, sobre todo, a su apariencia estética.
- La capa reticular se extiende, aproximadamente, a partir de la base de los folículos pilosos y se llama así por su aspecto de red. Está formada por fibras gruesas y fuertes que se entrecruzan formando un ángulo aproximado de 45° con relación a la superficie de la piel. Su espesor representa entre el 50 - 80% del total de la dermis, dependiendo de la edad del animal. Al ir éste envejeciendo, la relación entre la capa reticular y la de la flor sería cada vez mayor.

- Tejido conectivo es la dermis que está formada esencialmente por las células conectivas y las fibras. Las células conectivas son de un tipo especializado y se llaman fibroblastos porque generan las fibras. Como cualquier otra clase de células su protoplasma está constituido por proteínas solubles en medio acuoso, las cuales puedan desnaturalizarse mediante el calor y las sustancias químicas. Las principales fibras son las de: colágeno y elásticas reticulares.
- Fibras de colágeno es la estructura fibrosa de la dermis está constituida fundamentalmente por un entramado irregular de fibras de colágeno, así llamadas por que por acción del agua caliente se transforman en gelatina. En este entramado fibroso aparecen en primer lugar los haces de fibras, con un diámetro aproximado de 20 micras. Los cortes transversales de estas fibras elementales dejan ver que poseen diferentes formas y tamaños. Sometiendo estas fibras a fuertes campos en radiaciones ultrasónicas se puede conseguir su desfibrilación en otras más finas llamadas fibrillas en filamentos que son los elementos más simples observados con el microscopio electrónico todavía con aspecto fibroso. La molécula de colágeno tiene una longitud y un diámetro aproximado de 3.000 y 14 Å respectivamente, sus tres cadenas están unidas entre sí por uniones químicas estables y por enlaces tipo puente de hidrógeno entre un átomo de hidrógeno de una cadena con otro átomo de oxígeno de otra cadena vecina.
- Se llaman fibras elásticas aquellas que tienen la propiedad de recuperar su forma primitiva cuando son estiradas, de una manera similar a la goma. Se presentan en dos formas diferentes. En forma de fibras con un diámetro más fino que las fibras de colágeno, individuales y ramificadas, formando un enrejado de fibras. En este caso se encuentran distribuidas en la piel de una manera no homogénea, acostumbran a ser muy abundantes en la capa papilar y se encuentran solo algunas en las capas intermedias. Su gran estabilidad hidrotérmica, pues resiste la acción del agua hirviendo sin transformarse en gelatina. Es digerida por las enzimas elásticas.
- Fibras de retícula es cuando se aplican técnicas de tinción con sales de plata se observan sobre las preparaciones microscópicas y al lado de las fibras de

colágeno que aparecen en tono rosado, otro tipo de fibras en tono negro, que son las fibras de reticulina, las cuales forman el llamado tejido reticular. Las fibras de reticulina se diferencian de las fibras de colágeno por su alto contenido en materia glúcido - proteica.

- Además de las fibras que forman fundamentalmente la dermis, se encuentran también otros componentes: vasos sanguíneos, nervios células, grasas y tejido muscular. La dermis esta regada por una abundante red de arterias que llevan la sangre hasta el mismo borde de la capa de la flor y por otra red de venas que la recogen. En la piel se encuentran sustancias grasas, en forma de depósitos grasos localizados en las glándulas sebáceas, y en el tejido adiposo que a veces lleva adherido por el lado carne la piel desollada, repartida por todo su espesor en forma de células grasas. La sustancia grasa contenida en las glándulas sebáceas, es cuantitativamente poco importante, la grasa celular de la dermis, sin embargo acostumbra a ser causa de grandes inconvenientes, principalmente cuando se procesan varios tipos de pieles.

4. Composición química de la piel

Según Bursch, C. (2016), de una manera muy elemental puede decirse que la composición de la piel fresca está formada por un retículo de proteínas fibrosas bañadas por un líquido acuoso que contiene proteínas globulares, grasas, sustancias minerales y orgánicas, está conformado por:

Agua:	64 %
Proteínas:	33 %
Grasas:	2 %
Sustancias minerales:	0,5 %
Otras:	0.5%

Sarabia, M. (2016), anuncia que entre estos valores destaca el elevado contenido de agua en la piel. Aproximadamente un 20 % de esta agua se encuentra combinado con las fibras de colágeno de forma similar. Del total de proteínas que

tiene la piel aproximadamente un 94 a 95 % es colágeno, 1 % elastina, 1 a 2% queratina y el resto son proteínas no fibrosas. La piel vacuna contiene poca grasa, la de cerdo de 4 a 40 %, en los ovinos de 3 a 30 % y en las de cabra de 3 al 10 %. Estos porcentajes están calculados sobre piel seca, de estas cantidades el 75 a 80 % son triglicéridos. Las proteínas de la piel se clasifican en dos grandes grupos, fibrosas y globulares.

- Las proteínas fibrosas son las queratinas, el colágeno y la elastina, a las globulares pertenecen las albúminas y las globulinas. Las queratinas son las proteínas que forman el pelo y la epidermis, su característica es; el elevado contenido en su molécula del aminoácido cistina, cuyos porcentajes sobre peso de proteína varían entre los valores de 4 al 18%. Químicamente es más reactivo que la elastina pero menos que las proteínas globulares.
- Las proteínas globulares se encuentran en la piel formando parte de la sustancia intercelular, proceden del protoplasma de las células vivas de la piel. Son muy reactivas químicamente y fácilmente solubles. Entre los lípidos que contiene la piel los triglicéridos son los más abundantes. Los triglicéridos forman depósitos que sirven de reserva nutritiva para el animal. Se encuentran diluidos por toda la dermis, pero se acumulan sobre todo en el tejido subcutáneo, constituyendo el tejido adiposo.

B. PIELES DE CABRA

Belda, A. (2006), menciona que 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. Se adaptan fácilmente a climas rigurosos y son muy comunes en Asia, África y 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 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, L. (2004), indica que las proteínas las podemos diferenciar en: colágeno 94 a 95%, elastina 1%, queratina 1 a 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 - 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.

Soler, J. (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 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. 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 de cabra de acuerdo con la edad del animal.

Cuadro 1. CLASIFICACIÓN DE LAS PIELES DE CABRA DE ACUERDO A 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: Vargas, L. (2016).

Boaz, T. (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:

- 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).

Hidalgo L. (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.

1. Conservación de la piel

Labastida, M. (2005), comenta 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 cuatro aspectos:

- La autólisis que es producida por las propias enzimas que contienen las células de la piel.
- La putrefacción debida al crecimiento bacteriano.
- Deterioro de la calidad del cuero.
- Calidad de producto terminado.

Camerún, M. (2016), anuncia 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.

Davermun, P. (2016), menciona 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 post-mortem 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 a 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.

C. PROCESOS DE RIBERA EN LAS PIELES CAPRINAS

1. Remojo

Borrelli, P. (2001), indica que los objetivos del remojo son: 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. Para esta operación es necesario el uso del bombo de remojo para mejorar el ingreso del agua dentro de la piel y permitir el ingreso de los activos de las operaciones continuas.

2. Pelambre y calero

Borrelli, P. (2001), señala que una vez la piel está 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.

Según Ermenson, V. (2016), 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 aminos o enzimas, el pelambre oxidativo, pelambres con recuperación de pelo, etc. También existe el pelambre manual 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 aminos y los tensoactivos disminuyen la velocidad hinchamiento y la flor queda más fina.

Buxadé, C. (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 hidrotópico, 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.

3. Descarnado

Buxadé, C. (2006), 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 utilizados en la alimentación, abonos etc.

Hidalgo, L. (2004), indica que la piel vacuna se tiene que descarnar y dividir. Pero la piel pequeña, al no tener generalmente que dividirlas, se pueden descarnar después del desencalado. Esto hace que los operarios puedan trabajar sin guantes, ya que las pieles no resbalan, se evita la bicarbonatación y las carnazas son más aprovechables aunque se deben tratar rápidamente puesto que en caso contrario entran en putrefacción.

4. Dividido

Fernández, B. (2016), menciona 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, J. (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 desencalado, rendido, piquel y curtición, posibilidad de aparición de arrugas y ligera disminución del pietaje final.

5. Desencalado y rendido

Según Frolich, G. (2016), 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 apelambrada. 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. Existen varias sustancias que pueden afectar el desencalado y el rendimiento de las pieles por ejemplo:

- 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 CO_2 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 $\text{pH}=8$. 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.

6. Desengrase

Cotance, A. (2004), 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 pueden agruparse en tres tipos fundamentales:

- La grasa dificulta la reacción de cualquier producto con la fibra de la piel y su penetración.
- No es miscible con agua y por consiguiente la grasa que rodea las fibras impide la penetración del producto en disolución acuosa.
- La grasa impide la penetración del agua hasta la micro-estructura del colágeno durante el remojo de la piel, con lo cual aparecerán zonas en las que ningún proceso se habrá realizado correctamente, apareciendo un tacto duro, tinturas poco igualadas y poca penetración, etc.

Durán, C. (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. El enranciamiento es una polimeración y resinificación de los componentes no saturados de las grasas presentes en la piel.

Según Giberti, M. (2016), 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. Con enranciamiento parciales cuanto mejor sea el desengrase así como todas las operaciones de ribera, menor será 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 de 5 a 8°C en un frigorífico 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, por tanto si está bien descarnada no lleva mucha grasa.

D. CURTICIÓN PROPIAMENTE DICHA

González, P. (2016), menciona que es un procedimiento es muy largo y dura no menos 70 días, y en la llamada "curtición en pozos viejos" llega a durar hasta 2 años. La curtición de la piel tiene como objetivo principal conseguir una estabilización del colágeno respecto a los fenómenos hidrolíticos causados por el agua y/o enzimas, además de dar a la piel una resistencia a la temperatura superior a la que tiene en estado natural. Otra finalidad es conseguir, mediante la reacción de los productos curtientes con el colágeno, la creación de un soporte adecuado para que las operaciones posteriores puedan tener el efecto que les corresponde, obteniendo así una piel acabada apta para el consumo, más o menos blanda, flexible, con el color que convenga, etc., y con las características físicas necesarias. Para curtir es necesario provocar la reacción del colágeno con algún producto que sea capaz de propiciar la citada reacción. Se debe conseguir no sólo la reacción con los grupos reactivos libres en las cadenas laterales de las fibras de colágeno, sino que, además, pueda reaccionar con la propia cadena del colágeno, substituyendo los puentes de hidrógeno y otros enlaces naturales de la proteína

fibrosa, de manera que en la sustitución se anule la posibilidad de que, en el momento de secar la piel mojada se vuelvan a formar las uniones naturales que la dejarían dura y translúcida como un pergamino.

Bacarditt, A. (2005), reporta que la experiencia demuestra que los productos para la curtición de la piel deben ser al menos bifuncionales. Generalmente son polifuncionales a fin de poder reaccionar con diferentes cadenas del colágeno en el mismo momento. La experiencia demuestra también que, además de polifuncionales deben tener un tamaño molecular adecuado a fin de poder llegar a los grupos funcionales superficiales de diferentes cadenas del colágeno. Este tamaño no puede ser muy grande, al menos al principio de la curtición, ya que se corre el riesgo de que no se puedan introducir hasta la microestructura del colágeno. Los enlaces transversales en los que se basa el efecto curtiente pueden ser de diversos tipos, según cuál sea el curtiente utilizado. Así, en la curtición con sales de cromo y aluminio se cree que la fijación se basa principalmente en la formación de enlaces covalentes entre los grupos carboxílicos del colágeno y los complejos del metal. En el caso de la curtición con extractos vegetales se cree que el efecto curtiente se produce principalmente debido a la formación de múltiples enlaces de tipo puente de hidrógeno y enlaces dipolares con la intervención de los grupos hidroxílicos de los taninos y de los grupos amídicos o peptídicos de la proteína. De todas formas, no se descarta la participación de otros efectos enlazantes en ambos tipos de curtición. La curtición vegetal para la preparación de "cueros pesados" como cueros de suelas, cuero de correas motrices, es realizada en pozos.

Hidalgo, L. (2004), indica que en realidad, aunque en la mayoría de los casos se ha identificado el tipo de enlace que es el máximo responsable de la curtición, se establecen otros tipos de enlace entre el colágeno y el curtiente que, aunque de manera secundaria, también influyen en el efecto curtiente final. Incluso hay casos en los que no se ha dilucidado el peso real de la influencia de un tipo de enlace frente a otro en el efecto curtiente obtenido. Al ser la reacción en medio acuosa, los curtientes deben ser solubles en agua o formar disoluciones coloidales de micela muy pequeña (muy disgregadas).

1. Curtición con extractos vegetales

García, G. (2006), anuncia que los extractos acuosos de partes (cortezas, maderas, hojas, frutos) de una serie de plantas son útiles para efectuar la curtición de las pieles. Esto se debe a la presencia de suficiente cantidad de los llamados taninos en las citadas partes de las plantas. Los extractos acuosos citados contienen varios tipos de productos entre los que cabe citar como fundamentales los siguientes:

- Los taninos son compuestos polifuncionales del tipo polifenoles de peso molecular medio a alto y tamaño molecular o micelar elevado. Son los productos curtientes ya que pueden reaccionar con más de una cadena lateral del colágeno, produciendo su estabilización frente a la putrefacción y dando la base para dar cueros o apergaminados en el secado y con temperaturas de contracción superiores a 40°C. Debido a su poder curtiente precipitan con la gelatina y otras proteínas. Por ser fenoles dan coloraciones oscuras con las sales de hierro. La fijación con las moléculas del colágeno se cree que se debe a puentes de hidrogeno, enlaces salinos con los grupos peptídicos y básicos de la proteína, aunque no se puede despreciar alguna otra forma de fijación adicional. La fijación mediante enlaces covalentes no parece muy elevada, ya que lixiviando fuertemente con agua se elimina casi todo el tanino fijado en la piel.
- Los no taninos son productos orgánicos de tamaño y peso molecular pequeño que no son curtientes posiblemente por su pequeño tamaño. En muchos casos pueden considerarse precursores de los taninos que no han llegado al tamaño molecular necesario o bien, otro tipo de productos que no van en camino de convertirse en taninos, como pueden ser algunos ácidos, algunos azúcares, etc. Franel, A. (2004), define que también están en este grupo los productos inorgánicos como sales, que son solubles en el agua de extracción de los taninos.
- Los insolubles son partículas o micelas que acompañan a los taninos y no taninos, que en el momento de la extracción se han dispersado en el agua y

han sido arrastradas, pero que poco a poco y con el reposo sedimentan. Los extractos acuosos citados una vez concentrados, se hallan en el mercado en forma de líquidos o sólidos con concentraciones de tanino elevadas casi siempre superiores al 50 %. El resto lo constituyen los no taninos, los insolubles y el agua fundamentalmente.

a. Productos

Fontalvo, J. (2009), argumenta que los productos principales evidentemente son los extractos vegetales según de la planta de que deriven y el tratamiento que se les haya efectuado tienen comportamientos algo distintos. Una primera clasificación se puede establecer, por la facilidad de hidrolizarse los taninos al hervir con agua acidulada con ácido clorhídrico caliente, dando productos que siguen siendo solubles mientras que otros taninos dan productos insolubles. Los primeros se llaman hidrolizables y en general son más ácidos que los segundos que se denominan condensados. La hidrólisis de los primeros da lugar a ácido gálico o a ácido elágico entre otros productos. En el mercado se encuentran los extractos vegetales de las plantas que por su contenido alto en taninos, permiten obtener productos con un elevado contenido en taninos y que en el país sean asequibles o fácilmente importables.

Frankel, A. (2007), interpreta que como más utilizados tenemos entre los hidrolizables los extractos de castaño, tara, zumaque, valonea, encina y entre los condensados los de quebracho, mimosa gambier, pino. De entre éstos, los extractos más utilizados son los de quebracho, mimosa y castaño cuyo contenido en taninos es del orden del 70%. Además de la diferencia debida a la planta de procedencia, tenemos la posibilidad de modificar la reactividad del tanino con tratamientos previos a su utilización. Por ejemplo tenemos la posibilidad de dulcificar un extracto de castaño por neutralización parcial, la solubilización y reducción de su reactividad (astringencia) de un extracto de quebracho por sulfitación más o menos intensa y el aumento de la capacidad de relleno de una mimosa, por condensación con aumento del tamaño micela y el relleno interfibrilar en las pieles.

E. TARA

Herman, M. (2016), anuncia que es un pequeño árbol espinoso con vainas llanas rojas que crece en las zonas secas del Perú. Para la curtición solo interesan las vainas. Pueden ser seleccionadas, molidas y a veces atomizadas. Hace 3000 años, la civilización precolombina utilizaba las vainas de tara, batidas con hierro, como colorante negro. La alta proporción de taninos hidrolizables que contiene, la puso muy interesante para la extracción del ácido gálico y la fabricación de tintes. A pesar de su utilización por las poblaciones locales desde varios siglos para la curtición, sus aplicaciones a una escala industrial son en realidad bastantes. La tara pertenece a la familia pirogálica y más exactamente al grupo *Caesalpinia spinosa*. En su estado bruto, contiene entre 35 y 55 % de tanino. Después de extracción este porcentaje puede alcanzar los 72 a 75 %. La tara tiene impurezas que son: hierro, ácido gálico y espinas no molidas. La diferencia entre la tara y los otros extractos vegetales es que cuando se utiliza sola en tripa, se obtiene un cuerpo blanco y resistente a la luz. Es muy importante para los curtidores que quieren teñir en colores pastel con criterio vegetal.

Según Hofmann, R. (2016), la tara tiene una excelente resistencia a la luz ya que los taninos son bastante difíciles de oxidar, porque la tara contiene poco ácido gálico libre. La tara es también el extracto para el cual la relación tanino/no tanino es la más alta con una fuerte acidez natural. Por eso es el tanino más astringente del mercado. Si esta propiedad es interesante para producir pieles crispadas o a grano tosco, puede ser un inconveniente cuando no se presta atención. Para utilizar la tara, hay que prestar atención al control del pH de la piel como del baño. Tiene que estar entre 4.0 a 4.8. Una solución para eliminar este inconveniente es preferir la forma molida de la Tara en vez del extracto. Una buena calidad de tara debe tener partículas medidas de 200 μ , sin sal de hierro ni espinas y con menos de 20% de insolubles. Entonces, antes de ir más lejos con la tara, el curtidor tiene que seleccionar el origen del tanino y excluir las materias primas no tratadas a pesar de que sean baratas a fin de evitar problemas tales como manchas negras, cicatrices o un grano tosco, durante el proceso de curtición y posterior tratamiento del cuero terminado.

Hidalgo, L. (2004), manifiesta que la tara molida y afinada es menos astringente que el extracto de tara, permitiendo varios usos en los baños de curtido y de recurtido. Eso puede ser una alternativa a los extractos y sintanes más corrientes, porque el cuero se queda claro con una buena resistencia a la luz y es lleno gracias a los insolubles. La acidez gálica de la tara molida (pH 3.2 a 3.3) la vuelve muy interesante para fijar los colorantes y otros extractos vegetales de la familia de los catecoles (mimosa, quebracho, gambir, etc.) y reducir la cantidad de ácido fórmico. Otra particularidad de la tara molida es que gracias a los insolubles, impide a las pieles hacer nudos durante el curtido. El tanino de la *Caesalpinia spinosa*, es de la clase del pirogalol, pero contiene también una pequeña cantidad de derivados catequímicos. Composición analítica media de la "tara en polvo" según el método filtro, es como se indica en el (cuadro 2).

Cuadro 2. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA TARA.

Componente	Porcentaje
Taninos	55 / 60%
No taninos	4%
Insolubles	2,5%
Agua	3,5%
pH	3,2 / 3,3
Puntos rojos	0,8
Puntos amarillos	1,2
Rel.t/nt	3,5

Fuente: Hornitschek, H. (2005).

Hornitschek, H. (2005), comenta que el tanino de la "tara en polvo", no contiene prácticamente sustancia colorante, por lo que combinado con la piel, produce un cuero de color muy claro y una excelente resistencia a la luz. Este producto, da un cuero firme y flexible, dejando el grano de la flor limpio y compacto, la resistencia de la flor a la tensión de rotura es más alta que la conseguida con cualquier otro tanino vegetal. Mezclado con otros extractos, la "tara en polvo" se presta bien para

el curtido de pieles de camello, cabra, reptil y para el recurtido de toda clase de curtidos al cromo, ya bien sean para plena flor ó corregida, principalmente para tonos claros ó pastel. La cantidad de "tara en polvo", que debe de emplearse en recurtidos de cueros al cromo es del 5 al 8 % del peso rebajado, mientras que en combinación con otros extractos para una curtición vegetal se puede alcanzar hasta un 50 % de cantidad vegetal. La "tara en polvo", da excelentes resultados en su empleo en pieles de cordero piqueladas de importación, destinadas a forro de color natural.

F. CURTICIONES CON SALES DE ALUMINIO

Según Juergenson, E. (2016), la curtición con sales de aluminio ya se utilizaban en tiempo de los romanos para la transformación de pieles y es probable que ya se emplearan en tiempo de los egipcios, hasta principios de siglo la curtición al aluminio era la base para la obtención de cueros para guarnecería empeine guantes y vestuario. La piel curtida con sales de aluminio, es de color blanco, opaco y de aspecto suave, se la llama también curtición glasé. A pesar de su buen tacto por simple lavado se transforma de nuevo en una piel sin curtir. Según sea el sistema de curtición se pueden alcanzar temperaturas de curtición se pueden alcanzar temperaturas de constricción que oscilen entre 65 - 85 °C. En curtición única. Ya que presenta la gran ventaja de ser una curtición incolora que no modifica el color del pelo de las pieles.

Herfeld, H. (2004), manifiesta que la curtición con sales de aluminio es muy antigua, ya la utilizaban los romanos y posiblemente también los egipcios. Antiguamente era la única forma para poder producir cueros para empeine, guantes y vestimenta presenta las ventajas de un trabajo delicado y blanco. El curtido al alumbre se efectúa con esta sal de aluminio en solución y en presencia del cloruro de sodio (sal). La verdadera función de la sal en este género de curtido, no ha sido aún bien aclarada y tampoco se puede precisar qué cantidad de sal es la más indicada; no obstante esto, la sal es necesaria para un perfecto curtido. Las pieles se introducen en el baño curtiente y según el grueso de las mismas, el proceso puede durar de 3 a 20 días.

La Casa Química Bayer. (2007), manifiesta que durante este tiempo las pieles deben moverse con frecuencia por medio de un palo, a fin de que el baño se mantenga activo conviene una temperatura media de 30 °C. Las pieles curtidas con estas sales tienen un color blanco, opaco y un tacto suave, pero que con un simple lavado se descurte con facilidad. A pesar de este inconveniente, las sales de aluminio tienen la ventaja de ser incoloras y se emplean aún hoy en la producción de pieles de peletería. Dada su insuficiente estabilidad su aplicación es en curticiones combinadas con extractos vegetales, sales de cromo, aldehídos, etc. La curtición mixta vegetal aluminio se utiliza para la fabricación de plantilla vegetal porque se logra una mayor solidez a la transpiración y una mayor estabilidad a la deformación. El cuero que fue curtido primeramente al vegetal, se le incorpora entre un 2,5 a 3% de óxido de aluminio calculado sobre peso seco en forma de sales enmascaradas. Esto disminuye la cantidad de materias lavables del cuero y forma lacas con los taninos. El cuero logrado alcanza una temperatura de contracción de alrededor de los 107 °C y tiene mejor resistencia al desgaste.

Soler, J. (2004), menciona que las sales de aluminio también se incorporan en una curtición al cromo con el fin de conseguir un aumento en la firmeza del cuero y facilitar el esmerilado. Las sales de aluminio poseen una afinidad mayor que el cromo por el cuero a niveles menores de pH; por lo tanto, se pueden incorporar en una curtición al cromo para proporcionar una precurtición liviana en las etapas iniciales. El aluminio reacciona con la proteína del cuero y el enlace resultante no es tan fuerte como el que se produce con el cromo, por lo que la estabilización de las proteínas o la curtición por el aluminio no es suficiente, bajo circunstancias normales, para producir un cuero con una temperatura de contracción de ebullición plena. El aluminio difiere del cromo en el sentido de que la alcalinidad del primero va desde el punto neutro a 100% básico sobre una gama de pH relativamente estrecha. Con bastante frecuencia se emplea formaldehído como curtición suplementaria, Los parámetros de la curtición al aluminio son:

- Fuerte formación de hidrólisis en solución para lavados como sales de cromo. Se debe curtir en baños lo más cortos posible y observar el contenido de sal neutra en el baño, y fuertes precipitaciones.

- Los enlaces de las fibras de la piel se dan rápido y en combinación con curtientes de cromo fuertemente en la superficie. La temperatura de encogimiento es menor que la de los cueros curtidos al cromo (aproximadamente 80 a 90°C).
- Añadidos en parte a la curtición al cromo mejoran el grado de agotamiento de cromo en el baño restante.
- En la curtición al aluminio pura, conviene trabajar en baños relativamente cortos para lograr una proporcionada absorción y unión de los curtientes.
- La curtición con aluminio es más utilizada para el caso de peletería lanar pues no deteriora la calidad da la lana.

1. Productos para la curtición con aluminio

Lacerca, M. (2003), reporta que en el tratamiento de las pieles con sales de aluminio los productos más empleados son los siguientes que se describen en el (cuadro 3):

Cuadro 3. PRODUCTOS PARA LA CURTICIÓN CON ALUMINIO.

Productos	Fórmulas	Peso mol	Solubilidad en agua	
			Fría	Caliente
Alumbre potásica o de roca	$Al_2(SO_4)_3 \cdot K_2SO_4 \cdot 24 H_2O$	948.7	57	
Alumbre sódico	$Al_2(SO_4)_3 \cdot Na_2SO_4 \cdot 24 H_2O$	915.6	106	146
Alumbre amónico	$Al_2(SO_4)_3 \cdot (NH_4)_2SO_4 \cdot 24 H_2O$	906.6	3,9	
Sulfato de aluminio	$Al_2(SO_4)_3 \cdot 18 H_2O$	664.4	86,9	114
Cloruro de aluminio	$Al Cl_3 \cdot 6 H_2O$	241.4	400	Muy soluble

Fuente: Libreros, J. (2003).

Libreros, J. (2003), establece que aparte de estos productos existen en el mercado cloruros de aluminio de elevada basicidad que se presentan en forma de soluciones límpidas. Este producto tiene una elevada astringencia y uno de sus méritos más sobresalientes es su capacidad para dar firmeza a la estructura fibrosa. Este producto es fuertemente catiónico y aumenta la fijación y reduce la penetración, en los productos aniónicos. Los compuestos de orden superior como los alumbres ya no se consideran como compuestos complejos, sino como sales dobles, que poseen una constante de estabilidad relativamente pequeño. Los alumbres y las otras sales de aluminio al disolverlas en agua proporcionan soluciones muy ácidas, ello es debido a la hidrólisis que forma sulfatos básicos y ácido sulfúrico. La acidez de una solución de sulfato de aluminio preparada en frío al llevarla a ebullición aumenta, lo cual significa que en caliente la hidrólisis progresa.

Palomas, S. (2005), indica que las conclusiones a las que llegaron fue que las soluciones de sulfato de aluminio, en presencia de sales neutras, no forman complejos sin carga independiente de la basicidad de la solución y de sus concentraciones de sales neutras. Los complejos catiónicos que contienen grupos sulfatos sólo se forman en cantidades importantes en las soluciones de sulfato de aluminio cuya basicidad es del 20% y que además contenga una concentración relativamente elevada de sales neutras.

a. Sales curtientes de aluminio

Lucas, J. (2016), define que a pesar de que las sales de aluminio se han utilizado como productos curtientes desde hace casi tanto tiempo como las materias curtientes vegetales, el cuero obtenido tiene el defecto que su acción curtiembre es reversible simplemente por lavado del cuero con agua. Por ello, la curtiembre con aluminio solo se utiliza para propósitos muy concretos como es el de curtir pieles caprinas. Las pieles curtidas con estas sales tienen un color blanco, opaco y un tacto suave, pero presenta una desventaja que al realizar un simple lavado se descurte con facilidad. A pesar de este inconveniente, las sales de aluminio tienen la ventaja de ser incoloras y se emplean aún hoy en la producción de pieles de peletería.

b. Curtición con sulfato de aluminio

Según Marai, I. (2016), el sulfato de aluminio ha sido utilizado históricamente para tratar todo tipo de aguas, ya sea para el consumo humano como para mejorar la calidad de los efluentes industriales o cloacales, como penetrante en tintorerías y otros usos. En la actualidad se utiliza predominantemente en tratamiento de aguas. El sulfato de aluminio libre de hierro es requerido mayormente por la industria papelera como encolante en método ácido. Se comercializa sólido con concentraciones de 16 % o 17% expresado como Al_2O_3 y líquido con concentraciones que varían entre 7 y 8%.

Palomas, S. (2005), menciona que en la curtición al aluminio pura, conviene trabajar en baños relativamente cortos para lograr una proporcionada absorción y unión de los curtientes, en la fórmula a base de sal y alumbre, requiere preparar una solución de 117g, de alumbre amoniacal (sulfato de amonio y aluminio), o de alumbre potásico (sulfato de potasio y aluminio) en un litro de agua; y otra 75 g, de carbonato de sodio cristalizado y 15g, de sal común en medio litro de agua. Se vierte la solución de sal y carbonato lentamente sobre la solución de alumbre, removiéndola constantemente. La solución combinada se mezcla para usarla con suficiente harina para formar una pasta clara mezclando primero la harina con un poco de agua para evitar que se formen terrones.

La piel limpia y blanda, como se ha descrito antes, debe sujetarse bien estirada con la parte carnosa hacia arriba, sobre una tabla se cubre con una capa de 3 ml de espesor, aproximadamente de la pasta curtiente, protegiendo con una hoja de papel o tela, colocada de modo que no establezca un contacto demasiado íntimo con la pasta. Al siguiente día, raspar la mayor parte de la pasta y aplicar una nueva capa de la misma, repitiendo esta misma operación durante 2 o 3 días más, según el grosor de la piel. Finalmente, se raspa la piel y se sumerge en agua de bórax, se lava y se comprime y después se estira. Lo siguiente se lleva a cabo del mismo modo que en las otras técnicas. Enseguida, se procede a sacarla del curtiente, escurriéndolas de la manera en que se describió antes para que se sequen lo más posible (dejándolas solo húmedas) y proceder al siguiente paso.

G. PRODUCCIÓN DE SINTANES

Sánchez, A. (2006), manifiesta que desde que Stiasny en 1912 sintetizó el primer curtiente sintético, el que no tenía poder de curtiente propio, (usado junto con curtientes vegetales, aceleraba el proceso de curtición, aclaraba el color del cuero y disminuía la formación de lodos en los baños de curtición) la Industria del Cuero ha desarrollado diferentes productos sintéticos que pudieran sustituir a los extractos vegetales. El primer curtiente en tener propiedades curtientes casi idénticas con las de los naturales fue comercializado por 1930, un sintan que curte en blanco y con un quimismo bastante complicado. Pero más tarde fue posible fabricar por caminos más sencillos otros curtientes sintéticos con excelentes propiedades curtientes, los que permiten sustituir gran cantidad de curtientes vegetales, sin que se noten diferencias en el cuero. Ha sido posible, inclusive el desarrollo de curtientes sintéticos con cualidades establecidas de antemano, con reacciones que pueden ser previstas y controladas, destinados a incorporar al cuero características específicas, como por ejemplo:

- Clarificación de la solución curtiente vegetal.
- Precurtido, para acelerar la penetración de los curtientes vegetales.
- Aclarar el color del cuero curtido con extractos vegetales.
- Aclarar el color del cuero curtido al cromo.
- Suavidad, blando al tacto.
- Producción de efecto de curtido suave y abierto.
- Favorecer la penetración de los colorantes.
- Facilitar el esmerilado
- Proporcionar mayor flexibilidad al cuero

Los curtientes sintéticos se obtienen al tratar sustancias aromáticas del tipo fenol, naftol, resorcína, pirocatequina, piragalol, ácidos lignosulfónicos, etc. con formaldehído para condensarlas y posteriormente hacerlas solubles al agua con ácido sulfúrico introduciéndoles grupos sulfónicos. Entre las características de los curtientes sintéticos que influyen sobre su capacidad curtiente está el tamaño de las moléculas, siendo importante un peso molecular promedio. Cuando se

condensa el fenol con el formaldehído se forma una resina termoestable, cuya dureza y peso molecular dependen de la relación con el agente condensador (formaldehído) ya que a mayor cantidad de formaldehído, mayor será el peso molecular. Si la molécula es demasiado pequeña se obtiene una acción curtiente deficiente y si por el contrario, es demasiado grande hay una deficiente penetración en el cuero. Los sintéticos comerciales de base fenólica tienen un peso molecular de 400 a 800, los de mayor peso molecular se fijan poco sobre los grupos reactivos del colágeno, pero pueden tener un efecto rellenante cuando se aplican sobre la piel, (Sánchez, A. 2006).

1. Los curtientes sintéticos

Según Marai, I. (2016), los curtientes sintéticos con poder curtiente propio, llamados de sustitución: Son taninos sintéticos cuya estructura química es semejante a la de los taninos naturales porque contienen grupos hidroxílicos fenólicos y por lo tanto tienen la capacidad de reaccionar con la proteína del cuero produciendo cuero curtido, es decir que se pueden utilizar como curtientes únicos; tienen las siguientes características:

- Mayor solidez a la luz y a la oxidación también, mientras que los curtientes vegetales tienden a oscurecerse con la luz y a oxidarse con el oxígeno del aire.
- Aclaran más el color del cuero.
- Aclaran más las pinturas posteriores porque al ser altamente aniónicos ocupan el lugar que ocuparían las anilinas al teñir.
- Sus agregados de moléculas y partículas son de menor tamaño, con un coloide menor que los taninos vegetales naturales por lo que dan un cuero menos relleno. Por ejemplo una acacia o un quebracho tienden a rellenar mucho más un cuero que los taninos sintéticos de sustitución, pero en contrapartida también se logran cueros mucho más blandos.
- Son menos sensibles al hierro y a los electrolitos.

- Curtientes sintéticos sin o con poco poder curtiente, llamados auxiliares. Se utilizan para facilitar el proceso de curtición a otros productos curtientes o modificar el comportamiento de los extractos vegetales o de los sintéticos de sustitución.

2. Clasificación y propiedades de los sintanes según su comportamiento

Artemio, P. (2016), argumenta que los curtientes principales o completo, es un proceso simple y versátil, de forma que el “Wet White” pueda ser recurtido al cromo si se desea, sin cambiar las características del cuero. Por su cualidad de curtir solos pueden sustituir completamente sin problemas o en parte a curtientes vegetales y conceder a los cueros curtidos las propiedades deseadas.

- Los curtientes blancos pueden en contarse en la mayoría de los casos, como curtientes principales. Ellos poseen, la mayoría de las veces, un menor efecto de plenitud, a la vez de un alto efecto de blanco y alta solidez a la luz. Los curtientes para blanco pueden ser utilizados para recurtición blanca de cuero al cromo y como curtiente único en algunos casos, dependiendo de su fabricación. Existen en el mercado sintético para blanco que curten por sí mismos. Curten dando color blanco, pigmentan muy bien, dan tacto suave, son especialmente sólidos a la luz y rellenantes.
- Los curtientes de crispados son altamente astringentes y regulados ácidos, para un efecto de la flor unida y con ello lograr un alto crispado granular. Junto a los curtientes fenólicos se utiliza también, desde hace años, dialdehído glutárico para la línea de efectos crispados. Existen en el mercado curtiente para crispar para todo tipo de cuero y que dan gran uniformidad en el grano.
- Los precurtientes fueron desarrollados para un mejoramiento de la difusión de curtientes de partes grandes y altamente concentrados, para acelerar o reducir el tiempo de curtición. Dan colores de curtido más claros, flor más lisa y firme.
- Los recurtientes son una gran cantidad productos. Principalmente usados para tratamientos posteriores de cueros al cromo, para conseguir efectos y

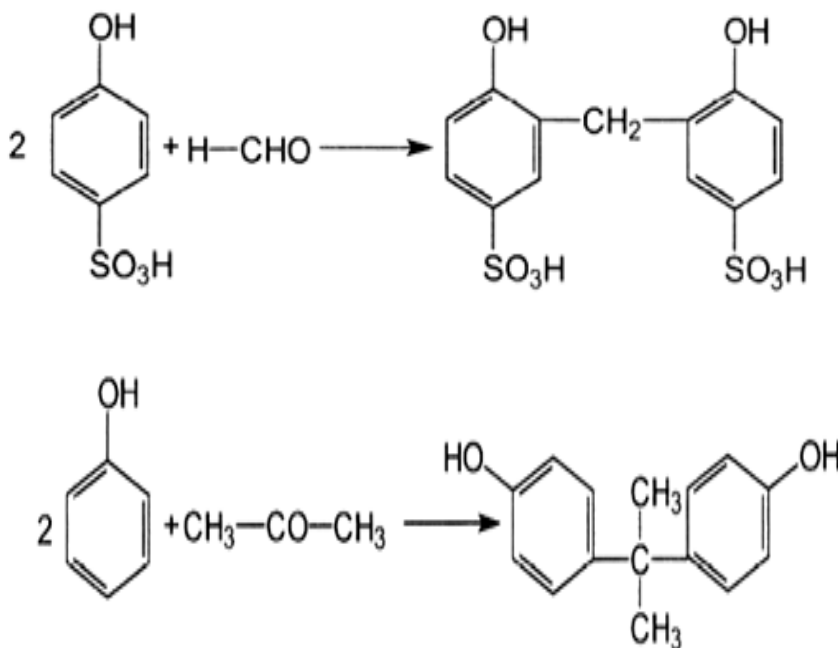
propiedades especiales, como delicadeza de la flor, flor resistente y textura, blandura o solidez, teñido en tonos pasteles, aptitud al esmerilado, solidez a la luz o estabilidad al envejecimiento y para mejoramiento de las propiedades físicas.

- Los curtientes auxiliares sirven para apoyar curticiones especiales, como la disolución de lodos en los baños de curtición vegetal, distribución de curtiente o regulaciones del valor de pH.
- Los curtientes de blanqueo son utilizados para el aclarado o corregir el color de los cueros, curtido al vegetal al mismo tiempo, para una limpieza de la superficie de la flor.
- Los curtientes dispersantes se utilizan con extractos vegetales no tratados, que curten lento y difícilmente, como por ejemplo quebracho. Con ello se evita la adición de grandes cantidades de sulfito.
- Los curtientes de plenitud sirven como relleno de cueros pesados o para el acolchamiento de cueros planos en la recurtición. Junto a los sintanes y algunos curtientes poliméricos se deben citar los curtientes de resinas, con un selectivo efecto rellenanante para las partes de la piel de estructura suelta.
- Los curtientes de neutralización son productos, que por la fuerte tamponación enmascarada, ocasionan la disminución de la sensibilidad a ácidos y buena solidez a la luz, en la desacidulación, junto a un ligero efecto de recurtición ejecuta un efecto de neutralización. No se da el peligro de una neutralización excesiva. Los curtientes sintéticos se utilizan poco como curtición única, sólo cuando se desea obtener un cuero blanco o un cuero con características muy particulares.

H. FORMALDEHIDO

Cotance, A. (2004), señala que el formaldehído es un gas incoloro, de olor picante y soluble en agua. Es un agente curtiente que se utiliza desde hace tiempo y que

por lo general se usa como auxiliar de algún otro curtiente. Tiene la capacidad de reaccionar con muchas sustancias orgánicas dotadas de un átomo de hidrógeno activo, siendo típicas sus acciones en la fabricación de sintanes. Se considera que la reacción predominante entre el formaldehído y las proteínas del cuero se produce con un grupo amino del aminoácido básico, la lisina. Se trata de una típica reacción de amina-formaldehído con formación de los derivados del metilol. Esta reacción puede continuar con la de otro grupo amino para formar una reacción de condensación. En el curtido esto se traduciría en un enlace cruzado de la proteína y la estabilización de la curtición y por lo general se admite que en el enlace cruzado sólo podría estar involucrada una porción del formaldehído fijado. La reacción del formaldehído con una amina para formar un compuesto de metilol se ve favorecida por la presencia de la amina en el estado sin carga. Por esto la reacción de la curtición al aldehído tiene lugar con mayor rapidez y en un grado mayor ante un pH elevado y en la mayoría de los casos se obtiene la máxima fijación del formaldehído en una gama de pH 7,0 a 8,0. La cantidad de formaldehído que se fija en la piel en medio ácido es muy reducida. A valores de pH muy bajos tiene lugar preferente sobre los grupos amida. Entre valores de pH 3-6 el formaldehído reacciona muy poco con la piel, como se ilustra en el (gráfico 3).



Ácido fenolsulfónico

Gráfico 3. Curtición por puentes metílicos con acetona.

El grupo sulfona aumenta la afinidad por el colágeno y estos sintéticos actúan más independientemente del pH (gráfico 4):

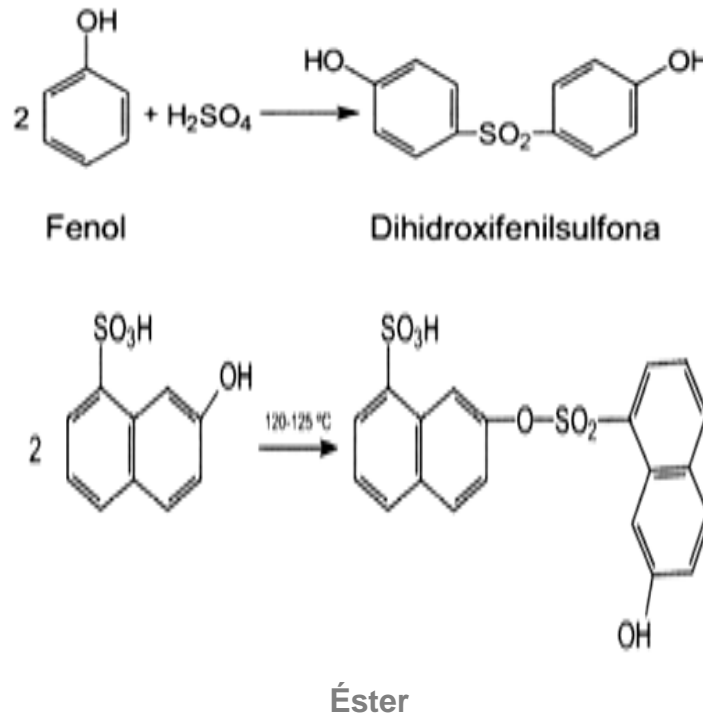


Gráfico 4. Curtición por puentes de sulfona.

Por puentes sulfonamídicos se utiliza la condensación entre ácido sulfónico y un grupo amínico para obtener sintanes de alta calidad, totalmente blancos y resistentes a la luz.

Artemio, P. (2016), manifiesta que en la práctica se usan en las síntesis de "sintanes" las funciones fenol y naftol, el grupo sulfónico para solubilizar y el formol para condensar. También se forma el puente sulfona debido a la reacción entre fenol y ácido fenolsulfónico. Sus propiedades más destacadas son:

- En medio fuertemente ácido se polimeriza formando el trioxano.
- Se hidroliza casi al 100% en solución acuosa diluida formando el metilenglicol
 $\text{H-CHO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HO-CH}_2\text{-OH}$

Artigas, M. (2007), manifiesta que su gran estabilidad frente a la oxidación. El formaldehído también se llama formol o formalina cuando está en forma comercial,

es decir en solución de aproximadamente el 40%. Se debe usar cuidadosamente ya que puede perjudicar a los ojos y a la piel. Tanto el formol como los demás aldehídos pueden envejecer y entonces baja su rendimiento como curtiente o recurtientes. Según sea el pH, el formaldehído reacciona con los diferentes grupos del colágeno que contienen una amina o una amida. Se cree que, a valores ácidos de pH, el formol reacciona preferentemente con los grupos peptídicos de la piel y, a valores neutros y alcalinos, lo hace con los grupos básicos. De hecho, es a valores de pH superiores a 6 cuando empieza a ser apreciable el efecto curtiente del formaldehído. Las principales reacciones que intervienen pueden producirse por un sólo punto o por dos y entonces se forman enlaces transversales covalentes:

Entre los grupos amida y el formaldehído, como se ilustra en el (gráfico 5):

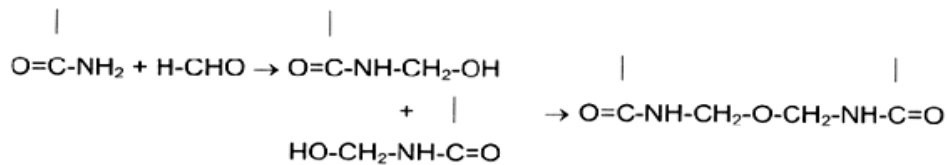
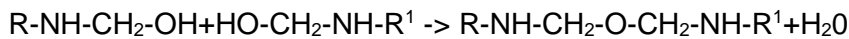
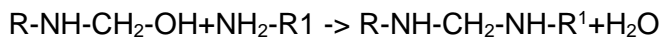
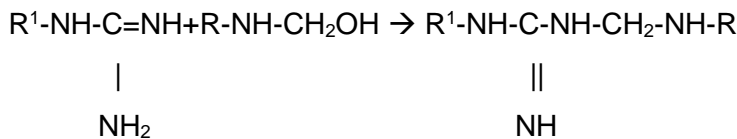


Gráfico 5. Grupos amida y el formaldehído.

Entre los grupos amina sin carga de las cadenas laterales y el formaldehído y aparecen entonces dos posibilidades de enlace.



Boaz, T. (2005), señala que entre los grupos arginino de las cadenas laterales del colágeno en medio básico y el producto de reaccionar formaldehído y un grupo amino.



El mismo Boaz, T. (2005), señala que también influyen en la curtición la presencia de sales (unas ayudan y otras perjudican), la temperatura (30 a 45°C), el tiempo y la oferta de formaldehído (3%).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

El trabajo experimental se realizó en el laboratorio de Curtición de Pieles de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH, ubicado en el kilómetro 1 ½ 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 con los equipos de control de calidad del mismo laboratorio. La presente investigación tuvo un tiempo de duración de 67 días. Las condiciones meteorológicas del cantón Riobamba se describen en el (cuadro 4).

Cuadro 4. CONDICIONES METEOROLÓGICAS DEL CANTÓN RIOBAMBA.

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

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

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 3 Kg, cada una. Las 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.
- Tinajas.
- Tijeras.
- Mesa.
- Peachímetro.
- Termómetro.
- Cronómetro.
- Tableros para el estacado.
- Clavos.
- Estufa.
- Tanque de gas.

2. Equipos

- Bombos de remojo curtido y recurtido.
- Máquina descarnadora de piel.
- Ablandador.
- Raspadora.
- Bombos de teñido.
- Togging.
- Equipo de medición de la resistencia a la tensión.
- Equipo de medición del porcentaje de elongación.

3. Productos químicos

- Cal apagada.
- Sulfuro de Sodio.
- Anilinas.
- Agua.
- Aceite mineral.
- Bicarbonato de amonio.
- Sal en grano.
- Formiato de sodio.
- Bisulfito de sodio.
- Ácido fórmico.
- Tara.
- Grano fin.
- Ríndente.
- Parafina sulfatada.
- Grasa cationica.
- Dispersante.
- Resinas acrílicas.
- Rellenante de faldas.
- Recurtiente neutralizante.
- Sulfato de aluminio.
- Curtiente sintético.

D. TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL

En el presente trabajo de titulación se evaluó el efecto de tres diferentes tipos de agente curtientes Tara (5%), Sulfato de Aluminio (5%) y Curtiente Sintético (5%) en la curtición de pieles de caprinas de animales adultos, para la producción de cuero para calzado femenino, 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 matemático es el siguiente:

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

Donde:

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

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

R = Rango identificado en cada grupo.

En el cuadro 5, se describe el esquema del experimento que se utilizó en la presente investigación.

Cuadro 5. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.

Naturaleza del curtiente	Código	Repetición	TUE	Total de pieles
5% de curtiente vegetal tara	T1	8	1	8
5% curtiente mineral sulfato de aluminio	T2	8	1	8
5% de curtiente sintético	T3	8	1	8
Total de pieles caprinas				24

En el cuadro 6, se describe el esquema del análisis de varianza que se aplicó en la investigación:

Cuadro 6. ESQUEMA DEL ADEVA.

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	23
Tratamiento	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 sometidos a los siguientes análisis estadísticos:

- Análisis de Varianza (ADEVA), para diferencias entre medias.
- Separación de medias ($P < 0,05$) a través de la prueba de Tukey.
- Prueba de Kruskal Wallis para variables no paramétricas.

G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. Remojo

Para realizar el remojo primeramente se pesó 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 pesó las pieles y en base a este peso se preparó 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, 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, se giró el bombo durante 3 horas, se dejó en reposo un tiempo de 20 horas y se eliminó el agua del baño.

3. Desencalado y rendido

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 baño con el 100% de agua a 35°C más 1% de bisulfito de sodio, 1% de formiato de sodio, más 0,02% de producto rindente y se rodó el bombo durante 90 minutos; pasado este tiempo, se realizó la prueba de fenolftaleína para lo cual se colocó 2 gotas en la piel y se observó si existe o no presencia de cal, y que debió estar en un pH de 8,5. Posteriormente se eliminó el baño y se lavó las pieles con 200% de agua, a temperatura ambiente durante 30 minutos y se eliminó el baño.

4. Piquelado

Se preparó un baño con 60% de agua, a temperatura ambiente, y se añadió el 6% de sal en grano blanca, y se rodó 10 minutos para que se disuelva la sal y luego se adiciono 1,7% de ácido fórmico; diluido 10 veces su peso y dividido en 3 partes. Se colocó cada parte con un lapso de tiempo de 20 minutos. Pasado este tiempo, se controló el pH que debió ser de 2,8 a 3,2 y se efectuó el reposo de las pieles durante 12 horas exactas.

5. Curtido

Pasado el tiempo de rodaje se añadió 5% de tara para las primeras 8 pieles del tratamiento T1; así como también 5% de sulfato de aluminio para las 8 pieles del tratamiento T2 y finalmente se adicionó 5% de curtiente sintético a las 8 pieles del tratamiento T3; luego se rodó el bombo durante 5 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 para luego botar el baño. Se preparó un baño con el 80% de agua a 35°C y se recurtio con 3% de órgano-cromo, dándole movimiento al bombo durante 40 minutos y posteriormente se botó el baño y se prepaó otro baño con 100% de agua a 40°C, al cual se añadió 1% de formiato de sodio, para realizar el neutralizado, se giró el bombo durante 40 minutos, se añadió

1,5% de recurtiente neutralizante se rodó el bombo durante 60 minutos. Finalmente se eliminó el baño y se lavó los cueros con el 300% de agua a 40°C durante 60 minutos. Se eliminó el baño y se preparó otro con el 60% de agua a 50°C, al cual se adiciono el 4% de Tara, el 3% de rellenanate 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 un tiempo de 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 200% de agua a temperatura ambiente durante 20 minutos, se eliminó el baño y se escurrieron los cueros caprinos para reposar durante 1 día en sombra (apilados), y se secaron durante 2 – 3 días.
- Para el perchado sobreponemos las pieles una sobre otra, por el lado flor-carne, etc.

8. Aserrinado, ablandado y estacado

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 ablando a mano y luego se los estacó a lo largo de todos los bordes del cuero, hasta que el centro presente una base de tambor y se dejó todo un día. Se realiza el aserrinado que tiene el propósito regular el proceso de flexibilidad es así de que a medida que baja el contenido de agua entre la fibras, controla la resequedad, aplicando cantidades moderadas de aserrín en la superficie del cuero.

H. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

1. Análisis sensorial

- Para los análisis sensoriales se realizó una evaluación a través del impacto de los sentidos que son los que indicaron que características debieron tener cada uno de los cueros caprinos, dando una calificación de 5 correspondiente a excelente de 4 puntos muy buena, de 3 buena; y de 1 a 2 baja; en lo que se refirió a llenura, blandura y redondez.
- Para detectar la llenura se palpó con las yemas de los dedos sobre todo la zona de los flancos del cuero y se calificó el enriquecimiento de las fibras de colágeno, con las moléculas del curtiente, los parámetros a determinar se refirieron a identificar, si las fibras de colágeno estuvieron llenas o vacías.
- La medición de la blandura del cuero se la realizó sensorialmente es decir el juez calificador tomo 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 es 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 caprino curtido con diferentes curtientes (Tara, sulfato de aluminio y curtiente sintético), se palpó 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, y si la lana fue dócil suave sin presencia de motas o defectos que desmejoraran la calidad.
- Para determinar la redondez se realizó tanto una observación visual como una apreciación táctil sobre la capacidad que presenta el cuero caprino a sufrir deformación por el paso de la forma plana a la espacial al adoptar la forma del artículo que se confeccionó por ejemplo el calzado femenino ya que requiere de mucha elasticidad para no producir molestias al usuario, para lo cual presentó una llenura superior pero sin llegar al efecto acartonado, presentando

las calificaciones más altas aquellos cueros que a, pesar de ser llenos se moldearon fácilmente.

2. Análisis de las resistencias físicas

Estos análisis se los realizó en el Laboratorio de Curtición de Pieles de la Facultad de Ciencias Pecuarias y la metodología a seguir se describió a continuación:

3. Resistencia a la tensión

El objetivo de esta prueba fue determinar la resistencia a la ruptura, que se originó al someter la probeta a un estiramiento que es aplicado lentamente, al efectuarse el estiramiento se da el rompimiento de las cadenas fibrosas del cuero, como se indica en la (figura 1).

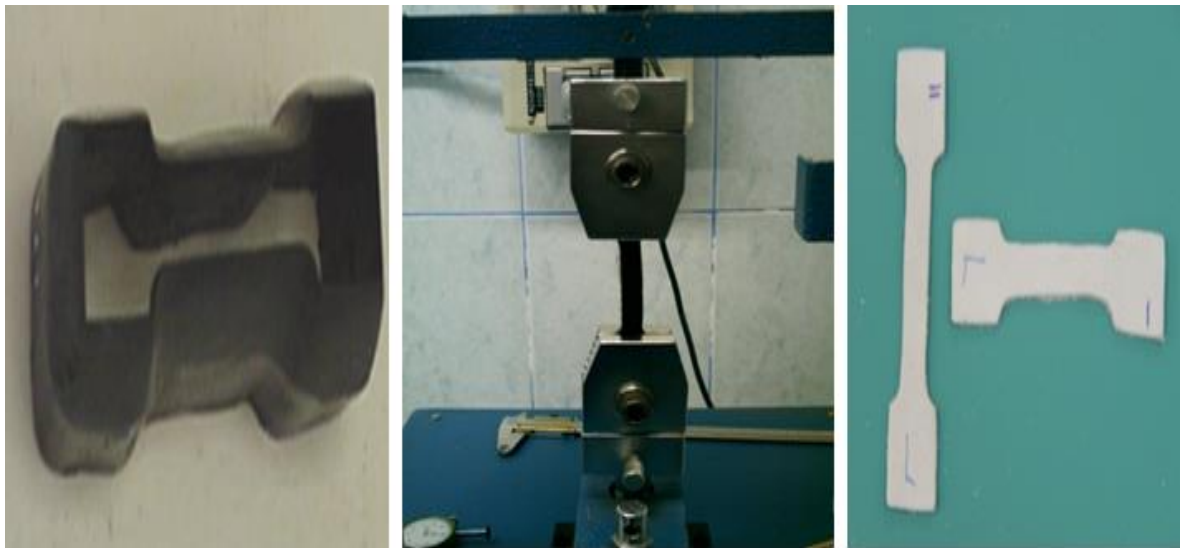


Figura 1. Forma de la probeta de cuero.

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, como se indica en la (figura 2).

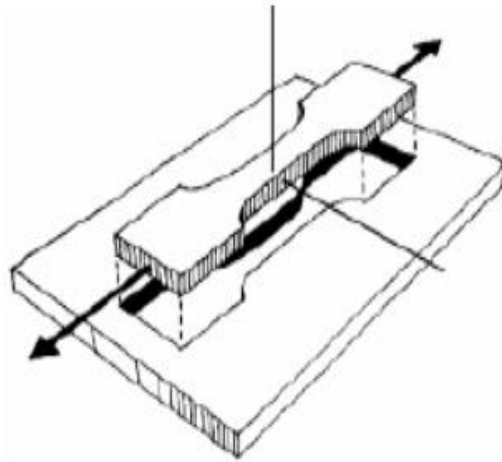


Figura 2. Dimensionamiento de la probeta.

La máquina que se utilizó para realizar el test estuvo 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 permanente es decir rota, como se ilustra en la (figura 3).



Figura 3. Máquina para el test de resistencia a la tensión.

La evaluación del ensayo se realizó tomando como referencia en este caso las normas IUP 6, que se muestra en el (cuadro 7).

Cuadro 7. LA EVALUACIÓN DEL ENSAYO, NORMAS IUP 6.

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

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

Fórmula

$$R_t = \frac{C}{A \times E}$$

R_t = 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

a. Procedimiento

- Se debió tomar 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 formula, cabe indicar que el espesor fue diferente según el tipo de cuero en el cual vayamos hacer el test o ensayo, como se ilustra en la (fotografía 1).



Fotografía 1. Toma y medida del espesor de la probeta utilizando el calibrador.

- Se tomó las medidas de la probeta (ancho) con el Pie de rey, como se ilustra en la (fotografía 2).



Fotografía 2. Medidas de la probeta (ancho) con el Pie de rey.

- Luego se colocó la probeta entre las mordazas tensoras, como se ilustra en la (fotografía 3).



Fotografía 3. Probeta entre las mordazas tensoras.

- Posteriormente se prendió el equipo y se procedió a calibrarlo. A continuación se encerrara el display (presionando los botones negros como se indica en la figura; luego girar la perilla de color negro-rojo hasta encerrar por completo el display), como se ilustra en la (fotografía 4).



Fotografía 4. Encendido y calibración del equipo.

- Luego se debió poner en funcionamiento el tensiómetro de estiramiento presionando el botón de color verde, como se ilustra en la (fotografía 5).



Fotografía 5. Funcionamiento del tensiómetro.

- Finalmente se registró el dato obtenido y se aplicó la fórmula, como se ilustra en la (fotografía 6).



Fotografía 6. Observación y toma de datos del tensiómetro.

4. Porcentaje de elongación

El ensayo 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 de la 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.

5. Lastometría

En el montado de la confección del artículo deseado la piel indica una brusca deformación que le llevó de la forma plana a la forma espacial. Esta transformación produjo una fuerte tensión en la capa de flor puesto que la superficie debió 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 quiebra y se agrieta. 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. Este instrumento, desarrollado por SATRA, contenía una abrazadera para sujetar firmemente una probeta de cuero de forma circular con el lado flor hacia afuera, y un mecanismo para impulsar a velocidad constante la abrazadera hacia una bola de acero inmóvil situada en el centro del lado carne de la probeta. La acción descendente de la abrazadera deforma progresivamente el cuero, que adquirió una forma parecida a un cono, con la flor en creciente tensión hasta que se produce la primera fisura. En este momento se anotó la fuerza ejercida por la bola y la distancia en milímetros entre la posición inicial de la abrazadera y la que ocupa en el momento de la primera fisura de la flor. Esta distancia se denominó distensión. La acción no se detenía hasta el momento de la rotura total del cuero,

en el que se anotó de nuevo la distensión y la carga, aunque estos datos tienen sólo un carácter orientativo.

La lastometría en la primera rotura de la flor fue el parámetro más significativo para juzgar la aptitud del cuero para el montado del artículo final. Las directrices de calidad especifican el cumplimiento de un mínimo de 7 mm, aunque para mayor seguridad debería superarse una distensión de 8 mm. La norma IUP 9 se corresponde totalmente con la DIN 53325, la BS 3144/8 y la UNE 59025. Los métodos ASTM se basan en principios totalmente diferentes, (figura 4).



Figura 4. Lastómetro mecánico.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

A. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS CUEROS CAPRINOS CURTIDOS CON DIFERENTES CURTIENTES,(TARA, SULFATO DE ALUMINIO Y CURTIENTE SINTÉTICO)

1. Resistencia a la tensión

El análisis de la resistencia a la tensión de las pieles caprinas estableció diferencias altamente significativas ($P < 0.01$), por efecto de la aplicación de diferentes curtientes, registrándose las mejores respuestas cuando se utilizó curtiente sintético (T3), con medias de $2450,92 \text{ N/cm}^2$, a continuación se ubicaron los registros al utilizar curtiente tara (T1), ya que las respuestas fueron de $1990,62 \text{ N/cm}^2$, mientras tanto que la tensión más baja fue registrada al curtir las pieles con sulfato de aluminio (T2), con valores de $1879,89 \text{ N/cm}^2$ como se indica en el cuadro 8, y se ilustra en el gráfico 6, es decir que el curtiente sintético mejora las respuestas de resistencia a la tensión de las pieles caprinas, esto debido a que el enlace que forma con las fibras de colágeno es más estable para soportar fuerzas externas que pueden generarse en la confección del artículo.

Los datos reportados pueden tener su fundamento en lo que manifiesta Herfeld, H. (2004), quien reporta que el curtiente sintético tienen poder curtiente propio, también son llamados de sustitución, son taninos sintéticos cuya estructura química es semejante a la de los taninos naturales porque contienen grupos hidroxílicos fenólicos y por lo tanto tienen la capacidad de reaccionar con la proteína del cuero produciendo cuero curtido mucho más resistente, es decir que se pueden utilizar como curtientes únicos, en las pieles caprinas presentaron una mayor afinidad con el complejo colagénicas ubicándose alrededor del tejido interfibrilar para evitar la temida recurtición y permitir el refuerzo del colágeno para evitar que se provoque el rompimiento y con ello la calidad se desmejora significativamente ocasionando el defecto de envejecimiento prematuro que baja la clasificación del cuero, el tamaño de las moléculas, presentan un peso molecular promedio.

Cuadro 8. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS CUEROS CAPRINOS CURTIDOS CON

VARIABLES FÍSICAS	TIPO DE CURTIENTE			EE	Prob.
	5% de Tara T1	5% de Sulfato de aluminio T2	5% de Curtiente sintético T3		
Resistencia a la Tensión, N/cm ²	1990,62 b	1879,89 b	2450,92 a	187,32	0,04
Porcentaje de Elongación, %	62,50 a	62,19 a	59,69 a	3,45	0,8205
Lastometría, mm	7,26 c	6,93 b	8,01 a	0,21	0,005

DIFERENTES CURTIENTES, (TARA, SULFATO DE ALUMINIO Y CURTIENTE SINTÉTICO).

abc: promedios con letras diferentes en la misma fila difieren significativamente según Tukey (P < 0,01).

EE: Error estadístico.

Prob: Probabilidad.

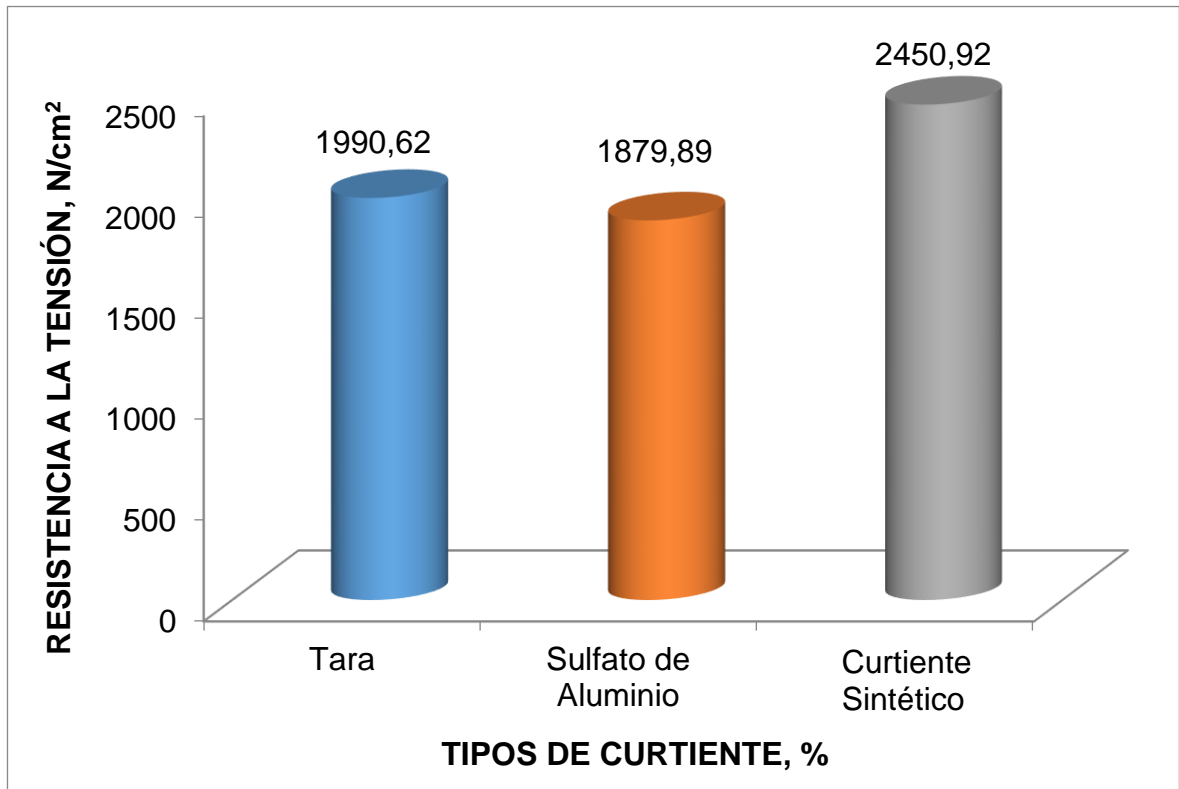


Gráfico 6. Resistencia a la tensión de los cueros caprinos curtidos con diferentes curtientes, (tara, sulfato de aluminio y curtiente sintético).

Además Hidalgo, L. (2004), manifiesta que la ventaja que se genera cuando se utiliza curtiente sintético en pieles caprina radica en la afinidad química que tienen las moléculas de curtiente con el agua que da mayor fortaleza a los enlaces químicos que forma con la fibra del colágeno, y una vez estabilizado el curtiente con agentes químicos se obtienen cueros de alta resistencia, ya que el sintético forma un enlace complejo con el colágeno de la piel que es más estable para que cuando se aplica fuerzas de cohesión este permanezca unido evitando que se dé un desgarre de la piel y aumentando las respuestas obtenidas de resistencia a la tensión que pueden ser comparada con cueros curtidos con cromo pero sin generar contaminación al ambiente.

Según la norma técnica IUP 6 (2002), de la Asociación Española del Cuero, se establece como valor mínimo de resistencia a la tensión 1500 N/cm^2 , para considerarlo como un cuero de calidad, por lo tanto en la presente investigación

en los distintos tratamientos se logra cumplir con la normativa y esto como indicativo de la calidad del agente curtiente que se está empleando en la investigación y también como validación de las técnicas ejecutadas para la curtición de las pieles caprinas a nivel industrial, observándose que al curtir con tanino sintético se logra superar más ampliamente con esta exigencia.

Los reportes de la presente investigación son superiores a los que registra Parra, L. (2012), quien obtuvo valores de 1620 N/cm² cuando curtió las pieles caprinas con el 9% de sulfato de aluminio y esto se puede dar a la eficiencia de los procesos que se ha llevado a cabo así como también la calidad de la materia prima y los agentes químicos utilizados en las distintas etapas de la curtición, así como de la naturaleza y cantidad de agente curtiente utilizado en las dos investigaciones comparadas, ya que esto depende mucho de la estructura interna de la piel lo cual cambia las condiciones de curtición.

2. Porcentaje de elongación

Al realizar la evaluación de los valores medios reportados por la característica física de porcentaje de elongación de los cueros caprinos no se presentaron diferencias estadísticas ($P > 0,05$), entre medias por efecto de la inclusión de diferentes curtientes en el adobo de pieles caprinas, estableciéndose, las mejores respuestas cuando se curtió las pieles caprinas con agente curtiente tara (T1), cuyas medias fueron de 62,50%, y que disminuyeron a 62,19% cuando se curtió las pieles caprinas con sulfato de aluminio (T2), mientras tanto que las respuestas más bajas fueron registradas al utilizar tanino sintético (T3), con valores de 59,69% como se ilustra en el gráfico 7, y esto indicativo de que si se quiere obtener mejores valores de porcentaje de elongación de las pieles caprinas se debe preferir utilizar extracto de tara sobre los otros dos agentes curtientes utilizados en la presente investigación, por lo general los cueros caprinos por su altas resistencias físicas y sus características sensoriales naturales son los que se prefieren para la elaboración de calzado con esto es fundamental que la prueba que más importancia tenga es el porcentaje de elongación debido a que los zapatos con su uso diario se soportan grandes fuerzas de estiramiento por lo que se debe procurar

en general que los cueros tengan estas condiciones y logran cumplir con las normativas de calidad.

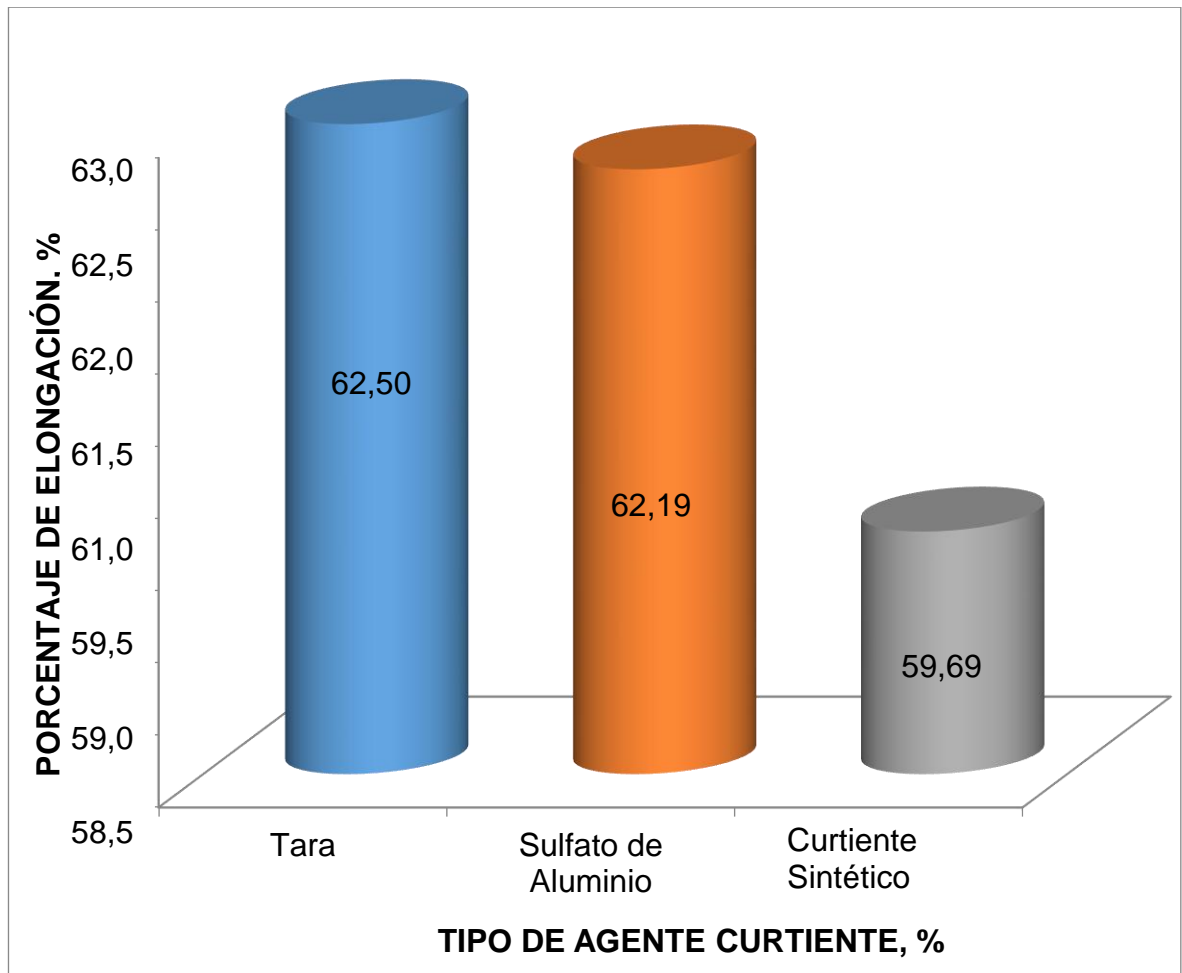


Gráfico 7. Porcentaje de elongación de los cueros caprinos curtidos con diferentes curtientes, (tara, sulfato de aluminio y curtiente sintético).

El fenómeno que ocurre con los cueros curtidos al vegetal y por qué logran mejorar las condiciones y las respuestas de porcentaje de elongación se explican de acuerdo a lo que nos indica Sánchez, A. (2006), quien manifiesta que la tendencia natural de las pieles curtidas al vegetal es tener menores resistencias al desgarro, a la tracción y de la flor que las pieles al cromo debido a que las fibras están algo pegadas entre sí y no se deforman tanto frente a las fuerzas exteriores, alargándose en mayor grado. Los alargamientos son en general menor que en pieles al cromo. No obstante si las pieles están suficientemente engrasadas el extracto que está entre las fibras se ha plastificado y las resistencias pueden ser del orden de las que tendrían una pieles curtidas al cromo y los alargamientos no

mucho más pequeños, es necesario acotar además que las propiedades mecánicas están influenciadas por la modalidad del proceso químico. La resistencia a la tracción, por ejemplo, puede estar influenciada de las operaciones del proceso húmedo, mientras obviamente la resistencia a la flexión, depende del acabado. Con una adecuada formulación de terminación, se aumenta la resistencia a la abrasión, y la solidez al lavado a seco o la solidez a los frotos, La disposición espacial que tienen las fibras de colágeno cuando se da la curtición con extractos vegetales permiten que al aplicar una fuerza estas puedan desplazarse en el plano permitiendo que se incremente la capacidad de estirarse de las pieles, incrementando los índices de elongación de las pieles y mejorando esta características logrando cumplir con la norma establecida, ya que las pieles forman un enlace covalente con las moléculas de taninos sintéticos este enlace es localizado queriendo decir que se ubican de una manera determinada en el plano y por lo cual no afecta ni se aplica una fuerza externa de estiramiento sobre las pieles, es por este fenómeno de ubicación espacial que las moléculas de taninos logran mejorar las respuestas en relación al sulfato de aluminio y a otros curtientes.

Al comparar las respuestas de elongación con las normas de calidad de la Asociación Española en la Industria del cuero que en su norma técnica IUP 6 (2002) manifiesta que los cueros deben presentar una elongación que de 40 a 80%, se observa que se superan con esta exigencia de calidad en los tres lotes de cuero evaluados sin embargo es mayoral utilizar el curtiente tara.

Los valores reportados en la presente investigación son inferiores al ser comparadas con las que reporta Chasiqiza, C. (2014), quien registra medias iguales a 72,12% cuando curtió las pieles caprinas con el 20% de tara y esto se debe a que el mencionado autor utilizó mayor cantidad de extracto de agente curtiente vegetal tara, sin embargo la superioridad en los dos autores al producir una mejor elongación demuestra que el agente curtiente tara es de elevada calidad para la curtición de cuero caprino, ya que permite configurar su estructura interna otorgándole características que naturalmente no tiene la piel cruda, también indica la afinidad química que existe entre las fibras de colágeno y el curtiente vegetal esto se da debido a que la naturaleza de los dos compuestos químicos es similar

y se vuelven solubles en condiciones controladas ocasionando que se tenga la reacción química de curtición de las pieles.

3. Lastometría

Los valores medios reportados de la lastometría de los cueros caprinos registraron diferencias altamente significativas ($P < 0.01^{**}$), entre medias, por efecto de la inclusión a la fórmula del curtido de diferentes curtientes, estableciéndose las mejores respuestas cuando se realizó la curtición de las pieles con curtiente sintético (T3), con medias de 8,01 mm, y que descendieron en el lote de cueros curtidos con extracto de tara (T1), hasta alcanzar valores de 7,26 mm, en tanto que las respuestas más bajas fueron registradas en las pieles caprinas que fueron curtidas con sulfato de aluminio (T2) cuyas medias fueron de 6,93 mm, como se ilustra en el gráfico 8, y que es indicativo de que la utilizar tanino sintético se mejoran las condiciones del cuero sobre los otros dos agentes curtientes evaluados en la presente investigación, esto debido a que el enlace que se forma entre el tanino sintético y las fibras de colágeno es más estable y más resistentes a las fuerzas de cohesión y estiramiento, tanto en el momento del armado del artículo, como en el uso diario.

Los resultados expuestos en líneas anteriores tienen su fundamento con lo que indica Soler, J. (2004), quien manifiesta que aunque los taninos sintéticos difieren grandemente en constitución química y en sus reacciones, todos tienen la propiedad de precipitar la gelatina de una solución de combinarse con el colágeno y otras materias proteínicas contenidas en una sustancia de la piel, proceso en que consiste la formación del cuero. Además, los taninos son precipitados por muchas bases orgánicas, tales como la quinina, la morfina y por la mayor parte de las materias colorantes básicas, proporcionando mayor resistencia sobre todo al frote con otros cuerpos. El curtido sirve para conseguir en el cuero un buen comportamiento de la flor en cuanto al quiebre o rasgado y a la resistencia, además para otorgarle una buena elasticidad para la fabricación de cueros grabados, o corregidos, los usados casi exclusivamente eran taninos vegetales, y un pequeño grupo de curtientes resínico, como medio para llenar selectivamente las partes

fofas del cuero, además se utilizan curtientes sintéticos que son compuestos de base fenólica o naftalensulfónica, de comportamiento parecido a los extractos vegetales y a veces, se usan combinados con éstos. Las modificaciones que los sintéticos solos producen en el cuero curtido al cromo son más débiles que las producidas por los extractos vegetales, lo cual es lógico si se considera que los sintéticos tienen menos astringencia y un peso molecular más bajo, que no ataca bruscamente la estructura del colágeno si no que se ubican uniformemente en el entramado fibroso proporcionando al cuero grabado una resistencia al desgarramiento o lastometría muy fuerte.

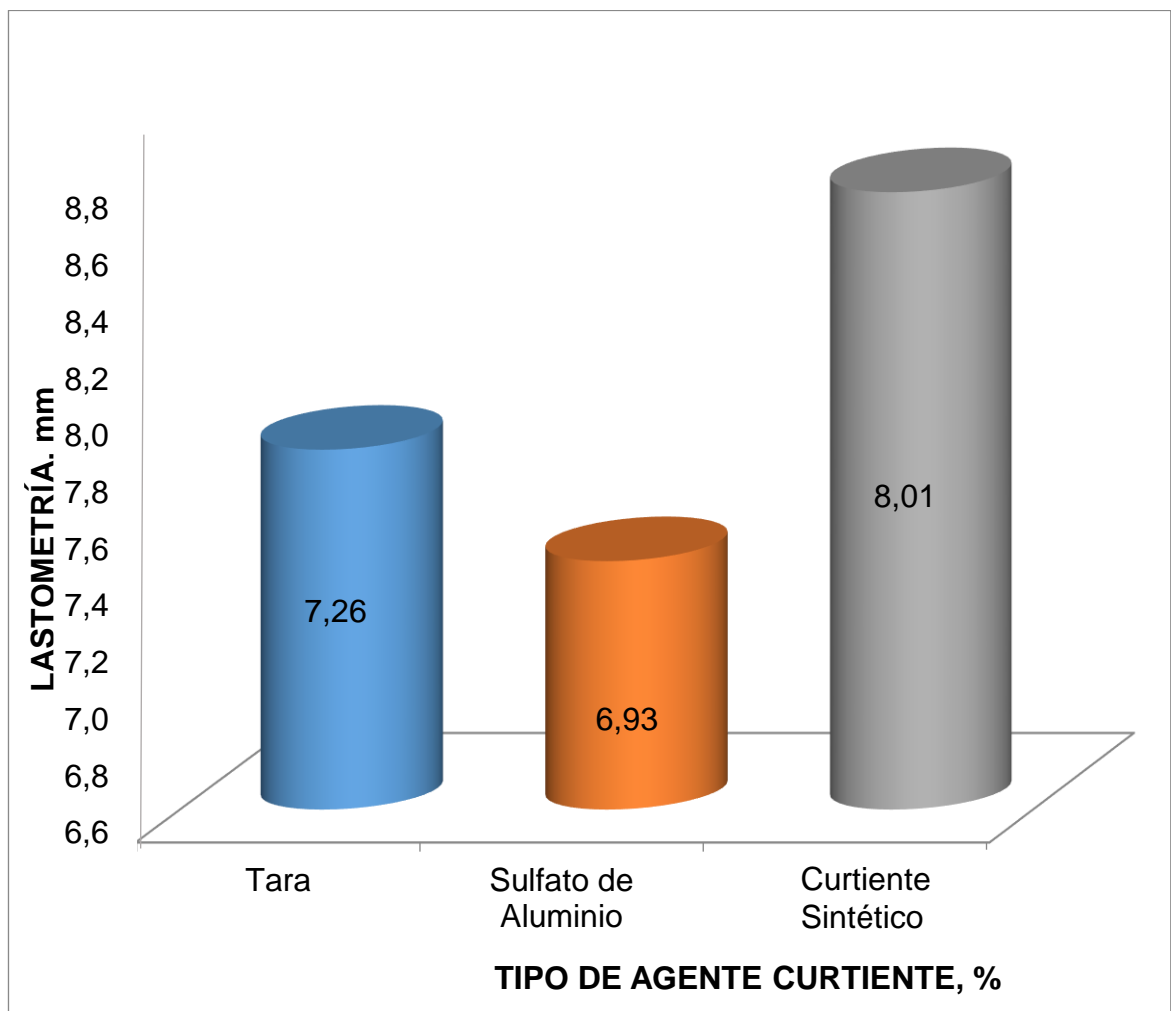


Gráfico 8. Lastometría de los cueros caprinos curtidos con diferentes curtientes, (tara, sulfato de aluminio y curtiente sintético).

Las respuestas de lastometría son superiores a los registros de la norma técnica IUP 9 (2002), de la Asociación Española en la Industria del Cuero que infiere como mínimo permisible los 7,5 mm, antes de producirse el primer cambio en la estructura

del cuero por lo tanto el material curtido con tanino sintético es de primera clasificación ya que supera ampliamente con esta exigencia de calidad. El operador verificará el grano del cuero eventualmente para verificar la formación de grietas en primer lugar, y luego tomará nota del valor de la carga en el estallido, detectada por un instrumento digital conectada a una célula de carga de clase, esta prueba asemeja la fricción que se ocasiona el momento de dar el paso en el calzado cuando se tiene roces entre zapatos o con diversas superficies que ocasionaran inclusive el desprendimiento de la capa del acabado sobre todo y el apareamiento del defecto e envejecimiento prematuro

Los resultados expuestos de lastometría son inferiores a los expuestos por Maya, J. (2017), quien al realizar la evaluación de diferentes niveles de curtiente vegetal en pieles caprinas registró una lastometría media cuando se adicionó el 10% de tara (T1), de 9,06 mm, así como de Iza, G. (2016), quien obtuvo medias iguales a 10,60 mm, cuando curtió las pieles caprinas con el 5% de mimosa en combinación con 4% de guarango, debido a que estos dos extractos curtientes vegetales combinados son más eficientes ya que en el seno de la reacción se dan las condiciones para poder dar la curtición total de las pieles.

B. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DE LOS CUEROS CAPRINOS CURTIDOS CON DIFERENTES CURTIENTES, (TARA, SULFATO DE ALUMINIO Y CURTIENTE SINTÉTICO)

1. Llenura

La evaluación de la características sensoriales de los cueros nos dan una idea cuantitativa de como el consumidor mediante sus sentidos captan a las pieles curtidas, estas son de importancia cuando se realiza la venta ya que pieles con elevadas características sensoriales serán superiores y más utilizadas, en la presente investigación se comparado el efecto de tres distintos agentes curtientes (Tara, sulfato de aluminio y curtiente sintético) en la curtición de pieles caprinas, registrándose diferencias altamente significativa ($P < 0.01^{**}$) entre medias, según el criterio Kruskall Wallis, estableciéndose las mejores respuestas cuando se curtió

las pieles caprinas con curtiente sintético (T3) cuyas medias fueron de 4,50 puntos y condición excelente en la escala de calificación de Hidalgo, L. (2016), a continuación se reportaron los valores alcanzados en el lote de cueros del tratamiento T1 (extracto de tara), con valores de 4,00 puntos y calificación excelente de acuerdo a la mencionada escala, mientras tanto que las respuestas más bajas se registraron al curtir con sulfato de aluminio cuyas medias fueron de 3,25 puntos como se indica en el cuadro 9, y se ilustra en el gráfico 9.

La característica llenura depende del tipo de agente curtiente que se utilice ya que hace referencia a la cantidad de producto que se ha depositado en el espacio interfibrilar del colágeno, que es mayor al utilizar curtiente sintético lo que tiene su fundamento en lo expuesto por Borrelli, P. (2001), quien manifiesta que el curtiente sintético tiene la particularidad de mejorar la estructura de la flor, aclara e iguala el color del cuero, impide la formación de lodo y moho. Además la curtición vegetal en principio da más relleno que la curtición al cromo por tener mayor capacidad de penetración para rodear las fibras, con cantidades importantes de taninos lo cual implica algo más de grosor, por tanto, ayuda a la penetración más profunda del tanino sintético y mejora la llenura del entretejido fibrilar, al mismo tiempo la elasticidad y la resistencia de la flor.

El curtiente sintético tiene la particularidad de que no son muy aplastables en las prensas máquinas de escurrir, repasar por lo que conservan bastante el grosor frente a los citados efectos mecánicos. También es determinante en el carácter curtiente de la piel el tamaño molecular del sintético. Si es demasiado pequeño, no se establecen enlaces transversales entre cadenas de colágeno y, si es demasiado grande, hay impedimentos estéricos y no puede penetrar, produciendo cueros demasiado fofos o vacías. El rol del cuero se caracteriza y fundamenta en base a sus ventajas funcionales dada su alta resistencia a la tracción y abrasión, y sobre todo su belleza visual. Para aumentar la llenura del cuero sin aumentar excesivamente su plenitud, interesa intentar la disminución de la distancia entre las fibras, sin aumentar en lo posible su espesor.

Cuadro 9. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DE LOS CUEROS CAPRINOS CURTIDOS CON DIFERENTES CURTIENTES, (TARA, SULFATO DE ALUMINIO Y CURTIENTE SINTÉTICO).

CALIFICACIONES SENSORIALES	TIPO DE CURTIENTE			EE	Prob.
	5% Tara	5% de sulfato de aluminio	5% de curtiente sintético		
Llenura, puntos	4,00 b	3,25 c	4,50 a	0,21	0,002
Blandura, puntos	4,25 b	3,50 c	4,63 a	0,21	0,004
Redondez, puntos	4,38 a	3,88 b	4,50 a	0,17	0,037

abc: Promedios con letras diferentes en la misma fila difieren según Tukey ($P < 0,01$).

EE: Error estadístico

Prob: probabilidad.

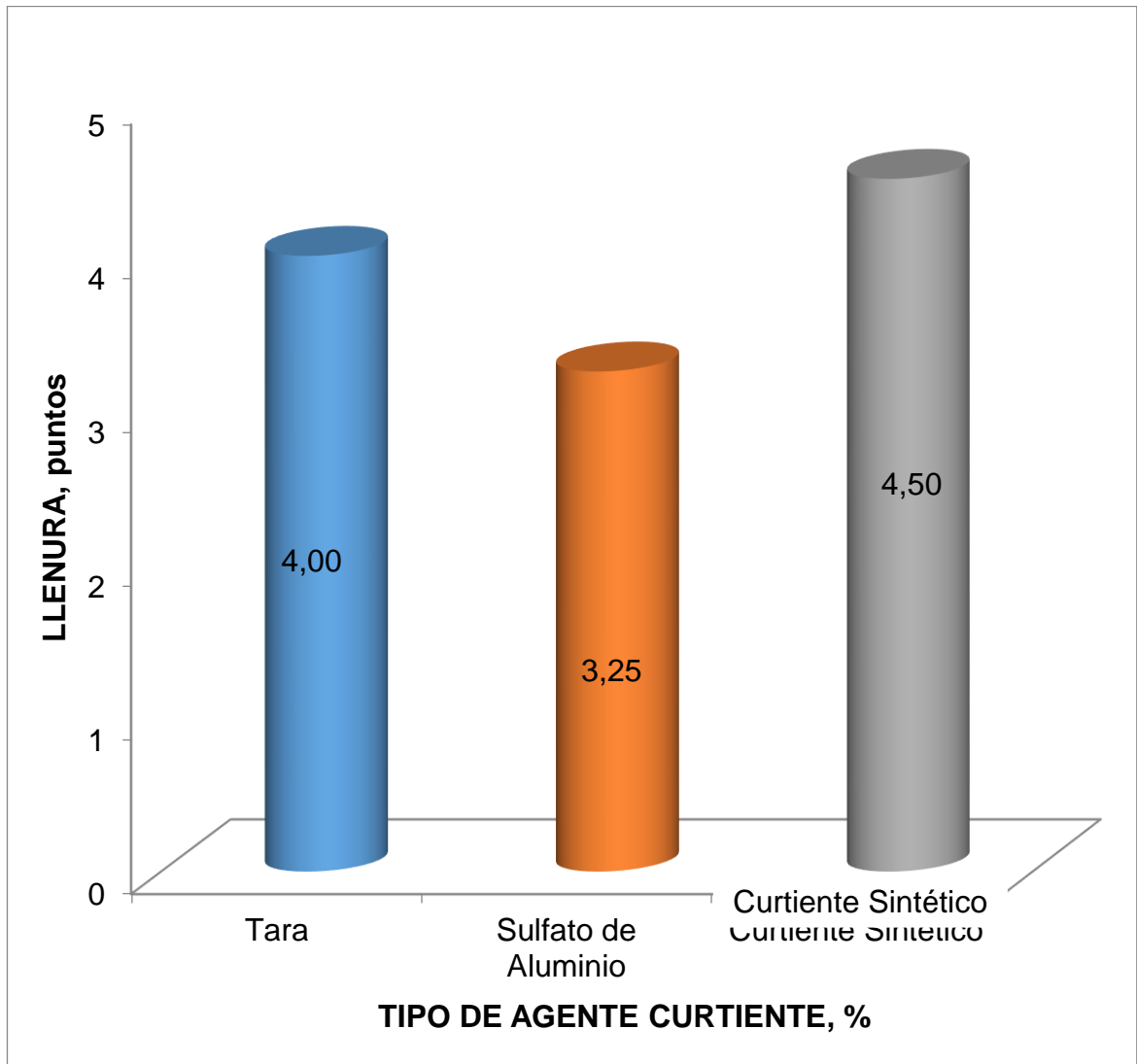


Gráfico 9. Llenura de los cueros caprinos curtidos con diferentes curtientes, (tara, sulfato de aluminio y curtiente sintético).

Los resultados alcanzados de la llenura del cuero caprino son inferiores al ser comparados con lo que reporta Iza, G. (2016), quien al realizar una curtición vegetal obtuvo medias iguales a 4,75 puntos cuando curtió las pieles con 5% de guarango en combinación con 4% de mimosa, lo que puede deberse a que los taninos sintéticos tienen un mayor poder curtiente. Además Maya, J. (2017), registro una llenura media de 4,67 puntos y calificación excelente al utilizar una curtición con 14% de curtiente vegetal, que es superior al porcentaje utilizado en la presente investigación, por lo tanto mayor será la cantidad de fibras de colágeno transformadas, lo que ocasionara el hinchamiento de la piel y se sienta más llena que al utilizar menor contenido de agente curtiente y esto cambiara las condiciones de curtición.

2. Blandura

Al valorar la blandura de los cueros caprinos se reportó diferencias altamente significativas ($P < 0.01^{**}$), según el criterio Kuskall Wallis, por efecto de la aplicación de diferentes curtientes, estableciéndose las mejores respuestas cuando se curtió las pieles con curtiente sintético (T3), cuyas medias fueron de 4,63 puntos y calificación excelente de cuerdo a la escala propuesta por Hidalgo, L. (2016), estas medias disminuyeron hasta alcanzar valores iguales a 4,25 puntos cuando se realizó la curtiición de las pieles caprinas con extracto de tara (T1), mientras tanto que los valores más bajos se reportaron en el lote de pieles caprinas curtidadas con sulfato de aluminio (T2) cuyas medias fueron de 3,50 puntos y calificación buena como se ilustra en el gráfico 10, es decir que para obtener mejores respuestas de blandura en las pieles caprinas se debe preferir utilizar curtiente sintético en comparación con extracto de tara y sulfato de aluminio.

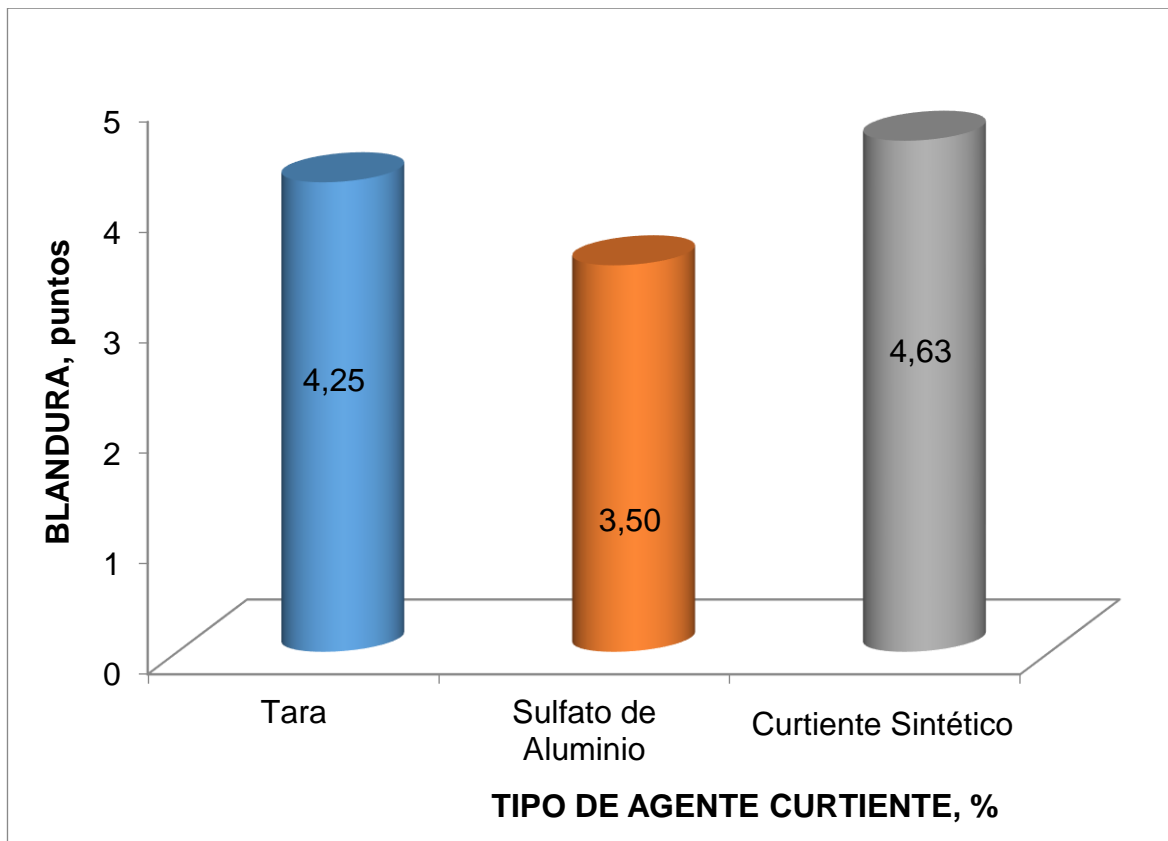


Gráfico 10. Blandura de las pieles caprinas curtidadas con la comparación de diferentes tipos de curtientes.

Los valores reportados en la presente investigación tienen relación con lo que indica Cotance, A. (2004), quien menciona que la blandura del cuero se intenta conseguir a base de rodear la fibra de la piel, con productos de peso molecular o micelar alto, aumentando con ello su grosor y frecuentemente con deposición física o mixta, o sea físico - química entre las fibras. Los productos generalmente empleados son: extractos vegetales; sintéticos de sustitución; resinas; silicatos; sulfatos; harinas; caolines; proteínas; y otros rellenanantes más o menos reactivos frente al colágeno. En general lo más difícil, con relación a la blandura del cuero, es conseguir que las partes más vacías de la piel, (faldas) presenten la misma blandura que el resto de la piel. Este feliz resultado se intenta obtener aprovechando el carácter más abierto de las estructuras más fofas de la piel y la deposición más física que química de los productos recurtientes en ella, muy frecuentemente empleando cantidades y / o concentraciones tan elevadas como sea posible de dichos curtientes sintéticos.

Todos los factores que se dan en la línea de producción de los cueros afectan directamente a la calidad final, por lo que hay que tener especial cuidado con la materia prima, con los factores en los diversos procesos y con el agente curtiente que se escoja, de todo ello dependerá la calidad final del cuero el curtiente sintético está obteniendo resultados positivos en la curtición de pieles de especies como por ejemplo las pieles caprinas, esto hace que sea una tecnología rentable en post de eliminar la curtición con sales de cromo, que es un producto no amigable con el ambiente por su transformación de cromo trivalente a hexavalente que tiene alto poder cancerígeno. La blandura puede ser entendida como la prueba cuando el experto pasa la mano sobre el cuero y no siente imperfecciones sobre la misma, esto es difícil de conseguir ya que muchas veces las pieles tienen defectos debido a la actividad del animal y su método de crianza, esto debe ser corregido con los métodos de curtición y con los agentes químicos utilizados en todos los procesos ya que la línea de procesos influye en la calidad de las pieles y es importante que las pieles sean blandas ya que así serán catalogadas de calidad y tendrán mayor aceptación entre los consumidores.

Los datos obtenidos son inferiores al ser comparados con los que reporto Avalos, A. (2009) cuando realizo la curtición de las pieles caprinas con 25% de extracto

vegetal tara obtuvo valores iguales a 4,60 puntos; Así mismo Maya, J. (2017), cuando curtió las pieles con el 10% de tara (T1), registró valores de blandura 4,75 puntos y calificación excelente, Altamirano, W. (217), quien al realizar la curtiembre de pieles caprinas con la combinación de *Caesalpinia Spinosa* (tara) más un tanino sintético, registro una blandura de 4,75 puntos y calificación excelente.

3. Redondez

El análisis estadístico de los valores medios reportados de la redondez del cuero caprino reportaron diferencias altamente significativas ($P < 0,01$), según el criterio Kruskal Wallis, por efecto de la utilización de diferentes curtientes, estableciéndose las respuestas más altas al utilizar curtiente sintético ya que los resultados fueron de 4,50 puntos y calificación excelente de acuerdo a la escala propuesta por Hidalgo, L. (2016), a continuación se aprecian los resultados alcanzados en el lote de cueros curtidos con Tara (T1), ya que las respuestas fueron de 4,38 puntos y calificación muy buena, mientras tanto que la calificación de redondez más baja se aprecia en los cueros curtidos al aluminio con ponderaciones de 3,88 puntos y condición buena según la mencionada escala como se ilustra en el gráfico 11, es decir que la opción adecuada para conseguir cueros que sean moldeables, con un buen arqueado o curvatura se consigue al utilizar el curtiente sintético.

Las apreciaciones antes descritas tienen su fundamento en lo expuesto por Soler, J. (2005), quien manifiesta que para intentar conseguir casi exclusivamente el aumento de la compacidad, nos interesan productos de peso molecular relativamente bajo y con capacidad de rodear las fibras y producir atracciones entre éstas, mediante unión química de tipo iónico o covalente. No parecen muy útiles los productos que se depositen de forma masiva entre fibras. Entre otros, productos adecuados están los curtientes sintéticos, así como algunos polifosfatos, silicatos, y algunas proteínas y resinas preparadas al efecto. Si solo se busca compacidad es lógico emplear las mínimas cantidades de productos, con los que ya se obtiene el efecto, con el fin de evitar los efectos de plenitud y cierto aumento de grosor. Es necesario acotar que el curtiente sintético por tener mayor cantidad de enlaces

transversales al unirse con los grupos carboxílicos del colágeno, como también al contener un mayor grado de polimerización, con un peso molecular entre 1100 y 1500 forman agregados mediante puentes de hidrogeno, aumentando con ello el tamaño de la partícula y facilitando el robustecimiento de la estructura fibrilar del cuero, que al doblarlo provoca un mayor arqueado o curvatura.

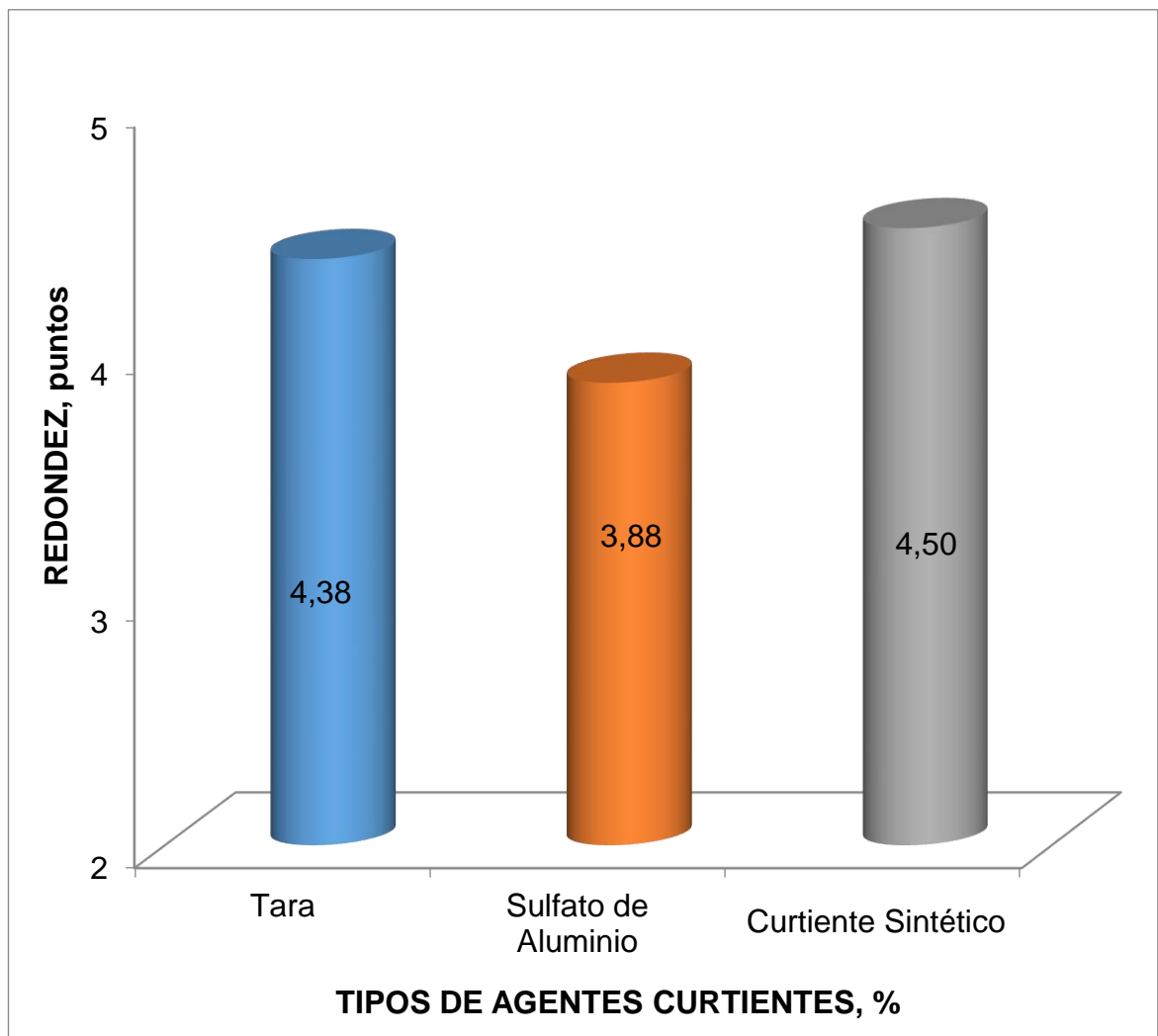


Gráfico 11. Redondez de las pieles caprinas curtidas con la comparación de diferentes tipos de curtientes.

Los resultados reportados en la presente investigación son inferiores lo establecido por Maya, J. (2016), quien al trabajar con el 14% de Tara (T3), alcanzó ponderaciones de redondez de los cueros caprinos iguales a 4,67 puntos y calificación excelente., así como también de Nuñez, L. (2009), quien al comparar diferentes niveles de la combinación de quebracho sulfatado y mimosa en la

curtición vegetal de pieles caprinas reportó una media de 4,75 puntos y calificación excelente.

C. EVALUACIÓN ECONÓMICA

La evaluación económica de la producción de cueros caprinos curtidos con diferentes tipos de curtientes (tara, sulfato de aluminio y curtiente sintético), reportó egresos producto de la compra de pieles caprinas, productos químicos para cada uno de los procesos, alquiler de maquinaria ente otros de 177,83 dólares americanos para el tratamiento en el que se utilizó curtiente vegetal Tara, en tanto que al curtir las pieles caprinas con sulfato de aluminio los costos fueron de 175,52 dólares, mientras tanto que al utilizar curtiente sintético se utilizó 180,46 dólares. Como egresos resultantes de la venta de artículos confeccionados y excedente de cuero se registra valores de 209,0; 217; y 231,50 dólares americanos para el tratamiento T1 (tara); T2 (sulfato de aluminio) y finalmente T3 (curtiente sintético), en su orden.

Con las respuestas expresadas de la evaluación económica se determinó que la mayor ganancia fue alcanzada en el lote de cueros curtidos con curtiente sitético (T3), ya que la relación beneficio costo fue de 1,28 es decir que por cada dólar invertido se espera una rentabilidad del 28%; a continuación se evidencia la utilidad generada en los cueros del tratamiento T2 (sulfato de aluminio), con valores de 1,24; o lo que es lo mismo decir que por dólar invertido se espera una ganancia del 24% mientras tanto que la menor rentabilidad fue registrada en los cueros caprinos curtidos con tara (T1), con una relación beneficio costo de 1,18 es decir una utilidad del 18%

Los resultados antes expuestos permiten determinar que la curtición con curtiente vegetal tara a más de producir réditos económicos altos, que superan el de otras actividades industriales, proporcionan una alternativa muy viable para reducir la contaminación que se producen en una curtiembre como es la aplicación de curtientes de cromo que están en la actualidad muy restringidos, por lo tanto con la promulgación de los resultados de la presente investigación se dotara de una guía adecuada a los productores de ganad caprino y al sector de la curtiembre de

una producción más limpia en la que se utiliza un curtiente vegetal que no eleva la carga contaminante de los residuos líquidos industriales, como se demuestra en el (cuadro 10).

Cuadro 10. EVALUACIÓN ECONÓMICA.

CONCEPTO	5% de DIFERENTES CURTIENTES		
	Curtiente	Sulfato de	Curtiente
	Tara	Aluminio	Sintético
	T1	T2	T3
Compra de pieles caprinas	8	8	8
Costo por piel caprina	6	6	6
Valor de pieles caprinas	48	48	48
Productos para el remojo	9	9	9
Productos para pelambre	11,37	11,37	11,37
Productos para el curtido	14,96	12,64	17,57
Productos para engrase y acabado en húmedo	28	28	28
Productos para acabado en seco	25	25	25
Alquiler de Maquinaria	21,5	21,51	21,52
Confección de artículos	20	20	20
TOTAL DE EGRESOS	177,83	175,52	180,46
INGRESOS			
Total de cuero producido	110	118	121
Costo cuero producido pie 2	0,68	0,67	0,70
Cuero utilizado en confección	8	12	8
Excedente de cuero	102	106	113
Venta de excedente de cuero 1,50	165	177	181,5
Venta de artículos confeccionados	44,00	40,00	50,00
Total de ingresos	209,00	217,00	231,50
Relación Beneficio costo	1,18	1,24	1,28

V. CONCLUSIONES

- El 85% de los cueros en la actualidad se producen a partir de un proceso tecnológico a base de cromo, sin embargo por el problema que se presenta de una severa contaminación de los residuos industriales se ha determinado como alternativa de reemplazo ecológico al curtiente vegetal tara que proporciona un cuero de primera calidad, muy utilizable en productos que serán competitivos en mercados exigentes.
- Al evaluar las resistencias físicas del cuero caprino se determinó los mejores resultados al utilizar el curtiente sintético ya que alcanzó la mejor resistencia a la tensión (2450,92 N/cm²), y lastometría (7,26 mm), en tanto que la mejor elongación fue registrada por los cueros curtidos al vegetal tara (62,50); observándose en las tres características evaluadas se cumplen con la exigencias de la calidad de las normas IUP 6 y 8 (2002).
- La apreciación sensorial del cuero caprino por parte del juez calificador determinó que el curtiente sintético proporciona una mayor calificación excelente llenura (4,50 puntos), blandura (4,63 puntos) y redondez (4,50 puntos); es decir cueros muy flexibles, suaves y sobre todo con un agradable roce con la piel, en calzado femenino.
- La mayor relación beneficio costo fue reportada en el lote de cueros del tratamiento T3 curtiente sintético que al valor nominal fue de 1,28 es decir por cada dólar invertido se espera una ganancia de 28 centavos que al compararla con otras actividades similares y sobre todo con el interés generado por la banca comercial es muy alentadora.

VI. RECOMENDACIONES

De los resultados expuestos se derivan las siguientes recomendaciones.

- Es recomendable utilizar en las curtición de pieles caprinas curtientes sintéticos que permitan sustituir gran cantidad de curtientes vegetales, sin que se noten diferencias en el cuero, así como también resultan un gran sustituto del cromo para bajar la carga contaminante de los residuos industriales de la tenería, sin el deterioro de la calidad del cuero
- Para conseguir cueros con mayores resistencias físicas y calificaciones sensoriales es aconsejable utilizar curtiente sintético que al penetrar profundamente en el entre tejido fibrilar rodea las moléculas de colágeno mejorando la parte física y sensorial del cuero.
- Utilizar mayores niveles de curtiente sintético al evaluado en la investigación que es el 5% para determinar si los resultados se superan para conseguir un mayor precio por decímetro cuadrado al producir cueros de primera calidad que es el objetivo de una empresa curtidora.
- Se recomienda evaluar el curtiente sintético en otros tipos de pieles como bovinos, ovinos y especies menores, ya que es una alternativa ecológica que proporciona beneficios al ambiente al mitigar los efectos nocivos producidos por el curtiente más conocido como es el cromo.

VII. LITERATURA CITADA

1. ADZET, J. 2005. Química Técnica de Tenerife. 1a ed. Igualada, España. Edit. Romanya-Valls. pp 105,199 – 215.
2. ALTAMIRANO, W. 2017. Curtición de pieles ovinas con la combinación de Caesalpinia Spinosa (tara) más un tanino sintético. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Pecuarias. ESPOCH. pp. 78-80.
3. ALLIERI, L. 2016. Remojo de las pieles ovinas. Disponible en: <http://wwwcurticionpielcaprina.com>
4. ÁNGULO, A. 2007. Guía Empresarial del Medio Ambiente, Comisión Relocalización y Reconversión de la Pequeña y Mediana Empresa. 1a ed. Barcelona, España. sl. pp 30 – 43.
5. ARGEMTO, D. 2016. Estudio de la estructura de la piel ovina. Disponible en: <http://www.edym.com>
6. ARMENDÁRIZ, P. 2016. Procesos de ribera de las pieles caprinas. Disponible en: <https://ppryc.files.wordpress.com/2011/04/capitulo-5.pdf>
7. ARTEMIO, P. 2016. Pelambre y calero de pieles caprinas. Disponible en: https://www.indigoquimica.net/pdf/biblioteca/.../Capitulo_04_Pelambre_Calero.pdf
8. ARTIGAS, M. 2007. Manual de Curtiembre. Avances en la Curtición de pieles. sn. Barcelona-España. Edit. Latinoamericana. pp. 24 -52.
9. ASOCIACIÓN QUÍMICA ESPAÑOLA DE LA INDUSTRIA DEL CUERO. 2001. Ponencias de curtiembre y acabado del cuero. 1a ed. Barcelona España. Norma Técnica, IUP 8 del año 2002, para el porcentaje de elongación. Edit. CORSEG.A. pp. 15.
10. AVALOS, A. 2009. Curtición de Pieles Caprinas con la Utilización de tres niveles de Curtientes Vegetales, Quebracho Sulfatado ATS. Facultad de Ciencias Pecuarias. ESPOCH. pp. 48-52.

11. BACARDIT, A. 2005. Química Técnica del Cuero. 2a ed. Cataluña, España. Edit. COUSO. pp. 12-52-69.
12. BELDA, A. 2006. Merinos precoces y razas afines en España. Madrid, España. Edit Gráficas Valencia. pp 23 – 29.
13. BERMEO, M. 2006. La importancia de aprender la tecnología del cuero. Bogotá, Colombia. Edit Universidad Nacional de Colombia. pp. 28 - 34.
14. BOAZ, T. 2005. Nutrición de las ovejas. 1a ed. Zaragoza, España Edit. Acribia. pp 81 – 98.
15. BORRELLI, P. y OLIVA, G. 2001. Ganadería ovina sustentable en la Patagonia Austral. 2a ed. Buenos Aires. Argentina Edit ErreGé y Asociados. pp 10 – 21.
16. BURSCH, C. 2016. Dividido en tripa de las pieles ovinas. Disponible en: <http://www.veterinaria.org>
17. BUXADÉ, C. 2006. Producción Ovina en Zootecnia bases de producción animal. Tomo VIII. Madrid-España. Edit. Mundi Prensa pp 34 – 46.
18. CAMERÚN, M. 2016. Procesos de curtición de las pieles caprinas. Disponible en: <https://www.alfonsomorant.com/el-proceso-de-curtido-de-piel-vegetal-un-paso-hacia-un-sector-mas-sostenible/>
19. CHASIQUIZA, C. 2014. Comparación de la curtición con extracto de polifenoles vegetales de *Caesalpinia Spinosa*, con una curtición mineral con sulfato de cromo para pieles caprinas. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Pecuarias. ESPOCH. pp. 80-85.
20. CIATEC. 2002. Programa de Tecnología de Calidad para la Estandarización, Control y Mejoramiento de la Competitividad de los Procesos de Producción de Calzado. sn. sl. se. Norma Técnica IUF 450.
21. COTANCE, A. 2004. Ciencia y Tecnología en la Industria del Cuero. 1a ed. Igualada, España. Edit. Curtidores Europeos. pp. 23 - 32.

22. DAVERMUN, P. 2016. Los taninos sintéticos. Disponible en: <http://www.toroza.com.mx>
23. DURÁN, C. 2005. Anatomía, fisiología de la reproducción e IA en ovinos. Montevideo, Uruguay. Edit. Hemisferio Sur. pp 9 – 11.
24. ECUADOR, CHIMBORAZO. 2016. Estación Meteorológica de la Facultad de Recursos Naturales.
25. ERMENSON, V. 2016. Curtientes sintéticos con poder curtiente propio, llamados de sustitución. Disponible en: <http://www.cromogenia.com>
26. FERNÁNDEZ, B. 2016. Curtientes sintéticos sin o con poco poder curtiente. Disponible en: <http://www.edym.net>
27. FONTALVO, J. 2009. Características de las películas de emulsiones acrílicas para acabados de cuero. 2a ed. Medellín. Colombia. Edit. Rohm and Hass.. pp 75 -79.
28. FRANEL, A. 2004. Tecnología del Cuero. 3a ed. Barcelona, España. Edit Basf. pp 23 – 25.
29. FRANKEL, A. 2007. Manual de Tecnología del Cuero. 2a ed. Buenos Aires, Argentina. Edit. Albatros. pp. 112 -148.
30. FROLICH, G. 2016. Aldehído. Disponible en: <http://www.quimicaorganica.org>
31. GARCÍA, G. 2006. Producción ovina. 1a ed. Santiago de Chile, Chile Edit. Universidad de Chile. pp 30 – 36.
32. GIBERTI, M. 2016. Propiedades químicas de los curtientes. Disponible en: <http://recursostic.educacion.es>
33. GONZÁLEZ, P. 2016. Reacciones de los aldehídos. Disponible en: http://www.salonhogar.net/quimica/nomenclatura_quimica/Estructura_y_propiedades.htm

34. HERFELD, H. 2004. Investigación en la mecanización racionalización y automatización de la industria del cuero. 2a ed. Rusia, Moscú Edit. Chemits. pp 157 – 173.
35. HERMAN, M. 2016. Curticiones con sales de aluminio. Disponible en: <http://www.colvet.es>
36. HIDALGO, L. 2004. Texto básico de Curtición de pieles. 1a ed. Riobamba, Ecuador. Edit. ESPOCH. pp. 10 – 56.
37. HIDALGO, L. 2016. Escala de calificación para variables sensoriales de los cueros caprinos curtidos con diferentes niveles de glutaraldehído. Riobamba, Ecuador.
38. HOFMANN, R. 2016. Curtición con sulfato de aluminio. Disponible en: www.quiminet.com/.../sulfato-de-aluminio-para-curtido-del-cuero-11771221563.htm
39. HORNITSCHKE, H. 2005. Curtición de pieles lanares con sulfato de aluminio. Disponible en: http://www.academia.edu/10115866/CURTIDO_DE_PIELES_INTRODUCCION
40. IACS. 2000. Project: IUPAC Stability Constants Database - completion of data collection up to 2000. Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Unión_Internacional_de_Química_Pura_y_Aplicada
41. IUP 6. 2016. Métodos de ensayos físicos. Disponible en: http://www.ageic.org/ageic_2014/esp/metodos/met_efis.htm
42. IUP 9. 2016. Métodos de ensayos físicos. Disponible en: http://www.ageic.org/ageic_2014/esp/metodos/met_efis.htm

43. IZA, G. 2016. Combinación de diferentes curtientes vegetales en la curtición de pieles de cuy para confeccionar artículos de peletería media. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Pecuarias. ESPOCH. pp. 60-64.
44. JUERGENSON, E. 2016. Peletería lanar. Disponible en: <http://www.slideshare.net>
45. LA ASOCIACIÓN NACIONAL DE CURTIDORES DEL ECUADOR. 2004. Curso de Tecnicas de Curtido con aluminio. 1a ed. Quito, Ecuador. Edit ANCE. PP 1 -9.
46. LA CASA QUÍMICA BAYER. 2007. Curtir, teñir, acabar. 1a ed. Munich, Alemania. Edit. BAYER pp 11 – 110.
47. LABASTIDA, M. 2005. Curticiones con sales de aluminio. Disponible en: <https://www.silvateam.com/es/productos-y-servicios/.../curtici-n-wet-white.html>
48. LACERCA, M. 2003. Curtición de Cueros y Pieles. 1a ed. Buenos Aires, Argentina. Edit. Albatros. pp 1, 5, 6, 8, 9,10.
49. LIBREROS, J. 2003. Manual de Tecnología del cuero. 1a ed. Edit. EUETII. Igualada, España. pp. 13 – 24, 56, 72.
50. LUCAS, J. 2016. Principales defectos de los cueros lanares. Disponible en: www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/.../tom3/88.pdf
51. MARAI, I. 2016. Clasificación de las pieles lanares. Disponible en: www.fao.org/docrep/007/y5143s/y5143s18.htm
52. MAYA, J. 2017. Curtición de piel caprina con la utilización de niveles de tara y un porcentaje fijo de glutaraldehído para la obtención de cuero para calzado. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Pecuarias. ESPOCH. pp. 57-59.

53. NUÑEZ, L. 2009. Elaboración de Cuero BROSS-UPP, para Calzado Masculino Utilizando tres de Diferentes Niveles de Filler de Alta Densidad. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Pecuarias. ESPOCH. pp. 56-60.
54. PALOMAS, S. 2005. Química técnica de la tenería. 1a ed. Igualada, España. Edit. CETI. pp. 52, 68, 69,78.
55. PARRA, L. 2012. Obtención de Cuero Wet con la Utilización de Diferentes Niveles de Sulfato con la Utilización de Diferentes Niveles de Sulfato de Aluminio para la Elaboración de Calzado Ortopédico. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Pecuarias. ESPOCH. pp. 30-32.
56. SÁNCHEZ, A. 2006. Química Técnica de Curtición. 2ª Edición. Igualada, España. Editorial Escuela Superior de Adobería. Editorial CETI. pp. 16-18.
57. SARABIA, M. 2016. Procesos de ribera en las pieles caprinas. Disponible en: <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/10221/2/T-ESPE-002719-D.pptx>
58. SOLER, J. 2004. Análisis y Ensayos en la industria del cuero. 3 er. ed. Cataluña. España. Edit. CETI. pp. 40 – 64.
59. VARGAS, L. 2016. Curtición con extractos vegetales de pieles caprinas. Disponible en: <http://www.podoortosis.com>

ANEXOS

Anexo 1. Resistencia a la tensión de los cueros caprinos curtidos con diferentes curtientes, (tara, sulfato de aluminio y curtiente sintético).

A. Análisis de los datos

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
2011,11	1166,67	1885,71	2083,33	2250,00	2153,85	2614,29	1760,00
1589,47	1411,11	2388,24	1966,67	2425,00	1987,50	1711,11	1560,00
1655,56	2187,50	2683,33	2285,71	2757,14	2600,00	2666,67	2771,43

B. Análisis de la varianza

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0,05	Fisher 0,01	Prob	Sign
Total	4760370,73	23	206972,64					
Tratamiento	1467231,11	2	733615,55	4,68	3,46680011	5,78	0,02	*
Error	3293139,62	21	156816,17					

C. Separación de medias de acuerdo al tipo de curtiente

Curtiente	Grupo	Rango
Tara	1990,62	b
Sulfato de Aluminio	1879,89	b
Curtiente Sintético	2450,92	a

Anexo 2. Porcentaje de elongación de los cueros caprinos curtidos con diferentes curtientes, (tara, sulfato de aluminio y curtiente sintético).

A. Análisis de los datos

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
72,50	70,00	80,00	67,50	50,00	62,50	57,50	40,00
65,00	57,50	57,50	62,50	72,50	60,00	62,50	60,00
55,00	62,50	72,50	67,50	62,50	60,00	57,50	40,00

B. Análisis de la varianza

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0,05	Fisher 0,01	Prob	Sign
Total	2036,46	23	88,54					
Tratamiento	38,02	2	19,01	0,20	3,47	5,78	0,82	ns
Error	1998,44	21	95,16					

C. Separación de medias de acuerdo al tipo de curtiente

Curtiente	Grupo	Rango
Tara	62,50	a
Sulfato de Aluminio	62,19	a
Curtiente Sintético	59,69	a

Anexo 3. Lastometria de los cueros caprinos curtidos con diferentes curtientes, (tara, sulfato de aluminio y curtiente sintético).

A. Análisis de los datos

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
7,16	7,16	7,42	7,16	7,42	7,42	7,16	7,16
7,13	7,16	7,42	6,06	6,06	7,09	7,42	7,13
8,48	7,42	6,06	8,48	8,48	8,36	8,36	8,48

B. Análisis de la varianza

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0,05	Fisher 0,01	Prob	Sign
Total	12,49	23	0,54					
Tratamiento	4,91	2	2,45	6,79	3,47	5,78	0,005	**
Error	7,59	21	0,36					

C. Separación de medias de acuerdo al tipo de curtiente

Curtiente	Grupo	Rango
Tara	7,26	c
Sulfato de Aluminio	6,93	b
Curtiente Sintético	8,01	a

Anexo 4. Llenura de los cueros caprinos curtidos con diferentes curtientes, (tara, sulfato de aluminio y curtiente sintético).

A. Análisis de los datos

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
4,00	4,00	5,00	4,00	4,00	3,00	4,00	4,00
3,00	3,00	3,00	3,00	4,00	3,00	3,00	4,00
3,00	5,00	5,00	5,00	4,00	5,00	4,00	5,00

B. Análisis de la varianza

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0,05	Fisher 0,01	Prob	Sign
Total	13,83	23	0,60					
Tratamiento	6,33	2	3,17	8,87	3,47	5,78	0,002	**
Error	7,50	21	0,36					

C. Separación de medias de acuerdo al tipo de curtiente

Curtiente	Grupo	Rango
Tara	4,38	a
Sulfato de Aluminio	3,88	b
Curtiente Sintético	4,50	a

Anexo 5. Blandura de los cueros caprinos curtidos con diferentes curtientes, (tara, sulfato de aluminio y curtiente sintético).

A. Análisis de los datos

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
4,00	4,00	5,00	5,00	4,00	5,00	3,00	4,00
3,00	3,00	4,00	4,00	3,00	3,00	4,00	4,00
4,00	5,00	5,00	4,00	5,00	5,00	5,00	4,00

B. Análisis de la varianza

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0,05	Fisher 0,01	Prob	Sign
Total	12,63	23	0,55					
Tratamiento	5,25	2	2,63	7,47	3,47	5,78	0,004	**
Error	7,38	21	0,35					

C. Separación de medias de acuerdo al tipo de curtiente

Curtiente	Grupo	Rango
Tara	4,25	b
Sulfato de Aluminio	3,50	c
Curtiente Sintético	4,63	a

Anexo 6. Redondez de los cueros caprinos curtidos con diferentes curtientes, (tara, sulfato de aluminio y curtiente sintético).

A. Análisis de los datos

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
4,00	4,00	4,00	5,00	4,00	5,00	4,00	5,00
4,00	3,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
5,00	5,00	5,00	5,00	4,00	4,00	4,00	4,00

B. Análisis de la varianza

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0,05	Fisher 0,01	Prob	Sign
Total	6,50	23	0,28					
Tratamiento	1,75	2	0,88	3,87	3,47	5,78	0,037	*
Error	4,75	21	0,23					

C. Separación de medias de acuerdo al tipo de curtiente

Curtiente	Grupo	Rango
Tara	4,38	a
Sulfato de Aluminio	3,88	b
Curtiente Sintético	4,50	a

Anexo 7. Evaluación estadística en el programa Infostat de las resistencias físicas del cuero caprino (tensión).

Tension					
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
Tension	24	0,27	0,2	25,79	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2178862,55	2	1089431,27	3,88	0,0368
Curtientes	2178862,55	2	1089431,27	3,88	0,04
Error	5895125,63	21	280720,27		
Total	8073988,18	23			
Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=667,73739			Error: 280720,2682 gl: 21		
Curtientes	Medias	n	E.E.		
Aluminio	1721,14	8	187,32	A	
Tara	1990,62	8	187,32	A	B
Sintetico	2450,92	8	187,32		B
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)					
Elongacion	24	0,02	0	15,87	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	38,02	2	19,01	0,2	0,8205
Curtientes	38,02	2	19,01	0,2	0,8205
Error	1998,44	21	95,16		
Total	2036,46	23			
Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=12,29432			Error: 95,1637 gl: 21		
Curtientes	Medias	n	E.E.		
Sintetico	59,69	8	3,45	A	
Aluminio	62,19	8	3,45	A	
Tara	62,5	8	3,45	A	
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)					
Lastometria					
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
Lastometria	24	0,39	0,34	8,1	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	4,93	2	2,46	6,85	0,0051
Curtientes	4,93	2	2,46	6,85	0,0051
Error	7,56	21	0,36		
Total	12,49	23			
Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,75608					
Error: 0,3599 gl: 21					
Curtientes	Medias	n	E.E.		
Aluminio	6,93	8	0,21	A	
Tara	7,26	8	0,21	A	
Sintetico	8,02	8	0,21		B
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)					

Anexo 8. Evaluación estadística en el programa Infostat de las resistencias físicas del cuero caprino (llenura).

LLenura					
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
LLenura	24	0,46	0,41	15,26	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	6,33	2	3,17	8,87	0,0016
Curtientes	6,33	2	3,17	8,87	0,0016
Error	7,5	21	0,36		
Total	13,83	23			
Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,75316			Error: 0,3571 gl: 21		
Curtientes	Medias	n	E.E.		
Aluminio	3,25	8	0,21	A	
Tara	4	8	0,21	A	B
Sintetico	4,5	8	0,21		B
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)					
Blandura					
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
Blandura	24	0,42	0,36	14,37	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	5,25	2	2,63	7,47	0,0035
Curtientes	5,25	2	2,63	7,47	0,0035
Error	7,38	21	0,35		
Total	12,63	23			
Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,74686			Error: 0,3512 gl: 21		
Curtientes	Medias	n	E.E.		

Aluminio	3,5	8	0,21	A	
Tara	4,25	8	0,21		B
Sintetico	4,63	8	0,21		B
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)					
Redondez					
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
Redondez	24	0,27	0,2	11,19	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1,75	2	0,88	3,87	0,0371
Curtientes	1,75	2	0,88	3,87	0,0371
Error	4,75	21	0,23		
Total	6,5	23			
Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,59939					
Error: 0,2262 gl: 21					
Curtientes	Medias	n	E.E.		
Aluminio	3,88	8	0,17	A	
Tara	4,38	8	0,17	A	B
Sintetico	4,5	8	0,17		B
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)					

Anexo 9. Receta de proceso de ribera del cuero caprino para la curtición de pieles caprinas utilizando el 5% de sulfato de aluminio.

W=15,4	Operación	Producto	%	Cantidad	g/L	°T	Tiempo
REMOJO	Baño	Agua	200	30,8	L	Ambiente	30 min
		Tenso activo	1	154	g		
		Cloro	1	sachet			
BOTAR EL BAÑO							
PELAM- BRE POR EMBADU RNADO	Baño	agua	5	0,77	L	Ambiente	12 horas
		cal	3	462	g		
		sulfuro de sodio	2,5	385	g		
		yeso	1	154	g		
retirar lana o pelo							
W=11							
PELAM- BRE EN BOMBO	baño	agua	100	11	L	Ambiente	10 min
		sulfuro de sodio	0,4	44	g		10 min
		sulfuro de sodio	0,4	44	g		10 min
		agua	50	5,5	L		10 min
		sal	0,5	55	g		10 min
		sulfuro de sodio	0,5	55	g		30 min
		cal	1	110	g		30 min
		cal	1	110	g		30 min
		cal	1	110	g		3 horas
		reposar en el bombo por 20 horas girar 5 min y descansar 55 min					
	baño	Agua	200	22	L	Ambiente	20 min
BOTAR EL BAÑO							
	baño	Agua	100	11	L	Ambiente	30 min
		cal	1	110	g		
BOTAR EL BAÑO							
DESCARNADO							

Anexo 10. Receta de proceso de desencalado, remojo y purgado, piquelado, para la obtención de cuero de pieles caprinas utilizando el 5% de sulfato de aluminio.

W=14	Operación	Producto	%	Cantidad		°T	Tiempo
Desencalado	Baño	Agua	100	14	L	25°C	60 min
		Bisulfito de sodio	1	140	g		60 min
		Formiato de sodio	1	140	g		60 min
Rendido y purgado	Baño	Agua	100	14	L	35°C	40 min
		Rindente	0,5	70	g		
Botar el baño							
	Baño	Agua	200	28	L	Ambiente	20 min
Botar el baño							
1 ^{er} piquelado	Baño	Agua	100	14	L	Ambiente	10 min
		Sal	5	700	g		
		Ac. Fórmico 1:10	1,4	196	g		20 min
		1ra parte		65,33	g		
		2da parte		65,33	g		
		3ra parte		65,33	g		40 min
		Ac. Fórmico 1:10	0,4	56	g		20 min
		1ra parte		18,67	mL		
		2da parte		18,67	mL		
		3ra parte		18,67	mL		
		Botar el baño					
Desengrase	Baño	Agua	100	14	L	35°C	60 min

		Tenso activo	2	280	g		
		Diésel	1	140	g		
	Botar el baño						
		Agua	100	14	L	35°C	60 min
		Tenso activo	2	280	g		
	Botar el baño						
Segundo piquelado		Agua	100	14	L	20 min	
		Sal	6	840	g		
		Ac. Fórmico 1:10	1	140	g		
		1ra parte		46,67	g		
		2da parte		46,67	g		20 min
		3ra parte		46,67	g		60 min

Anexo 11. Receta para el proceso de curtido (Tratamiento 2 para de pieles caprinas utilizando el 5% de sulfato de aluminio).

W=14	Operación	Producto	%	Cantidad		°T	Tiempo
Curtición		Sulfato de aluminio	5	700	g		60 min
		Basificante	0,4	56	g		8 horas
	Botar el baño						
Wet white							
Perchar una noche, raspar a calibre de 1,2 mm							

Anexo 12. Receta para acabado en húmedo de cuero caprino utilizando el 5% de curtiente sulfato de aluminio.

W=7	Operación	Producto	%	Cantidad	g/L	°T	Tiempo
Re - humectación	Baño	Agua	200	14	L	Ambiente	25 min
		Humectante	0,2	14	g		
		Ácido fórmico	0,2	14	g		
Botar el baño							
W=9,5	Operación	Producto	%	Cantidad	g/L	°T	Tiempo
Recurtido 1	Baño	Agua	80	7,6	L	Ambiente	40 min
		Cromo	2	190	g		
		Sulfato de aluminio	1	95	g		
Botar el baño							
Neutralizado	Baño	Agua	100	9,5	L		30 min
		Formiato de sodio	1	95	g		
		Recurtiente neutralizante (tanigan p.a.k.)	2,5	237,5	g		60 min
Botar el baño							
	Baño	Agua	300	28,5	L	35°C	40 min
Botar el baño							
Recurtido 2	Baño	Agua	50	4,75	L	40 °C	10 min
		Recurtiente dispersante	1	95	g		
		Tara	4	380	g	60 min	
		Rellenante de faldas	2	190	g		
Tintura	Baño	Anilina trufoxane gmg	4	380	g		40 min
		Recina acrilica diluida en 1:10	2	190	g		

Engrase	Baño	Agua	150	14,25	L	60 °C	60 min		
		Éster fosfórico	6	570	g				
		Aceite mineral	1	95	g				
		Diluir la mezcla de ester fosforico + aceite mineral 1:10							
		Parafina sulfoclorada	4	380	g				
		Aceite catiónico	1	95	g			60 °C	20 min
		Ac. Fórmico 1:10	0,5	47,5	g			Ambiente	10 min
		1ra parte		15,8	g				
		2da parte		15,8	g				
		3ra parte		15,8	g				
	Botar el baño								
	Baño	Agua	200	19	L	Ambiente	25 min		
	Botar el baño								
	Perchar 24 horas								
	Secar y estacar el cuero								

Anexo 13. Receta para acabado en seco de cuero caprino utilizando el 5% del sulfato de aluminio.

Proceso	Operación	Producto	%	cantidad	g/L	°T	Tiempo
	Humectación	aceite pool of puro		500	mL		
		Aplicar en dos cruces y reposar 12 horas					
		Planchado 120 atm de presión, a 60°C durante 3 segundos.					
pintado	Mezclado	penetrante		20	g		
		Agua		300	mL		
	Mezclado	Compacto		400	g		
		Agua		200	mL		
	Mezclado	pigmento amarillo		95	g		
		Complejo pardo		3	g		
		Complejo rojo		2	g		
lacado		Agua		700	mL		
		Hidrolaca		300	g		
	Planchar con placa liza						

Anexo 14. Receta de proceso de ribera del cuero caprino para la curtición de pieles caprinas utilizando el 5% de tara.

W=15,4	Operación	Producto	%	Cantidad	g/L	°T	Tiempo	
Remojo	Baño	Agua	200	30,8	L	Ambiente	30 min	
		Tenso activo	1	154	g			
		Cloro	1	Sachet				
Pelambre por embadurnado	Botar el baño							
	Baño	Agua	5	0,77	L	Ambiente	12 horas	
		Cal	3	462	g			
		Sulfuro de sodio	2,5	385	g			
		Yeso	1	154	g			
Retirar lana o pelo								
W=11								
Pelambre en bombo	Baño	Agua	100	11	L	Ambiente	10 min	
		Sulfuro de sodio	0,4	44	g	Ambiente	10 min	
		Sulfuro de sodio	0,4	44	g	Ambiente	10 min	
		Agua	50	5,5	L	Ambiente		
		Sal	0,5	55	g	Ambiente	10 min	
		Sulfuro de sodio	0,5	55	g	Ambiente	30 min	
		Cal	1	110	g	Ambiente	30 min	
		Cal	1	110	g	Ambiente	30 min	
		Cal	1	110	g	Ambiente	3 horas	
	Reposar en el bombo por 20 horas girar 5 min y descansar 55 min							
	Baño	Agua	200	22	L	Ambiente	20 min	
	Botar el baño							
	Baño	Agua	100	11	L	Ambiente	30 min	
Cal		1	110	g				
Botar el baño								
Descarnado								

Anexo 15. Receta de proceso de desencalado, remojo y purgado, piquelado, para la obtención de cuero de pieles caprinas utilizando el 5% de tara.

W=14	Operación	Producto	%	Cantidad		°T	Tiempo
Desencalado	Baño	Agua	100	14	L	25°C	60 min
		Bisulfito de sodio	1	140	g		60 min
		Formiato de sodio	1	140	g		60 min
Rendido y purgado	Baño	Agua	100	14	L	35°C	40 min
		Rindente	0,5	70	g		
	Botar el baño						
	Baño	Agua	200	28	L	Ambiente	20 min
	Botar el baño						
1 er piquelado	Baño	Agua	100	14	L	Ambiente	10 min
		Sal	5	700	g		
		Ac. Fórmico 1:10	1,4	196	g	Ambiente	
		1ra parte		65,33	g	Ambiente	20 min
		2da parte		65,33	g	Ambiente	20 min
		3ra parte		65,33	g	Ambiente	40 min
		Ac. Formico 1:10	0,4	56	g	Ambiente	
		1ra parte		18,67	mL	Ambiente	20 min
		2da parte		18,67	mL	Ambiente	20 min
		3ra parte		18,67	mL	Ambiente	20 min
	Botar el baño						
Desengrase	Baño	Agua	100	14	L	35°C	60 min

		Tenso activo	2	280	g		
		Diésel	1	140	g		
	Botar el baño						
		Agua	100	14	L	35°C	60 min
		Tenso activo	2	280	g		
	Botar el baño						
2do piquelado		Agua	100	14	L		20 min
		Sal	6	840	g		
		Ac. Formico 1:10	1	140	g		
		1ra parte		46,67	g		
		2da parte		46,67	g		20 min
		3ra parte		46,67	g		60 min

Anexo 16. Receta para el proceso de curtido para de pieles caprinas utilizando el 5% tara.

W=14	Operación	Producto	%	Cantidad		°T	Tiempo
Curtición		Tara	5	700	g		60 min
		Granofin	4	640	g		4 horas
	Botar el baño						
Wet white							
PERCHAR UNA NOCHE, RASPAR A CALIBRE DE 1,2 mm							

Anexo 17. Receta para acabado en húmedo de cuero caprino utilizando el 5% de tara.

W=7	Operación	Producto	%	Cantidad	g/L	°T	Tiempo
Re humectación	Baño	Agua	200	14	L	Ambiente	25 min
		Humectante	0,2	14	g		
		Ácido fórmico	0,2	14	g		
Botar el baño							
W=9,5	Operación	Producto	%	Cantidad	g/L	°T	Tiempo
Recurtido 1	Baño	Agua	80	7,6	L	Ambiente	40 min
		Cromo	2	190	g		
		Sulfato de aluminio	1	95	g		
Botar el baño							
Neutralizado	Baño	Agua	100	9,5	L		30 min
		Formiato de sodio	1	95	g		
		Recurtiente neutralizante (tanigan p.a.k.)	2,5	237,5	g		60 min
Botar el baño							
	baño	Agua	300	28,5	L	35°C	40 min
Botar el baño							
Recurtido 2	Baño	Agua	50	4,75	L	40 °C	10 min
		Recurtiente dispersante	1	95	g		
		Tara	4	380	g		60 min
		Rellenante de faldas	2	190	g		
Tintura	Baño	Anilina trufoxane gmg	4	380	g		40 min
		Recina acrilica diluida en 1:10	2	190	g		

Engrase	Baño	Agua	150	14,25	L	60 °C	60 min	
		Ester fosforico	6	570	g			
		Aceite mineral	1	95	g			
			Diluir la mezcla de ester fosforico + aceite mineral 1:10					
			Parafina sulfoclorada	4	380	g		
			Aceite catiónico	1	95	g	60 °C	20 min
			Ac. Fórmico 1:10	0,5	47,5	g	Ambiente	10 min
			1ra parte		15,83333	g		
			2da parte		15,83333	g		
			3ra parte		15,83333	g		
	Botar el baño							
	Baño	Agua	200	19	L	Ambiente	25 min	
	Botar el baño							
	Perchar 24 horas							
	Secar y estacar el cuero							

Anexo 18. Receta para acabado en seco de cuero caprino utilizando el 5% de tara.

Proceso	Operación	Producto	%	cantidad	g/L	°T	Tiempo
	Humectación	aceite pool of puro		500	mL		
		Aplicar en dos cruces y reposar 12 horas					
		Planchado 120 atm de presión, a 60°C durante 3 segundos.					
pintado	Mezclado	penetrante		20	g		
		Agua		300	mL		
	Mezclado	Compacto		400	g		
		Agua		200	mL		
	Mezclado	pigmento amarillo		95	g		
		Complejo pardo		3	g		
Complejo rojo			2	g			
lacado		Agua		700	mL		
		Hidrolaca		300	g		
	planchar con placa liza						

Anexo 19. Receta de proceso de ribera del cuero caprino para la curtición de pieles caprinas utilizando el 5% de curtiente sintético.

W=17,7	Operación	Producto	%	Cantidad	g/L	°T	Tiempo	
Remojo	Baño	Agua	200	35,4	L	Ambiente	30 Min	
		Tenso Activo	1	177	g			
		Cloro	1	Sachet				
Pelambre Por Embadurnado	Botar El Baño							
	Baño	Agua	5	0,885	L	Ambiente	12 Horas	
		Cal	3	531	g			
		Sulfuro De Sodio	2,5	442,5	g			
		Yeso	1	177	g			
Retirar Lana O Pelo								
W=16	Operación	Producto	%	Cantidad		°T	Tiempo	
Pelambre En Bombo	Baño	Agua	100	16	L	Ambiente	10 Min	
		Sulfuro De Sodio	0,4	64	g	Ambiente	10 Min	
		Sulfuro De Sodio	0,4	64	g	Ambiente	10 Min	
		Agua	50	8	L	Ambiente		
		Sal	0,5	80	g	Ambiente	10 Min	
		Sulfuro De Sodio	0,5	80	g	Ambiente	30 Min	
		Cal	1	160	g	Ambiente	30 Min	
		Cal	1	160	g	Ambiente	30 Min	
		Cal	1	160	g	Ambiente	3 Horas	
		Reposar En El Bombo Por 20 Horas Girar 5 Min Y Descansar 55 Min						
	Baño	Agua	200	32	L	Ambiente	20 Min	
	Botar El Baño							
	Baño	Agua	100	16	L	Ambiente	30 Min	
Cal		1	160	g				
Botar El Baño								
Descarnado								

Anexo 20. Receta de proceso de desencalado, remojo y purgado, piquelado, para la obtención de cuero de pieles caprinas utilizando el 5% de curtiembre sintético.

W=17	Operación	Producto	%	Cantidad	g/L	°t	Tiempo
Desencalado	Baño	Agua	100	17	L	25°C	60 min
		Bisulfato de sodio	1	170	g		60 min
		Formiato de sodio	1	170	g		60 min
Redido y purgado	Baño	Agua	100	17	L	35°C	40 min
		Rindente	0,5	85	g		
	Botar el baño						
	Baño	Agua	200	34	L	Ambiente	20 min
	Botar el baño						
1 ^{er} piquelado	Baño	Agua	100	17	L	Ambiente	10 min
		Sal	5	850	g		
		Ac. Formico 1:10	1,4	238	g	Ambiente	
		1ra parte				Ambiente	20 min
		2da parte				Ambiente	20 min
		3ra parte				Ambiente	60 min
		Ac. Formico 1:10	0,4	68	g	Ambiente	
		1ra parte			mL		20 min
		2da parte			mL		20 min
		3ra parte			mL		20 min
		Botar el baño					

Desengrase	Baño	Agua	100	17	L	35°C	60 min	
		Tenso activo	2	340	g			
		Diesel	1	170	g			
	Botar el baño							
			Agua	100	17	L	35°C	60 min
			Tenso activo	2	340	g		
Botar el baño								
2do piquelado		Agua	100	17	L	20 min		
		Sal	6	1020	g			
		Ac. Formico 1:10	1	170	g			
		1ra parte						
		2da parte					20 min	
		3ra parte					60 min	

Anexo 21. Receta para el proceso de curtido (Tratamiento 1 para de pieles caprinas utilizando el 5% de curtiente sintético).

W=17	Operación	Producto	%	Cantidad		°T	Tiempo
Curtición		Curtiente sintético trupotan tch	5	850	g		60 min
		Ac. Fórmico 1:10	0,6	102	g		
		1ra parte					20 min
		2da parte					20 min
		3ra parte					20 min
		Granofin	4	680	g		4 horas
	Botar el baño						
Wet white							
Perchar una noche, raspar a calibre de 1,2 mm							

Anexo 22. Receta para acabado en húmedo de cuero caprino utilizando el 5% de curtiente sintético.

W=6,4	Operación	Producto	%	Cantidad		°T	Tiempo
Re humectación	Baño	Agua	200	12,8	L	Ambiente	40 min
		Humectante	0,2	12,8	g		
		Ácido fórmico	0,2	12,8	g		
Botar el baño							
W=9,5	Operación	Producto	%	Cantidad		°t	Tiempo
Recurtido	Baño	Agua	80	7,6	L	Ambiente	40 min
		Cromo	2	190	g		
		Sulfato de aluminio	1	95	g		
Botar el baño							
Neutralizado	Baño	Agua	100	9,5	L		30 min
		Formiato de sodio	1	95	g		
		Recurtiente neutralizante (tanigan p.a.k.)	2,5	237,5	g		60 min
Botar el baño							
		Agua	300	28,5	L		40 min
Botar el baño							
Recurtido	Baño	Agua	50	4,75	L	35°C	10 min
		Recurtiente dispersante	1	95	g		
		Tara	4	380	g		
		Rellenante de faldas	2	190	g		
Tintura	Baño	Anilina trufoxane gmg	4	380	g		40 min
		Recina acrilica diluida en 1:10	2	190	g		

Engrase		Agua	150	14,25	L	60 min
		Ester fosforico	6	570	g	
		Aceite mineral	1	95	g	
		Diluir la mezcla de ester fosforico + aceite mineral 1:10		0		
		Parafina sulfoclorada	4	380	g	20 min
		Aceite cationico	1	95	g	
		Ac. Formico 1:10	0,5	47,5	g	10 min
		1ra parte		15,83333		
		2da parte		15,83333		
			3ra parte		15,833333	
	Botar el baño					
	Baño	Agua	200	12,8	L	25 min
	Botar el baño					
	Perchar 24 horas					
	Secar y estacar el cuero					

Anexo 23. Receta para acabado en seco de cuero caprino utilizando el 5% de curtiente sintético.

Proceso	Operación	Producto	%	Cantidad	g/L	°T	Tiempo
	Humectación	Aceite Pool Of Puro		500	mL		
	Aplicar en dos cruces y reposar 12 horas						
Pintado	Mezclado	Penetrante		20	g		
		Agua		300	mL		
	Mezclado	Complejo Metálico Pardo Claro		25	g		
		Complejo Metálico Rojo		3	g		
	Mezclado	Ligante De Partícula Fina		100	g		
		Agua		300	mL		
	Pintado En Una Cruz Y Secado Por 30 Minutos						
Lacado	Mezclado	Agua		700	mL		
		Hidrolaca		300	g		