



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

**“UTILIZACIÓN DE UNA COMBINACIÓN DE TRES CURTIENTES, EN EL
ADOBE DE PIELES DE CABRA PARA CALZADO”**

**TRABAJO DE TITULACIÓN
Previo a la obtención del título de
INGENIERO EN INDUSTRIAS PECUARIAS**

**AUTOR
EDWIN RUBÉN SAGÑAY LEMA**

**RIOBAMBA - ECUADOR
2017**

El presente trabajo de titulación fue aprobado por el siguiente tribunal

Ing. MC. Fabricio Armando Guzmán Acán.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. MC. Luis Eduardo Hidalgo Almeida.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Dra. MC. Georgina Hipatía Moreno Andrade.

ASESORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Riobamba, 02 de Febrero del 2017.

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Edwin Rubén Sagñay Lema, con cédula de identidad número 0604442723, declaro que el presente trabajo de titulación es mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

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

Riobamba, 02 de Febrero del 2017

Edwin Rubén Sagñay Lema

CI: 0604442723

DEDICATORIA

A Dios Todopoderoso por haber permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, fuente de amor y templanza.

A mis padres José Francisco y Amalia María, por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida, por el apoyo incondicional perfectamente mantenido a través del tiempo.

A mis hermanos Sandra Isabel, Edison Iván y Norma Susana, por estar conmigo y apoyarme siempre, los quiero mucho.

A mi esposa Janeth, la ayuda ideal.

A mi hijo Maikel, origen de esperanza y compromiso.

A mis familiares y amigos que tuvieron una palabra de apoyo para mí durante mis estudios.

Edwin

AGRADECIMIENTO

Los resultados de este trabajo de titulación, quiero agradecer sinceramente a aquellas personas que, de alguna forma, son parte de su culminación.

A la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO por darme la oportunidad de estudiar y ser un profesional.

A mi director de trabajo de titulación, Ing. Luis Hidalgo por su esfuerzo y dedicación, quien con sus conocimientos, su experiencia, su paciencia, y su motivación ha logrado en mí que pueda terminar mis estudios con éxito.

Con similar gratitud agradecemos a la Dra. Georgina Moreno por su tiempo y dedicación, por compartir su gran experiencia.

No puedo dejar de agradecer a todos los profesores de la Facultad de Ciencias Pecuarias que me acompañaron en mi crecimiento como persona, estudiante y como futuro profesional, entregando dedicación y esfuerzo para convertirme en persona preparada para mi porvenir.

Gracias a todos ellos.

Edwin

CONTENIDO

	Pág.
Resumen	v
Abstract	vi
Lista de cuadros	vii
Lista de Gráficos	viii
Lista de Anexos	ix
I. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
II. <u>REVISIÓN DE LA LITERATURA</u>	3
A. PIEL CAPRINA	3
B. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA PIEL	5
C. PROCESOS DE RIBERA	6
1. <u>Remojo</u>	6
2. <u>Pelambre y Calero</u>	7
3. <u>Descarnado</u>	8
4. <u>Dividido</u>	9
D. CURTICIÓN CON EXTRACTOS VEGETALES	9
1. <u>Extractos vegetales</u>	11
2. <u>Sintéticos de substitución</u>	11
3. <u>Sintéticos dispersantes</u>	12
4. <u>Fijadores de taninos</u>	12
5. <u>Otros productos auxiliares</u>	13
a. Método general	13
E. COMO CONSEGUIR DETERMINADOS RESULTADOS, ELIMINANDO DEFECTOS OBTENIENDO CALIDADES CONCRETAS QUE SE PIDAN EN EL ARTÍCULO FINAL	13
1. <u>Tacto</u>	13
2. <u>Soltura de flor</u>	14
3. <u>Resistencias físicas</u>	15
4. <u>Finura de flor</u>	15
5. <u>Finura de felpa</u>	16
6. <u>Plenitud y grosor</u>	16
7. <u>Superficie</u>	16
8. <u>Penetración del Color</u>	17

9.	<u>Intensidad del color</u>	17
10.	<u>Igualación de la tintura</u>	17
11.	<u>Solideces de la tintura</u>	18
12.	<u>Hidrofugación, impregnación o absorción de la capa de fondo del acabado</u>	18
13.	<u>Eflorescencias salinas y grasas</u>	18
14.	<u>Aguas residuales</u>	19
F.	TARA	19
G.	ALDEHÍDO	22
1.	<u>Propiedades</u>	22
a.	Propiedades físicas	22
b.	Propiedades químicas	24
2.	<u>Nomenclatura</u>	24
3.	<u>Reacciones de los aldehídos</u>	24
4.	<u>Usos</u>	25
H.	FORMALDEHIDO	25
1.	<u>Aplicaciones</u>	29
I.	GLUTARALDEHÍDO	29
1.	<u>Curtición con glutaraldehído</u>	30
2.	<u>Aplicaciones</u>	30
J.	CURTICIONES CON SALES DE ALUMINIO	31
1.	<u>Productos para la curtiembre con aluminio</u>	33
a.	Sales curtientes de aluminio	34
b.	Curtición con sulfato de aluminio	34
III.	<u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	36
A.	LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO	36
B.	UNIDADES EXPERIMENTALES	36
C.	MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES	37
1.	<u>Materiales</u>	37
2.	<u>Equipos</u>	37
3.	<u>Productos químicos</u>	38
D.	TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL	38
E.	MEDICIONES EXPERIMENTALES	40

1.	<u>Físicas</u>	40
2.	<u>Sensoriales</u>	41
3.	<u>Económicas</u>	41
F.	ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA	41
G.	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	41
1.	<u>Remojo</u>	41
2.	<u>Pelambre por embadurnado</u>	42
3.	<u>Desencalado y rendido</u>	42
4.	<u>Piquelado</u>	42
5.	<u>Curtido</u>	43
6.	<u>Neutralizado y recurtido</u>	43
7.	<u>Tintura y engrase</u>	43
8.	<u>Aserrinado, ablandado y estacado</u>	44
H.	METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN	44
1.	<u>Análisis sensorial</u>	44
2.	<u>Análisis de las resistencias físicas</u>	45
3.	<u>Resistencia a la tensión</u>	46
a.	Procedimiento	47
4.	<u>Porcentaje de elongación</u>	48
5.	<u>La resistencia del cuero al frote en seco</u>	49
IV.	<u>RESULTADOS Y DISCUSIONES</u>	51
A.	EVALUACIÓN DE LAS RESISTENCIAS FÍSICAS DE LOS CUEROS CAPRINOS ADOBADOS CON DIFERENTES COMBINACIONES DE TRES CURTIENTES PARA LA CONFECCIÓN DE CALZADO	51
1.	<u>Resistencia a la tensión</u>	51
2.	<u>Porcentaje de elongación</u>	54
3.	<u>Resistencia al frote en seco</u>	57
B.	EVALUACIÓN DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DE LOS CUEROS CAPRINOS ADOBADOS CON DIFERENTES COMBINACIONES DE TRES CURTIENTES PARA LA CONFECCIÓN DE CALZADO	59
1.	<u>Llenura</u>	59

2.	<u>Blandura</u>	62
3.	<u>Redondez</u>	64
C.	EVALUACIÓN ECONÓMICA	67
V.	<u>CONCLUSIONES</u>	69
VI.	<u>RECOMENDACIONES</u>	70
VII.	<u>LITERATURA CITADA</u>	71
	ANEXOS	

RESUMEN

En el Taller de curtiembre de Pieles de la FCP de la ESPOCH, se evaluó la utilización de una combinación de tres curtientes, en el adobe de pieles de cabra para calzado, por lo que las unidades experimentales (24 pieles), fueron distribuidas bajo un Diseño Completamente al Azar simple. Se identificó como combinación adecuada de curtientes el tratamiento T2 (7% de tara más 7% de sulfato de aluminio y 2% de glutaraldehído), ya que mejoró su clasificación por lo que puede ser replicado en fábrica. Se estableció la mayor resistencia física del cuero caprino al utilizar el tratamiento T2; puesto que, alcanzó a superar las normas europeas de calidad del cuero para calzado específicamente, resistencia a la tensión (2357,62 N/cm²), frote en seco (177,88 ciclos), es decir cueros que soportan tensiones multidireccionales ejercidas sobre el entretejido fibrilar. La evaluación sensorial identificó como las mejores calificaciones al utilizar una curtición con la combinación de 7% de tara más 7% de sulfato de aluminio y 2% de glutaraldehído (T2), con ponderaciones de llenura (4,63 puntos), blandura (4,75 puntos), y redondez (4,88 puntos), calificaciones que correspondieron a excelente. El mayor índice de beneficio costo fue para el T2 con 1,25 USD; es decir, que por cada dólar invertido se espera una ganancia de 25 centavos, además de ser económicamente rentable proporciona una gran alternativa ecológica para sustituir el cromo por otro tipo de curtiente que resulta amigable para el ambiente.

ABSTRACT

In the fur tannery of the FCP of the ESPOCH, it was evaluated the usage of a combination of three tanneries in the goat fur dressing for footwear. The experimental units (24 furs) were distributed by a completed, simple and random design. The treatment T2 (7% of tare plus 7% of aluminum sulphate and 2% of glutaraldehyde) was identified as a suitable combination of tanneries. Since it improved its classification, therefore it can be replicated in the factory. The greatest physical resistance of the goat fur was established when using this treatment. Since this reach the European standards of the leather for shoes specifically. Resistance to the tension (2357, 62 N/cm²), dry front (177, 88 cycles), this means that the leather supports multidirectional tensions carried on intermingling fibrillar. The sensorial evaluation the best scores when using a tanning with a combination of 7% of the tare plus 7% of the aluminum sulphate and 2% of glutaraldehyde (T2), weightings of fullness (4,63 points), softness (4,75 points), rounded (4,88 points). These scores belong to the excellent scale. The highest rate of benefit cost was for the T2 with \$ 1.25. In other words, per each dollar invested, it is expected to earn 25 cents. In addition it is economically profitable and it is a great ecological alternative to replace the chrome by another king of tanning which is eco-friendly.

LISTA DE CUADROS

N°		Pág.
1.	COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA TARA.	21
2.	NOMENCLATURA DE LOS ALDEHÍDOS.	23
3.	PRODUCTOS PARA LA CURTICIÓN CON ALUMINIO.	33
4.	CONDICIONES METEOROLÓGICAS DEL CANTÓN RIOBAMBA.	36
5.	ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.	40
6.	ESQUEMA DEL ADEVA.	40
7.	EVALUACIÓN DE LAS RESISTENCIAS FÍSICAS DE LOS CUEROS CAPRINOS ADOBADOS CON DIFERENTES COMBINACIONES DE TRES CURTIENTES PARA LA CONFECCIÓN DE CALZADO.	52
8.	EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DE LOS CUEROS CAPRINOS ADOBADOS CON DIFERENTES COMBINACIONES DE TRES CURTIENTES PARA LA CONFECCIÓN DE CALZADO.	60
9.	EVALUACIÓN ECONÓMICA.	68

LISTA DE GRÁFICOS

N°		Pág.
1.	Curtición por puentes metálicos con acetona.	27
2.	Curtición por puentes de sulfona.	27
3.	Grupos amida y el formaldehído.	28
4.	Comportamiento de la resistencia a la tensión de los cueros caprinos adobados con diferentes combinaciones de tres curtientes para la confección de calzado.	53
5.	Comportamiento del porcentaje de elongación de los cueros caprinos adobados con diferentes combinaciones de tres curtientes para la confección de calzado.	55
6.	Comportamiento de la resistencia al frote en seco de los cueros caprinos adobados con diferentes combinaciones de tres curtientes para la confección de calzado.	58
7.	Comportamiento de la llenura de los cueros caprinos adobados con diferentes combinaciones de tres curtientes para la confección de calzado.	61
8.	Comportamiento de la blandura de los cueros caprinos adobados con diferentes combinaciones de tres curtientes para la confección de calzado.	63
9.	Comportamiento de la redondez de los cueros caprinos adobados con diferentes combinaciones de tres curtientes para la confección de calzado.	65

LISTA DE ANEXOS

N°

1. Comportamiento de la resistencia a la tensión de los cueros caprinos adobados con diferentes combinaciones de tres curtientes para la confección de calzado.
2. Comportamiento del porcentaje de elongación de los cueros caprinos adobados con diferentes combinaciones de tres curtientes para la confección de calzado.
3. Comportamiento de la resistencia al frote en seco de los cueros caprinos adobados con diferentes combinaciones de tres curtientes para la confección de calzado.
4. Comportamiento de la llenura de los cueros caprinos adobados con diferentes combinaciones de tres curtientes para la confección de calzado.
5. Comportamiento de la blandura de los cueros caprinos adobados con diferentes combinaciones de tres curtientes para la confección de calzado.
6. Comportamiento de la redondez de los cueros caprinos adobados con diferentes combinaciones de tres curtientes para la confección de calzado.
7. Receta de remojo de las pieles caprinas.
8. Receta de pelambre de las pieles caprinas.
9. Receta de desencalado de pieles caprinas.
10. Receta del curtido con 6% tara, 1% glutaraldehído, 6% sulfato de aluminio.
11. Receta del curtido con 7% tara, 2% Glutaraldehido, 7% sulfato de aluminio.
12. Receta de curtido de las pieles caprinas con 8% tara, 3% glutaraldehído, 8% sulfato de aluminio.
13. Receta del recurtido de las pieles caprinas.

I. INTRODUCCIÓN

El cuero proviene de la piel del animal preparada químicamente para producir un material robusto, flexible y resistente a la putrefacción. Casi toda la producción mundial de cuero procede de pieles de ganado vacuno, caprino y lanar; sin embargo, también se utiliza pieles de caballo, canguro y diversos reptiles. Una de las actividades industriales más importantes de la humanidad ha sido la industria curtiembre, ya que el hombre ha necesitado vestirse con pieles de animales para lograr sobrevivir a las fuertes condiciones ambientales, en la época de la prehistoria se utilizaba las pieles crudas ya que no se tenía mayor conocimiento de la tecnologías, pero a medida que fue avanzando la humanidad surgió la necesidad de lograr que esas pieles de animales se transformaran en cueros imputrescibles, así por accidente se descubrió que las plantas contienen taninos cuyo poder curtiente logra dar esta transformación a la piel, se ha ido descubriendo nuevos procesos que son más rápidos, más ágiles.

La tendencia mundial actual se orienta a la utilización de productos de origen natural como las pieles caprinas para calzado, las cuales presentan una amplia ventaja en duración y calidad ante los productos de origen sintético. Esto da al país la oportunidad de exportar nuevos e innovadores artículos como por ejemplo: tapetes, alfombras, zamarros, forros de chaquetas, prendas de vestir, cubre asientos para automóviles, tapicería de muebles, talabartería, entre otros; los cuales pueden ser conocidos y apreciados en el mercado mundial y así generar fuentes de ingresos seguros y mejores, a más del empleo permanente de un determinado número de personas vinculadas a esta actividad productiva.

En la actualidad en el mundo globalizado en el que nos desarrollamos la industria de la transformación de piel en cuero ha sufriendo cambios importantes tanto en la mejora de procesos como también en implementar nuevas tecnologías que mitiguen el poder contaminante de los productos químicos que pasan a formar parte de los baños, razón por la cual se ha visto la necesidad de utilizar productos más amigables con el medio ambiente que sustituyan la dependencia del cromo que es el único curtiente que se lo conocía y utilizaba.

Las grandes empresas multinacionales en las que todos los procesos productivos están integrados en una misma cadena (la producción de piensos, la cría de los reproductores, el engorde de la descendencia, los mataderos y la comercialización del producto final). Sin embargo, la explotación caprina se considera rentable gracias a que estos animales poseen un alto poder de transformación y asimilación de los alimentos ricos en celulosa por lo que se lo considera el habitante ideal de las zonas semiáridas, como también resistentes al ataque de ectoparásitos que son ahuyentados por su olor característico producido por las glándulas odoríferas que afectarían a la piel.

En la presente investigación se utilizó una mezcla a diferentes proporciones de glutaraldehído, sulfato de aluminio y tara es decir se realizara una curtición combinada mineral – vegetal, aprovechando cada una de las ventajas de estos curtientes para obtener un cuero muy resistente, suave, delicado y sobre todo afiance la posibilidad de una producción más limpia en el proceso del curtido que es en donde se eleva la carga contaminante de los residuos, para que luego esta investigación pueda ser aplicada en el campo industrial, por lo cual los objetivos planteados fueron:

- Identificar la combinación adecuada de curtientes (tara 6%, 7%, 8%; glutaraldehído 1%, 2%, 3% y sulfato de aluminio 6%, 7%, 8%), para la producción de cueros para calzado.
- Establecer las resistencias físicas del cuero caprino destinado a la confección de calzado y compararlas con los límites permisibles y las exigencias expuestas en las normas internacionales del cuero.
- Estimar la calidad sensorial del cuero caprino a través de las calificaciones de blandura llenura, y redondez, para conocer la aceptación por parte del usuario y del artesano.
- Definir los costos de producción y rentabilidad de cada uno de los tratamientos.

II. REVISIÓN DE LA LITERATURA

A. PIEL CAPRINA

Abraham, A. (2001), reporta que los caprinos comprenden a las cabras, carneros y especies afines. Principalmente se detectan sus cuernos retorcidos en espiral, mayores en el macho que en la hembra. Las cabras y especies afines se distinguen de los carneros por la presencia de una barba o perilla. No obstante esta distinción no corresponde totalmente a la clasificación industrial de caprinos y caprinos, puesto que esta solo; y exclusivamente, se refiere a que tengan o no lana recubriendo la piel. Los caprinos son las que surten a la industria de pieles muy finas y por esta condición, una vez curtidas, se destinan a la confección de calzado de alto precio, guantes, encuadernaciones de la mejor calidad, etc. De los animales más jóvenes se obtienen los cueros más finos y de mayor valor. La piel de cabra tiene una estructura fibrosa muy compacta no producen lana, sino pelo, es decir, que se trata de fibras meduladas en toda su extensión. Los caprinos Se consumen grandes cantidades y se consideran de gran valor en el mercado. Por proporción inversa cuanto más larga es la lana o el pelo del animal, menos valor tiene la piel. El trabajo de preparación de este tipo de pieles se hace difícil por ser portadoras de gran cantidad de grasas

Hidalgo, L. (2004), señala que las pieles caprinas presentan una estructura fibrosa muy compacta, con fibras meduladas en toda su extensión. Estas pieles, muy finas, son destinadas a la alta confección de vestidos, calzados y guantes de elevada calidad. El control de calidad se puede hacer sobre el cuero (piel curtida) o sobre la piel ante y post mortem, estableciéndose criterios de clasificación que le dan su valor de mercado. La calidad de la piel y del cuero, está relacionada con su manejo, sacrificio, desollado, conservación, almacenamiento y curtido. La dermis es la parte de la piel que se transforma en cuero y representa en torno del 85% del espesor. Se encuentra inmediatamente debajo de la epidermis y el límite entre las dos capas no es regular, caracterizándose por la presencia de salientes y entrantes que se entremezclan y se ajustan entre sí. La piel caprina está formada por dos capas poco delimitadas entre ellas. Una termostática o papilar,

más superficial, donde están los folículos pilosos, glándulas sudoríparas y sebáceas y el músculo erector del pelo, constituida por tejido conjuntivo laxo y fibrillas especiales de colágeno. La segunda capa, más profunda y espesa, es la capa reticular, constituida por tejido conjuntivo denso, entrelazado con fibras elásticas y mayor presencia de fibras de colágeno, algunos estudios han demostrado que en la piel existen zonas diferenciadas en cuanto a estructura relacionada con el espesor y la densidad. Otros tratan sobre la diferencia en la resistencia físico-mecánica del cuero entre sus distintas regiones o entre especies. Hay razas de cabras especializadas en la producción de piel a las cuales se les debería introducir en nuestro país como son: Mubende (Uganda), RedSokoto ó Maradi (Nigeria) y Black Bengal (India), que en países como India y Pakistán suponen una fuente de ingresos muy importante.

Soler, J. (2004), reporta que la piel de cabra posee un gran valor en el mercado debido a su apariencia estética y su resistencia lo que permite obtener productos de alta calidad como guantes, tafiletes y napas. Su mayor inconveniente es el reducido tamaño de las piezas y por lo tanto limita su uso para ciertos productos y mayor coste de mano de obra. En Ecuador, la piel se considera un producto secundario en la explotación caprina, aunque tenga un alto significado económico en cuanto a la valoración global del animal, por varias razones:

- Sistema de comercialización de pieles en mercados que no son aprobados por el gobierno y donde la piel muchas veces tienen precios exageradamente bajos.
- Falta de información a los ganaderos de cómo mejorar el manejo para obtener la máxima calidad de la piel.

Abraham, A. (2001), manifiesta que las zonas de la piel son:

- Central o noble: es la de mayor valor y comprende un rectángulo que engloba: dorso, lomo, grupa, y la parte alta de los costillares y espalda.

- Cuello: es la parte más débil y arrugada.
- Flancos: es la zona del bajo vientre y las extremidades hasta el carpo y tarso, es la parte más irregular y delgada.
- En el matadero se la incluye dentro del denominado 5^o cuarto, a la piel, cabeza, patas, despojos rojos y blancos, depósitos de grasa del aparato digestivo, ciertas glándulas y la sangre. De este grupo el valor económico de la piel, representa el 75% del grupo.

B. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA PIEL

Lacerca, M. (2003), menciona que 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.

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

Cotance, A. (2004), señala 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 caprinos 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.

Cotance, A. (2004), interpreta que 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 substancia 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.

C. PROCESOS DE RIBERA

1. Remojo

Fontalvo, J. (2009), expone los objetivos del remojo son fundamentalmente dos: rehidratar la piel y eliminar las suciedades, grasas, etc. que acompañan a la piel y deben eliminarse lo antes posible. Estos objetivos se consiguen mediante empleo de agua como producto principal, de tensoactivos, bactericidas, y opcionalmente de enzimas, y alguna pequeña cantidad de álcali. Y de efectos mecánicos también. Una formulación de base podría ser entre otras la siguiente:

- Pieles saladas con pelo (Vacuno, cabrío o similar)
- % sobre peso salado
- Operación efectuada en bombo
- 200 % Agua a 20°C
- Parar y rodar durante 60 -90 minutos
- Vaciar y lavar con reja o a puerta cerrada
- 200 % Agua a 20-22°C
- 0.5-1 % Auxiliar 1 (tensoactivo, enzima, etc.)

- 0.2 % Auxiliar 2 (álcali, bactericida, etc.)
- Parar y rodar durante 18 horas
- Vaciar y lavar con reja o a puerta cerrada

Fontalvo, J. (2009), indica que en el caso de pieles secas con pelo se empieza con un remojo a 20°C, estático de 1 a 3 días, con cambio de baño diario, y la adición de 0.1-0.2 g/l de un bactericida y potestativamente 15 -20 g/l de sal (solubilización de proteínas globulares) hasta que las pieles son suficientemente blandas para empezar el remojo dinámico análogo al de la piel salada. Como el peso de que se dispone es el peso seco los % deben ser el doble o el triple que en el caso de la piel salada. Un posible esquema de remojo dinámico de piel seca podría ser el siguiente:

- 600 % Agua a 20-22°C
- 1.5-3 % Auxiliar 1 (tenso activo, enzima etc.)
- 0.5 % Auxiliar 2 (álcali, bactericida etc.)
- Parar y rodar durante 18 horas
- Enjuagar y si la piel no es suficientemente blanda vaciar baño, y repetir baño durante 20 horas más
- Vaciar y lavar con reja o a puerta cerrada.

2. Pelambre y Calero

Lultcs, W. (2013), argumenta que una vez la piel esta hidratada, limpia y con parte de sus proteínas eliminadas en el remojo el siguiente paso es el pelambre (no en todas las pieles ya que hay algunos artículos en los que se conserva la lana). El pelambre es una hidrólisis química que provoca el hinchamiento de la piel y hace que se desprenda el pelo, y se descompone. El depilado de las pieles se puede realizar de distintas maneras. Antes del pelambre se hacía únicamente con cal y duraba 15 días

Adzet, J. (2005), menciona que ahora se utiliza el sulfuro y sulfhidrato sódico, pero al ser tan altamente contaminante se está trabajando con otras alternativas como puede ser la utilización de aminas o enzimas, el pelambre oxidativo, pelambres con recuperación de pelo, etc. También existe el pelambre manual que se utiliza para piel caprina. Se efectúa por embadurnado aplicando la pasta por el lado carne. Se quema la raíz y se extrae fácilmente. Este método también se puede hacer en piel vacuna pero la pasta tarda mucho en penetrar. La adición de los productos se hace en tres tomas para que las pieles se hinchen despacio. Lo ideal sería que no se produjera hinchamiento, pero con la adición de álcalis es inevitable. Las aminas y los tensoactivos disminuyen la velocidad de hinchamiento y disminuyen el hinchamiento. La flor queda más fina.

3. Descarnado

Portavella, M. (2005), indica que el principal objetivo de esta operación es la limpieza de la piel eliminando el tejido subcutáneo y adiposo. Dichos tejidos deben quitarse en las primeras etapas de la fabricación con el fin de facilitar la penetración de los productos químicos aplicados en fases posteriores y tener un espesor la más regular posible para la adecuada realización de las operaciones posteriores. Con el descarnado se obtiene la carnaza, que es un subproducto que contiene proteínas y grasas (en mayor cantidad en el caso de pieles de cordero). Para recuperar y aprovechar las grasas se tiene que prensar la carnaza en caliente. Los restos proteínicos se trituran y secan para utilizarlos para piensos, abonos, etc. La piel vacuna se tiene que descarnar y dividir. Pero la piel pequeña, al no tener generalmente que dividir las, 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

Jones, C. (2002), establece 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. El inconveniente principal de dividir en tripa es que se requiere mayor número de operarios, se tienen que manejar pieles más pesadas y es difícil de ajustar el grosor del dividido al espesor del artículo final, debido al estado de hinchamiento de la piel. El dividido en cromo tiene como ventajas principales la velocidad de la operación, el menor empleo de mano de obra, mayor regularidad y ajuste más fácil del grosor. Como inconvenientes hay el escaso valor del recorte cromado del cerraje, la dificultad de penetración de los productos en las operaciones de desescalado, rendido, piquel y curtición, posibilidad de aparición de arrugas y ligera disminución del pietaje final.

D. CURTICIÓN CON EXTRACTOS VEGETALES

Juran, J. (2009), reporta 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:

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.

Juran, J. (2009), indica que la fijación con las moléculas del colágeno se cree que se debe a puentes de hidrogeno, enlaces salinos con los grupos peptidicos 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.

- 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. También están en este grupo los productos inorgánicos como sales, que son solubles en el agua de extracción de los taninos.
- Insolubles: Como su nombre indica son partículas o micelas que puedan acompañar 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.

Hidalgo, L. (2004), reporta que 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.

1. Extractos vegetales

Portavella, M. (2005), indica que los productos principales evidentemente son los extractos vegetales según de la planta de que deriven y el tratamiento que se les haya efectuado tiene 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.

Frankel, A. (2009), indica que 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. 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 solubilizarían y reducción de su reactividad (astringencia) de un extracto de quebracho por sulfatación más o menos intensa y el aumento de la capacidad de relleno de una mimosa, por condensación con aumento del tamaño micelar etc.

2. Sintéticos de sustitución

Schorlemmer, P. (2002), expresa que como su nombre indica, son productos de síntesis a base de polifenoles, con propiedades curtientes, pero con pesos moleculares menores, que pueden ser usados en sustitución de los extractos

vegetales. En general se emplean mezclados con ellos a fin de ayudar a la penetración de los extractos ya que son algo dispersantes, para obtener colores más claros ya que su color es muy tenue y tienen algunos un relativo poder blanqueante. En general son más sólidos a la luz que los extractos vegetales y en ocasiones también este es otro motivo que justifica su empleo, aunque los resultados no son muy notorios. Es posible efectuar una curtición totalmente sintética con estos productos, pero esto solo se realiza en artículos y pieles muy concretas, por ejemplo reptiles para marroquinería o una curtición blanca vegetal con el corte blanco.

3. Sintéticos dispersantes

Salmeron, J. (2003), infiere que son productos de base naftalen - sulfónica con un elevado poder dispersante, se emplean a fin de dispersar a los insolubles, reducir el tamaño de las micelas de los tractos vegetales con la intención de procurar mayor facilidad de curtición, minimizando el riesgo de curticiones superficiales excesivas (curticiones muertas). Los sintéticos de sustitución muy poco reactivos (poco astringentes) solos o mezclados con dispersantes, son útiles como productos precurtientes, en este caso reaccionan con los grupos más reactivos de la piel a fin de facilitar la penetración de extractos vegetales al efectuar la curtición.

4. Fijadores de taninos

Sttofél A. (2003), indica que los taninos están unidos a la piel de una forma relativamente lábil, por ello es conveniente proceder a la fijación de los mismos en la piel. Dicha fijación se provoca mediante la disminución de pH con lo que se vuelve más catiónica y los taninos algo más insolubles, o mediante los productos catiónicos como sales metálicas, resinas de urea, melamina o similar t también insolubilizan a los taninos vegetales.

5. Otros productos auxiliares

Soler, J. (2004), menciona que se emplean productos reductores como el bisulfito, a fin de reducir posibilidades de oxidación. Formadores de complejos con el hierro como el EDTNA2 para evitar o quitar machas de hierro de las pieles, algún que otro producto rellenante y compactante como puede ser una caseína o productos similares. Fungicidas evitar la formación de mohos, grasas estables al vegetal etc.

a. Método general

Soler, J. (2004), señala que una vez las pieles están bien desescaladas, rendidas o no y lavadas, las de la curtición vegetal son las siguientes: precurtición para ayudar a la penetración de los taninos, curtición propiamente dicha en la que se consigue la penetración reacción de los taninos en toda la estructura de la piel, una fase de fijación taninos en la que se intenta que los taninos sean menos lixiviables con agua último una fase de acabado en la que pueden figurar una posible tintura, una recurtición o blanqueo y en mayor o menor proporción un engrase. A grandes rasgos se puede indicar que hay dos grandes líneas de curtidos al vegetal: la suela por un lado y los artículos para marroquinería, forro y similares por otro. En el caso de la suela se intenta obtener un artículo muy compacto y bastante duro y con un grosor un poco alto, mientras que en la mayoría de los otros casos los artículos son en general de menor grosor, menos duros y menos compactos llegando en algunos casos a ser blandos al estilo de algunas pieles al cromo.

E. COMO CONSEGUIR DETERMINADOS RESULTADOS, ELIMINANDO DEFECTOS OBTENIENDO CALIDADES CONCRETAS QUE SE PIDAN EN EL ARTÍCULO FINAL

1. Tacto

Sttofél, A. (2003), argumenta que a medida que vamos subiendo el pH del neutralizado la tendencia es aumentar la blandura de la piel ya que se obliga a

fijarse el cromo a la piel perdiendo reactividad mutua y por ello existiendo menos tendencia a reaccionar una fibra con sus vecinas pegándose entre sí en el secado. Por otro lado con el pH más alto los engrases amónicos., que son la mayoría, tienen más facilidad de penetración hasta la íntima estructura del colágeno evitando con ello también que las fibras se peguen en el secado aumentando con ello las probabilidades de obtener un tacto blando. El empleo de productos enmascarantes, salvo que el complejo formado con el cromo dé tacto duro y compacto (acetatos, fosfatos), tendrá tendencia a dar tacto blando, al disminuir la reactividad del cromo y evitando parcialmente también, por este mecanismo, que se peguen las fibras en el secado. Además de lo indicado que tiene tendencia a dar tacto blando, en general, también aumenta la facilidad de alargamiento de la piel.

2. Soltura de flor

Sttofél, A. (2003), argumenta que este aspecto de la calidad de la piel es uno de los que se ven más directamente afectado por la neutralización: a medida que vamos subiendo el pH la piel es más blanda y por ende más esponjosa, con lo cual al moverse más las fibras se pone más de manifiesto la separación que exista entre flor y corium. Este es el motivo por el que la neutralización siempre se procura hacer al mínimo valor de pH final que nos permitan las pieles y el artículo que se va a obtener con ellas. Los valores más corrientes de pH final están alrededor de 5 en pieles para empeine y 6 para confección. Se procura, por el mismo motivo, que no existan subidas bruscas de pH durante la neutralización, empleándose productos que formen un tampón con la acidez de la piel.

Hidalgo, L. (2004), indica que el empleo conjunto de algún producto rellenante con el fin de compensar la esponjosidad que da la neutralización, no es un hecho desdeñable. El efecto de la doble piel que se da principalmente en el caso de pieles lanares, para artículos blandos para confección, se intenta evitar con los mismos productos y aplicando las mismas ideas, pero el tacto final muy blando, que a veces se exige no permite terminar la neutralización a pH bajos, como sería de desear para intentar evitar la doble piel.

3. Resistencias físicas

Thorstensen, E. (2002), indica que ya se ha indicado que el motivo principal de la neutralización es la eliminación de los restos de ácido sulfúrico que pueda contener la piel, con el objeto de eliminar la posible pérdida de resistencias físicas con el tiempo por la acción de dicho ácido sobre las fibras de la piel. En el caso de que sea muy necesario no subir el pH de la piel a efectos de salvaguardar la soltura de flor u otra característica, es necesario como mínimo un tratamiento con álcalis muy débiles como el formiato o acetato sódico y/o un lavado muy abundante a fin de eliminar los restos de sulfúrico de la piel.

Hidalgo, L. (2004), reporta que un aspecto aparte es el hecho de que en pieles que deban ser recurtidas con sintéticos o vegetales, si se realiza una neutralización superficial, la recurtición no afecta al interior de la piel, (salvo que se empleen cantidades muy elevadas de recurtientes) y con ello no se disminuye la resistencia interna del cuero y con ello de toda la piel. Este es un caso que con una neutralización escasa se favorece la resistencia de la piel. Las normas de calidad para el cuero acabado, tanto en el caso de cueros de curtición vegetal, establecen que el valor de pH del extracto acuoso del cuero debe ser igual o mayor que 3,5 y el valor de pH diferencial 0,7 como máximo. Cuando se obtienen éstos valores para un cuero determinado éste no posee ácidos fuertes libres y por consiguiente tendrá un buen comportamiento al almacenamiento. Las resistencias físicas del cuero evalúan la firmeza de la estructura que presenta el cuero a las fuerzas a las que será sometido en el uso diario, si el resultado estas pruebas no cumple los parámetros establecidos en la normativa de referencia el cuero no resistirá satisfactoriamente el uso al que será sometido.

4. Finura de flor

Artigas, M. (2007), indica que el enmascaramiento reduce la reactividad de la flor frente a los recurtientes y colorantes de adición posterior, con lo cual la tendencia es que se obtenga mayor finura empleando productos enmascarantes al efectuar la neutralización. Naturalmente cuanto más enmascarante es el neutralizante más

se da este fenómeno, si bien hay que recordar que un exceso de enmascarante descurtirá en mayor o menor cuantía la piel. Además de este hecho general hay que tener en cuenta la tendencia que cada neutralizante enmascarante comunica a la piel tenemos, por ejemplo, que el formiato da una flor abierta y blanda; el acetato da una flor cerrada, fina y compacta; el bórax y los fosfatos dan flor dura y cerrada, el sulfito y bicarbonato sódicos no dan una característica concreta, ya que apenas modifican el aspecto de la flor, el bicarbonato amónico y similares dan una flor muy visible.

5. Finura de felpa

Font, J. (2005), manifiesta que en los casos de ante y serraje apenas se tiene en cuenta la compacidad que puede dar la neutralización, a fin de modificar la estructura de la felpa, pero se puede suponer que neutralizando con compuestos que den algo duro y compacto, es más fácil obtener la felpa algo más fina. Por ejemplo empleando acetato, bicarbonato o tetraborato sódicos.

6. Plenitud y grosor

Salmeron, J. (2003), investiga que la neutralización en principio no llena, lo único que se puede tener en cuenta es si compacta más o menos la presencia de un rellente en el producto neutralizante. También es interesante tener presente que si neutralizamos más a fondo, facilitaremos la penetración de los posibles productos aniónicos que posteriormente se añadirán con el fin de rellenar. Debemos tener presente que por mucho que se rellene en la recurtición será difícil aumentar algo más de un 10-15% del grosor que tendría la piel sin recurtición.

7. Superficie

Salmeron, J. (2003), expresa que se puede favorecer ligeramente una superficie final algo mayor neutralizando a fondo y empleando algún enmascarante,

provocando con ello que la piel sea menos compacta y ceda más en las máquinas de escurrir, repasar y pinzar.

8. Penetración del color

Artigas, M. (2007), indica que cuanto más alto es el pH final del neutralizado y más enmascamiento se ha producido, menos reactivo será el cromo de la piel y por lo tanto más facilidad tendrá el colorante para penetrar y viceversa. Hay que tener en cuenta que lo indicado ayuda a obtener tinturas atravesadas, pero no es suficiente, hay que añadir otras variables como temperatura baja, baños cortos, agentes auxiliares y cantidad suficiente de colorantes.

9. Intensidad del color

Según Lultcs, W. (2013), la intensidad de la tintura en principio va en relación inversa a la facilidad de penetración y por lo tanto se ve afectada de forma inversa por las variables de la neutralización citadas en el punto anterior, pero el enmascamiento excesivo afecta más definitivamente a la intensidad reduciéndola, que un pH elevado final en la neutralización, ya que la disminución de reactividad debida al pH se modifica fácilmente con un ácido y el enmascamiento no. Un lavado escaso antes de la neutralización con la consiguiente precipitación del cromo en superficie, disminuye la reactividad superficial de la piel con la consiguiente pérdida de intensidad de la tintura.

10. Igualación de la tintura

Artigas, M. (2007), indica que en principio una neutralización regular facilita la igualación puesto que disminuye la reactividad del colorante, pero si ha habido déficit en el lavado previo y se ha producido precipitación de cromo, entre la posible mala distribución del cromo y la menor cobertura de la tintura, puede producirse una tendencia a mala igualación.

11. Solideces de la tintura

Ángulo, A. (2007), reporta que puesto que la solidez de la tintura, para unos determinados colorantes depende de la fijación de los mismos a la piel, si entre la neutralización y la tintura no existe recurtición alguna aniónica, cuanto más enmascarada sea la neutralización al ser menos reactiva la piel, el colorante se fijará algo menos y la solidez disminuirá un poco. Si existe recurtición aniónica, la fijación y por ende la solidez de la tintura, vendrá determinada por el efecto de los recurtientes, tanto desde el punto de vista de la fijación del colorante como por la solidez a la luz propia de los recurtientes.

12. Hidrofugación, impregnación o absorción de la capa de fondo del acabado

Artigas, M. (2007), estudia que la absorción de la piel viene determinada principalmente por la recurtición, y por lo tanto la neutralización afectará en función de lo que afecte a la recurtición (más o menos penetración de la recurtición). No obstante tanto si existe recurtición, como si ésta no existe puede dificultarse mucho la hidrofugación (proceso muy lábil) si el tensoactivo que se ha empleado para rehumectar la piel o no se ha lavado bien, o es demasiado humectante, o la cantidad que se ha usado es excesiva. Para hidrofugar posteriormente lo mejor es no usar tensoactivo y en su lugar, temperatura y más tiempo. Hay que recordar que la mayoría de hidrofugantes basan su acción en la reacción con el cromo de la piel, si este está desactivado por envejecimiento, enmascaramiento, o similar, la hidrofugación es más difícil.

13. Eflorescencias salinas y grasas

Font, J. (2005), expone que si los lavados posteriores a la neutralización son muy escasos, puede darse el caso de que la piel presente eflorescencias salinas, si bien es más corriente que esto sea debido a poco lavado al final del proceso húmedo. (Tintura, engrase, fijaciones). El exceso de grasa natural, si existe, puede intentar eliminarse antes del neutralizado en el proceso de rehumectación, desengrasando

las pieles en cromo. Además en el caso de que la piel se neutralice poco y quede algo de ácido dentro, este pH algo bajo puede con el tiempo favorecer la saponificación de ásteres naturales de ácidos grasos saturados o no saturados y producirse la migración hacia el exterior de la piel, siendo los ácidos saturados los que darán la eflorescencia blanca muy visible y por ello nada deseable.

14. Aguas residuales

La Casa Comercial Bayer. (2007), estudia que tanto el baño del neutralizado como, sobre todo, los lavados del neutralizado son baños bastante limpios, por lo cual podrían usarse para otros lavados o trabajar en contra corriente empleando el último lavado para un penúltimo lavado y así sucesivamente. El primer lavado podría emplearse para el neutralizado. Los baños de lavado del neutralizado no se descomponen rápidamente y por ello se pueden guardar de un día, al día siguiente si es necesario para su reutilización.

F. TARA

Cotance, A. (2004), manifiesta 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 - 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.

Font, J. (2005), expone que 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 y 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.

Hidalgo, L. (2004), indica que 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 tratamiento del cuero. 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 3.2/3.3) 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* tintórea, es de la clase del pirogalol, pero contiene también una pequeña cantidad de derivados catequímicos. La composición analítica media de la "Tara en polvo" según el método filtro, se indica en el cuadro 1:

Cuadro 1. 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: Bacardit, A. (2004).

Hidalgo, L. (2004), recomienda que como puede observarse, 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.

Jones, C. (2002), experimenta que al mezclar 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 o corregida, principalmente para tonos claros o 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.

G. ALDEHÍDO

Para Adzet, J. (2005), los aldehídos poseen un grupo carbonilo (C=O) unido a una cadena carbonada y un átomo de hidrógeno. Los aldehídos son compuestos orgánicos caracterizados por poseer el grupo funcional -CHO. Se denominan como los alcoholes correspondientes, cambiando la terminación -ol por -al. Etimológicamente, la palabra aldehído proviene del latín científico alcohol de hydrogenatum (alcohol deshidrogenado). Los más utilizados son el formaldehído y el glutaraldehído, aunque actualmente se sustituyen a veces por productos que son otros aldehídos modificados. Con estos productos se intenta obtener cueros muy blandos. Al final de la recurtición es conveniente lavar bien los cueros con bisulfito sódico para eliminar los restos de aldehído que quedan sobre el cuero sin reaccionar, ya que podría polimerizar y provocar poca firmeza de flor, falta de resistencia y amarilleo.

1. Propiedades

a. Propiedades físicas

Bacardit, A. (2004), afirma que la doble unión del grupo carbonilo son en parte covalentes y en parte iónicas dado que el grupo carbonilo está polarizado debido al fenómeno de resonancia. Los aldehídos con hidrógeno sobre un carbono sp^3 en posición alfa al grupo carbonilo presentan isomería tautomerica. Los aldehídos se obtienen de la deshidratación de un alcohol primario con permanganato de potasio, la reacción tiene que ser débil, las cetonas también se obtienen de la deshidratación de un alcohol, pero estas se obtienen de un alcohol secundario e igualmente son deshidratados con permanganato de potasio y se obtienen con una reacción débil, si la reacción del alcohol es fuerte el resultado será un ácido carboxílico.

Cuadro 2. NOMENCLATURA DE LOS ALDEHÍDOS.

Número de carbonos	Nomenclatura IUPAC	Nomenclatura trivial	Fórmula	P.E.°C
1	Metanal	Formaldehídos	HCHO	-21
2	Etanal	Acetaldehído	CH ₃ CHO	20,2
3	Propanal	Propionaldehído Propilaldehído	C ₂ H ₅ CHO	48,8
4	Butanal	<i>n</i> -Butiraldehído	C ₃ H ₇ CHO	75,7
5	Pentanal	<i>n</i> -Valeraldehído Amilaldehído <i>n</i> -Pentaldehído	C ₄ H ₉ CHO	103
6	Hexanal	Capronaldehído <i>n</i> -Hexaldehído	C ₅ H ₁₁ CHO	100.2
7	Heptanal	Enantaldehído Heptilaldehído <i>n</i> -Heptaldehído	C ₆ H ₁₃ CHO	48.3
8	Octanal	Caprilaldehído <i>n</i> -Octilaldehído	C ₇ H ₁₅ CHO	desconocido
9	Nonanal	Pelargonaldehído <i>n</i> -Nonilaldehído	C ₈ H ₁₇ CHO	62.47
10	Decanal	Caprinaldehído <i>n</i> -Decilaldehído	C ₉ H ₁₉ CHO	10.2

Fuente: Bacardit, A. (2004).

b. Propiedades químicas

Libreros, J. (2003), menciona que se comportan como reductor, por oxidación el aldehído de ácidos con igual número de átomos de carbono. La reacción típica de los aldehídos y las cetonas es la adición nucleofílica.

2. Nomenclatura

Juran, J. (2009), analiza que se nombran sustituyendo la terminación -ol del nombre del hidrocarburo por -al. Los aldehídos más simples (metanal y etanal) tienen otros nombres que no siguen el estándar de la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC) pero son más utilizados formaldehído y acetaldehído, respectivamente, estos últimos dos son nombres triviales aceptados por la IUPAC. La serie homóloga para los siguientes aldehídos es: $H-(CH_2)_n-CHO$ ($n = 0, 1, 2, 3, 4$). En el cuadro 2, se indica la nomenclatura de los aldehídos.

3. Reacciones de los aldehídos

Font, J. (2005), señala que los aldehídos aromáticos como el benzaldehído se dismutan en presencia de una base dando el alcohol y el ácido carboxílico correspondiente: $2 C_6H_5C(=O)H \rightarrow C_6H_5C(=O)OH + C_6H_5CH_2OH$. Con aminas primarias dan las iminas correspondiente en una reacción exotérmica que a menudo es espontánea: $R-CH=O + H_2N-R' \rightarrow R-CH=N-R'$

Juran, J. (2009), reporta la presencia de sustancias reductoras como algunos hidruros o incluso otros aldehídos pueden ser reducidos al alcohol correspondiente mientras que oxidantes fuertes los transforman en el correspondiente ácido carboxílico. Con cetonas que portan un hidrógeno sobre un carbono sp^3 en presencia de catalizadores ácidos o básicos se producen condensaciones tipo aldol. Con alcoholes o tioles en presencia de sustancias higroscópicas se pueden obtener acetales por condensación. Como la

reacción es reversible y los aldehídos se recuperan en medio ácido y presencia de agua esta reacción se utiliza para la protección del grupo funcional.

4. Usos

Hidalgo, L. (2004), señala que los aldehídos se utilizan principalmente para la fabricación de resinas, plásticos, solventes, pinturas, perfumes, esencias. Los aldehídos están presentes en numerosos productos naturales y grandes variedades de ellos son de la propia vida cotidiana. La glucosa por ejemplo existe en una forma abierta que presenta un grupo aldehído. El acetaldehído formado como intermedio en la metabolización se cree responsable en gran medida de los síntomas de la resaca tras la ingesta de bebidas alcohólicas. El formaldehído es un conservante que se encuentra en algunas composiciones de productos cosméticos. Sin embargo esta aplicación debe ser vista con cautela ya que en experimentos con animales el compuesto ha demostrado un poder cancerígeno. También se utiliza en la fabricación de numerosos compuestos químicos como la baquelita, la melanina, etc. Los aldehídos son funciones de un carbono primario, en los que se han sustituido dos hidrógenos por un grupo carbonilo. En dicho grupo el carbono se halla unido al oxígeno por medio de dos enlaces covalentes. Nomenclatura: la terminación ol, de los alcoholes se sustituye por al. Sin embargo los primeros de la serie son más conocidos por sus nombres comunes.

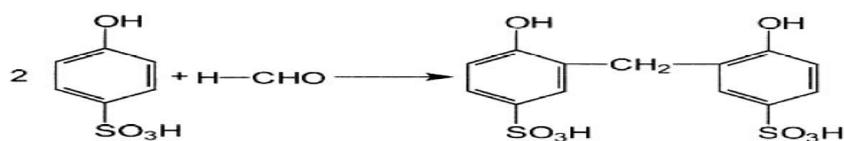
- Metanal : formaldehído
- Etanal: acetaldehído
- El aldehído aromático se llama benzaldehído.

H. FORMALDEHIDO

Sttofél A. (2003), indica 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

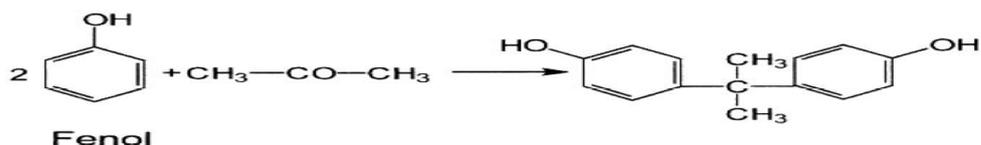
la reacción predominante entre el formaldehído y las proteínas del cuero se produce con un grupo amino del aminoácido básico, la lisina. Se trata de una típica reacción de amina-formaldehído con formación de los derivados del metilol. Esta reacción puede continuar con la de otro grupo amino para formar 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 pH 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.

Bacardit, A. (2004), indica si se trabaja a valores pH demasiado elevados se puede obtener una sobre curtición de la flor dificultando su penetración y la flor puede crisar. Cuando se hace reaccionar el formaldehído sólo con la proteína del cuero, la temperatura de contracción puede aumentar hasta 32° C y en combinación con otros agentes curtientes puede tener un efecto curtiente adicional. Con las sustancias curtientes minerales se puede usar ya sea como agente precurtiente o como agente recurtiente, siendo este último el método preferido. El formaldehído aumenta la temperatura de contracción de la mayoría de los cueros curtidos por sistemas minerales y se emplea regularmente en el curtido al alumbre para cueros de guantes y para pieles de peletería, siendo el efecto de poca importancia en los cueros curtidos al cromo, la recurtición de cuero curtido por métodos vegetales mediante el uso de formaldehído puede provocar un aumento de hasta 17° C en la temperatura de contracción y aumenta la resistencia a la transpiración de las plantillas obtenidas por este método combinando de curtido, (gráfico 1).



Ácido fenolsulfónico

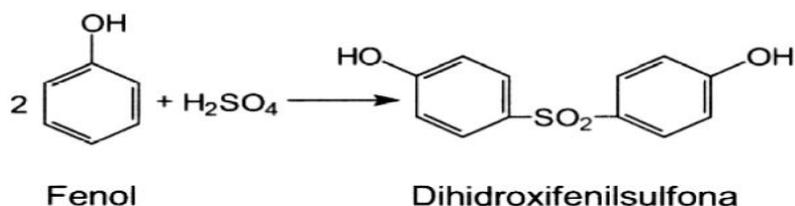
a2) Por puentes metilénicos con acetona:



Fenol

Gráfico 1. Curtición por puentes metilénicos con acetona.

- Por puentes de sulfona.: El grupo sulfona aumenta la afinidad por el colágeno y estos sintéticos actúan más independientemente del pH (gráfico 2):



Fenol

Dihidroxifenilsulfona

c) Por puentes de éster:

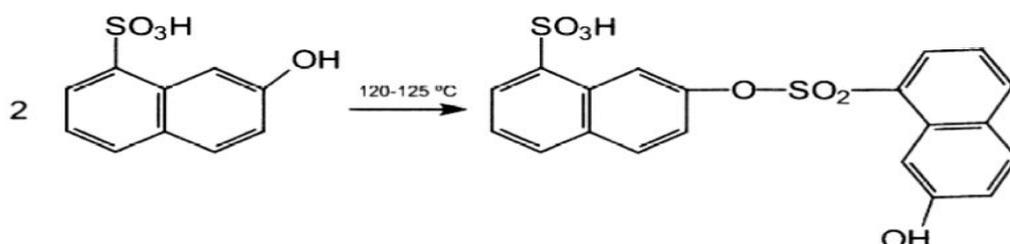
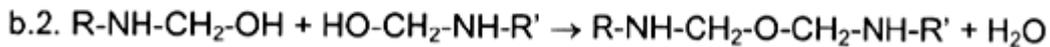


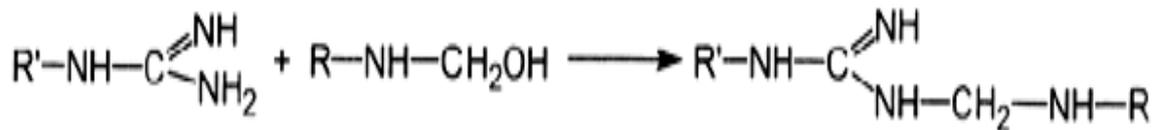
Gráfico 2. Curtición por puentes de sulfona.

- 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:

Hidalgo, L. (2004), 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:



Entre los grupos arginino de las cadenas laterales del colágeno en medio básico y el producto de reaccionar formaldehído y un grupo amino



También influyen en la curtición la presencia de sales (unas ayudan y otras perjudican), la temperatura (30-45°C), el tiempo y la oferta de formaldehído (3%).

1. Aplicaciones

Cotance, A. (2004), introduce que el formol se puede usar fundamentalmente en las siguientes fases de la curtición: Como antiséptico en el remojo.

- Al precurtir pieles de estructura vacía (Nueva Zelanda).
- En la fabricación de artículos para guantería.
- Como auxiliar de recurtición en la fabricación de cueros blancos.
- Para fijar la caseína en los acabados abrillantares.
- Para fijar el pelo en peletería.

Thorstensen, E. (2002), reporta que los cueros curtidos con formaldehído son de color blanco, sólidos ahí lavado y a los álcalis y bastante vacíos. La temperatura de contracción de estos cueros puede llegar a 89°C.

I. GLUTARALDEHÍDO

Schorlemmer, P. (2002), menciona que es un líquido oleaginoso generalmente sin color o ligeramente amarillento y con un olor acre, es un compuesto estable sin riesgo de polimerización, es un potente bactericida y en su forma alcalina. El glutaraldehído (GDA), se ha demostrado al día de hoy, la sustancia más eficiente

en el precurtido del wet white. Muchos otros agentes curtientes fueron experimentados pero se obtuvieron resultados peores. Los taninos vegetales y sintéticos se mostraron menos eficaces en relación a las propiedades generales del wet white con ellos obtenidos. Entre los demás aldehídos, el glioxal ha demostrado muchos límites y el formaldehído, mismo dando resultados discretos, no puede ser aplicado por problemas toxicológicos.

Bacardit, A. (2004), reporta que Los isocianatos y las resinas epoxídicas, que generan enlaces covalentes similares a los aldehídos se emplean más raramente. En la producción del wet white los trabajos que se consideran preliminares como son la ribera, el remojo y el pelambre se realizan con la misma modalidad que para la producción del wet blue. El desencalado debe ser totalmente atravesado con el fin que el glutaraldehído pueda penetrar fácilmente en toda la sección de la piel.

1. Curtición con glutaraldehído

Lacerca, M. (2003), indica que el cuero curtido con este aldehído presenta las características de los cueros curtidos con aldehídos, es decir que resisten bien la acción de los álcalis, son sólidos al lavado con jabón y detergentes en caliente, tienen una buena solidez y alcanzan temperaturas de contracción de 80-85 °C. Este producto en el mercado se encuentra en forma de solución de 25 o 50 % y acostumbra a tener un pH entre 3 - 4. Es líquido incoloro, durante su almacenamiento puede dar un color amarillento. Tienen un olor picante característico debiendo manipular con cuidado protegiéndose los ojos y las manos.

2. Aplicaciones

Frankel, A. (2009), cita que el tiempo de agotamiento del glutaraldehído es superior a una hora, pero este tiempo se puede acelerar ya sea ajustando el pH o bien elevando la temperatura del baño o bien reduciendo la cantidad de

baño. Una recurtición típica podría hacerse a 30°C, con un baño del 50% sobre el peso rebajado y con una oferta de glutaraldehído del 2-3% (c = 50%). Según donde se añade el glutaraldehído, el valor del pH, la temperatura de trabajo y el % de oferta del glutaraldehído, los cueros tendrán unas determinadas características:

- Si se añade un 2-4% de glutaraldehído antes de la neutralización, se obtienen cueros más esponjosos, grano más fino y generalmente, flor más firme.
- Si se añade el glutaraldehído después de la neutralización se obtienen cueros con tacto menos esponjoso y en general, de grano más elevado.

J. CURTICIONES CON SALES DE ALUMINIO

La Casa Química Bayer. (2007), manifiesta que 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. Además esta curtición proporciona un adobo delgado y flexible que en peletería es muy importante.

Frankel, A. (2009), investiga que la curtición con sales de aluminio es muy antigua. El curtido al alumbre se efectúa con esta sal de aluminio en solución y en presencia del cloruro de sodio (sal). La sal es necesaria para un perfecto curtido 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.

Lacerca, M. (2003), manifiesta 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. Además este tipo de curtición mixta favorece el agotamiento del baño de cromo. Las sales de aluminio poseen una afinidad mayor que el cromo por el cuero a niveles menores de pH. 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 80-90°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

Libreros, J. (2003), reporta que La curtición con sales de aluminio es muy antigua. Las pieles curtidas con estas sales tienen un color blanco, opaco y un tacto suave, pero que 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. Sin embargo, dada su insuficiente estabilidad su aplicación es en curticiones combinadas con extractos vegetales, sales de cromo, aldehídos, etc. Los productos más empleados son los siguientes que se describen en el (cuadro 3).

Cuadro 3. PRODUCTOS PARA LA CURTICIÓN CON ALUMINIO.

Productos	Formulas	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).

Bacardit, A. (2004), agrega 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 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. Si la solución calentada se deja enfriar a la temperatura ambiente su valor de pH disminuye alcanzando un valor que casi es igual al de la solución inicial.

Hidalgo, L. (2004), manifiesta 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

La Asociación Nacional de Curtidores del Ecuador. (2004), menciona 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 curtiente es reversible simplemente por lavado del cuero con agua. Por ello, la curtición con aluminio solo se utiliza para propósitos muy concretos como es el de curtir pieles caprinas

b. Curtición con sulfato de aluminio

Soler, J. (2004), manifiesta que el sulfato de aluminio 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% de Al_2O_3 .

Lacerca, M. (2003) indica que la fórmula a base de sal y alumbre, requiere preparar una solución de 117g de alumbre amoniacal (sulfato de amonio 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, debe sujetarse bien estirada con la parte carnosa hacia arriba, sobre una tabla se cubre con una capa de 3 ml de espesor, 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 parte de la pasta y aplicar una nueva capa de la misma, repitiendo esta operación durante 2 o 3 días más. Finalmente, se raspa la piel y se sumerge en agua de bórax, se lava y se comprime y después se estira.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

El trabajo experimental y los análisis de laboratorio se realizó en el Taller de curtiembre de Pieles de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH, ubicada 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 en los equipos del mismo laboratorio. La presente investigación tuvo un tiempo de duración de 60 días. Las condiciones meteorológicas del cantón Riobamba se describen en el (cuadro 4).

Cuadro 4. CONDICIONES METEOROLÓGICAS DEL CANTÓN RIOBAMBA.

INDICADORES	2012
Temperatura (°C).	13,45
Precipitación (mm/año).	42,80
Humedad relativa (%).	61,40
Viento / velocidad (m/s).	2,50
Heliofania (horas/ luz).	1317,60

Fuente: Estación Meteorológica de la Facultad de Recursos Naturales. (2012).

B. UNIDADES EXPERIMENTALES

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

C. MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES

1. Materiales

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

2. Equipos

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

- Equipo de medición del porcentaje de elongación.

3. Productos químicos

- Sal en grano.
- Formiato de sodio.
- Bisulfito de sodio.
- Ácido fórmico
- Ácido sulfúrico
- Ácido oxálico
- Tara.
- Ríndente.
- Grasa Animal sulfatada.
- Lanolina.
- Grasa cationica.
- Dispersante.
- Recurtiente de sustitución.
- Resinas acrílicas.
- Rellenante de faldas.
- Recurtiente neutralizante.
- Recurtiente acrílico.
- Alcoholes grasos.
- Bicarbonato de sodio.
- Sulfato de aluminio.
- Glutaraldehído.

D. TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL

En la presente investigación se evaluó el efecto de tres diferentes tipos de agente curtiente, en la curtición de pieles de caprinos, para la producción de cuero para

calzado, por lo que las unidades experimentales fueron distribuidas bajo un Diseño Completamente al Azar simple, cuyo modelo lineal aditivo fue:

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

Dónde

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 utilizará la prueba de Kruskal – Wallis, cuyo modelo matemático fue 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 combinación.

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.

Tipo de curtiembre	Código	Repetición	T.U.E.	Total de pieles
6 de tara, 1% de glutaraldehído, 6% de sulfato de aluminio	T1	8	1	8
7 de tara, 2% de glutaraldehído, 7% de sulfato de aluminio	T2	8	1	8
8 de tara, 3% de glutaraldehído, 8% de sulfato de aluminio	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, %.
- Resistencia al frote en seco, ciclos.

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), utilizando el programa (InfoStat versión libre).
- 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

- 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, y luego se extrajo el pelo en forma manual. Posteriormente se pesó las pieles sin pelo para en base a este nuevo peso se preparó un nuevo baño con el 100% de agua a temperatura ambiente al cual se añadió el 1,5% de sulfuro de sodio y el 2% de cal y se giró el bombo durante 3 horas y se dejó en reposo un tiempo de 20 horas y se eliminó el agua del baño.

3. Desencalado y rendido

Luego se lavó las pieles con 100% de agua limpia a 30°C, más el 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 el 1% de bisulfito de sodio y el 1% de formiato de sodio, más el 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 de en la piel para observar 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 el 200% de agua, a temperatura ambiente durante 30 minutos y se eliminó el baño.

4. Piquelado

Luego se preparó un baño con el 60% de agua, a temperatura ambiente, y se añadió el 6% de sal en grano blanca, y se rodó 10 minutos para que se disuelva la sal y luego se adicionó el 1% 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 deberá ser de 4,5 a 4, y reposó durante 12 horas exactas.

5. Curtido

Pasado el tiempo de rodaje se añadió 6% de tara, 1% de glutaraldehído, 6% de sulfato de aluminio para las primeras pieles del tratamiento T1, así como también 7% de tara, 2% de glutaraldehído y 7% de sulfato de aluminio para las pieles del tratamiento T2 y finalmente se adicionó 8% de tara, 3% de glutaraldehído, 8% de sulfato de aluminio a las pieles del tratamiento T3; luego se rodó el bombo durante 5 horas, una vez finalizado este trabajo se replicó el mismo procedimiento en otras pieles que constituyeron la segunda replica o ensayo.

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 el 0,2% de tensoactivo y 0,2 de ácido fórmico, se rodó el bombo durante 20 minutos y luego se botó el baño.
- Luego se preparó un baño con el 80% de agua a 35°C y se recurtió con 3% de órgano-cromo, dándole movimiento al bombo durante 40 minutos y posteriormente se botó el baño y preparó otro baño con el 100% de agua a 40°C, al cual se añadió el 1% de formiato de sodio, para realizar el neutralizado, se giró el bombo durante 40 minutos, y luego se añadió el 1,5% de recurtiente neutralizante y se rodó el bombo durante 60 minutos, se eliminó el baño y se lavó los cueros con el 300% de agua a 40°C durante 60 minutos. Se botó el baño y se preparó otro con el 60% de agua a 50°C, al cual se adicionó el 4% de Tara, el 3% de 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 el 2% de anilinas y se rodó el bombo durante 60 minutos, y luego se aumentó el 150% de agua a 70°C, más el 4% de parafina sulfoclorada, más el 1% de lanolina, 2% de éster fosfórico y el 4% de grasa sulfatada, mezcladas y diluidas en 10 veces su peso.

- Luego se rodó por un tiempo de 60 minutos y se añadió el 0,75% de ácido fórmico y se rodó durante 10 minutos, luego se agregó el 0.5% de ácido fórmico, diluido 10 veces su peso, y se dividió en 2 partes y cada parte se rodó durante 10 minutos, y se eliminó el baño. Terminado el proceso anterior se lavó los cueros con el 200% de agua a temperatura ambiente durante 20 minutos, se eliminó el baño y se escurrieron los cueros caprinos reposaron durante 1 día en sombra (apilados), y se secaron durante 2 – 3 días.

8. Aserrinado, ablandado y estacado

Finalmente se procedió a humedecer ligeramente a los cueros caprinos con una pequeña cantidad de aserrín húmedo, con el objeto de que estos absorban humedad para una mejor suavidad de los mismos, durante toda la noche. Los cueros caprinos se los ablandaron a mano y luego se los estacó a lo largo de todos los bordes del cuero, hasta que el centro del cuero tuvo una base de tambor y se dejó todo un día.

H. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

1. Análisis sensorial

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

- Para detectar la llenura se palpó sobre todo la zona de los flancos el cuero y se calificó el enriquecimiento de las fibras de colágeno, los parámetros a determinar se refirieron a identificar, si las fibras de colágeno estuvieron llenas o vacías, y de acuerdo a esto se procedió a establecer la calificación.
- La medición de la blandura del cuero se la realizó sensorialmente es decir el juez calificador tomó entre las yemas de sus dedos el cuero y realizó varias torsiones por toda la superficie tanto en el lomo como en las faldas para determinar la suavidad y caída del cuero y se lo calificó en una escala que va de 1 que representa menor caída y mayor dureza, a 5, que 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 niveles de formaldehído se debió palpar minuciosamente tanto la superficie del cuero como la lana 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 confecciona por ejemplo el calzado masculino ya que requiere de mucha elasticidad para no producir molestias al usuario, para lo cual debió presentar una llenura superior pero sin llegar al efecto acartonado, presento las calificaciones más altas aquellos cueros que a, pesar de ser llenos se moldearan fácilmente.

2. Análisis de las resistencias físicas

Estos análisis se los realizaron 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, al someter la probeta a un estiramiento que es aplicado lentamente, al efectuarse el estiramiento se produjo el rompimiento de las cadenas fibrosas del 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 debió cuidar que no se produzca un deslizamiento de la probeta porque de lo contrario pudo falsear el resultado del ensayo. La máquina que se utilizó para realizar el test estuvo diseñada para:

- Se alargó la probeta a una velocidad constante y continua
- Se registró las fuerzas que se aplican y los alargamientos, que se observaron en la probeta.
- Se alcanzó la fuerza suficiente para producir la fractura o deformación permanentemente es decir rota. La evaluación del ensayo se realizó tomando como referencia en este caso las normas IUP 6.
- 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.



- Se tomó las medidas de la probeta (ancho) con el Pie de rey.



- Luego se colocó la probeta entre las mordazas tensoras.



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



- Luego se debió poner en funcionamiento el tensómetro de estiramiento presionando el botón de color verde como se indica.



- Finalmente se registró el dato obtenido y se aplicó la fórmula

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. Por ello el ensayo es

más representativo de las condiciones normales de uso del cuero, en las que éste se encuentra sometido a esfuerzos múltiples en todas las direcciones. Existen varios procedimientos para medir este porcentaje pero el más utilizado es el método IUP 40 llamado desgarro de doble filo, conocido también como método Baumann, en el que se mide la fuerza media de desgarro y en IUP 44 se mide la fuerza en el instante en que comienza el desgarro, para lo cual :

- Se cortó una ranura en la probeta.
- Los extremos curvados de dos piezas en forma de "L" se introdujeron en la ranura practicada en la probeta.
- Estas piezas estuvieron fijadas por su otro extremo en las mordazas de un dinamómetro como el que se usa en el ensayo de tracción.
- Al poner en marcha el instrumento las piezas en forma de "L" introducidas en la probeta se separaron a velocidad constante en dirección perpendicular al lado mayor de la ranura causando el desgarro del cuero hasta su rotura total.
- La resistencia a la elongación se pudo expresar en términos relativos, como el cociente entre la fuerza máxima y el grosor de la probeta, en Newtons/mm, aunque a efectos prácticos es más útil la expresión de la fuerza en términos absolutos, Newtons/cm².

5. La resistencia del cuero al frote en seco

Es notablemente superior que en húmedo. La experiencia muestra que en general el cuero se comportó peor en la valoración del manchado que en la de la propia degradación del color. A menudo se ensayan cueros que tras 25 frotos en húmedo no muestran ningún defecto apreciable ni variación en su color. La mejora de la resistencia al frote comprende alternativas físicas como el aumento del espesor del acabado o la disminución del coeficiente de fricción de la superficie, y químicas como conseguir un mayor reticulado del acabado, o el uso de lacas en solvente orgánico en lugar de las acuosas para obviar la hidrofilia de los emulsionantes.

Naturalmente, la resistencia al frote también depende del grado de fijación de la tintura, y en los afelpados del orden en que se ha efectuado el esmerilado con respecto de la operación de teñido. Los fieltros que cumplen las especificaciones de la norma IUF 450, son emitidos por la Unión Internacional de Técnicos de cuero y Sociedades Químicas (IULTCS),

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

A. EVALUACIÓN DE LAS RESISTENCIAS FÍSICAS DE LOS CUEROS CAPRINOS ADOBADOS CON DIFERENTES COMBINACIONES DE TRES CURTIENTES PARA LA CONFECCIÓN DE CALZADO

1. Resistencia a la tensión

Las características físicas de los cueros miden la calidad de los procesos que se han llevado a cabo para la elaboración del mismo, uno de los puntos más importantes en el procesos de transformación de la piel es la curtición donde se produce la transformación propiamente dicha, en la presente investigación no se alcanzó diferencias estadísticas ($P > 0,05$) entre medias, estableciéndose las mejores respuestas cuando se curtió las pieles caprinas con una combinación de 7 de tara, 2% de glutaraldehído y 7% de sulfato de aluminio (T2), con respuestas de 2357,62 N/cm², y que descendieron hasta alcanzar medias de 1704,16 N/cm² cuando se curtió las pieles caprinas con 8% de tara + 8% de sulfato de aluminio y 3% de glutaraldehído (T3), mientras tanto que la resistencia a a tensión más baja se reportaron cuando se curtió las pieles caprinas con el 6% de tara + 6% de sulfato de aluminio y 1% de glutaraldehído (T1) con valores de 1611,14 N/cm² como se indica en el cuadro 7 y se ilustra en el gráfico 4, y es indicativo de que al utilizar mayores niveles de tara en combinación con niveles altos de sulfato de aluminio y glutaraldehído se reportan las respuestas más altas de resistencia a la tensión en las pieles caprinas.

Resultados que son superiores al ser comparados con los valores referenciales de la norma técnica IUP 6 (2002) de la Asociación Española del Cuero, quien manifiesta que los cueros para ser destinados a la confección de calzado deben cumplir un mínimo de 800 a 1500 N/cm², para considerarse cueros de primera clasificación que son los más cotizados en una curtiembre y por los cuales se cancela un precio mayor por decímetro cuadrado por lo tanto se considera el ideal de este tipo de empresas producir solo esta clase de cueros.

Cuadro 7. EVALUACIÓN DE LAS RESISTENCIAS FÍSICAS DE LOS CUEROS CAPRINOS ADOBADOS CON DIFERENTES COMBINACIONES DE TRES CURTIENTES PARA LA CONFECCIÓN DE CALZADO.

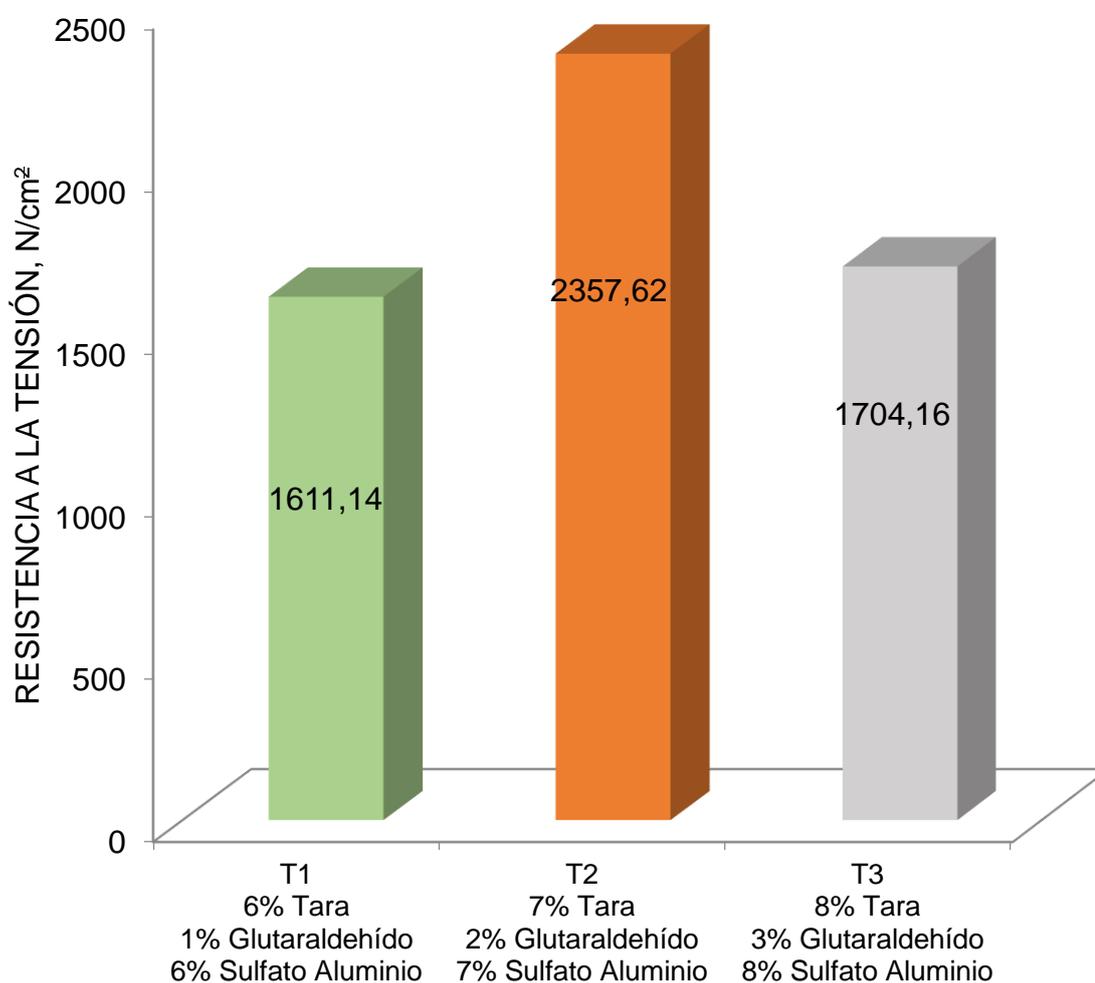
VARIABLES FÍSICAS	COMBINACIÓN DE DIFERENTES CURTIENTES			EE	Prob
	6% de tara, 1% glutaraldehído, 6% de aluminio	7 de tara, 2% glutaraldehído, 7% de aluminio	8% de tara 3% glutaraldehído 8% aluminio		
Resistencia a la tensión, N/cm ²	1611,14 a	2357,62 a	1704,16 a	257,71	0,11
Porcentaje de elongación, %	59,37 b	75,94 ab	90,62 a	6,89	0,02
Resistencia al frote en seco, ciclos	165,38 a	177,88 a	166,00 a	4,5	0,11

ns: promedios con letras iguales en la misma fila no difieren estadísticamente según Tukey ($P > 0,05$).

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

EE: Error estadístico.

Prob: Probabilidad.



COMBINACIÓN DE CURTIENTES

Gráfico 4. Comportamiento de la resistencia a la tensión de los cueros caprinos adobados con diferentes combinaciones de tres curtientes para la confección de calzado.

Lo que es corroborado con las afirmaciones de Hidalgo, L.(2004), quien manifiesta que en la actualidad se busca combinaciones de curtientes que permitan reemplazar al cromo que es el agente que le otorga las cualidades más altas al cuero, uno de los principales curtientes que se ve como reemplazante al cromo son los extractos vegetales debido a su alto contenido de taninos pirogálicos que son los que en mejor forma reaccionan con el colágeno y las proteínas globulares que conforman la piel en su interior y permiten la transformación de la piel en cuero, la mayoría de enlaces que se forman son de carácter puentes de hidrogeno que es un enlace

muy estable, que le permite una estabilización notable y con esto se elevan las características físicas ya que al ser muy estable el enlace ocasiona que se tenga que transmitir fuerzas muy elevadas para lograr romper el enlace tanino y proteína, pero se debe evaluar el porcentaje adecuado de curtiente que se adicione ya que de esto dependerá la reacción, en el caso de que el nivel sea muy elevado se da la competencia entre las moléculas lo que cambia las condiciones de reacción y no interaccionan todas las moléculas, mientras que si están niveles muy bajos de taninos no reaccionan gran cantidad de moléculas y se pierde las propiedades del cuero perdiendo la calidad del mismo y disminuyendo sus respuestas a las pruebas físicas.

2. Porcentaje de elongación

En la evaluación de los reportes del porcentaje de elongación de los cueros caprinos si se registró diferencias estadísticas ($P > 0,05$) entre medias, estableciéndose las mejores respuestas cuando se curtió las pieles caprinas con la combinación de 8% de tara + 8% de sulfato de aluminio y 3% de glutaraldehído (T3) con medias de 90,62%, y que descendieron cuando se curtió las pieles caprinas con la combinación de 7% de tara + 7% de sulfato de aluminio + 2% de glutaraldehído (T2), hasta alcanzar medias de 75,94% mientras tanto que las respuestas más bajas fueron registradas cuando se utilizó en las pieles caprinas una combinación del 6% de tara + 6% de sulfato de aluminio y 1% de glutaraldehído (T1) con resultados de 59,37% como se ilustra en el gráfico 5.

Es decir que al curtir las pieles caprinas con mayor cantidad de extracto curtiente tara en combinación con mayores niveles de sulfato de aluminio y glutaraldehído se reportaron mejores respuestas de porcentaje de elongación, que es una de las pruebas físicas más relevante para medir la calidad del cuero, ya que en este se evalúa la capacidad para resistir el estiramiento que diariamente sufre de acuerdo al material que se requiera confeccionar, para calzados el requerimiento principal de los cueros es que sea muy elástico ya que el usuario al caminar estira el cuero y si no tiene la materia prima con esta característica se desgarrara y disminuirá la calidad del calzado.

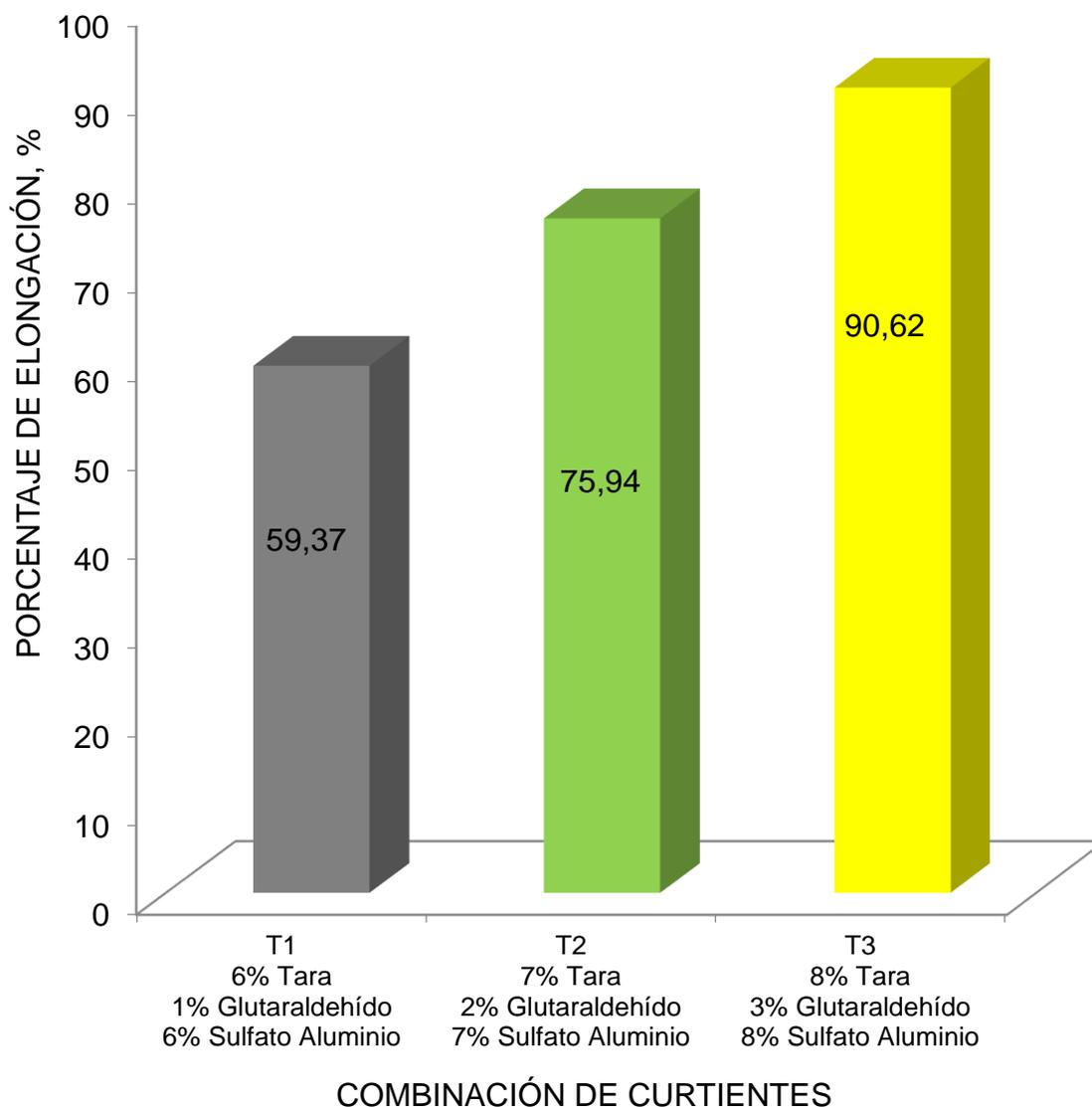


Gráfico 5. Comportamiento del porcentaje de elongación de los cueros caprinos adobados con diferentes combinaciones de tres curtientes para la confección de calzado.

Los datos reportados del porcentaje de elongación en la presente investigación cumplen con la normativa de la Asociación Española en la Industria del Cuero que en su norma IUP (2002), infiere como límites permisibles entre 40 a 80% de elongación de los cueros destinados a la confección de calzado siendo más amplia la diferencia al utilizar el tratamiento T3 (8% de tara, 8% de sulfato de aluminio y 3% de glutaraldehído).

Lo que se corrobora según Jones, C. (2002), donde se manifiesta que la elastina es la principal proteína extensible que permite el estirado reversible de la piel. Los dominios hidrofóbicos en la piel proporcionan el retroceso elástico de la elastina. Cuando la elastina se estira las regiones hidrofóbicas entran en contacto con el agua disminuyendo la entropía. Después, cuando la tensión se relaja, las regiones hidrofóbicas se reagrupan y expulsan el agua, la entropía aumenta que es lo que regula el movimiento. La elastina se puede visualizar histológicamente con los colorantes orceína, resorcina y fucsina. Aparece como una tela, estructura fibrilar ramificada, en la que fibras muy finas se ramifican de la principal red de fibras en la dermis y se extienden hacia la epidermis en forma de “fibrelets” poco definidas. Hay mayor proporción de elastina en la región de la flor que en las regiones internas de la piel y algo en la capa de carne. La elastina representa aproximadamente el 2.7 % de la materia seca de la capa de flor.

Además Hidalgo, L. (2004), manifiesta que los principales componentes de los extractos vegetales son los taninos pirogálicos que son hidrosolubles por lo que indica su naturaleza hidrófila, lo que le permite reaccionar con las moléculas de elastina que son las encargadas de la flexibilidad de los cueros, al reaccionar con estas permiten dar un estado químico a las moléculas de estar químicamente activa lo que permite que al sufrir fuerzas de estiramiento estas logran moverse en el eje y retornar a su lugar una vez que ha cesado la fuerza con lo que aumenta la elasticidad de las pieles, también dependen mucho el nivel de extracto que se utiliza en la curtición, en este caso para mejorar las condiciones de reacción se debe emplear mayores niveles de extracto para que la mayor cantidad de moléculas de elastina reaccionen con el agente curtiente ocasionando así que la piel se estire de una manera satisfactoria y se obtengan resultados elevados a la presente prueba, también dependerá de las condiciones de reacción y como estas se ajusten ya que si se dan las condiciones óptimas permitirá que las proteínas como la elastina estén más reactivas y además estén con mayor afinidad para captar las moléculas de extractos tánicos.

3. Resistencia al frote en seco

La evaluación de los valores medios de la variable física resistencia al frote en seco no registró diferencias estadísticas ($P > 0,05$) entre medias, estableciéndose las mejores respuestas cuando se curtió las pieles caprinas con la combinación de 7% de tara + 7% de sulfato de aluminio y 2% de glutaraldehído (T2) con respuestas de 177,88 ciclos, a continuación se aprecian los resultados alcanzados en el lote de cueros cuando se curtió con la combinación de 8% de tara + 8% de sulfato de aluminio y 3% de glutaraldehído (T3), con respuestas de 166,00 ciclos mientras tanto que la resistencia al frote en seco más baja se registró al curtir con el 6% de tara + 6% de sulfato de aluminio y 1% de glutaraldehído (T1) con resultados de 165,38 ciclos como se ilustra en el gráfico 6, y que es un indicativo de que para obtener mejores valores de resistencia al frote en seco en las pieles caprinas se deben utilizar mayores niveles de la combinación extracto tánico con sulfato de aluminio y glutaraldehído.

Los resultados alcanzados en la presente investigación al ser comparados con la norma técnica IUF-450, de la Asociación Española de la Industria del cuero, que establece que para que un cuero logre pasar la prueba se debe tener respuestas mínimas de 150 ciclos, se afirma que en los tres tratamientos se cumple con esta exigencia de calidad para cueros destinados a la confección de calzado siendo más amplia esta diferencia en el lote de cueros de tratamiento T2. Es necesario tomar en consideración que una de las pruebas físicas que mide la calidad de los acabados es la resistencia al frote en seco que evalúa si la tintura del cuero a logrado penetrar en el interior del entretejido fibrilar y con esto se queda fijo en el cuero, pero para que la tintura logre penetrar se deben tener procesos anteriores a los acabados de calidad para que esta logre reaccionar de la manera adecuada para conseguir la fijación de la tintura y se presenten colores intensos.

Lo que es corroborado según lo que reporta Bacardit, A. (2004), quien manifiesta que el curtiente vegetal es de naturaleza aniónica, la penetración de los colorantes aniónicos químicamente no es difícil, pero la compacidad de la curtición puede ser un obstáculo físico, que deberá obviarse con los métodos típicos de penetración de

las tinturas (baño corto, temperatura baja etc.). En ocasiones cuando la cantidad de colorante debe ser pequeña es útil añadirlo durante la curtición y aprovechar así las condiciones de baño corto y tiempo largo, que acostumbran a estar presentes en la curtición. Con los colorantes catiónicos evidentemente la cuestión es al revés, la penetración es casi imposible una vez las pieles ya están curtidas. Únicamente empleando cantidades pequeñas (0.2 - 0.4 %) durante la curtición se consigue, a veces, una penetración completa con colorantes catiónicos. Como contrapartida obtendremos tinturas intensas y vivaces con los colorantes catiónicos, cosa que casi es imposible con los colorantes aniónicos, aunque hayan sido escogidos por su reactividad apreciable para el cuero vegetal.

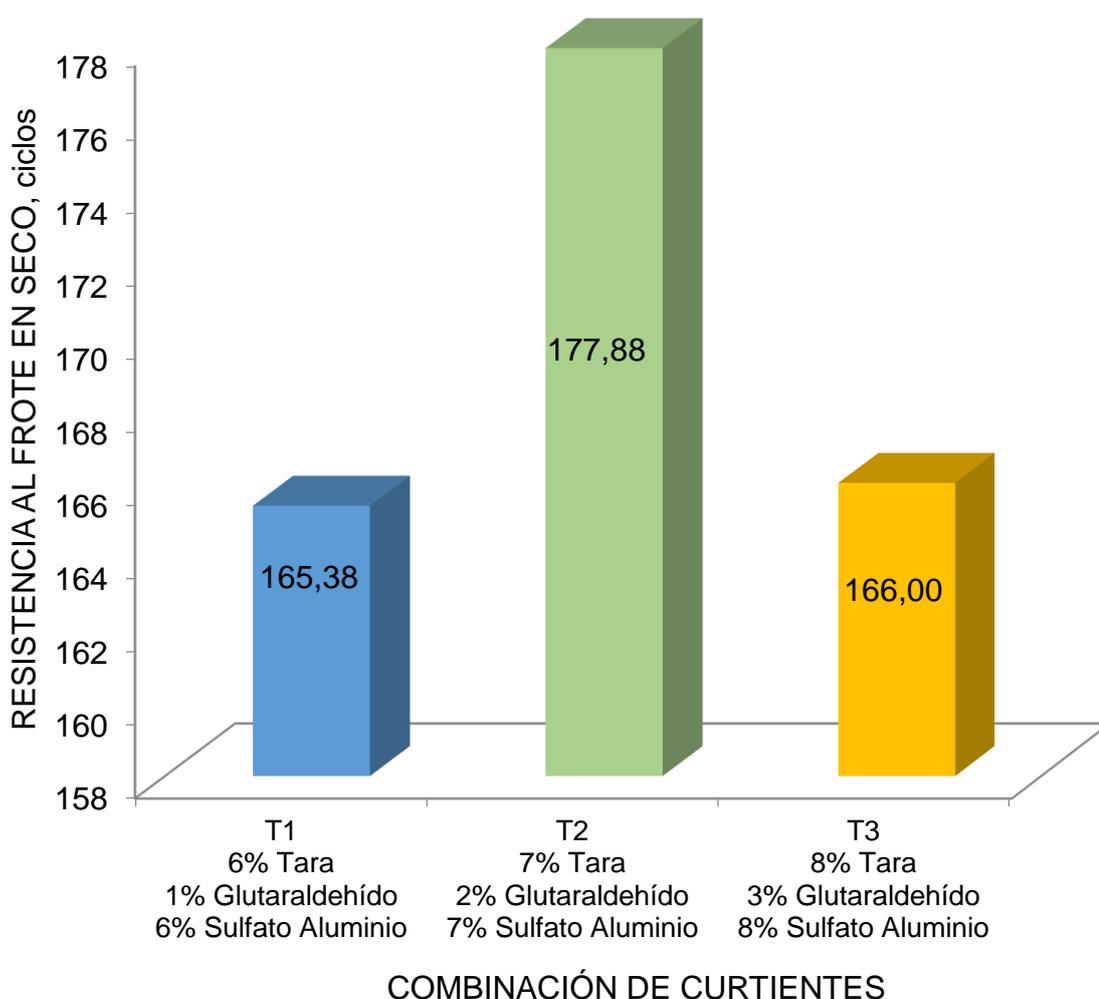


Gráfico 6. Comportamiento de la resistencia al frote en seco de los cueros caprinos adobados con diferentes combinaciones de tres curtientes para la confección de calzado.

Los procesos posteriores a la curtición depende del agente curtiente empleado y para la selección de los productos dependerá de la calidad de curtido y de la forma, la resistencia al frote en seco mide la calidad del acabado. Uno de los problemas principales es que la penetración de la tintura se puede ver afectado por distintos parámetros y también por factores que ocasionaran la no reacción de las pieles con la tintura, cuando se curte con extracto tánico las pieles quedan con características anionicas ya que se forman enlaces con las proteínas y esto produce la formación de partes catiónicas y las pinturas de características anionicas reaccionaran de manera positiva aumentando así la capacidad de las tinturas y la reacción total de la piel con lo cual beneficia a la resistencia al frote en seco, aumentando la calidad del acabado y de las pieles, ya que pueden soportar fricciones sin desprenderse las capas del acabado, ya que el efecto de los curtientes da como resultado la fijación y penetración profunda de la tintura .

B. EVALUACIÓN DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DE LOS CUEROS CAPRINOS ADOBADOS CON DIFERENTES COMBINACIONES DE TRES CURTIENTES PARA LA CONFECCIÓN DE CALZADO

1. Llenura

Los valores medios reportados por la variable sensorial llenura de los cueros caprinos adobados con diferentes combinaciones de tres curtientes reportaron diferencias estadísticas según el criterio Kruskal Wallis, estableciéndose las mejores respuestas al utilizar la combinación de 7% de tara + 7% de sulfato de aluminio y 2% de glutaraldehído (T2), con ponderaciones de 4,63 y calificación de excelente de acuerdo a la escala propuesta por Hidalgo, L. (2012), a continuación se ubican los reportes alcanzados en el lote de cueros curtidos con 8% de tara + 8% de sulfato de aluminio y 3% de glutaraldehído (T3), puesto que los resultados fueron de 4 puntos y condición muy buena según la mencionada escala. Mientras tanto que las respuestas más bajas fueron registradas al curtir con niveles mas bajos de los curtientes estudiados es decir 6% de tara + 6% de sulfato de aluminio y 1% de glutaraldehído (T1), como se indica en el cuadro 8.

Cuadro 8. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DE LOS CUEROS CAPRINOS ADOBADOS CON DIFERENTES COMBINACIONES DE TRES CURTIENTES PARA LA CONFECCIÓN DE CALZADO.

VARIABLES SENSORIALES	COMBINACIÓN DE CURTIENTES			EE	Prob
	6% de tara, 1% glutaraldehído, 6% de aluminio	7% de tara, 2% glutaraldehído, 7% de aluminio	8% de tara, 3% glutaraldehído, 8% de aluminio		
Llenura, puntos	3,63 b	4,63 a	4,00 ab	0,21	0,01
Blandura, puntos	3,75 b	4,75 a	4,25 ab	0,22	0,02
Redondez, puntos	4,13 c	4,88 a	4,38 b	0,18	0,03

ns: promedios con letras iguales en la misma fila no difieren estadísticamente según Tukey ($P > 0,05$).

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

EE: Error estadístico.

Prob: Probabilidad.

De los reportes indicados se aprecia que a medida que se incrementan los niveles de los curtientes combinados se eleva la calificación de llenura de los cueros caprinos que son destinados a la confección de calzado como se ilustra en el gráfico 7, en los que se requiere que el cuero este ligeramente armado para que no se deforme el momento del armado sobre todo en la capellada, pero no debe ocasionar molestias ya que es un calzado que será utilizada por tiempos prolongados.

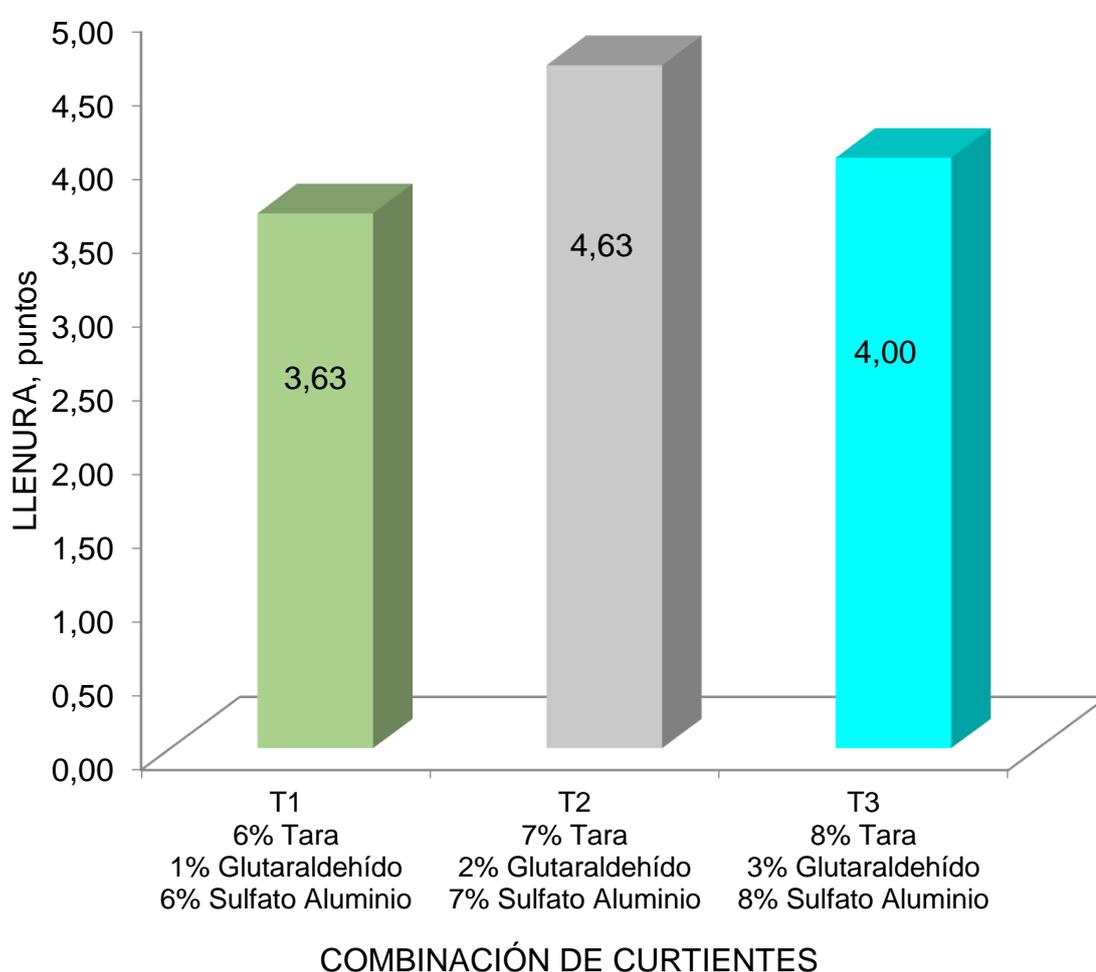


Gráfico 7. Comportamiento de la llenura de los cueros caprinos adobados con diferentes combinaciones de tres curtientes para la confección de calzado.

Al respecto Bacardit, A. (2004), manifiesta que la piel al ser curtida con extractos vegetales, tiene la propiedad de llenarse adecuadamente entre las fibras del colágeno, porque existe la tendencia a que estas se coloquen más verticales en relación a la superficie de la piel, cuanto más astringente sea el curtiente empleado (generalmente al final de la curtición), y por ello reducir algo el área de la misma, pero teniendo en cuenta que ser elásticas las pieles pueden recobrar su área inicial es decir recuperar fácilmente las dimensiones utilizando las máquinas de repasar, estirar, clavar o similares. Los taninos son compuestos polifenólicos de gran complejidad que pueden tener composiciones y estructuras muy diferentes dependiendo de su procedencia, lo que los caracteriza es su facilidad de penetración en el entretejido fibrilar rellenándolo pero no sobresaturándoles, ideal para la confección artículos de calzado. El resultado es un cuero suave y de color marrón el único inconveniente es que este tipo de cuero no es estable en el agua, tiende a decolorarse, y si se empapa y se deja secar se endurece y se vuelve más áspero y duro. Sometido a alta temperatura, las fibras de colágeno se contraen, se endurece drásticamente y se vuelve rígido y quebradizo. Para reforzar la curtición vegetal se ha utilizado un curtiente mineral como es el sulfato de aluminio y el glutaraldehído que ingresan en la estructura fibrilar rellenando los espacios intermoleculares sin saturarlos demasiado evitando que se presente el tan temido efecto acartonado pues los cueros están muy llenos.

2. Blandura

La valoración de la característica sensorial blandura reportó diferencias estadísticas entre medias ($P < 0.01$), por efecto del adobe de las pieles caprinas con una combinación de diferentes niveles de agentes curtientes, registrándose las mejores respuestas cuando se curtió con una combinación del 7% de tara + 7% de sulfato de aluminio y 2% de glutaraldehído (T2), con medias de 4,75 puntos, y calificación excelente de acuerdo a la escala propuesta por Hidalgo, L. (2012), y que descendieron hasta alcanzar valores de 4,25 puntos, y calificación muy buena según la mencionada escala cuando se curtió las pieles caprinas con la combinación de 8% de tara + 8% de sulfato de aluminio y 3% de de glutaraldehído (T3), mientras tanto que las respuestas más bajas se registraron cuando se curtió

las pieles caprinas con el 6% de tara en combinación con el 6% de sulfato de aluminio y 1% de glutaraldehído (T1), con resultados de 3,75 puntos y calificación buena como se ilustra en el gráfico 8, lo cual denota la capacidad curtiente de la combinación entre tara y sulfato de aluminio ya que al emplear mayores niveles de los dos curtientes se obtienen mejores repuestas a la prueba sensorial blandura en las pieles caprinas destinadas a la confección de calzado. Al lograr impactar a los consumidores con buenas características sensoriales el cuero eleva su precio así como también se pueden confeccionar calzado de alto valor logrando dinamizar la economía de las curtiembres ya que los cueros alcanzaran mejores valores en el mercado.

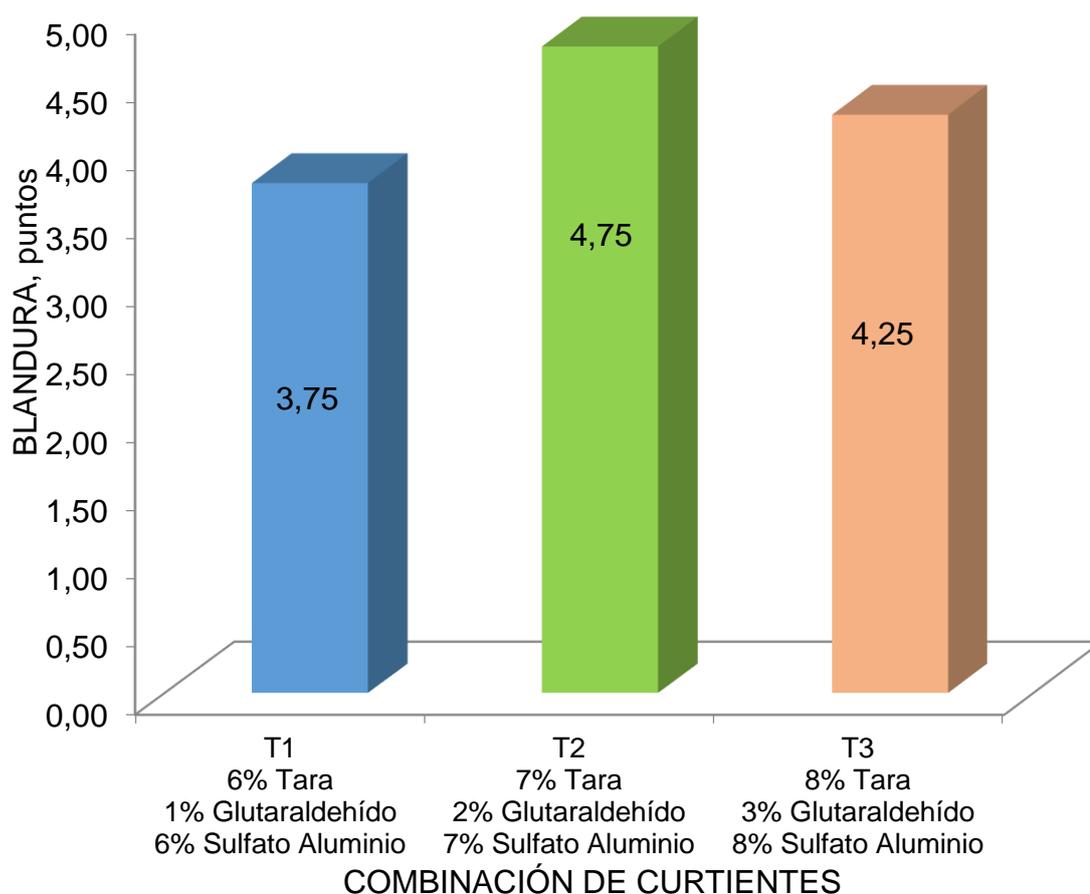


Gráfico 8. Comportamiento de la blandura de los cueros caprinos adobados con diferentes combinaciones de tres curtientes para la confección de calzado.

Al respecto Hidalgo, L. (2012), manifiesta que uno de los principales problemas que presentan los cueros curtidos con cromo son sus escasas cualidades sensoriales ya que este agente curtiente es muy astringente lo que disminuye las características naturales del cuero, pero al curtir con tara o con sulfato de aluminio se conserva la belleza natural puesto que se forman enlaces que no son agresivos con las proteínas de la piel manteniendo la belleza natural del poro de la piel. Una de las características del cuero natural es tener una blandura adecuada, y esto no cambia en la curtición vegetal, ya que los espacios que se sienten vacíos que no están copados las proteínas de los cueros son llenados con la interacción de las moléculas de curtiente con la proteína, pero se debe evaluar el nivel adecuado del agente curtiente para mejorar las características de blandura suavidad y caída que hacen de la badana un material adecuado para la confección de calzado, ya que si existe una gran cantidad de sustancias curtientes provoca que al juzgar las pieles se sientan demasiadas moléculas perdiendo la blandura, mientras que si se curte con menores niveles se siente el efecto de pieles con espacios vacíos y esto se demuestra al calificar las pieles, para cueros destinados a la confección de zapatos se deben alcanzar las mayores puntuaciones en las pruebas físicas y en las pruebas sensoriales ya que los cueros destinados a esta actividad deben ser de elevada calidad debido a que son los artículos de cuero más consumidos en la actualidad y que no han podido ser remplazados pese a que los productos sintéticos procuran asemejar la belleza del cuero pero no lo consiguen .

3. Redondez

En la evaluación de la prueba sensorial redondez presentaron diferencias estadísticas ($P < 0.01$) entre medias por efecto de la utilización de diferentes combinación de agentes curtientes, estableciéndose, las mejores respuestas cuando se curtió las pieles con una combinación de 7% de tara + 7% de sulfato de aluminio y 2% de glutaraldehído (T2), con ponderaciones de 4,88 puntos y calificación excelente de acuerdo a la escala propuesta por Hidalgo, L. (2012), a continuación se aprecian las respuestas alcanzadas en el lotes de cueros curtidos con el 8% de tara + 8% de sulfato de aluminio y 3% de glutaraldehído (T3), con resultados de 4,38 puntos y calificación muy buena según la mencionada escala

mientras tanto que las respuestas más bajas fueron registradas cuando se curtió las pieles caprinas con la combinación de 6% de tara + 6% de sulfato de aluminio y 1% de glutaraldehído (T1), con medias de 4,13 puntos y calificación buena como se ilustra en el gráfico 9. Es decir que al utilizar 7% de tara y sulfato de aluminio más 2% de glutaraldehído (T2), se alcanzan mejores calificaciones de llenura en las pieles caprinas, pero estas medias deben ser interpretadas de acuerdo al material que se desea confeccionar con los cueros ya que para ciertos casos se debe utilizar pieles que no estén llenas y por eso no se puede evaluar una calidad del cuero de acuerdo a esta prueba sino al material que se pretende confeccionar.

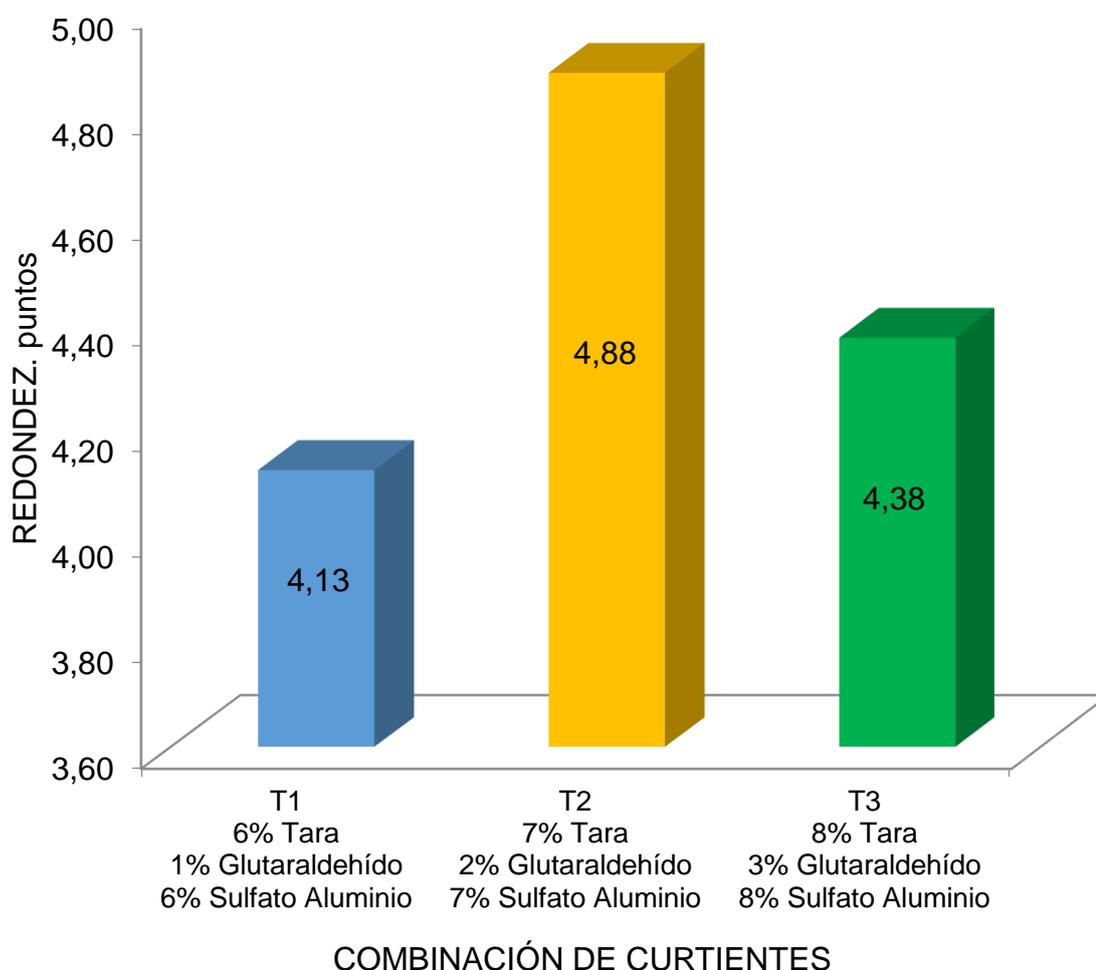


Gráfico 9. Comportamiento de la redondez de los cueros caprinos adobados con diferentes combinaciones de tres curtientes para la confección de calzado.

Este fenómeno de redondez se puede explicar de acuerdo a lo que nos indica Font, J. (2005), donde se manifiesta que la curtición vegetal en principio da más relleno que la curtición al cromo por tener la capacidad de rodear las fibras, de cantidades importantes de taninos lo cual implica algo más de grosor. Además estos productos no son muy aplastables en las prensas, máquinas de escurrir, repasar por lo que se conservan bastante el grosor frente a los citados efectos mecánicos. Como contrapartida la piel no es esponjosa y por ello un grosor aparente por efecto de esponjamiento no es fácil que se dé. Todo ello hace que en general sea cierto lo indicado de un mayor grosor curtiendo al vegetal que al cromo pero sin exagerar la diferencia. En relación a la superficie de la piel la curtición con extractos vegetales, al llenar más entre fibras, tiene tendencia a que estas se pongan más verticales en relación a la superficie de la piel, dependiendo de la astringencia del curtiente.

Una de las características de las pieles curtidas al vegetal es su alta afinidad con las moléculas de proteínas lo cual le permite reaccionar con gran cantidad de estas moléculas y realizan su transformación y su mayor cantidad de moléculas convertidas que se hinchan y cambian sus características aumentando su tamaño y aumentando su redondez, pero esto puede traer problemas ya que muchas veces si las pieles se encuentran muy llenas no pueden ser rebajadas por efecto mecánicos en los procesos de descarnado y dividido y el moldeado de la prenda se hace dificultoso, ya que si se encuentran muy llenos en los demás procesos no podrán penetrar los agentes químicos, y si se hace el rebajado respectivo se tendrá pérdida de una buena cantidad de piel con lo que al productor se genera pérdidas, por lo tanto es necesario evaluar el nivel adecuado de agente curtiente vegetal para evitar este fenómeno y obtener resultados satisfactorios, también se debe evaluar el agente curtiente que se combina y las características del mismo, en este caso es el sulfato de aluminio el cual tiene características similares a los extractos vegetales ya que no son astringente con las proteínas de la piel y forman enlaces de tipo complejos lo cual no genera cambios en la composición natural del cuero permaneciendo sus características naturales, es un agente que acompañado de los extractos vegetales se aprovecha mejor sus características de hidrolizables y al entrar en contacto con el agua se disocia de la piel y esto genera que las pieles se descurtan quedando vacías, pero al combinarlo con tara u otro extracto vegetal

evita este fenómeno, por último se utiliza glutaraldehído como auxiliar curtiente para mantener las condiciones de humedad y pH generando mejores resultados en la curtición, todo esto se estudia para tener cueros con mejores resultados a las pruebas físicas y sensoriales mejorando su calidad y aumentando el costo de los mismos en el mercado.

D. EVALUACIÓN ECONÓMICA

El análisis económico que se describe en el cuadro 9, indica que el total de egresos para producir 24 pieles caprinas utilizando en el adobe una combinación de diferentes niveles de curtientes reporto como egresos producto de la compra de materia prima (piel), productos químicos para cada uno de los procesos de ribera, curtido ya acabado y finalmente confección de artículos los resultados fueron de \$160,2; \$ \$163,83 y \$162,1 al utilizar la combinación de 6% de tara + 6% de sulfato de aluminio y 1% de glutaraldehído (T1); 7% de tara + 7% de sulfato de aluminio y 2% de glutaraldehído (T2) y 8% de tara + 8% de sulfato de aluminio y 3% de glutaraldehído (T3) respectivamente. Así como también los ingresos producto de la venta de artículos confeccionados siendo 2 pares de calzado por cada tratamiento y el excedente de cuero se lo comercializo a 2 dólares ya que es de primera clasificación dando un total de \$185,92; \$y \$ 204,95 y 197,43 para el caso del tratamiento T1,T2 y T3 en su orden.

Una vez determinados los ingresos y los egresos se procedió a calcular la relación beneficio costo que fue la más alta al utilizar el tratamiento T2 ya que el valor nominal fue de 1,25 es decir que por cada dólar invertido se espera una rentabilidad de 25 centavos o una ganancia del 25% y que desciende a 1,22 al curtir los cueros del tratamiento T3 es decir que por cada dólar invertido se espera una ganancia de 22% mientras tanto que la rentabilidad más baja fue registrada por los cueros del tratamiento T1 con resultados de 1,16, es decir el 16% de utilidad por cada dólar invertido.

Como reseña se puede manifestar que la curtiembre que se utilizó en la presente investigación indican rentabilidades que al estar entre 16 y 25% resultan bastante interesantes, puesto que el tiempo en producir una partida de cuero es relativamente corto y permite la recuperación de capital más rápida permitiendo que las ganancias puedan ser reutilizadas en el mismo procesos y con ello existe el crecimiento de la empresa, además se está utilizando tecnologías limpias que impidan problemas ambientales irreversibles en algunos de los casos.

Cuadro 9. EVALUACIÓN ECONÓMICA.

CONCEPTO	NIVELES DE TARA, GLUTARALDEHÍDO Y SULFATO DE ALUMINIO		
	6,1,6%	7,2,7%	8,3,8%
	T1	T2	T3
Compra de pieles caprinas	8	8	8
Costo por piel de cabra (\$)	5	5	5
Valor de pieles de cabra (\$)	40	40	40
Productos para el remojo (\$)	17,5	17,5	17,5
Productos para el curtido (\$)	15,2	18,83	17,1
Productos para engrase (\$)	18,5	18,5	18,5
Productos para acabado (\$)	14	14	14
Alquiler de Maquinaria (\$)	20	20	20
Confección de artículos (\$)	35	35	35
TOTAL DE EGRESOS (\$)	160,2	163,83	162,1
INGRESOS			
Total de cuero producido (pie ²)	55,2	59,5	58,3
Costo cuero producido pie ² (\$)	0,34	0,36	0,36
Cuero utilizado en confección (pie ²)	2	2	2
Excedente de cuero (pie ²)	53,2	57,5	56,3
Venta de excedente de cuero (\$)	115,92	124,95	122,43
Venta de artículos confeccionados (\$)	70,00	80,00	75,00
TOTAL DE INGRESOS (\$)	185,92	204,95	197,43
RELACIÓN BENEFICIO COSTO (\$)	1,16	1,25	1,22

V. CONCLUSIONES

- Se identificó como combinación adecuada de curtientes para la producción de cuero para calzado el tratamiento 2 (7% de tara más 7% de sulfato de aluminio y 2% de glutaraldehído), además mejoró su clasificación por lo que puede ser replicado en fábrica.
- Se estableció la mayor resistencia física del cuero caprino al utilizar la combinación de 7% de tara más 7% de sulfato de aluminio y 2% de glutaraldehído (T2); puesto que, alcanzó a superar las normas europeas de calidad del cuero para calzado específicamente, resistencia a la tensión (2357,62 N/cm²), y resistencia al frote en seco (177,88 ciclos), es decir cueros que soportan tensiones multidireccionales ejercidas sobre el entretejido fibrilar.
- La evaluación sensorial identificó como las mejores calificaciones al utilizar una curtición con la combinación de 7% de tara más 7% de sulfato de aluminio y 2% de glutaraldehído (T2), con ponderaciones de llenura (4,63 puntos), blandura (4,75 puntos), y redondez (4,88 puntos) calificaciones que correspondieron a excelente.
- Luego de definir la relación beneficio costo más alta, se consiguió al utilizar una combinación de 7% de tara más 7% de sulfato de aluminio y 2% de glutaraldehído (T2), con un valor nominal de 1,25; es decir, que por cada dólar invertido se espera una ganancia de 25 centavos, además de ser económicamente rentable proporciona una gran alternativa ecológica para sustituir el cromo por otro tipo de curtiente que resulta amigable para el ambiente.

VI. RECOMENDACIONES

- Curtir pieles de cabra para la producción de cueros para calzado con la combinación de 7% de tara más 7% de sulfato de aluminio y 2% de glutaraldehído; puesto que, se obtuvo las mayores calificaciones sensoriales y resistencias físicas.
- Reemplazar la utilización de cromo (curtiente contaminante) por la combinación de 7% de tara más 7% de sulfato de aluminio y 2% de glutaraldehído (curtientes ecológicos), en una curtición tradicional de cuero caprino para calzado; a más de ser amigable con el ambiente es económicamente rentable.
- Realizar investigaciones con otro tipo de combinaciones en otros niveles y con distintos curtientes que sean amigables con el ambiente; así como también viables desde el punto de vista económico y de fácil aplicación.

VII. LITERATURA CITADA

1. ADZET, J. 2005. Química Técnica de Tenerife. España. 1a ed. Igualada, España. Edit. Romanya-Valls. pp. 105,199-215.
2. ABRAHAM, A. 2001. Caprinocultura I. 1a ed. México, México D.F. Edit. Limusa. pp 25 – 83.
3. 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.
4. ARTIGAS, M. 2007. Manual de Curtiembre. Avances en la Curtición de pieles. 2a ed. Barcelona-España. Edit. Latinoamericana, pp. 12, 24, 87,96.
5. ASOCIACIÓN QUÍMICA ESPAÑOLA DE LA INDUSTRIA DEL CUERO. 2002. Ponencias de curtiembre y acabado del cuero. Barcelona España. Norma Técnica, IUP 6 (2002), para la resistencia a la tensión y porcentaje de elongación.
6. ASOCIACIÓN QUÍMICA ESPAÑOLA DE LA INDUSTRIA DEL CUERO. 2002. Ponencias de curtiembre y acabado del cuero. Barcelona España. Norma Técnica, IUF 450 (2002), para la resistencia al frote en seco.
7. ASOCIACIÓN QUÍMICA ESPAÑOLA DE LA INDUSTRIA DEL CUERO. 2002. Ponencias de curtiembre y acabado del cuero. 1a ed. Barcelona España. Norma Técnica, IUP 9 (2002), para el porcentaje de elongación.

8. BACARDÍT, A. 2004. Química Técnica del Cuero. 2a ed. Cataluña, España. Edit. COUSO. pp. 12-52-69.
9. BERMEO, M. 2006. La importancia de aprender la tecnología del cuero. Bogotá, Colombia. Edit Universidad Nacional de Colombia. pp. 28 - 34.
10. CASA COMERCIAL BAYER. 2007. Curtir, Teñir, Acabar. 2a ed. Munich Alemania. Edit. BAYER. pp 11 45, 53, 110.
11. COTANCE, A. 2004. Ciencia y Tecnología en la industria del Cuero. 1a ed. Igualada, España. Edit. Curtidores Europeos, pp. 23 - 32.
12. ECUADOR. ESTACIÓN METEREOLÓGICA DE LA FACULTAD DE RECURSOS NATURALES. 2012.
13. FRANKEL, A. 2009. Manual de Tecnología del Cuero. 2a ed. Buenos Aires, Argentina. Edit. Albatros. pp. 112-148.
14. FONTALVO, J. 2009. Características de las películas de emulsiones aerificas para acabados del cuero, sn. Medellín, Colombia. Edit. Rohm and Hass. pp. 19-41.
15. FONT, J. 2005. Análisis y ensayos en la industria del cuero. 2a ed. Igualada, España, Edit. CETI. pp. 12, 25, 53,96.
16. HIDALGO, L. 2004. Texto básico de Curtición de pieles. 1a ed. Riobamba, Ecuador. Edit, ESPOCH. pp. 10-56.

17. HIDALGO, L. 2012. Escala de calificación para variables sensoriales de los cueros caprinos curtidos con una combinación de tres curtientes en el adobe de cabra para calzado. Riobamba, Ecuador.
18. JONES, C. 2002, Manual de Curtición Vegetal. 2a ed. Buenos Aires Argentina. Edit. LEMIN. pp. 32 -53.
19. JURAN, J. 2009. Los ligantes y su utilización, s.n. Barcelona, España. Edit. ALBATROS. pp. 56-96.
20. LACERCA, M. 2003. Curtición de Cueros y Pieles. 1a ed. Buenos Aires, Argentina. Edlt. Albatros. pp 1, 5, 6, 8, 9,10.
21. LA ASOCIACIÓN NACIONAL DE CURTIDORES DEL ECUADOR. 2004. Curso de Técnicas de Curtido con aluminio. 1a ed. Quito, Ecuador. Edit ANCE. PP 1 -9. 3030531
22. LIBREROS, J. 2003. Manual de Tecnología del cuero. 1a ed. Edit. EUETII. Igualada, España. pp. 13 – 24, 56, 72.
23. LULTCS, W. 2013. IX Conferencia de la Industria del Cuero, se. Barcelona-España. Edit. Separata Técnica, pp ,9,11,25,26,29,45.
24. PORTAVELLA, M. 2005. Tenerla y medio ambiente, aguas residuales. Vol 4. Barcelona, España. Edit CICERO, pp .91,234,263.
25. SCHORLEMMER, P. 2002. Resistencia al frote del acabado del cuero. 2a ed. Asunción, Paraguay, si. pp. 19 ,26,45,52,54, 56.
26. SALMERON, J. 2003. Resistencia al frote del acabado del cuero. 2 a ed. Asunción, Paraguay. Edit. imanal, pp. 19-52.

27. SOLER, J. 2004. Procesos de Curtido, 1a ed. Barcelona, España. Edit CET1. pp. 12, 45, 97,98.
28. STTOFÉL A. 2003. XV Simposio técnico de la industria del cuero. 5a ed. Baños, Ecuador. Edit. ANCE. pp 23-51.
29. THORSTENSEN, E. 2002. El cuero y sus propiedades en la Industria. 3a ed. Munich, Italia. Edit. Interamericana, pp 325- 386.

ANEXOS

Anexo 1. Comportamiento de la resistencia a la tensión de los cueros caprinos adobados con diferentes combinaciones de tres curtientes para la confección de calzado.

A. Análisis de los datos

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1016,67	1110,53	1205,00	972,22	1294,44	2676,92	2000,00	2613,33
2494,74	383,33	3082,35	3233,33	3325,00	2400,00	2322,22	1620,00
1484,62	1521,43	1342,86	1423,08	1484,62	2233,33	2133,33	2010,00

B. Análisis de la varianza

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0,05	Fisher 0,01	Fisher Prob
Total	13805485,9	23	600238,52				
Tratamiento	2647747,3	2	1323873,65	2,49	3,47	5,78	0,11
Error	11157738,6	21	531320,88				

C. Separación de las medias por efecto del tipo de combinación de agentes curtientes

Combinación	Media	Grupo	EE
6% tara 1 glutar. 6 alum.	1611,14	a	257,71
7% tara 2 glutar. 7 alum.	2357,62	a	257,71
8% tara 3 glutar. 8 alum.	1704,16	a	257,71

Anexo 2. Comportamiento del porcentaje de elongación de los cueros caprinos adobados con diferentes combinaciones de tres curtientes para la confección de calzado.

A. Análisis de los datos

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
65,00	57,50	60,00	37,50	77,50	52,50	50,00	75,00
70,00	80,00	77,50	85,00	77,50	80,00	70,00	67,50
67,50	52,50	82,50	132,50	102,50	132,50	92,50	62,50

B. Análisis de la varianza

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0,05	Fisher 0,01	Fisher Prob
Total	13805485,9	23	517,02				
Tratamiento	2647747,3	2	1955,47	5,15	3,47	5,78	0,02
Error	11157738,6	21	380,02				

C. Separación de las medias por efecto del tipo de combinación de agentes curtientes

Combinación	Media	Grupo	EE
6% tara 1 glutar. 6 alum.	59,37	a	6,85
7% tara 2 glutar. 7 alum.	75,94	ab	6,85
8% tara 3 glutar. 8 alum.	90,62	b	6,85

Anexo 3. Comportamiento de la resistencia al frote en seco de los cueros caprinos adobados con diferentes combinaciones de tres curtientes para la confección de calzado.

A. Análisis de los datos

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
170,00	166,00	165,00	186,00	157,00	189,00	135,00	155,00
187,00	170,00	185,00	188,00	165,00	183,00	168,00	177,00
166,00	170,00	183,00	150,00	171,00	160,00	158,00	170,00

B. Análisis de la varianza

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0,05	Fisher 0,01	Fisher Prob
Total	13805485,9	23	182,20				
Tratamiento	2647747,3	2	396,88	2,45	3,47	5,78	0,11
Error	11157738,6	21	161,75				

C. Separación de las medias por efecto del tipo de combinación de agentes curtientes

Combinación	Media	Grupo	EE
6% tara 1 glutar. 6 alum.	165,38	a	4,5
7% tara 2 glutar. 7 alum.	177,88	a	4,5
8% tara 3 glutar. 8 alum.	166,00	a	4,5

Anexo 4. Comportamiento de la llenura de los cueros caprinos adobados con diferentes combinaciones de tres curtientes para la confección de calzado.

A. Análisis de los datos

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
3,00	3,00	4,00	5,00	3,00	3,00	4,00	4,00
5,00	5,00	4,00	4,00	5,00	5,00	5,00	4,00
5,00	4,00	4,00	4,00	4,00	3,00	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
Total	13805485,9	23	0,51				
Tratamiento	2647747,3	2	2,04	5,53	3,47	5,78	0,01
Error	11157738,6	21	0,37				

C. Separación de las medias por efecto del tipo de combinación de agentes curtientes

Combinación	Media	Grupo	EE
6% tara 1 glutar. 6 alum.	3,63	a	0,21
7% tara 2 glutar. 7 alum.	4,63	ab	0,21
8% tara 3 glutar. 8 alum.	4,00	b	0,21

Anexo 5. Comportamiento de la blandura de los cueros caprinos adobados con diferentes combinaciones de tres curtientes para la confección de calzado.

A. Análisis de los datos

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
3,00	3,00	4,00	4,00	3,00	3,00	5,00	5,00
5,00	5,00	5,00	4,00	4,00	5,00	5,00	5,00
4,00	4,00	5,00	4,00	4,00	5,00	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
Total	13805485,9	23	0,54				
Tratamiento	2647747,3	2	2,00	4,94	3,47	5,78	0,02
Error	11157738,6	21	0,40				

C. Separación de las medias por efecto del tipo de combinación de agentes curtientes

Combinación	Media	Grupo	EE
6% tara 1 glutar. 6 alum.	3,75	a	0,22
7% tara 2 glutar. 7 alum.	4,75	b	0,22
8% tara 3 glutar. 8 alum.	4,25	ab	0,22

Anexo 6. Comportamiento de la redondez de los cueros caprinos adobados con diferentes combinaciones de tres curtientes para la confección de calzado.

A. Análisis de los datos

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
4,00	4,00	5,00	5,00	3,00	4,00	4,00	4,00
5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	4,00	5,00	5,00
4,00	4,00	5,00	5,00	4,00	4,00	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
Total	13805485,9	23	0,35				
Tratamiento	2647747,3	2	1,17	4,36	3,47	5,78	0,03
Error	11157738,6	21	0,27				

C. Separación de las medias por efecto del tipo de combinación de agentes curtientes

Combinación	Media	Grupo	EE
6% tara 1 glutar. 6 alum.	4,13	a	0,18
7% tara 2 glutar. 7 alum.	4,88	b	0,18
8% tara 3 glutar. 8 alum.	4,38	ab	0,18

Anexo 7. Receta de Remojo de las pieles caprinas.

Peso de las pieles 31,4 kg

PROCESO	OPERACIÓN	PRODUCTO	%	CANTIDAD	Tº	TIEMPO
Remojo		AGUA	200	62.8 Lt		
	BAÑO	Cloro	0.5	157gr	Ambiente	
		Tenso activo	0.2	62 gr		
	Rodar por 1 hora					
	Botar el baño					
	BAÑO	Agua	300	94.2 Lt	25 °C	30 minutos
	Botar el baño					

Anexo 8. Receta de pelambre de las pieles caprinas.

Peso de las pieles 32.6 kg

PROCESO	OPERACIÓN	PRODUCTO	%	CANTIDAD	Tº	TIEMPO
Pelambre		AGUA	100	32.6 Lt		10 minutos
		Sulfuro de Sodio	0.4	130.4 gr		10 minutos
	BAÑO	Sulfuro de Sodio	0.4	130.4gr	Ambiente	10 minutos
		Agua	50	16.3 Lt		
		Sal	0.5	163 gr		10 minutos
		Sulfuro de Sodio	0.5	163 gr		30 minutos
		Cal	1	326 gr		30 minutos
		Cal	1	326 gr		30 minutos
		Cal	1	326 gr		3 horas
	Reposar el bombo por 20 horas					
	Rodar por 30 minutos					
	Botar el baño					
	BAÑO	Agua	200	65.2 Lt	Ambiente	20 minutos
		Botar el baño				
	BAÑO	Agua	100	32.6 Lt		
		Cal	1	326 gr		30 minutos
	Botar el baño					

Anexo 9. Receta de desencalado de pieles caprinas.

Peso de las pieles 28.6 kg

PROCESO	OPERACIÓN	PRODUCTO	%	CANTIDAD	Tº	TIEMPO
Desencalado		Agua	200	57.2lt	25	30 minutos
		Agua	200	57.2lt	25	60 minutos
	Baño	Agua	100	28.6lt	25	60 minutos
		Bisulfito de Sodio	1	286gr		
		Formiato de sodio	1	286gr		60 minutos
		Agua	200	57.2 lt	25	20 minutos
	Baño	Agua	100	57.2 lt	35	40 minutos
		Rindente/Purga	0.5	143 gr		
		Botar el baño				
Rendido y purgado	Baño	Agua	200	57.2 lt		20 minutos
		Botar el Baño				
		Agua	100	28.6 lt		
		Sal	5	1430 gr	Ambiente	10 minutos
		Acido fórmico	1.4	400 gr		
		1era parte diluida		1335 gr		20 minutos
		2da parte		1335 gr		20 minutos
		3 era parte		1335 gr		60 minutos
		Ácido fórmico	0.4	114 gr	Ambiente	
		1era parte diluida		380 gr		20 minutos

		2da parte		380 gr		20 minutos
		3 era parte		380 gr		20 minutos
		Botar el Baño				
Desengrase	Baño	Agua	100	28.6 lt		
		Tenso activo Deja	2	572 gr	35	60 minutos
		Diésel	4	1144 gr		
		Botar el Baño				
	Baño	Agua	100	28.6 lt		
		Tenso activo Deja	2	572 gr	35	30 minutos
		Botar el Baño				
Piquelado	Baño	Agua	100	28.6 lt		
		Sal	6	1716 gr		
		Ac. Fórmico	1.4	400 gr		
		1era parte (diluido)		1334 gr		20 minutos
		2 da parte		1334 gr		20 minutos
		3era parte		1334 gr	Ambiente	60 minutos
		Ac. Fórmico	0.4	144 gr		
		1era parte (diluido)		480 gr		20 minutos
		2 da parte		480 gr		20 minutos
		3era parte		480 gr		60 minutos

Anexo 10. Receta del curtido con 6% Tara, 1% Glutaraldehído, 6% Sulfato de aluminio.

Peso de las pieles 10.3 kg

Curtido	Tara	6	618 gr		
	Glutaraldehido	1	103 gr		
	Sulfato Al.	6	618 gr		
	Basificante	1	103 gr		
	1era parte (diluido)		340 gr		10 minutos
	2da parte		340 gr		10 minutos
	3era parte		340 gr		5 horas
	Agua	100	10.3 lt	70	30 minutos
Botar el Baño					
Cuero Wet-Blue					
Apilar perchar y raspar					

Anexo 11. Receta del curtido con 7% Tara, 2% Glutaraldehido, 7% Sulfato de aluminio.

Peso de las pieles 9.6 kg

Curtido	Tara	7	672 gr		
	Glutaraldehido	2	192 gr		
	Sulfato Al.	7	672 gr		
	Basificante	1	96 gr		
	1era parte (diluido)		320 gr		10 minutos
	2da parte		320 gr		10 minutos
	3era parte		320 gr		5 horas
	Agua	100	9.6 lt	70	30 minutos
Botar el Baño					
Cuero Wet-Blue					
Apilar perchar y raspar					

Anexo 12. Receta de curtido de las pieles caprinas con 8% Tara, 3% Glutaraldehído, 8% Sulfato de aluminio.

Peso de pieles 8.7 kg

Curtido	Tara	8	696 gr		
	Glutaraldehido	3	261 gr		
	Sulfato Al.	8	696 gr		
	Basificante	1	87 gr		
	1era parte (diluido)		290 gr		10 minutos
	2da parte		290 gr		10 minutos
	3era parte		290 gr		5 horas
	Agua	100	8.7 lt	70	30 minutos
Botar el Baño					
Cuero Wet-Blue					
Apilar perchar y raspar					

Anexo 13. Receta del recurtido de las pieles caprinas.

Peso de las pieles 26.7 kg

Proceso	Operación	Producto	%	Cantidad	T°	Tiempo minutos
	Baño	Agua	100	26.7 lt		30 minutos
		Deja	0.3	82 gr	Ambiente	
		Ac. Formico	0.3	82 gr		
			Botar el Baño			
Recurtido	Baño	Agua	100	26.7 lt		40 minutos
		Cromo	2	534 gr	Ambiente	
		Recurtido Fenolico	2	534 gr		
Neutra			Botar el Baño			
	Baño	Agua	200	53.4 lt	Ambiente	20 minutos
			Botar el Baño			
	Baño	Agua	200	53.4 lt	Ambiente	20 minutos
			Botar el Baño			
	Baño	Agua	100	26.7 lt		60 minutos
	Formiato de Sodio	1	27 gr	Ambiente		

		Recurtiente Neutral/ PAK	3	801 gr		60 minutos
			Botar el Baño			
	Baño	Agua	200	53.4 lt	Ambiente	20 minutos
			Botar el Baño			
Recurtido	Baño	Agua	100	26.7 lt	50	20 minutos
		Dispersante	1	270 gr		
		Mimosa	4	1068 gr		
		Rellenante de faldas	2	534 gr		40 minutos
Tintura	Baño	Anilina	3	801 gr		
		Cromo	1	270 gr	60	20 minutos
		Ac. Fórmico	1	270 gr		40 minutos
Engrase	Baño	Agua	100	26.7 lt		
		Ester Fosfórico	6	1602 gr		
		Parafina Sulfuclorada	6	1602 gr		60 minutos
		Ac. Fórmico	1	270 gr	70	10 minutos
		Ac. Fórmico	1	270 gr		10 minutos
		Cromo	2	534 gr		20 minutos
		Grasa Catiónica	0.5	135 gr		30 minutos
			Botar el Baño			
	Baño	Agua	200	26.7 lt	Ambiente	20 minutos

Perchar durante una noche

Pintura

Producto	Cantidad	Tº
Agua	800 gr	
Compacto	600 gr	Ambiente
Pigmento Negro	2400 gr	
Penetrante	300 gr	

Acabado

Producto	
Solvente	700 gr
Laca Negro	300 gr

