



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

“UTILIZACIÓN DE PRECURTIENTE RESÍNICO EN COMBINACIÓN CON  
DIFERENTES NIVELES DE SULFATO DE ALUMINIO PARA LA CURTICIÓN DE  
PIELES OVINAS EN LA OBTENCIÓN DE CUERO PARA CALZADO”

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

**AUTORA:**  
**ANA CRISTINA PILATAXI PINDUISACA**

**RIOBAMBA - ECUADOR**

**2017**

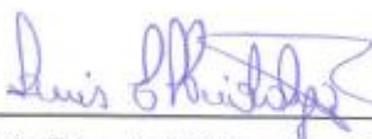


El presente trabajo de titulación fue aprobado por el siguiente tribunal



---

Ing. M.Sc. Tatiana Elizabeth Sánchez Herrera  
**PRESIDENTE DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**



---

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



---

Bqf. Cristina Nataly Villegas Freire.  
**ASESOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

## DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo Ana Cristina Pilataxi Pinduisaca declaro que el presente Trabajo de Titulación **“UTILIZACIÓN DE PRECURTIENTE RESÍNICO EN COMBINACIÓN CON DIFERENTES NIVELES DE SULFATO DE ALUMINIO PARA LA CURTICIÓN DE PIELES OVINAS EN LA OBTENCIÓN DE CUERO PARA CALZADO”** es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos presentes en este Trabajo de Titulación.

Riobamba, 24 de Abril de 2017



---

Ana cristina Pilataxi Pinduisaca  
C.I.:060580641-3

## **AGRADECIMIENTO**

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, por permitirme desenvolver mi vida universitaria en sus instalaciones en especial a la Facultad de Ciencias Pecuarias, a mi Escuela Ingeniería en Industrias Pecuarias por la educación brindada en mi formación profesional y humana con docentes de calidad.

A mi director de tesis Ingeniero Luis Eduardo Hidalgo Almeida PhD, mi sincero agradecimiento por su valioso conocimiento y corregir mis errores a tiempo para con ello realizar un trabajo correcto.

También mi agradecimiento va dirigido a mi madre, ella ha sido un apoyo incondicional para lograr este triunfo en mi vida, TE AMO MAMI, a pesar de los enojos, tristeza y cansancio que hemos vivido, con su espíritu trabajador y emprendedor hemos logrado salir victoriosas.

A mi familia, que de una u otra forma siempre me han impulsado con sus palabras de aliento a seguir adelante y si he caído me animan a levantarme con más fuerza. Con ellos agradezco a mis hermanos, Amanda mi hermana mayor mi amiga, mi hermano Jhonatan, Adele y Elián, mis hermanos pequeños los quiero mucho.

Mi agradecimiento a Edith mi mejor amiga su amistad ha hecho más fácil todo esto, con ella hemos reído, llorado, trasnocado, enojado, pero siempre estaremos juntas, a la par quiero también agradecer a mi amigo Roberto que con su actitud vivaz y graciosa, me ha sacado muchas sonrisas, Edith y Roberto los quiero mucho.

También agradezco por su amor, paciencia respeto y comprensión a esa persona que ha estado a mi lado los últimos años en mi vida y estudios, logrando cumplir juntos metas propuestas, gracias Cariño.

*Ana Cristi...*

## **DEDICATORIA**

Al haber realizado mi investigación y haberla culminado con éxito, dedico mi trabajo a Dios, por haberme llenado de sabiduría, paciencia y constancia a lo largo de toda mi vida estudiantil.

A mi Madre María, que ha sido mi pilar, hasta este punto de mi vida y lo será siempre no solo por su amor sino también por la paciencia brindada, por su comprensión y apoyo ante los obstáculos que se han presentado, en verdad ha sido difícil pero con su amor y ánimos brindados lo he logrado.

A mi padre Bonifacio, él es el hombre de mi vida, que sé que estará orgulloso de lo que he logrado a pesar de no estar a mi lado.

*Ana Cristina*

## CONTENIDO

RESUMEN	Pág.
ABSTRACT	v
LISTA DE CUADROS	vi
	vii

LISTA DE GRÁFICOS	viii
LISTA DE ANEXOS	ix
<b>I. <u>INTRODUCCIÓN</u></b>	1
<b>II. <u>REVISIÓN DE LITERATURA</u></b>	3
A. LA PIEL	3
B. ESTRUCTURA DE LA PIEL	4
1. <u>Epidermis</u>	4
2. <u>Dermis</u>	4
3. <u>Tejido subcutáneo</u>	5
C. QUÍMICA DE LA PIEL	6
1. <u>Partes de la piel en bruto</u>	7
a. Crupón	8
b. Cuello	8
c. Faldas	9
D. PIEL OVINA	9
E. ESTUDIO DE LA PIEL OVINA	10
F. PROCESOS PREVIOS AL CURTIDO DE LAS PIELES OVINAS	12
G. PROCESO DE ACABADO EN HÚMEDO DE LAS PIELES	13
1. <u>Ecurrido y rebajado</u>	14
2. <u>Neutralizado y recurtición</u>	14
3. <u>Tintura y engrase</u>	16
H. RECURTIENTE	17
1. <u>Precurtiente sintético</u>	19
2. <u>Precurtiente resínico</u>	22
a. Resinas catiónicas	22
b. Resinas aniónicas	24
c. Resinas anfóteras	25
I. CURTICIÓN AL ALUMINIO	26
1. <u>Parámetros de la curtición al aluminio</u>	
2. <u>Productos para la curtición con aluminio</u>	28
a. Sales curtientes de aluminio	30
b. Curtición con sulfato de aluminio	30
J. CUERO GAMUZA	31

K.	EXIGENCIAS DEL CUERO PARA CALZADO	34
1.	<u>Calidad del cuero de calzado</u>	35
<b>III.</b>	<b><u>MATERIALES Y MÉTODOS</u></b>	<b>38</b>
A.	LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO	38
B.	UNIDADES EXPERIMENTALES	38
C.	MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES	39
1.	<u>Materiales</u>	39
2.	<u>Equipos</u>	39
3.	<u>Productos químicos</u>	40
D.	TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL	40
E.	MEDICIONES EXPERIMENTALES	42
1.	<u>Físicas</u>	42
2.	<u>Sensoriales</u>	42
3.	<u>Económicas</u>	42
F.	ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA	43
G.	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	43
1.	<u>Remojo</u>	43
2.	<u>Pelambre por embadurnado</u>	43
3.	<u>Desencalado y rendido</u>	44
4.	<u>Piquelado</u>	44
5.	<u>Curtido</u>	44
6.	<u>Acabado en húmedo</u>	45
7.	<u>Tintura y engrase</u>	45
8.	<u>Aserinado, ablandado y estacado</u>	46
H.	METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN	46
1.	<u>Análisis sensorial</u>	46
2.	<u>Análisis de las resistencias físicas</u>	47
a.	Resistencia a la tensión	47
b.	Porcentaje de elongación	50
c.	Temperatura de encogimiento	51
6.	<u>Relación B/C</u>	53
<b>IV.</b>	<b><u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u></b>	<b>54</b>

A.	EVALUACIÓN DE LAS RESISTENCIAS FÍSICAS DE LAS PIELS OVINAS CURTIDAS CON DIFERENTES NIVELES DE SULFATO DE ALUMINIO EN COMBINACIÓN CON PRECURTIENTE RESÍNICO	54
1.	<u>Resistencia a la tensión</u>	54
2.	<u>Porcentaje de elongación</u>	59
3.	<u>Temperatura de encogimiento</u>	63
B.	EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DE LAS PIELS OVINAS CURTIDAS CON DIFERENTES NIVELES DE SULFATO DE ALUMINIO, EN COMBINACIÓN CON PRECURTIENTE RESÍNICO EN LA OBTENCIÓN DE CUERO PARA CALZADO	67
1.	<u>Llenura</u>	67
2.	<u>Blandura</u>	72
3.	<u>Finura de Flor</u>	76
C.	ANÁLISIS DE CORRELACIÓN ENTRE VARIABLES DE LAS PIELS OVINAS CURTIDAS POR EFECTO DE LA UTILIZACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE SULFATO DE ALUMINIO EN COMBINACIÓN CON PRECURTIENTE RESÍNICO	80
D.	EVALUACIÓN ECONÓMICA	83
V.	<b><u>CONCLUSIONES</u></b>	85
VI.	<b><u>RECOMENDACIONES</u></b>	86
VII.	<b><u>LITERATURA CITADA</u></b>	87
	<b>ANEXOS</b>	



## RESUMEN

En el Taller de curtiembre de Pieles de la FCP, de la ESPOCH, se evaluó la curtición con diferentes niveles de sulfato de aluminio en combinación con precurtiente resínico en la obtención de cuero para calzado, utilizando 21 pieles ovinas que fueron distribuidas en 3 tratamientos y 7 repeticiones, modeladas con un diseño completamente al azar simple. Los resultados indican que el nivel adecuado de sulfato de aluminio que se combinará con el 3% de precurtiente resínico para curtir pieles ovinas consigue producir una materia prima para la confección de calzado libre de cromo, para evitar problemas de legislación ambiental a la empresa. La mayor resistencia a la tensión (1217,95 N/cm<sup>2</sup>), y temperatura de encogimiento (64,86°C), se consiguen al utilizar 7% de sulfato de aluminio (T1), mientras tanto que la mayor elongación fue alcanzada con 8% de curtiembre sulfato de aluminio, permitiendo que el cuero cumpla con las normas técnicas. La mejor ponderación de llenura (4,71 puntos) y finura de flor (4,86 puntos), se consigue al curtir con mayores niveles de sulfato de aluminio (T3), mientras que la mejor blandura (4,57 puntos), es alcanzada con niveles más bajos de curtiembre. La mayor rentabilidad se consigue al trabajar con 7% de sulfato de aluminio ya que la relación beneficio costo fue de 1,28; es decir que por cada dólar invertido se espera una ganancia de 28 centavos que es alta en relación al de otras actividades industriales similares que registran menores márgenes de utilidad y sobre todo involucran riesgos económicos mayores.

**“USE OF PRE-CURED RESINICAL IN COMBINATION WITH DIFFERENT LEVELS OF ALUMINUM SULPHATE FOR THE TREATMENT OF OVINE SKINS IN THE OBTAINING OF LEATHER FOR FOOTWEAR”**

Pilataxi, A.<sup>1</sup>, Hidalgo, L.<sup>2</sup>, Villegas, C.<sup>3</sup>  
ESPOCH-FCP-CIIP  
South Panamericana kilometer 1 1/2  
Riobamba – Ecuador

**ABSTRACT**

In the Workshop, of: leather tannery of the FCP, of ESPOCH, was evaluated the tanning with different levels of aluminum sulphate in combination with resin resins in the production of leather for footwear, using 21 sheep skins that were distributed in 3 treatments and 7 replicates, modeled with a simple completely random design. The results indicate that the adequate level of aluminum sulphate combined with 3% pre-cured resinical to tanning ovine skins produces a raw material for the production of chromium-free footwear to avoid problems of environmental legislation to the company. The higher tensile strength (1217.95 N / cm), and shrinkage temperature (64.86 ° C), are achieved by using 7% aluminum sulphate (T1), while the greater elongation was achieved with 8% tan aluminum sulfate, allowing leather to meet technical standards. The best weighting infilling (4.71 points) and flower fineness (4.86 points) is obtained when tanning with higher levels of aluminum sulphate (T3), while the best softness (4.57 points) is achieved with lower tanning levels. The highest profitability is achieved by working with 7% aluminum sulphate as the cost benefit ratio was 1.28; that is to say for each dollar invested a profit of 28 cents is expected that is high in relation to other similar industrial activities that register lower profit margins and above all involve greater economic risks.

---

1 Author of the research. Egres. of the Superior Polytechnic School of Chimborazo Faculty of Animal Sciences. Career of: Engineering in Livestock Industries.

2 Teachers of the Superior Polytechnic School of Chimborazo Faculty of Animal Sciences. Career of: Engineering in Livestock Industries.



N°	Pág.
1. FUNCIONES DE LA PIEL.	6
2. PRODUCTOS PARA LA CURTICIÓN CON ALUMINIO.	29
3. REQUISITOS BÁSICOS PARA EL CUERO DE CALZADO.	36
4. CONDICIONES METEOROLÓGICAS DEL CANTÓN RIOBAMBA.	38
5. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.	41
6. ESQUEMA DEL ADEVA.	42
7. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LAS PIELS OVINAS CURTIDAS CON DIFERENTES NIVELES DE SULFATO DE ALUMINIO ( 7, 8 Y 9%), EN COMBINACIÓN CON PRECURTIENTE RESÍNICO EN LA OBTENCIÓN DE CUERO PARA CALZADO.	55
8. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DE LAS PIELS OVINAS CURTIDAS CON DIFERENTES NIVELES DE SULFATO DE ALUMINIO ( 7, 8 Y 9%), EN COMBINACIÓN CON PRECURTIENTE RESÍNICO EN LA OBTENCIÓN DE CUERO PARA CALZADO.	68
9. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN ENTRE VARIABLES DE LAS PIELS OVINAS CURTIDAS POR EFECTO DE LA UTILIZACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE SULFATO DE ALUMINIO EN COMBINACIÓN CON PRECURTIENTE RESÍNICO.	81

N°	Pág.
1. Partes de la piel.	3
2. Esquema de las zonas de una piel fresca	8
3. Dimensiones dadas a las probetas.	48
5. Equipo para la medición de la resistencia a la tensión	50
5. Resistencia a la tensión de las pieles ovinas curtidas con diferentes niveles de sulfato de aluminio (7, 8 y 9%), en combinación con precurtiente resínico en la obtención de cuero para calzado.	56
6. Regresión de la resistencia a la tensión de las pieles ovinas curtidas por efecto de la utilización de diferentes niveles de sulfato de aluminio en combinación con precurtiente resínico en la obtención de cuero para calzado	58
7. Porcentaje de elongación de las pieles ovinas curtidas con diferentes niveles de sulfato de aluminio (7, 8 y 9%), en combinación con precurtiente resínico en la obtención de cuero para calzado.	60
8. Regresión del porcentaje de elongación de las pieles ovinas curtidas por efecto de la utilización de diferentes niveles de sulfato de aluminio en combinación con precurtiente resínico	62
9. Temperatura de encogimiento de las pieles ovinas curtidas con diferentes niveles de sulfato de aluminio (7, 8 y 9%), en combinación con precurtiente resínico en la obtención de cuero para calzado.	64
10. Regresión de la temperatura de encogimiento de las pieles ovinas curtidas con diferentes niveles de sulfato de aluminio (7, 8 y 9%), en combinación con precurtiente resínico en la obtención de cuero para calzado.	66
11. Llenura de las pieles ovinas curtidas por efecto de la utilización de diferentes niveles de sulfato de aluminio en combinación con precurtiente resínico.	69
12. Regresión de la llenura de las pieles ovinas curtidas por efecto de la utilización de diferentes niveles de sulfato de aluminio en combinación con precurtiente resínico	71

13. Blandura de las pieles ovinas curtidas por efecto de la utilización de diferentes niveles de sulfato de aluminio en combinación con precurtiente resínico. 73
14. Regresión de la blandura de las pieles ovinas curtidas por efecto de la utilización de diferentes niveles de sulfato de aluminio en combinación con precurtiente resínico. 75
15. Finura de flor de las pieles ovinas curtidas por efecto de la utilización de diferentes niveles de sulfato de aluminio en combinación con precurtiente resínico. 77
16. Regresión de la finura de flor de las pieles ovinas curtidas por efecto de la utilización de diferentes niveles de sulfato de aluminio en combinación con precurtiente resínico. 79

N°

1. Resistencia a la tensión de las pieles ovinas curtidas con diferentes niveles de sulfato de aluminio (7, 8 y 9%), en combinación con precurtiente resínico en la obtención de cuero para calzado.
2. Porcentaje de elongación de las pieles ovinas curtidas con diferentes niveles de sulfato de aluminio (7, 8 y 9%), en combinación con precurtiente resínico en la obtención de cuero para calzado.
3. Temperatura de encogimiento de las pieles ovinas curtidas con diferentes niveles de sulfato de aluminio (7, 8 y 9%), en combinación con precurtiente resínico en la obtención de cuero para calzado.
4. Llenura de las pieles ovinas curtidas con diferentes niveles de sulfato de aluminio (7, 8 y 9%), en combinación con precurtiente resínico en la obtención de cuero para calzado.
5. Blandura de las pieles ovinas curtidas con diferentes niveles de sulfato de aluminio (7, 8 y 9%), en combinación con precurtiente resínico en la obtención de cuero para calzado.
6. Finura de flor de las pieles ovinas curtidas con diferentes niveles de sulfato de aluminio (7, 8 y 9%), en combinación con precurtiente resínico en la obtención de cuero para calzado.
7. Evaluación estadística de las resistencias físicas del cuero ovino en el programa infostat.
8. Evaluación estadística de las calificaciones sensoriales del cuero ovino en el programa infostat.
9. Remojo y pelambre de las pieles ovinas para producir cuero gamuza para calzado femenino.
10. Descarnado rendido y piquelado de las pieles ovinas para producir cuero gamuza para calzado femenino.
11. Desengrase, segundo piquelado y curtido de las pieles ovinas para producir cuero gamuza para calzado femenino.
12. Rehumectación, recurtido, tinturado y engrase de las pieles ovinas para producir cuero gamuza para calzado femenino.

13. Evidencia fotográfica del proceso de descarnado de las pieles ovina: producir cuero gamuza para calzado femenino.
14. Evidencia fotográfica del proceso de desencalado de las pieles ovinas para producir cuero gamuza para calzado femenino.
15. Evidencia fotográfica del proceso de rendido purgado desengrase y piquelado de las pieles ovinas para producir cuero gamuza para calzado femenino.
16. Evidencia fotográfica del curtido de las pieles ovinas para producir cuero gamuza para calzado femenino.
17. Evidencia fotográfica del recurtido, Neutralizado y Tintura y engrase de las pieles ovinas para producir cuero gamuza para calzado femenino.
18. Evidencia fotográfica del perchado y remontado de las pieles ovinas para producir cuero gamuza para calzado femenino.
19. Evidencia fotográfica de la prueba física temperatura de encogimiento de las pieles ovinas para producir cuero gamuza.
20. Evidencia fotográfica de la prueba física resistencia a la tensión y porcentaje de elongación de las pieles ovinas para producir cuero gamuza.



## **I. INTRODUCCIÓN**

El cuero en la actualidad se considera un recurso renovable, en contraste con los materiales y fibras de origen petroquímico que se postulan como alternativas. La mayor parte de curticiones tienen como base el cromo pero por problemas de la legislación ambiental vigente en nuestro país se ha llegado a la conclusión de que se debería buscar alternativas para sustituir su uso por materiales menos contaminantes como es el caso del sulfato de aluminio que se considera un curtiente más amigable con el ambiente ya que los residuos líquidos son menos contaminantes, sin desmedro de las resistencias físicas ya que es necesario recordar que mediante el proceso de curtición se transfiere a la piel cualidades de elasticidad, flexibilidad e impenetrabilidad distintas a la de la piel recién desollada. Durante los procesos de curtición se utilizan una gran cantidad de productos químicos, que van desde jabones humectantes y odorizantes hasta ácidos fuertes y álcalis, hacen de esta industria un sector que siempre está en la mira de las autoridades ambientales. (Morera, J. 2007).

Es por ello que en los momentos actuales están poniéndose en auge curticiones distintas a la tradicional ya que la legislación ambiental de nuestro país exige el uso de tecnologías más limpias, sin embargo existe un problema al utilizar el sulfato de aluminio y que radica en la posibilidad de descorticiones o curticiones demasiado blandas que desmejorarían la calidad del producto por lo tanto se fortalecerá esta curtición utilizando precurtiente sintético que ingresará a la fórmula del curtido para cambiar la carga eléctrica superficial de la piel y permitir la penetración del producto curtiente hacia el centro del tejido interfibrilar de colágeno, permitiendo el fortalecimiento del cuero para que soporte las tensiones multidireccionales sin producirse rotura o endurecimiento. (Rivero, A. 2001).

Producir un cuero que cumplan con todas las exigencias de calidad de los organismos competentes es una tarea muy difícil cuanto más realizar estos procesos con la conciencia ambiental, evitando producir daños en el ambiente como son deforestaciones, contaminación del agua, aire o suelo, que en diversas ocasiones son difíciles de mitigar o simplemente muy costosas que resultan

inaccesibles para los dueños de las empresas y que prefieren como han ocurrido en varios países cerrar sus puertas y realizar un cambio en sus actividades, ocasionando un déficit en la economía de nuestro país, al disminuir las fuentes de trabajo directo o indirecto.

Cuando estas exigencias llegan al límite de lo casi imposible es cuando todos deben aunar sus esfuerzos para llegar a conseguirlas y aquí es donde los productores de productos químicos deben aportar nuevas ideas y soluciones, para crear tecnologías pioneras, que permitan mejorar la calidad del cuero. Para optimizar un recurtiente resínico mediante pruebas de laboratorio, como en pruebas industriales, se verificó que este recurtiente resínico de alta eficiencia tiene un rendimiento hasta dos veces más que productos comunes, que se encuentran en el mercado, por lo cual los objetivos planteados en la presente investigación fueron:

- Utilizar precurtiente resínico en combinación con diferentes niveles de sulfato de aluminio (7, 8 y 9%) para la curtición de pieles ovinas en la obtención de cuero para calzado.
- Determinar el nivel óptimo de sulfato de aluminio (7, 8 y 9%) en combinación con el 3% de precurtiente resínico para curtir pieles ovinas que servirán de materia prima para la confección de calzado libre de cromo.
- Evaluar las resistencias físicas del cuero ovino curtido con sulfato de aluminio en combinación con precurtiente resínico, y compararlas con las normas técnicas que regentan la calidad del cuero.
- Ponderar la sensación que producen los cueros ovinos curtidos con aluminio sobre los sentidos y ubicarlas en la escala de calificación sensorial.
- Determinar los costos de producción y la rentabilidad de cada uno de los tratamientos.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

## A. LA PIEL

Hidalgo, L (2004), indica que la piel es una estructura externa de los cuerpos de los animales. Es una sustancia heterogénea generalmente cubierta de pelo o lana y formada por varias capas superpuestas. Esta envoltura externa ejerce una acción protectora, pero al mismo tiempo también cumple otras funciones como: Regular la temperatura del cuerpo, elimina las sustancias de desecho, alberga órganos sensoriales que nos facilitan la percepción de las sustancias térmicas, táctiles y sensoriales, almacena sustancias grasas, protegen al cuerpo de entrada de bacterias.

La piel responde a los cambios fisiológicos del animal, reflejándose sobre ella muchas características importantes y específicas tales como: edad, sexo, dieta, medio ambiente, estado de salud. En el gráfico 1, se ilustra las partes de la piel animal.

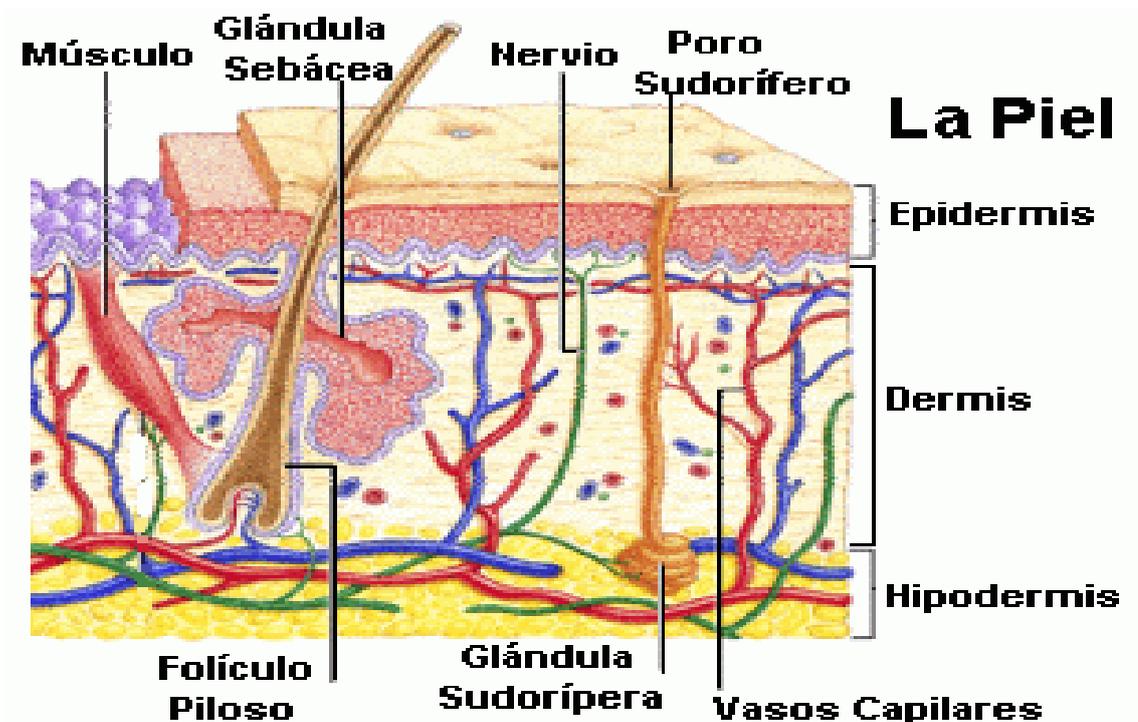


Gráfico 1. Partes de la piel.

## B. ESTRUCTURA DE LA PIEL

Según la estructura de la piel del animal varía de una especie a otra y dentro de un mismo animal, la piel está formada por tres partes que son:

- Epidermis
- Dermis.
- Tejido subcutáneo.

### 1. Epidermis

Bequele, W. (2016), indica que la epidermis es la capa más exterior de la piel, su grosor representa aproximadamente un 1% del total de la piel en bruto. Se elimina durante los trabajos de apelmbrado o embadurnado. Está separada de la dermis por la membrana hialina. Desde fuera hacia dentro la epidermis presenta las siguientes capas: Capa cornea, capa granular y la capa mucosa de Malpighi o capa basal. La capa de Malpighi se elimina fácilmente ya que, al estar formada por células vivas de aspecto mucoso o gelatinoso que tienen poca resistencia, son fácilmente atacadas por la acción de las bacterias de la putrefacción, y de enzimas así como por álcalis tales como. La capa granular presenta un desarrollo variable, según la especie de mamíferos de que se trate y también de la parte de la piel de que se tome, es siempre menos gruesa que la capa de Malpighi. La capa córnea se va formando a partir de la capa granular. A medida que ascienden las células, éstas se van secando gradualmente y pierden sus estructuras nucleares y se van volviendo aplastadas, en forma de escamas. Las células de estas capas ya están muertas. Al mismo tiempo que se aplastan, se funden gradualmente para formar la densa capa queratinizada del estrato córneo.

### 2. Dermis

Adzet, J. (2005), reporta que la dermis está situada inmediatamente debajo de la epidermis, se extiende hasta la capa subcutánea y, como hemos dicho antes, está separada de la epidermis por la capa hialina. Representa aproximadamente el 84% del grosor de la piel en bruto y es la parte aprovechable para la fabricación del

cuero. Se distinguen dos capas en la dermis: la capa de flor o papilar y la capa reticular. La capa de flor está formada por un entretejido de fibras entrelazadas en todas las direcciones siguiendo mayormente una orientación sensiblemente perpendicular a la superficie de la piel. Este entretejido está formado por fibras especiales finas y apretadas, sobre todo en la parte más superficial. Su empaquetamiento es muy compacto. Químicamente está formada por fibras de colágeno y por bastantes fibras elásticas que sirven para reforzar su estructura.

Bacardit, A. (2004), menciona que la capa de flor es la que condiciona el aspecto del cuero acabado contribuyendo, sobre todo, a su apariencia estética. La capa reticular se llama así por su aspecto de red. Está formada por fibras gruesas y fuertes que se entrecruzan formando un ángulo aproximado de  $45^{\circ}$  con relación a la superficie de la piel; según nos vamos introduciendo a capas más profundas, las fibras van tomando una orientación más horizontal siendo, al final, totalmente paralelas a la superficie de la piel. Su espesor representa entre el 50-80% del grosor total de la dermis dependiendo de la edad del animal. Al ir este envejeciendo, la relación entre la capa reticular y la de flor será cada vez mayor, químicamente su principal componente es la proteína colágeno.

### **3. Tejido subcutáneo**

Lacerca, M. (2003), menciona que el tejido subcutáneo constituye aproximadamente el 15% del espesor total de la piel en bruto y se elimina mecánicamente en la ribera mediante una operación que se denomina descarnado. Es la parte de la piel que asegura la unión con el cuerpo del animal. El tejido subcutáneo está constituido por un fieltro muy lacio a base de fibras largas dispuestas así paralelamente a la superficie de la flor entre sus fibras se encuentran células grasas en mayor y menor cantidad según la especie del animal. En la industria de tenería se utiliza principalmente las pieles vacunas, las de cordero, y las de cabra en una proporción mucho menor las pieles de caballo y de cerdo, avestruz y aun en menores cantidad las pieles de pescado y reptiles. En el cuadro 1, se describe las funciones de la piel.

Cuadro 1. FUNCIONES DE LA PIEL.

Función	Serie de actividades
Barrera	Control de las pérdidas de agua, electrolitos, etc.
Protección	frente a los agentes físicos, químicos y biológicos
Sensibilidad	Calor, frío, dolor, picor y presión
Regulación de la temperatura	Aislamiento, variación del flujo sanguíneo, sudoración
Control hemodinámico	Cambios vasculares periféricos
Secreción	Excreción Función glandular, crecimiento del pelo y de la epidermis. Pérdida percutánea de gases, solutos y líquidos
Síntesis	Vitamina D
Función inmunológica	Vigilancia, respuesta

Fuente: Bursch, C. (2015).

### C. QUÍMICA DE LA PIEL

Bacardit, A. (2004), asegura que la piel fresca está formada por un retículo de proteína fibrosas bañadas por un líquido acuoso que contiene proteínas globulares, grasas, subcutáneas minerales y orgánicas. La composición aproximada de una piel vacuna recién desollada es la siguiente:

- Agua 64 %,
- Proteína 33%,
- Grasas 2%,
- Sustancias minerales 0,5%,
- Otras sustancias 0,5%.

Cordero, B. (2012), informa que entre estos valores se destaca el contenido de agua en la piel aproximadamente el 20 % de esta agua se encuentra combinada con las fibras de colágeno de forma similar al agua de cristalización del total de la proteína que tiene la piel aproximadamente un 94 a 95 % es colágeno 1% elastina 1 -2 % de queratina y el resto son proteínas no fibrilares. La piel vacuna contiene poca grasa, las de cerdo 4 a 40% en los ovinos 3-30 % y en las cabras 3 - 10% Estos porcentajes están calculados sobre piel seca de estas cantidades el 75 - 80 % son triglicéridos. Las proteínas de la piel se clasifican en dos grandes grupos fibrosos y globulares. Las proteínas fibrosas son las queratinas, el colágeno y 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 seco de proteína varían entre los valores de 4 – 18 % químicamente es más reactivo que la elastina pero menos que la proteína globular.

Frankel, A. (2016), señala que las proteínas globulares se encuentran en la piel formando parte de la sustancia intercelular, proceden del protoplasma de las células vivas de la piel. Son muy reactivas químicamente y fácilmente solubles. Entre los lípidos que contienen la piel, los triglicéridos son los componentes más abundantes. Los triglicéridos forman depósitos que sirven de reserva nutritiva para el animal. Se encuentra diluidos por toda la dermis, pero se acumulan sobre todo el tejido subcutáneo constituye el tejido adiposo.

### **1. Partes de la piel en bruto**

Artigas, M. (2007), indica que la piel recuperada por desuello de los animales sacrificados, se llama "piel fresca" o piel en verde. En una piel fresca existen zonas de estructuras bastante diferenciadas en lo que respecta al espesor y la capacidad. Estos contrastes son sobre todo importantes en el caso de pieles grandes de bovinos. En una piel se distinguen 3 zonas:

- El crupón
- El cuello
- Las faldas.

**a. Crupón**

Carrasco, A. (2016), indica que el crupón corresponde a la parte de la piel de la región dorsal y lumbar del animal. Es la parte más homogénea, tanto en espesor como en estructura dérmica. Es además la más compacta y por lo tanto la más valiosa. Su peso aproximado es de un 46 % con relación al total de la piel fresca, la piel de la parte superior de la cabeza se conoce como testuz y las partes laterales se le llama carrillos como se indica en el (gráfico 2).

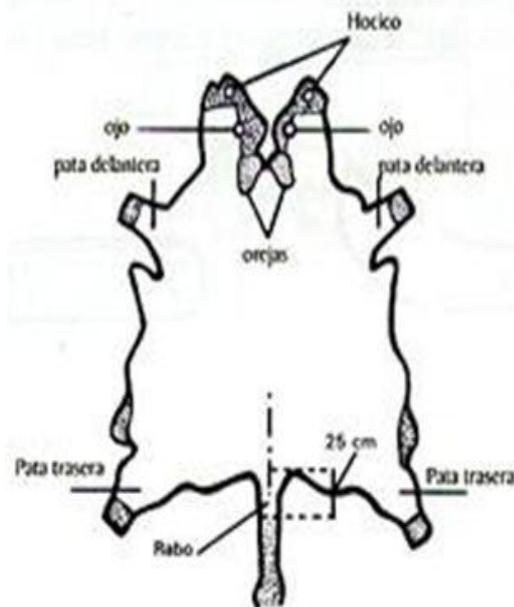
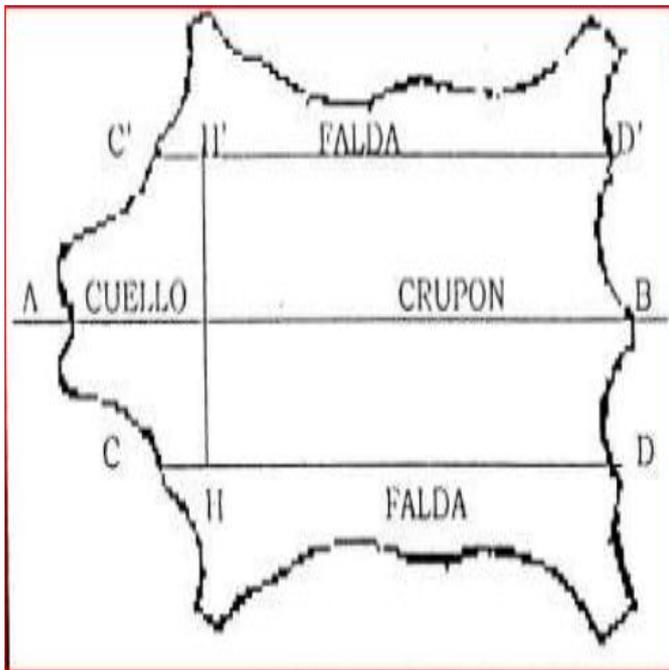


Gráfico 2. Esquema de las zonas de una piel fresca

### b. Cuello

Aleandry, F. (2016), analiza que el cuello corresponde a la piel del cuello y la cabeza del animal. Su espesor y compacidad son irregulares y de estructura fofa. La

superficie del cuello presenta y profundas arrugas que serán tanto más marcadas cuando más viejo sea el animal. La piel del cuello viene a representar un 26% del peso total de la piel.

### **c. Faldas**

Abarca, M. (2016), menciona que las faldas corresponden a la parte de la piel que cubre el vientre y las patas del animal. Presenta grandes irregularidades en cuanto a espesor y capacidad, encontrándose en las zonas de las axilas las partes más fofas de la piel; las de las patas se encuentran algo cornificadas. El peso de las faldas corresponde un 28% del total. En una piel además se distinguen: el lado externo de la piel que contiene el pelaje del animal, y una vez eliminado este se llama lado de la Flor. El lado interno de la piel, que se encontraba junto a la carne del animal se llama lado de la carne.

### **D. PIEL OVINA**

Artemio, P.(2016), menciona que a diferencia de lo que sucede con el ganado bovino, la mayoría de las razas ovinas se crían principalmente por su lana o para la obtención de carne como de lana, siendo las mejores las razas exclusivamente para carne. Las pieles ovinas de más calidad las proporcionan aquellas razas cuya lana es de escaso valor. Los animales jóvenes son los que surten a la industria de las mejores pieles, de los animales viejos solamente se obtienen cueros de regular calidad. El destino de estas pieles, cuyo volumen de faena las hace muy interesantes, es generalmente la fabricación de guantes, zapatos, bolsos, etc. dado que la oveja está protegida fundamentalmente por la lana, la función primordial de la piel consiste en coadyuvar al crecimiento de las fibras lanares. En general se puede decir que la piel de los ovinos es fina, flexible, extensible y de un color rosado.

Domínguez, N. (2016), señala que en las razas productoras de lanas finas, la piel es más delgada y con mayor número de folículos y glándulas, tanto sudoríparas como sebáceas, que en las razas carniceras. Otra característica distinta es que la

piel forma pliegues o arrugas en el cuello, denominados corbatas o delantales, y en algunos se encuentran estas arrugas en parte o en la totalidad de la superficie corporal. La piel ovina está constituida por las siguientes partes: Los folículos son invaginaciones de la piel en las cuales se originan las hebras pilosas y lanosas. En el interior se encuentra la raíz de la hebra con el bulbo pilífero que rodea a la papila que lo nutre y que origina el crecimiento. Las secreciones sudoríparas tienen forma de tubos y desembocan en un poro de la piel por medio de un conducto excretor. Las glándulas sebáceas aparecen como racimos cuyo conducto excretor se abre en la parte interior y superior del folículo, poco antes de que la fibra aparezca en la superficie de la piel. Las secreciones glandulares de la piel se unen originando la grasa de la lana, también llamada suarda, que la lubrica y protege de los agentes exteriores. La fibra de lana consta a su vez, de dos partes: una interna o raíz incluida en el interior del folículo y otra externa, libre, que constituye la fibra de lana propiamente dicha.

Argemto, D. (2016), se indica que la piel de los ovinos está constituida por dos tipos de tejido diferentes. Una capa externa delgada, llamada epidermis y por debajo de ésta una más gruesa y compleja conocida como dermis o corium, formada por tejido conectivo que contiene abundantes fibras de colágeno. En la dermis, a su vez, se distinguen dos zonas bien diferenciadas: una superior llamada papilar, provista de numerosos vasos y fibrillas nerviosas, que cumplen una importante función en la regulación de la temperatura corporal y otra llamada reticular, formada por un tejido con fibras de colágeno.

## **E. ESTUDIO DE LA PIEL OVINA**

Sánchez, A. (2006), reporta que las propiedades de la piel curtida, su resistencia, flexibilidad y la textura del afelpado dependen de la estructura fibrosa; es decir, de la delgadez de sus fibras individuales y de su entretejido. El curtidor, por su forma de trabajar, puede variar la finura de la fibra del haz y la firmeza del tejido, de forma que se pueden producir, de un solo tipo de material bruto, curtidos con variaciones en la suavidad, caída y tacto. Su habilidad se centra en elegir una piel y producir un curtido con las propiedades especiales requeridas para un fin específico. Las

propiedades requeridas para la confección son bastante diferentes a las utilizadas para el empeine. Sin embargo, hay variaciones naturales en una misma piel y en las pieles del mismo tipo de animal que el curtidor poco puede hacer para modificarlas.

Bacardit, A. (2004), menciona que es esencial tener conocimiento de dichas variaciones para obtener resultados satisfactorios al cortar una piel para confección. Las pieles varían en su espesor y en la proporción entre la capa de flor y el corium. Por ejemplo, en el cuero bovino la capa de flor ocupa aproximadamente la sexta parte de su espesor; en la piel ovina, la mitad; pero en la porción no hay diferenciación de capas, pues el poco pelo que hay atraviesa todo su espesor. El cuero bovino es excesivamente grueso para la confección de prendas, por lo que se exfolia en dos capas. La capa *flor*, con una parte del *corium*, es separada para producir curtido de flor o napa. La capa carne es tratada para la producción del ante o afelpado, y la superficie dividida se raspa para formar el afelpado. Los haces son más grandes en el cuero bovino, por lo que el ante de este tipo es bastante más fino que el del ovino.

Belda, A. (2006), reporta que con excepción de la gamuza, las pieles ovinas no son divididas, sino procesadas en *napa* (cuando la superficie de flor es tratada con un acabado) o en afelpado (cuando el lado *carne* es raspado para formar el afelpado). La gamuza se obtiene de la capa *corium* ovina. Hay muchos tipos de pieles de ovejas: desde el merino, de lana fina, al europeo de montaña, de lana gruesa; el cordero de pelo, típico de países tropicales y muy poco diferenciado de las cabras, de las que se obtienen las pieles más ligeras para la confección, estas generalmente tienen la piel más pequeña pero con estructura más compacta, con excepción del tipo el cabo, que es grande y también compacta. Estas variaciones se reflejan en la apariencia y en el tacto del curtido. En las pieles de los corderos de pelo y de las cabras, los pelos están espaciados, lo cual permite que las fibras de la *flor* se introduzcan en el corium. En estas pieles, la capa de flor está fuertemente unida al corium y tiene poca tendencia natural a separarse. Sin embargo, si esta discontinuidad innata (que da a la superficie su especial atractivo)

es acentuada, puede producir una excesiva flojedad que origina un deterioro de su calidad.

Sánchez, A. (2006), reporta que en las ovejas de lana los pelos son más abundantes; por lo tanto, el tejido que une la flor con el coriúm está interrumpido por pelos y glándulas, disminuyendo su unión. Además, este tipo de animal tiene tendencia a retener grasa entre las raíces de los pelos en el punto de unión de la flor con el corium. Cuando se quita la grasa durante la curtición, sus células vacías debilitan el tejido, con lo cual algunas pieles procedentes de las ovejas de lana tienen tendencia innata a la flojedad de la *flor*. Esto se evidencia al doblar la piel curtida, ya que los pliegues de la superficie, *napa* o *ante*, son bastante más gruesos. Para la confección de una prenda, los cortes deben ser idénticos y uniformes en cuanto a textura y largo de *afelpado*, y hechos en la misma dirección de éste.

## **F. PROCESOS PREVIOS AL CURTIDO DE LAS PIELES OVINAS**

Dellmann, H. (2016), menciona que en esta etapa el cuero es preparado para ser curtido, es limpiado y acondicionado asegurándole un correcto grado de humedad, la sección de ribera se compone de una serie de pasos intermedios, que son:

- Remojo: proceso para rehidratar la piel, eliminar la sal y otros elementos como sangre, excretas y suciedad en general.
- Pelambre: proceso a través del cual se disuelve el pelo utilizando cal y sulfuro de sodio, produciéndose además, al interior del cuero, el desdoblamiento de fibras a fibrillas, que prepara el cuero para la posterior curtición.
- Desencalado: proceso donde se lava la piel para remover la cal y luego aplicar productos neutralizantes, por ejemplo: ácidos orgánicos tamponados, azúcares y melazas, y ácido sulfoftálico.
- Descarnado: proceso que consiste en la eliminación mecánica de la grasa natural, y del tejido conjuntivo, esencial para las operaciones secuenciales posteriores hasta el curtido.

- Purga enzimática: el efecto principal del rendido tiene lugar sobre la estructura fibrosa de la piel, pero existen una serie de efectos secundarios sobre la elastina, restos de queratina de la epidermis y grasa natural de la piel. Su acción es un complemento en la eliminación de las proteínas no estructuradas, y una acción sobre la limpieza de la flor, la que se traduce en lisura de la misma, y le confiere mayor elasticidad.
- Piquelado El proceso de piquelado comprende la preparación química de la piel para el proceso de curtido, mediante la utilización de ácido fórmico y sulfúrico principalmente, que hacen un aporte de protones, los que se enlazan con el grupo carboxílico, permitiendo la difusión del curtiente hacia el interior de la piel sin que se fije en las capas externas del colágeno.

## **G. PROCESO DE ACABADO EN HÚMEDO DE LAS PIELES**

Lacerca, M. (2003), manifiesta que el cuero es una de las más antiguas invenciones de la humanidad, y lo más probable es que el primer material natural que se modificó químicamente por el hombre.

Lacerca, M. (2003), deduce que el cuero es un producto natural y se hace mediante la conversión de cueros y pieles de animales por medio de un curtido, que consta de numerosas operaciones mecánicas y químicas, los procesos de acabado en húmedo sirven para dar las características al producto final, tacto, resistencia, color, etc.

Como parte final del proceso de fabricación del cuero existen las operaciones de acabado y es; en ellas, donde debemos obtener las características finales del artículo que estamos produciendo, constituyéndose la 8 parte más complicada de toda la fabricación.

Lacerca, M. (2003), manifiesta que esta serie de tratamientos a la cual se somete la piel curtida es para proporcionar mejoras y obtener determinadas propiedades, estas operaciones pueden darse en distintas secuencias, por lo que aunque la

secuencia siguiente es usual y los balances hídricos se aproximan, la carga contaminante se da como global del conjunto de operaciones.

### **1. Escurreo y rebajado**

Hidalgo, L. (2004), manifiesta que son operaciones mecánicas que permiten dejar la piel en el grosor que se pide para el producto acabado. Las aguas de escurreo tienen la misma composición que las de curtición y se contabilizan junto con ellas. En el rebajado se obtienen residuos sólidos: rebajaduras de piel curtida. Antes de pasar a las operaciones posteriores, que se efectúan también en medio acuoso las pieles se han de rehumectar.

### **2. Neutralizado y recurtición**

Hofmann, R. (2016), reporta que antes de comenzar la recurtición con curtientes orgánicos naturales o sintéticos hay que neutralizar el cuero curtido al cromo para posibilitar a los recurtientes y colorantes una penetración regular en el cuero y evitar sobrecargar la flor y con ello evitar sus consecuencias negativas. Al mismo tiempo la neutralización debe compensar las diferencias de pH entre pieles diferentes, tal y como ocurre cuando se recurten conjuntamente pieles procedentes de diferentes curticiones y muy especialmente cuando se transforma wet-blue de diferentes procedencias. Si se seca el cuero al cromo sin haberlo previamente neutralizado conduce a defectos en el cuero terminado o también en los productos de elaboración. Por ejemplo al ponerlo en contacto con diversos metales, durante largos períodos de tiempo y en condiciones desfavorables de humedad y temperaturas elevadas, el metal se corroe.

Grunfeld, A. (2008), indica que al curtir cuero al cromo sin neutralizar con hilos de algodón o lino y dejarlos un tiempo largo, se pueden presentar problemas de que los hilos se deterioren. Si el cuero no está neutralizado y se pone en contacto con la piel humana, puede producirse una cierta irritación en la zona de contacto que es debida a la acidez e independiente de los problemas de alergia al cromo

particulares. Esto en parte se debe a la acidez del cuero al cromo sin neutralizar y en parte a la presencia de sales, concretamente el cloruro sódico que es un producto muy agresivo. El ácido libre que puede contener el cuero perjudica a su propia fibra disminuyendo su resistencia mecánica. El cuero curtido al cromo es fuertemente catiónico. La neutralización tiene como objetivo disminuir esta cationicidad, para luego poder penetrar con los productos que se utilizan posteriormente, los cuales generalmente son aniónicos. Este proceso sería más adecuado llamarle desacidulación que neutralización porque se refiere a eliminar los ácidos libres formados y porque muy raramente se trata el cuero hasta el punto neutro. Las normas de calidad para el cuero acabado, tanto en el caso de cueros de curtición vegetal como de cueros de curtición al cromo, establecen que el valor de pH del extracto acuoso del cuero debe ser igual o mayor que 3,5 y el valor de pH diferencial 0,7 como máximo. Cuando se obtienen éstos valores para un cuero determinado éste no posee ácidos fuertes libres y por consiguiente tuvo un buen comportamiento al almacenamiento. En el recurtido está surgiendo el cuero que se quiere obtener al final del proceso, si presenta defectos es un buen momento para intentar corregirlos (flor suelta, cueros armados desparejos, etc.).

El recurtido es una de las operaciones más importantes porque influiría directamente en el engrase, teñido y acabado y definirá las características finales del cuero.

Frankel, A. (2016), manifiesta que una vez que la piel ha sido curtida viene el período de estacionamiento, ésta operación que algunos curtidores no la realizan; luego el escurrido o prensado que se hace con prensas hidráulicas teniendo por finalidad eliminar el exceso de agua permitiendo así, un adecuado ingreso del cuero a la etapa inmediatamente posterior que es el rebajado. Luego del rebajado muchas veces se neutraliza ya que de esta forma se aumenta la cationicidad superficial y permite una mayor fijación del colorante en superficie. Y se continúa con el recurtido, teñido propiamente dicho, engrase y fijación todos realizados un mismo fulón sin descarga intermedia. Esta última etapa del proceso es para el caso de cueros bovinos sin secado intermedio. Si hay secado intermedio del cuero se procede así: se recurte, neutraliza, preengrasa, se seca y posteriormente se tiñe.

Esta variante se hace por ejemplo para agamuzado y en cueros que se quiere penetración en el teñido.

Lacerca, M. (2003), manifiesta que una vez que la piel está rebajada y neutralizada, está pronta para recurrir. Se carga un fulón y se hace una operación detrás de la otra, pero no necesariamente en un orden dado y fijo sino que presenta variantes de acuerdo al artículo a producir y los productos utilizados. El orden de las etapas indicadas para esta parte del proceso puede presentar variantes dependiendo del curtidor. Las fases de la fabricación en las que se puede emplear los productos recurtientes son varias y en parte dependerá del curtiente. Un mismo producto se puede utilizar entonces en distintos momentos de la producción: como precurtición, antes, después o durante el piquel, en algunos casos junto con el cromo como curtición mixta, o en lugar de la neutralización, en el teñido (en general después del colorante) y antes o después del engrase.

Algunos recurtientes incrementan la resistencia a la tracción. Los recurtientes que forman enlaces verdaderos con las proteínas, rompen enlaces naturales disminuyendo la resistencia. Un cuero tripa crudo si no se pudriera, sería más resistente que un cuero curtido, pero un cuero curtido y recurtido alcanza los niveles de resistencia adecuados para su uso posterior.

### **3. Tintura y engrase**

Libreros, J. (2003), expone que la finalidad de la tintura y engrase es dar el aspecto físico final al cuero, tanto en color como en flexibilidad y tacto. Se utilizan materias grasas, aceites sulfatados, sulfonados y sulfitados, colorantes sintéticos aniónicos y catiónicos, ácidos minerales u orgánicos, amoníaco y aminas oxietilenadas. Para realizar una buena tintura se debe tener bien claro los siguientes puntos:

- Las propiedades intrínsecas del cuero se debe teñir, sobre todo su comportamiento en los diversos métodos de tintura y con el colorante que se emplea en cada caso.

- Las propiedades que debe tener la tintura realizada.
- A qué leyes están sujetos la luz y el calor, que efecto puede tener la luz reflejada por los cuerpos teñidos, que tonos se obtienen mezclando los colores fundamentales.
- Las propiedades que tienen los colorantes que se van a emplear, su tono, intensidad afinidad hacia la piel, poder de penetración y grado de fijación.

Lultcs, W. (2006), expresa que luego del recurtido se realiza el engrase en el cual las fibras de la piel curtida húmeda se desplazan fácilmente entre sí, ya que es un material bastante flexible. Cuando las pieles se secan el cuero puede quedar duro debido a que las fibras se han deshidratado y se han unido entre si formando una sustancia compacta. La operación de engrase se realiza con la finalidad de obtener un cuero de tacto más suave y flexible, lo cual se logra por la incorporación de materias grasas solubles o no, en agua. La función de las materias grasas sobre el cuero es la de mantener las fibras separadas y lubricarlas para que se puedan deslizar fácilmente unas con relación a las otras. Mediante el engrase se aumenta la resistencia al desgarramiento y al alargamiento a la rotura reduciéndose la rotura de fibras y rozamiento al estirar. El mayor o menor grado de impermeabilidad de un cuero depende de la cantidad y tipo de grasa empleada, lo cual condiciona al artículo que se quiera obtener.

## **H. RECURTIENTE**

Artigas, M. (2007), señala que la recurtición es el tratamiento, con una serie de productos que pueden emplearse en distintas fases de la fabricación, a fin de modificar las características que las sales de cromo confieren, recurtientes sintéticos entre otros a la piel. La modificación parcial del carácter del cuero, viene determinada generalmente por dos motivos fundamentales a saber: obtener pieles o cueros con determinadas características, en función del artículo que el mercado pide, o el curtidor piensa ofrecer, o bien mejorar la calidad del artículo en función de la piel empleada. Si la curtición fuera capaz de cumplir con todos los requisitos del mercado del cuero terminado, a partir de cualquier tipo de piel, hecho que se da

en algunos casos, no existirá en el mercado la variedad de productos aptos para la recurtición del cuero al cromo, recurtientes sintéticos entre otros.

Soler, J. (2005), señala que puede indicarse que al curtir a la piel con distintos tipos de curtientes le falta principalmente, poder proporcionar suficiente relleno y compacidad al cuero, así como el hecho de no poderse obtener fácilmente con él, algunas características especiales que algunos artículos requieren, por ejemplo: facilidad de quemado, grabado, esmerilado, de dar pull-up, lavabilidad con agua y tactos especiales. Salvo en artículos que podemos llamar semi-cromos, se procura conservar el carácter cromo de la piel a pesar de haber estado sometida al tratamiento con productos recurtientes, ya que dicho carácter, con todas sus ventajas, es el más importante que debe tener el artículo terminado.

Hidalgo, L. (2004), indica que los productos que se emplean en la recurtición, podríamos dividirlos en dos grandes grupos: por una parte productos que por sí solos son capaces de aumentar la temperatura de contracción de la piel sin curtir, y por lo tanto son productos curtientes en mayor o menor proporción, y aquellos que por sí solos no son capaces de fijarse en la fibra del colágeno, estabilizándola, o en todo caso estabilizándola muy poco.

En el caso de productos curtientes, la fijación se podrá producir a la vez, reaccionando con la fibra de la piel y con el cromo, en el caso de que la piel esté cromada o cromándose, y el producto tenga capacidad de reaccionar con el cromo.

Adzet, J. (2005), indica que en el caso de productos no reactivos con la fibra de colágeno, la fijación solo se podrá producir con el cromo ya presente en la piel, o por deposición física en o entre, las fibras de la piel. En muchos casos con productos con afinidad para el colágeno, se dan los dos tipos de fijación. En general si las cantidades y concentraciones de productos recurtientes empleadas son pequeñas, la fijación es fundamentalmente química, pero si estas cantidades y concentraciones son elevadas la fijación es en parte física o físico – química la fijación.

## 1. Precurtiente sintético

Aleandry, F. (2016), analiza que la aplicación de sintéticos sobre pieles en piquel, es una práctica muy extendida principalmente en artículos como la tapicería sin cromo y precurticiones vegetales, utilizándose solos y/o con aldehídos. En ambos casos, es importante que el cuero que en este estado de precurtición puede llegar a secarse, permanezca flexible y fácilmente remojable. Las condiciones de aplicación en los artículos antes citados pueden ser muy variadas; sin embargo el comportamiento del sintético está directamente relacionado con el estado de la piel. Dado que los grupos reactivos comunes a todos los sintanes son cargas aniónicas, generalmente  $\text{SO}_3^-$ , la reactividad de la piel estará condicionada por sus grupos cargados, y que en este caso están determinados por el pH.

Soler, J. (2005), menciona que los sintéticos de sustitución, sustituyen a los extractos vegetales en cualquiera de sus aplicaciones, pero en general son más sólidos a la luz, aclaran más el color del cuero, tienen moléculas más pequeñas lo cual los hace menos rellenantes, y con tendencia a dar cueros menos duros. Al ser más aniónicos aclaran más las tinturas pero cambian menos el tono. Son útiles para un blanqueo de la piel cromada cuando hay que efectuar tinturas en tonos muy claros. Existen en el mercado una gran variedad que va desde algunos muy astringentes y deshidratantes para efectuar crispados, pasando por los sintéticos normales y de blanco con un buen poder de blanqueo, hasta los sintéticos muy poco astringentes y sólidos a la luz, que permiten efectuar recurtidos en pieles tipo confección o tapicería, cuya solidez a la luz debe ser buena y su tacto muy blando. Muchas veces se realizan recurtidos mixtos vegetal-sintéticos para poder tomar un poco las ventajas de ambos, siendo en general lo buscado el mayor relleno del vegetal y el tacto blando y la solidez a la luz y aclarado del color del sintético.

Las cantidades utilizadas son análogas a las de los vegetales 4-6% pero hay que tener en cuenta que en muchos casos son líquidos de un 50-60% de riqueza en sólidos, lo cual hace que se empleen entonces cantidades del orden de 8-12% si se emplean solos, o substituyendo el 1% de extracto vegetal por un 2% de sintético de substitución líquido.

- Dentro de lo que se podría llamar sintéticos auxiliares pueden considerarse tres tipos: los sintéticos auxiliares neutros, los ácidos y los neutralizantes emnascarantes. Como se desarrolla en etapas anteriores del flujograma los sintéticos auxiliares colaboran en mejorar, modificar, etc. el comportamiento de los extractos vegetales y de los sintéticos de sustitución pero utilizándolos solos no se puede curtir una piel.
- Sintéticos auxiliares neutros: Se utilizan fundamentalmente por su efecto dispersante de extractos vegetales, sintéticos de sustitución, colorantes, resinas, ejerciendo sobre ellos la disminución y desaparición de los agregados moleculares, facilitando así su penetración en el cuero; y por su carácter aniónico que anula puntos reactivos del cromo tanto por su carga como por su capacidad de formar enlaces covalentes en el cromo. Por esto colaboran a la penetración de productos aniónicos, extractos vegetales, sintéticos, resinas, colorantes, pues dejan al cromo con menor capacidad de reacción para estos productos. Hay que tener en cuenta que no son necesarias cantidades muy altas, para que surtan efecto, ya que por tener la molécula pequeña entran muchas moles en un 1-3%, cantidades que se emplean normalmente.
- En el recurtido del cuero al cromo la utilización más frecuente de los sintéticos auxiliares neutros sólidos (pH = 7) es la adición conjunta o a veces previa a los extractos vegetales, sintéticos de sustitución, resinas o sus mezclas. También se emplean en el teñido antes o junto con el colorante para lograr que la tintura penetre, pero disminuyendo mucho de intensidad y viveza. Por su tamaño molecular pequeño y la posibilidad de unión a la fibra por un solo punto al añadirlos después del fórmico, pueden modificar el tacto que de piel hacia blando pastoso y agradable. La utilización de los sintéticos auxiliares neutros amónicos (pH 5-5,5) es el mismo que los sódicos pero se emplean en curticiones vegetales a fin de no introducir sales sódicas. Se emplean para hacer penetrar por dispersión y ligera precurtición a los extractos vegetales. El uso de estos sintéticos auxiliares neutros al conseguir la penetración, hacen que la flor no quede sobrecargada, y en realidad protegen la finura de flor, haciéndola además más elástica y menos frágil, mejorando así finura y resistencia de flor.

- **Sintéticos auxiliares ácidos:** Los sintéticos auxiliares ácidos son químicamente los mismos que los neutros pero sin neutralizar o por lo menos sin neutralizar totalmente. Se utilizan en el recurtido del cuero al cromo principalmente para empeine. Después del curtido al cromo, sin neutralizado previo se aplica 10-12% de sintético líquido o 5-6% si es sólido, procurando hacerlo en un baño relativamente corto. La base de este recurtido es la siguiente: por ser ácido y enmascarante provoca una descurtición del cromo de la flor del cuero y con ello la flor se descarga del cromo sobrante y así es más elástica resistiendo mejor el montaje del zapato, por ser aniónico cambia la carga de la piel manteniendo el pH alrededor de 2, sin producirse soltura de flor y además al ser ácido, aun siendo aniónico, no precipita ostensiblemente con el cromo. Tanto por la reducción del cromo, como por el enmascaramiento, como por el cambio de carga hacia valores negativos prepara la piel para que la adición posterior de vegetales y/o sintéticos de sustitución, no se sobrecurta la flor, evitando el riesgo de rotura de flor o de flor poco fina. Antes de realizar el teñido o el recurtido para tonos claros o blandos se realiza un neutralizado por lavado, hasta un pH exterior de 5-5,5 y algo más ácido en el interior de la piel. Su utilización está más extendida en cueros lanares y de cabra que en cuero vacuno.
- **Sintéticos auxiliares neutralizantes enmascarantes:** En el mercado las empresas químicas han desarrollado productos para emplearlos en el neutralizado que dada su composición lo que buscan es enmascarar al cromo para que al neutralizar no se produzcan manchas que también contienen sintéticos auxiliares neutros que si bien no neutralizan colaboran con el neutralizante y el enmascarante al convertir el cuero en más aniónico y producen una separación de fibras que permite obtener un tacto más blando y favorece la penetración del mismo neutralizado o del posterior recurtido y teñido realizados con productos aniónicos. Además se logra una mayor finura de la flor al no sobrecurtirse fácilmente esta cuando entra en contacto con productos tales como vegetales, resinas, sintéticos, colorantes.

## 2. Precurtiente resínico

Aleandry, F. (2016), analiza que quizás las más utilizadas son las acrílicas y las de urea-formol, con estos productos se busca principalmente llenar las partes más vacías del cuero, especialmente las faldas, para obtener más uniformidad. Según la resina utilizada y la forma de aplicarla pueden variar ciertas propiedades del cuero obtenido tales como dureza, tacto, etc. Después de la recurtición, y a veces, después de un reposo, para aumentar la fijación de los productos recurtientes, se pasa a la operación de tintura del cuero. El recurtido con resinas produce en general más relleno y puede no disminuir tanto la intensidad del teñido. Tienen tendencia al relleno selectivo en los lugares más vacíos de la piel debido a su elevado tamaño molecular, que a veces hace que sus soluciones sean coloidales, e incluso casi suspensiones. En el mercado existe gran variedad de productos a base de resina y las empresas químicas están en constante desarrollo de nuevos productos para el recurtido. Las resinas de acuerdo a su carga se pueden clasificar en aniónicas, catiónicas y anfóteras.

#### **a. Resinas catiónicas**

Bacardit, A. (2004), interpreta que son del tipo monomérico o prepolímero y de base química tipo uréa, melamina, diciandiamida o análogas. En general son solubles en agua a pH del orden del 6-7 en los que están sin polimerizar totalmente, al disminuir el pH a valores de 3,5-5,0 según los productos, polimerizan y a medida que aumenta el tamaño molecular, se vuelven insolubles y a la vez van adquiriendo mayor reactividad para la piel convirtiéndose en productos curtientes, fijándose en la fibra sobre todo en el tiempo en que va aumentando el tamaño de la molécula antes de llegar a ser suficientemente grande para ser insolubles. La presencia de electrólitos por ejemplo cloruro sódico, sulfato y cloruro amónicos modifica en algunos casos la polimerización, así como a veces tiene influencia el tipo de ácido empleado; en muchas ocasiones el ácido fórmico parece el más adecuado, la temperatura y el tiempo influyen también. Su utilización es de acuerdo a su comportamiento químico y se pueden citar cuatro métodos de aplicación:

- Añadir 4-8% de resina a las pieles desencaladas, junto con la sal al empezar el piquel; dejar un tiempo para la penetración del producto y al adicionar el ácido

para piquelar se va produciendo la polimerización del monómero o prepolímero. El resultado obtenido depende mucho de la temperatura y tiempo de acción sobre la piel. Una vez efectuada esta precurtición se puede seguir con la curtición al cromo con el mismo baño o en baño aparte ya que estas resinas son compatibles con el cromo.

- Al empezar la curtición cromo con las pieles piqueladas añadir la resina dejándola actuar un tiempo prudencial de 2-3 horas antes de añadir el cromo. En este caso la acidez de la piel piquelada, y en su caso del baño residual de piquel, empiezan a provocar la polimerización de la resina desde el primer momento de su adicción. El recurtido es en general más superficial, porque el monómero no tiene tanto tiempo para penetrar en el interior del cuero antes de aumentar de volumen.
- Se neutraliza la piel ya curtida al cromo a pH 5,5-6,5 y a partir de este momento se actúa al igual que con las pieles desencaladas, incluso según el tipo de resina se introduce además del ácido fórmico, un electrólito tipo sal común o análogo, aunque no sea necesario para evitar el hinchamiento de las pieles. Este método permite un recurtido bastante profundo en la piel.
- Adición de la resina a las pieles curtidas al cromo sin neutralizar con pequeñas cantidades de ácido para mantener el pH a los valores indicados de 3,5-4,5 y si es necesario de un electrólito como la sal común. La polimerización empieza en seguida y el resultado es un recurtido más superficial que neutralizando antes la piel. Puede hacerse simultáneamente un recurtido con cromo u otra sal metálica catiónica. Existen resinas catiónicas ya polimerizadas que se emplean para fijar los colorantes después de la tintura para obtener mejores solidez al frote, pero al emplearse en poca cantidad no ejercen apenas efecto recurtiente, observándose sólo un aumento en la aspereza de la flor, pero apenas nada en su relleno.

#### **b. Resinas aniónicas**

Bacardit, A. (2004), interpreta que pertenecen generalmente a las acrílicas o similares y su grado de anionicidad es muy diverso ya que pueden ser ligeramente aniónicas si se trata de emulsiones de resinas sin carga en la que lo único aniónico es el emulsionante o productos con grupos sulfónicos y/o carboxilo, que les dan un carácter aniónico considerable. Pertenecen al grupo de los polímeros o prepolímeros muy avanzados en su grado de polimerización. Su solubilidad en agua es variable, desde las que dan soluciones verdaderas a las que sólo son suspensiones o emulsiones. Se fijan en la fibra por su carga y también en algunos casos por enlace covalente como verdaderos productos curtientes. A pH ácido (pH = 3,54) aumentan su fijación tanto por el cambio de carga de la piel como por la agregación molecular que se produce al disminuir su solubilidad, sobre todo en los prepolímeros.

Hidalgo, L. (2004), reporta que en relación a su comportamiento frente a la piel les diferencia de los extractos vegetales y taninos sintéticos su menor carga negativa, su mayor poder de relleno y de adhesión de fibras, su menor astringencia, su tendencia a dar tactos gomosos, y su solidez a la luz principalmente. En las más insolubles, su tendencia a depositarse casi físicamente en las partes vacías de la piel. Se utilizan igual que si de extractos vegetales o taninos sintéticos se tratara. Frecuentemente se emplean conjuntamente con ellos en recurtidos mixtos.

Belda, A. (2006), indica que en el momento de la adición de la resina el pH de la piel debe estar alrededor de 5; por ello en muchos casos se emplean en el teñido, se añade primero la resina, sola o junto con el sintético o vegetal y luego el ácido fórmico. Si la resina no es sensible al pH se añade mezclada con los extractos vegetales o sintéticos. En cualquier recurtido vegetal sintético, las cantidades que se emplean son del orden del 3-5%. Cuando se trata de resinas con poca solubilidad y que se absorben sólo casi físicamente en la piel se adicionan en el último baño de tintura o engrase, a ser posible en baño no muy largo y sin lavar mucho se dejan ya las pieles en reposo antes de pasar por máquinas, a fin de que la resina, que en este caso actúa como rellenanante se quede dentro de la piel. Al tratarse de productos aniónicos y con la tendencia a rellenar más las zonas más vacías de la piel, o sea a no distribuirse uniformemente es evidente que siempre

que sea posible, será mejor su adición después del colorante si se desea obtener teñidos con la máxima igualación posible.

### **c. Resinas anfóteras**

Casa Química Bayer. (2007), menciona que tienen en su moléculas grupos amino y grupos sulfónicos y/o carboxilos lo que les da carácter anfótero. Podríamos suponer que tienen un valor pH en el que son no iónicas, como una especie de punto isoeléctrico análogo al de las proteínas y aminoácidos. A éste pH acostumbran a ser insolubles, por encima de él son solubles y aniónicas; por debajo de él son catiónicas y algunas solubles y otras, las más, no solubles.

La Casa Química Bayer. (2007), indica que su comportamiento frente a la piel es análogo al de las resinas aniónicas polimerizadas o casi polimerizadas y las características de plenitud, gomosidad, relleno etc. son las mismas exceptuando, claro, la carga que según el pH que tenga la piel será distinta. Los valores de pH entre los que cambian de carga y se vuelven insolubles están generalmente comprendidos entre 4 y 5. La ventaja adicional que presentan en relación a las aniónicas y catiónicas está en relación al teñido puesto que mientras el pH es 5 o superior a 5 el producto es aniónico y permite la buena distribución y penetración del colorante tanto si se ha añadido durante el teñido como en el recurtido previo, pero al adicionar el fórmico de la tintura y bajar el pH 3,54 se vuelve catiónica y con ello aumenta la reactividad para el colorante obteniéndose más fijación del mismo y más vivacidad y cobertura de la tintura. Sólo existe el inconveniente que tanto si se efectúa el recurtido antes del teñido como dentro de él, hay que estar seguro del agotamiento de la resina antes de disminuir el pH, sea con ácido de la tintura, como con la posible adición de un extracto vegetal ácido por ejemplo castaño, sintético auxiliar ácido etc. Si no se tiene esta precaución habrá precipitaciones; con posibilidad de manchas, flor áspera y otras irregularidades. En parte por ello las cantidades que se acostumbran a usar no son muy elevadas (del orden del 2-4% como término medio).

Dellmann, H. (2016), indica que se emplean solas o junto con vegetales y sintéticos en recurtidos con la condición de trabajar con pieles neutralizadas, y si es necesario con un producto neutralizante que asegure que el pH se mantiene suficientemente alto para que la resina sea en estos momentos aniónica y lo siga siendo hasta su total agotamiento del baño de recurtido o teñido. Si se dispone de una resina anfótera que no precipite en la zona de pH bajo cuando es catiónica, puede emplearse al igual que una resina catiónica, recurtiendo con ella pieles al cromo sin neutralizar, con una tendencia a obtener recurticiones algo superficiales que pueden ser interesantes si se trata de corregir defectos como soltura de flor de las pieles, por ejemplo.

## **I. CURTICIÓN AL ALUMINIO**

Hidalgo, L. (2004), reporta que la curtición con sales de aluminio es muy antigua, ya la utilizaban los romanos y posiblemente también los egipcios. Antiguamente era la única forma para poder producir cueros para empeine, guantes y vestimenta.

Hidalgo, L. (2004) manifiesta que las pieles curtidas con estas sales tienen un color blanco, opaco y un tacto suave, pero que con un simple lavado se descorte 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.

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.

Izquierdo L. (2016), el cuero que fue curtido primeramente al vegetal, se le incorpora entre un 2,5-3% de óxido de aluminio calculado sobre peso seco en forma de sales enmascaradas. Esto disminuye la cantidad de materias lavables del cuero

y forma lacas con los taninos. El cuero logrado alcanza una temperatura de contracción de alrededor de los 107°C y tiene una mejor resistencia al desgaste.

Izquierdo L. (2016) 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.

Adzet, J. (2005), manifiesta que las sales de aluminio poseen una afinidad mayor que el cromo por el cuero a niveles menores de pH; por lo tanto, se pueden incorporar en una curtición al cromo para proporcionar una precurtición liviana en las etapas iniciales. El aluminio reacciona con la proteína del cuero y el enlace resultante no es tan fuerte como el que se produce con el cromo, por lo que la estabilización de las proteínas o la curtición por el aluminio no es suficiente, bajo circunstancias normales, para producir un cuero con una temperatura de contracción de ebullición plena.

El aluminio difiere del cromo en el sentido de que la alcalinidad del primero va desde el punto neutro a 100% básico sobre una gama de pH relativamente estrecha.

Adzet, J. (2005), manifiesta que el agregado de sales de oxiácidos o hidróxidos tales como el tartrato o el citrato de sodio estabiliza en gran parte el complejo de aluminio, permite la curtición sobre una gama más amplia de pH y produce una curtición mucho más estable.

Con bastante frecuencia se emplea formaldehído como curtición suplementaria. Los tipos de curtido según el curtiente empleado como se indica en el cuadro 3.

### **1. Parámetros de la curtición al aluminio**

Hidalgo, L. (2004), indica que los parámetros de la curtición al aluminio más relevantes 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.
- Produce 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.

## 2. Productos para la curtición con aluminio

Libreros, J. (2003), manifiesta que con el tratamiento de las pieles con sales de aluminio, se debe obtener un cuero con las características de suavidad, ligereza y elasticidad que requiere el artículo acabado, las sales de aluminio poseen una afinidad mayor que el cromo por el cuero a niveles menores de pH.

Por lo tanto, se pueden incorporar en una curtición al cromo para proporcionar una precurtición liviana en las etapas iniciales, los productos más empleados se describen en el (cuadro 2).

Cuadro 2. PRODUCTOS PARA LA CURTICIÓN CON ALUMINIO.

Productos	Fórmulas	Peso mol	Solubilidad en agua	
			Fría	Caliente
Alumbre potásica o	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot \text{K}_2\text{SO}_4 \cdot 24 \text{H}_2\text{O}$	948.7	57	

de roca

Alumbre sódico	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot \text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 24 \text{H}_2\text{O}$	915.6	106	146
Alumbre amónico	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 24 \text{H}_2\text{O}$	906.6	3,9	
Sulfato de aluminio	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18 \text{H}_2\text{O}$	664.4	86,9	114
Cloruro de aluminio	$\text{Al Cl}_3 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$	241.4	400	Muy soluble

Fuente: Libreros, J. (2003).

Bacardit, A. (2004), menciona que a parte de estos productos existen en el mercado cloruros de aluminio de elevada basicidad que presentan en forma de soluciones límpidas. Este producto tiene una elevada astringencia y uno de sus méritos más sobresalientes es su capacidad para dar firmeza a la estructura fibrosa. Este producto es fuertemente catiónico y aumenta la fijación y reduce la penetración, en los productos aniónicos. Los compuestos de orden superior como los alumbres ya no se consideran como compuestos complejos, sino como sales dobles, que poseen una constante de estabilidad relativamente pequeño. Los alumbres y las otras sales de aluminio al disolverlas en agua proporcionan soluciones muy ácidas, ello es debido a la hidrólisis que forma sulfatos básicos y ácido sulfúrico. La acidez de una solución de sulfato de aluminio preparada en frío al llevarla a ebullición aumenta, lo cual significa que en caliente la hidrólisis progresa.

Hidalgo, L. (2004), indica que las conclusiones a las que llegaron fue que las soluciones de sulfato de aluminio, en presencia de sales neutras, no forman complejos sin carga independiente de la basicidad de la solución y de las 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 con tenga 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 ovinas.

### **b. Curtición con sulfato de aluminio**

Stryer, L. (2016), señala que el sulfato de aluminio ha sido utilizado históricamente para tratar todo tipo de aguas, ya sea para el consumo humano como para mejorar la calidad de los efluentes industriales o cloacales, como mordiente en tintorerías y otros usos. En la actualidad se utiliza predominantemente en tratamiento de aguas. El sulfato de aluminio libre de hierro es requerido mayormente por la industria papeleras 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  $Al_2O_3$ . La fórmula a base de sal y alumbre, requiere preparar una solución de 117 g de alumbre amoniacal (sulfato de amonio y aluminio) o de alumbre potásico (sulfato de potasio y aluminio) en un litro de agua; y otra 75 g de carbonato de sodio cristalizado y 15 g 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.

Libreros, J. (2003), señala que la piel limpia y blanda, como se ha descrito antes, debe sujetarse bien estirada con la parte carnosa hacia arriba, sobre una tabla se cubre con una capa de 3 ml, de espesor, aproximadamente de la pasta curtiente, protegiendo con una hoja de papel o tela, colocada de modo que no establezca un contacto demasiado íntimo con la pasta. Al siguiente día, raspar la mayor parte de la pasta y aplicar una nueva capa de la misma, repitiendo esta misma operación durante 2 o 3 días más, según el grosor de la piel. Finalmente, se raspa la piel y se sumerge en agua de bórax, se lava y se comprime y después se estira. Lo siguiente se lleva a cabo del mismo modo que en las otras técnicas. Enseguida, se procede

a sacarla del curtiente, escurriéndolas de la manera en que se describió antes para que se sequen lo más posible (dejándolas solo húmedas), y proceder al siguiente paso.

## **J. CUERO GAMUZA**

Soler, J. (2005), manifiesta que para la obtención de cuero gamuza se debe realizar una curtición al aceite que es el sistema más antiguo de transformar la piel en cuero. Aquellas pieles curtidas al aceite son las que reciben el nombre genérico de gamuzas y son cueros livianos, suaves, permeables al agua y resistentes al lavado con jabón. El principal uso de estas gamuzas es para limpieza de cristales porque pueden llegar a absorber hasta un 600% de su peso de agua y después liberar la mayor parte por escurrido. Este tipo de cuero también se fabrica para guantería, confección, ortopedia e incluso para filtros. Se refiere a la utilización como agentes curtientes de aceites de pescado, grasas no saturadas de los aceites de pescado. No todos los aceites de pescado pueden ser utilizados como curtientes, dependiendo ello de su índice de acidez y de iodo. El aceite de hígado de bacalao es uno de los productos que contiene el tipo de ácidos grasos no saturados más adecuado para la curtición al aceite. También se puede usar aceite de tiburón.

Hidalgo, L. (2004), indica que el cuero curtido al aceite tiene una temperatura de contracción que oscila entre 58-65°C y su punto isoeléctrico es de 2,8. Para este tipo de curtición es necesario pieles con una estructura fibrosa abierta, las que deben dividirse en dos capas, el lado flor lo más fino posible y el resto de la piel que es la parte que se destinará para el curtido al aceite. La razón por la cual se elimina el lado flor es para lograr que la piel agamuzada tenga una mayor absorción.

Espinoza, P. (2016), manifiesta que los lados flor que se desechan se utilizan para curtido al vegetal con destinos a productos de marroquinería. Luego de un proceso de ribera normal las pieles se llevan a un pH 5,0-6,0 para que puedan escurrirse fácilmente a una humedad del 40-50%. Con este escurrido se elimina la mayor parte del agua entre las fibras y sólo queda una piel al agua unida a la proteína, o sea que la fibra todavía queda húmeda. Una precurtición con formaldehído o

glutaraldehído estabiliza la estructura de las fibras de la piel, permite un escurrido más profundo y protege las fibras de un posible recalentamiento durante el proceso de oxidación de los aceites.

Fontalvo, J. (2016), asegura que las pieles escurridas se bombean en seco con un 40% de aceite de pescado por un período de unas 4 a 5 horas en el cual se absorbe totalmente el aceite. Luego, las pieles se cuelgan en una estufa a una temperatura de unos 40°C durante unas 24 a 36 horas o se tratan en fulón de aire caliente durante unas 12 horas. Una de las acciones que produce el calentamiento es la reducción de la humedad de las pieles, lo que facilita la penetración del aceite, aumenta la porosidad de la piel y la superficie interna expuesta al aire. El aire ejercerá una acción oxidante sobre el aceite de pescado y durante el tiempo que dura el proceso se libera calor y el índice de iodo disminuye. Se produce una oxidación y una polimerización del aceite. La piel toma un color amarillo parduzco típico de la curtición al aceite. Los agentes oxidantes y los productos secantes facilitan el proceso de oxidación y la obtención de temperaturas de contracción superiores. Para mejorar el color de estas pieles se las somete a un proceso de blanqueo con permanganto potásico y posterior reducción del mismo con bisulfito u otro reductor.

Bacarditt, A. (2004), menciona que el exceso de aceite debe eliminarse y puede hacerse por desengrasado en seco. Con la moderna curtición al aceite se efectúa un tratamiento con formol antes de la curtición con el aceite de pescado y con ello se puede reducir bastante la cantidad de aceite. El cuero curtido al aceite tiene poca afinidad para los colorantes y grasas aniónicas, pero se tiñe con colorantes ácidos logrando tonos pálidos y obteniéndose colores más intensos con los colorantes reactivos. El cuero curtido al aceite y contraído por el calor recobra su superficie por enfriamiento, algo que es característico de las curticiones con aldehídos.

Bacardit, A. (2004), indica que posterior a la curtición se realiza una tintura y preengrase, para lo cual se empieza la tintura con un baño relativamente corto y no muy caliente con el fin obtener la penetración del colorante. Obtenida la

penetración, se alarga el baño con agua caliente y se procede de una nueva cantidad de colorante a fin de obtener más intensidad y viveza de la tintura. A continuación se procede a la adición de la grasa, cuya composición y porcentajes son del mismo orden, que los empleados antes del secado intermedio, si bien las cantidades empleadas son menores al estar calculadas sobre el peso seco de las pieles. Las características exigidas para el cuero gamuza son:

- Grueso = 0,5 a 0,7 mm, poco peso.
- Tacto blando, esponjoso y algo parecido al paño.
- Resistencias suficientes al desgarrar y a la tracción.
- Tacto superficial suave.
- Aspecto escribiente, o no, según tendencias de la moda.
- Puede no ser muy sólido al frote (color + polvo).
- Puede estar total o parcialmente hidrofugado.
- Debe resistir a la gota de agua, sin dejar huella al secarse.
- Colores marrones tradicionales, en algún caso negro.
- Colores y efectos moda.

La Casa Química Bayer. (2007), afirma que el acabado del ante o afelpado consiste en obtener una felpa uniforme del lado de carne de la piel. En el artículo conocido como nobuk, las pieles vacunas de gran calidad se esmerilan muy ligeramente por el lado de flor. En los artículos afelpados, la felpa es siempre más gruesa que en el nobuk, ya que las fibras de lado de carne son más gruesas que las correspondientes al lado de flor. Los artículos afelpados se pueden esmerilar después de un secado intermedio o solo al final. La humedad que contiene la piel debe situarse alrededor del 20% y dependerá mucho del tipo de recurtición. La eliminación del polvo formado al esmerilar la piel se realiza con las máquinas de aire comprimido o en los bombos de abatanado. En este último caso se elimina el polvo se ablandan las pieles.

Nebreda, A. (2016), afirma que en la eliminación del polvo pueden presentarse problemas de cargas electrostática, en cuyo caso se las puede proporcionar humedad para facilitar su eliminación. Una vez las pieles ablandadas deben

pinzarse para secarlas bien planas, una vez pinzadas es conveniente peinarlas la felpa para que quede toda hacia un lado y se obtenga un artículo uniforme.

## **K. EXIGENCIAS DEL CUERO PARA CALZADO**

Rivero, A. (2001), menciona que a modo de síntesis, las principales exigencias y solicitudes que el cuero para calzado debe satisfacer en la fabricación y en el uso práctico del calzado se resumen en la siguiente relación:

- El cuero y su acabado deben poseer una alta flexibilidad para prevenir la aparición de fisuras y roturas en la zona de flexión del calzado. Alcanzar una suficiente adherencia del acabado para evitar su desprendimiento con el uso del calzado.
- Acreditar una adecuada solidez al frote, entendiendo que el frote no modifique substancialmente el aspecto del cuero ni la capacidad de ser nuevamente pulido por el usuario.
- Tener una elevada elasticidad de la capa de flor, que le permita resistir los esfuerzos de elongación a que se somete en el montado del calzado, especialmente en la puntera.
- La medición de la elongación a la rotura debe proporcionar un valor intermedio, ni demasiado alto ni demasiado bajo. Con ello se apunta una elasticidad suficiente para adaptarse a la particular morfología del pie del usuario y a los movimientos derivados de su personal forma de andar, pero no excesiva, lo cual conduciría a la pronta deformación del calzado con la alteración de sus medidas y proporciones.
- La resistencia al agua es una propiedad cada vez más solicitada y en este sentido el ensayo dinámico de impermeabilidad adquiere especial importancia. En todo caso debe distinguirse entre cuero de calzado para usos convencionales y el de altas prestaciones con el calificativo comercial de

"hidrofugado" o "waterproof, para el que todas las directrices establecen unas demandas más exigentes.

- El cuero de calzado debe ser permeable al vapor de agua, el contenido en sustancias inorgánicas solubles debe ser bajo para prevenir la formación de eflorescencias salinas.
- Otras cualidades importantes que pueden mencionarse son la solidez a la gota de agua para los afelpados, la resistencia a la tracción para los serajes, la estabilidad de los colores claros sin que se produzcan amarillamientos.

### 1. Calidad del cuero de calzado

Frankel, A. (2016), indica que el establecimiento de unas directrices de calidad para cuero de calzado es una tarea problemática. La denominación "material para calzado" es muy genérica y abarca una variedad muy grande de cueros y pieles de diferentes animales, razas, curticiones, recurticiones, y acabados. Estos cueros van destinados a una pluralidad de tipos de calzado: mocasín de caballero, zapato de niño, calzado de salón para señora, bota militar, bota para montañista, sandalia, calzado laboral, bota de fútbol, zapatilla deportiva, etc. Si consideramos además las variantes que introducen factores como la moda, el diseño de los modelos, el procedimiento de fabricación, y el precio, se comprenderá que los materiales utilizados en cada caso deberán satisfacer tanto en fabricación como en uso unas exigencias y solicitudes muy distintas. Por todo ello no existen unas especificaciones oficiales de calidad genéricas para calzado. Sólo por parte de entidades muy concretas, como el Ejército, o en el ámbito del calzado de trabajo o de protección, encontramos especificaciones técnicas obligatorias para cueros para empeine. Los cueros destinados a la confección de calzado deben cumplir con un número determinado de exigencias de calidad según las Normas técnicas del Cuero y calzado las cuales se describen en el (cuadro 3).

Cuadro 3. REQUISITOS BÁSICOS PARA EL CUERO DE CALZADO.

RESISTENCIAS FÍSICAS	NORMAS DE CALIDAD	LIMITES
----------------------	-------------------	---------

Resistencia al desgarrar	ISO 3377			Mínimo absolutos	120	N
Resistencia a la tracción	ISO 3376 con una probeta			Mínimo flexiones agrietarse	125000	son
Resistencia a la flexión	Del l = 90 mm y b1= 25 mm ISO 2023					
Absorción de agua a los 60 minutos	Especificado en la norma			Máximo 30%		
Tiempo para el primer paso de agua	Especificado en la norma			Mínimo 60 minutos		
Penetración de agua a los 90 minutos	Especificado en la Norma			Máximo 2 gramos		
Permeabilidad al vapor de agua				Mínimo 0.8 mg/h.cm <sup>2</sup>		
Coeficiente de vapor de agua				Mínimo 20 mg/h.cm <sup>2</sup>		
Valor del pH	ISO 4045			Mínimo 3'5		
pH diferencial (solo si pH <4)	ISO 4045			Máximo 0.7'		

Fuente: Morera, J. (2007).

Soler, J. (2005), asegura que estas especificaciones se refieren a materiales destinados a un calzado con una fabricación y un uso muy concreto, cuyas exigencias se conocen con claridad. No obstante, para poder contrastar los resultados de los ensayos se necesita disponer de unos valores de referencia. Estos valores son las llamadas directrices de calidad o recomendaciones de calidad, y se utilizan como criterio para la calificación y la valorización y no como criterio de rechazo. Del Trayecto de la forma plana del curtido a la tridimensional del calzado se realiza mediante la aplicación de fuerzas de extensión superficial. Si el acabado no posee la suficiente elasticidad, se producirán grietas de mayor o menor tamaño, que afectarán al resultado de la solidez al frote.

Es por ello por lo que el ensayo de frote para material destinado a calzado introduce un estirado previo de la probeta, del 10 por 100 lineal unidireccional, que se estima suficiente para las determinaciones más usuales. Otro efecto que puede originar

agrietamiento del acabado es el debido a la flexión, se romperá originando unos efectos análogos a los considerados con anterioridad. El flexionar unas probetas y posteriormente someterlas al ensayo de flexiones (por superficie de probeta, hay que recurrir al ensayo de frote circular) es aconsejable, y se considera normal dentro de las pruebas de envejecimiento previo del material.

Intriago, P. (2016), señala que durante la fabricación del calzado y para asegurar una buena conformación a la horma, el cuero es humectado por la superficie que formará la parte interior del calzado. Este cuero humedecido es sometido durante las diversas fases de manufacturación a la acción de elementos mecánicos, y si el acabado se ha reblandecido en demasía, o tiene fallo de adherencia en húmedo, se verá dañado.

Acciones más fuertes pueden producirse bajo el efecto de la sudoración del pie, sobre todo en calzado destinado a la práctica de deportes, en ello hay que considerarlo no sólo para el material de empeine, sino también para el cuero destinado a forro de calzado, pues será frotado de forma enérgica por el calcetín húmedo: en este último caso, tanto o más importante que el deterioro del acabado, es la posible transferencia de calor al calcetín (o a la piel del usuario).

También hay que considerar la facilidad que presenta la superficie del cuero, para ser mantenida en estado atractivo, pues a la postre el calzado es un elemento más del vestir.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO**

El trabajo experimental se realizó en el Taller de curtiembre de Pieles de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la carrera de Ingeniería Zootécnica de la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo, ubicada en el kilómetro 1½ 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

laboratorio en mención. La presente investigación tuvo una duración de 67 días. Las condiciones meteorológicas se describen en el (cuadro 4).

Cuadro 4. CONDICIONES METEOROLÓGICAS DEL CANTÓN RIOBAMBA.

INDICADORES	2015
Temperatura (°C).	13,45
Precipitación (mm/año).	42,8
Humedad relativa (%).	61,4
Viento / velocidad (m/s).	2,50
Heliofania (horas/ luz).	1317,6

Fuente: Estación Meteorológica de la Facultad de Recursos Naturales. (2015).

## B. UNIDADES EXPERIMENTALES

El número de unidades experimentales que conformaron el presente trabajo experimental fue de 21 pieles ovinas de animales adultos con un peso promedio de 7 Kg cada una. Las y que fueron adquiridas en el Camal Municipal de Riobamba.

## C. MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES

### 1. Materiales

- 21 pieles ovinas.
- Cuchillos de diferentes dimensiones.
- Mandiles.
- Baldes de distintas dimensiones.
- Mascarillas.
- Botas de caucho.

- Guantes de hule.
- Tinajas.
- Tijeras.
- Mesa.
- Peachímetro.
- Termómetro.
- Cronómetro.
- Tableros para el estacado.
- Clavos.
- Felpas.
- Tanque de gas.
- Cocina.
- Calefón.
- Probetas

## 2. Equipos

- Bombos de remojo curtido y recurtido.
- Máquina descarnadora de piel
- Toggling
- Equipo de medición de la resistencia a la tensión y porcentaje de elongación

## 3. Productos químicos

- Sal en grano.
- Formiato de sodio.
- Bisulfito de sodio.
- Ácido fórmico.
- Ácido sulfúrico.
- Ácido oxálico.
- Precurtiente acrílico.
- Ríndente.
- Grasa Animal sulfatada.

- Lanolina.
- Grasa catiónica.
- Dispersante.
- Recurtiente de sustitución.
- Resinas acrílicas.
- Rellenante de faldas.
- Recurtiente neutralizante.
- Recurtiente resínico.
- Alcoholes grasos.
- Bicarbonato de sodio.
- Sulfato de Aluminio.

#### D. TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL

En la presente investigación se evaluó el efecto de diferentes niveles de sulfato de aluminio en combinación con precurtiente resínico para la obtención 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.

$\mu$  = Efecto de la media por observación.

$\alpha_i$  = Efecto de los tratamientos (niveles de sulfato de aluminio).

$\epsilon_{ij}$  = Efecto del error experimental.

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

$$H = \frac{21}{nT(nT+1)} = + \frac{\sum RT_1^2}{nRT_1} + \frac{\sum RT_2^2}{nRT_2} + \frac{\sum RT_3^2}{nRT_3} + 2(nT+1)$$

Dónde:

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

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

R = Rango identificado en cada grupo.

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

Cuadro 5. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.

Nivel de curtiente mineral + 3% de precurtiente resínico	Código	Repetición	TUE	Total de pieles
7% de sulfato de aluminio.	T1	7	1	7
8% de sulfato de aluminio.	T2	7	1	7
9% de sulfato de aluminio	T3	7	1	7
Total de pieles ovinas				21

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	20
Tratamiento	2

---

Error	18
-------	----

---

## **E. MEDICIONES EXPERIMENTALES**

### **1. Físicas**

- Resistencia a la tensión, N/cm<sup>2</sup>.
- Porcentaje de elongación, %.
- Temperatura e encogimiento °C.

### **2. Sensoriales**

- Llenura, puntos.
- Blandura, puntos.
- Finura de flor, puntos.

### **3. Económicas**

- 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 estadístico Infostat versión 1 (2016).
- Separación de medias ( $P < 0,05$ ) a través de la prueba de Tukey, utilizando el programa estadístico Infostat versión 1 (2016).

- Prueba de Kruskall Wallis para variables no paramétricas, utilizando el programa estadístico Infostat versión 1 (2016).
- Regresión y correlación múltiple utilizando el programa Excel versión 10 (2016).

## **G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL**

### **1. Remojo**

- Se pesó las pieles ovinas 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**

A continuación se pesó las pieles y en base a este peso se preparó las pastas para embadurnar y depilar, con 2,5% de sulfuro de sodio, en combinación con el 3,5% de cal, disueltas en 5% de agua; esta pasta se aplicó a la piel por el lado carnes, con un dobles siguiendo la línea dorsal para colocarles una sobre otra y se dejó en reposo durante 12 horas, luego se extrajo el pelo en forma manual. Posteriormente se pesó las pieles sin pelo para en base a este nuevo peso se preparó un nuevo baño con el 100% de agua a temperatura ambiente al cual se añadió el 1,5% de sulfuro de sodio y el 2% de cal 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 existió o no presencia de cal, y que debió estar en un pH de 8,5. Posteriormente se botó 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**

Para la curtición con sulfato de aluminio 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 disolviera 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. Para el caso del cromo y del curtiente resínico se realizó lo mismo, pero se adicionó 1,7% de ácido fórmico para llegar a un valor de pH entre 3,2 y 2,8 que favoreció a la penetración de los curtientes.

#### **5. Curtido**

Pasado el tiempo de reposo, se añadió 4% de sulfato de aluminio en el bombo y luego se rodó durante 1 hora hasta llegar a un valor de pH 3, para cumplir con la fijación del curtiente sulfato de aluminio. Se eliminó el baño y se reposó las pieles durante 48 horas. Luego se procedió a aplicar en el curtido 7% de sulfato de aluminio + 3% de precurtiente resínico para las 7 pieles ovinas que aleatoriamente conformaron el primer tratamiento (T1), así mismo 8% de sulfato de aluminio + 3% de precurtiente resínico a las 7 pieles ovinas que conformaron el segundo tratamiento (T2) y finalmente 9% de sulfato de aluminio + 3% de precurtiente resínico a 7 pieles ovinas para el tercer tratamiento (T3), se rodó el bombo por una hora para que por medio del movimiento mecánico el agente recurtiente entre en contacto con la piel, se adiciono 0.3 % de basificante 1:10 diluido en tres partes en cada tratamiento con un rodaje de 60 minutos por cada parte. Acabado esto se eliminó el agua y se dejó reposar las pieles por una hora para los posteriores procesos.

## **6. Acabado en húmedo**

Una vez rebajado a un grosor de 1,2 mm, se pesaron los cueros ovinos y se lavó con el 200% de agua, a temperatura ambiente más el 0,2% de tensoactivo y 1% de ácido oxálico, y se rodó el bombo durante 20 minutos y luego se botó el baño. Luego se preparó un baño con 80% de agua a 35 °C y se recurtió con 3% de órgano-cromo, dándole movimiento al bombo durante 40 minutos 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, luego se añadió el 1,5% de recurtiente neutralizante y 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, 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 ovinos para reposar durante 1 día en sombra, y se secaron durante 2 – 3 días.

## **8. Aserrinado, ablandado y estacado**

Finalmente se procedió a humedecer ligeramente a los cueros ovinos 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 ovinos 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. Una vez secos los cueros ya tinturados se proceden a estacar los cueros con el fin que no presenten arrugar y sea el aspecto del cuero más uniforme. Los cueros son llevados a la lija esta debe ser específicamente N#4 para que en este proceso se dé la característica principal del cuero gamuza que el efecto de suavidad al tacto, una vez ya lijada el cuero se procede al proceso de zarandeado donde se elimina todo tipo de restos, polvo y residuos.

## **H. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN**

### **1. Análisis sensorial**

Para los análisis sensoriales se realizó una evaluación a través del impacto de los sentidos que son los que indicaron que características debieron tener cada uno de los cueros para calzado, dando una calificación de 5 correspondiente de muy buena; de 3 a 4 buena; y 1 a 2 baja;

- 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 determinar la finura de flor del cuero ovino fue necesario palpar delicadamente la parte flor del cuero para conocer la sensación que produjo al deslizar las yemas de los dedos y a su vez conocer la uniformidad de las fibrillas son parte del cuero gamuza y que debieron ser muy finas de manera que la sensación sea delicada y sedosa, para que pudieran ser ubicadas en la mayor puntuación de la escala creada por el juez calificador.

## 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 constó de tres pruebas que se realizaron con la instrumentación que se tiene en el laboratorio.

### a. Resistencia a la tensión

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

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

Rt= Resistencia a la tensión a tracción

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

A = Ancho de la probeta

E= Espesor de la probeta

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

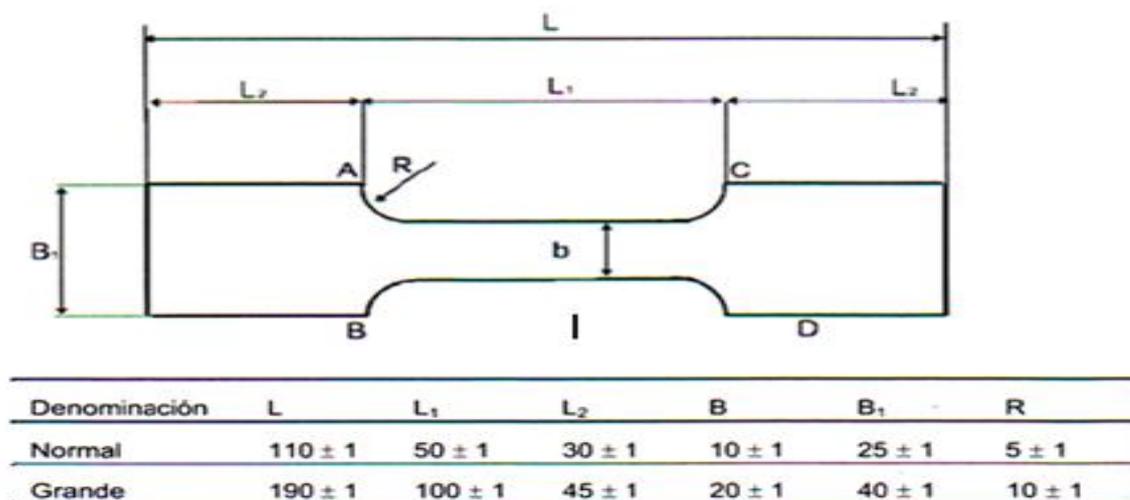


Gráfico 3. Dimensiones dadas a las probetas.

- Al cortar las probetas, de acuerdo a la norma IUP 1, se aplicó un troquel a la superficie de flor; obteniéndose dos tipos de probetas: una probeta con los lados más largos en dirección paralela al espinazo y la otra probeta con los lados más largos en dirección perpendicular al espinazo. La toma de muestra se efectuó de acuerdo con la norma IUP 3 en su versión actualizada en el año 2000, que especifica que, como mínimo durante las 48 horas que preceden a los ensayos físicos, las probetas debieron permanecer en una de las atmósferas normalizadas.
- El espesor del cuero fue un dato de interés para el cálculo de propiedades como la densidad aparente o la resistencia mecánica a la tensión. La medida del espesor del cuero, durante las mediciones, dependió de dos factores importantes tales como la presión y el tiempo. Se aplicó la norma IUP 4, que utilizó un calibrador micrométrico de disco. La presión aplicada fue de 500 g/cm<sup>2</sup>. Para esta operación se siguieron los siguientes pasos:
  - En la medición del espesor del cuero se colocó en el calibrador con el lado flor hacia arriba.
  - Se le aplicó la carga suavemente y cinco segundos después de haber aplicado la totalidad de la carga se procedió a la lectura.

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

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

Durante el ensayo de resistencia a la tensión por tracción de la probeta, la operación se realizó colocando primeramente los extremos opuestos de la probeta entre las mordazas y se separaron. La probeta debió quedar firmemente sujeta en las mordazas tensoras para evitar deslizamientos, lo cual provoco lecturas falseadas de los resultados. Para el encendido de la máquina, calibración y accionamiento, se efectuó el siguiente procedimiento:

- Una vez que sea colocada firmemente la probeta entre las mordazas tensoras, se encendió la máquina y, habiéndose logrado una ligera tensión inicial en su colocación, se procedió a la calibración de la maquina; llevándola convenientemente a cero el valor de lectura inicial.

- Una vez alcanzado este propósito se acometió la tarea de producir el estiramiento de la probeta hasta romperla. Esto se logró mediante el movimiento ascendente de la mordaza móvil.
- La fuerza de tracción que se le aplicó, ira siendo registrada en el indicador de lectura; al mismo tiempo también se fueron obteniendo los valores de elongación hasta la fractura de la probeta.
- Se procedió a la lectura final de los valores obtenidos, una vez que la probeta fue quebrada totalmente (fotografía 1).



Fotografía 1. Equipo para la medición de la resistencia a la tensión.

### b. Porcentaje de elongación

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

- Se cortó una ranura en la probeta.
- Estas piezas estuvieron fijadas por sus extremos en las mordazas como el que se usa en el ensayo de tracción.
- Al poner en marcha la maquina la pieza en forma de " I " introducida en la probeta se separó a velocidad constante en dirección ascendente causando el desgarramiento del cuero hasta su rotura total.
- Finalmente se registró los datos obtenidos y se aplicó la fórmula.

- Se procedió a calcular el porcentaje de elongación según la fórmula detallada a continuación:

$$\%En = \left( \frac{Mf - Mi}{M} \right) \times 100$$

% En= Porcentaje de elongación.

Mf= Medida final (Dato obtenido en el display de la máquina)

Mi= Medida inicial (Dato obtenido en el display de la máquina)

M= Medida inicial de la probeta

### **c. Temperatura de encogimiento**

La elección del Instrumental y muestreo se efectuó de acuerdo al siguiente procedimiento:

- Soporte (S) adecuado para el dispositivo de ensayo;
- Un vaso (V) de 1 000 cm<sup>3</sup>, tipo alto, que contiene el medio líquido, agua destilada o mezcla de glicerina agua compuesta de 75% (vol.) de glicerina y 25% (vol.) de agua.
- Dos mordazas para sujetar la probeta de cuero, de un ancho mínimo de 15 mm; la mordaza superior (M1) es móvil, dispuesta de modo que pueda transmitir su movimiento vertical al indicador (g), y la inferior (M2) se encuentra fijada al soporte.
- Un agitador (A).
- Un termómetro (T), con escala hasta 120°C.
- Un calentador (C) eléctrico de inmersión y reóstato, que permitió elevar la temperatura del medio líquido, de modo que aumente de 3 a 5°/min.

- Un dispositivo indicador (D) del movimiento vertical de la mordaza móvil (M1), que aumentó el desplazamiento 25 veces por lo menos, provisto de una polea y contrapeso (P), que debieron contrabalancear el peso de la mordaza móvil (M1), superar el rozamiento del mecanismo y mantener la probeta bajo una leve tensión. El muestreo de los cueros se efectuó de acuerdo a la Norma INEN 577.

El procedimiento para la determinación de la temperatura de encogimiento de los cueros se efectuó de acuerdo a las siguientes consideraciones:

- Se introdujo, en el medio líquido contenido en el vaso (V), el agitador (A), el calentador (C) y el termómetro (T); ajustar la temperatura a  $23 \pm 3^{\circ}\text{C}$ .
- Se ensayó 2 probetas o muestras como mínimo, sin acondicionarlas antes del ensayo. Se fijó la probeta o muestra en la mordaza inferior (M2), y ajustó la mordaza superior móvil (M1), a una distancia de 65 mm sobre la fija (M2).
- Se conectó la mordaza móvil (M1), con el dispositivo indicador (D). Se sumergió la probeta sujeta entre las dos mordazas completamente en el medio líquido y se puso en marcha el agitador. Se dejó que el líquido penetre en la probeta.
- Se colocó el contrapeso (P), y ajustará el cero u otro punto de referencia del dispositivo indicador (D).
- Se agitó permanentemente, y se calentó de modo que la temperatura aumente de 3 a  $5^{\circ}/\text{min}$ .
- Se leyó la temperatura del medio líquido en  $^{\circ}\text{C}$ , en el instante en que la probeta empezó a contraerse, después de un hinchamiento preliminar.

Los Cálculos e informe de resultados fueron efectuados de la siguiente manera:

- Se calculó el promedio aritmético de las temperaturas de encogimiento, correspondientes a las probetas ensayadas.

- Se expresó la temperatura de encogimiento del cuero en °C, redondeada al múltiplo más próximo de 1°C. Como resultado final debió reportarse:
- Las características del lote ensayado (cantidad de cueros, procedencia, destino, etc.), las partes del cuero de las cuales se han cortado las muestras.

## 6. Relación B/C

Para calcular la relación B/C se utilizó la siguiente fórmula:

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

#### **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

##### **A. EVALUACIÓN DE LAS RESISTENCIAS FÍSICAS DE LAS PIELES OVINAS CURTIDAS CON DIFERENTES NIVELES DE SULFATO DE ALUMINIO EN COMBINACIÓN CON PRECURTIENTE RESÍNICO.**

###### **1. Resistencia a la tensión**

Los valores medios reportados por la resistencia a la tensión de los cueros ovinos establecieron diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ), por efecto de la curtición con diferentes niveles de sulfato de aluminio en combinación con precurtiente resínico, alcanzándose las mejores respuestas cuando se curtió las pieles con 7% de sulfato de aluminio (T1), con valores de 1217,95 N/cm<sup>2</sup>, y que disminuyeron a 1091,63 N/cm<sup>2</sup>; cuando se curtió las pieles ovinas con el 8% de sulfato de aluminio (T2) mientras tanto que las repuestas más bajas fueron registradas cuando se trabajó con el 9% de sulfato de aluminio (T3), con respuestas de 801,78 N/cm<sup>2</sup>; como se indica en el cuadro 7, y se ilustra en el gráfico 4, por lo cual se puede afirmar que la relación entre las dos variables es inversamente proporcional, esto quiere decir que a menores niveles de sulfato de aluminio adicionados en la curtición de pieles ovinas se obtienen mejores respuestas de resistencia a la tensión.

Las aseveraciones indicadas tienen su fundamento según Hidalgo, L. (2004), quien menciona que al adicionar mayor contenido de agente curtiente se alteran las condiciones normales de curtición, lo cual ocasiona que se disponga de excesivas moléculas de sulfato de aluminio para lograr curtir la totalidad de fibras de colágeno, y queden libres, razón por la cual se afectará el proceso normal de curtido, generando así que las respuestas no sean satisfactorias ya que los cueros deben superar un mínimo de tensión para ser comercializadas en mercados de elite donde se exige que la calidad de las pieles sea elevada. La utilización de agentes curtientes afecta directamente a la resistencia a la tensión que, es la que mide la fuerza del enlace que forman los extractos curtientes y si este es óptimo las respuestas son altas mientras que si son débiles los enlaces, se rompe el cuero.

Cuadro 7. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LAS PIELES OVINAS CURTIDAS CON DIFERENTES NIVELES DE SULFATO DE ALUMINIO ( 7, 8 Y 9%), EN COMBINACIÓN CON PRECURTIENTE RESÍNICO EN LA OBTENCIÓN DE CUERO PARA CALZADO.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	NIVELES DE SULFATO DE ALUMINIO MAS 3% DE RECURTIENTE RESÍNICO						EE	Prob.
	7% T1		8% T2		9% T3			
Resistencia a la Tensión, N/cm <sup>2</sup>	1217,95	a	1091,63	ab	801,78	b	82,07	0,007
Porcentaje de Elongación, %	68,93	b	82,14	a	81,07	a	2,32	0,001
Temperatura de Encogimiento, °C	64,86	a	60,29	b	53,14	c	0,51	<0,0001

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

EE: Error estadístico.

Prob: Probabilidad.

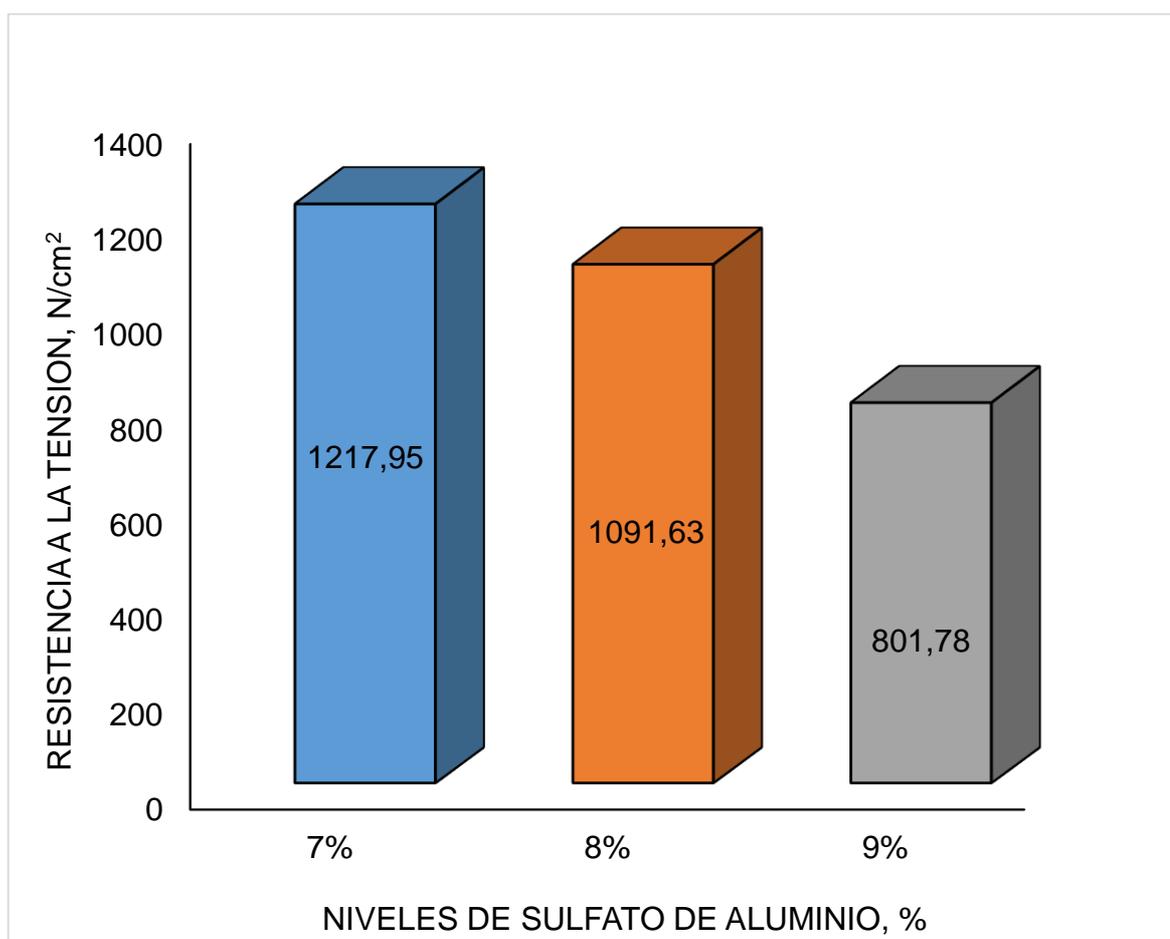


Gráfico 4. Resistencia a la tensión de las pieles ovinas curtidas con diferentes niveles de sulfato de aluminio (7, 8 y 9%), en combinación con precurtiente resínico en la obtención de cuero para calzado.

Además Soler, J. (2005), indica que el sulfato de aluminio es una sal de tipo metálica muy soluble en agua por lo cual debe ir acompañada de un agente precurtiente o recurtiente que logre la estabilización del enlace colágeno-aluminio para evitar la descurtición, el efecto de las fibras resínicas en el precurtido es formar puentes de hidrogeno con el agua presente en el seno de la reacción logrando estabilizar el enlace y con esto se controla las condiciones en las cuales se está dando la curtición, sin alterar las condiciones de solubilidad y si se utiliza gran cantidad de sulfato de aluminio el agua que es más afín al aluminio provoca que el curtiente se lixivie fácilmente al combinarse con las moléculas de agua.

Los valores mencionados se enmarcan dentro de las exigencia de resistencia a la tensión presentadas por la Asociación Española en la Industria del Cuero que en su norma técnica IUP 6 (2002), indica que para que las pieles sean de calidad

deben superar valores que van de 800 a 1500 N/cm<sup>2</sup>, siendo superior al utilizarse mayores niveles de sulfato de aluminio es decir cueros que no se rompen fácilmente y pueden resistir estiramientos más largos, como los que se producen en el armado de la capellada o en el uso diario al utilizarse por periodos prolongados .

Los resultados alcanzados en la presente investigación son superiores al ser comparados con los resultados que reporta Martínez, L. (2015) quien obtuvo valores de 2037,65 N/cm<sup>2</sup> cuando curtió las pieles caprinas con el 6% de sulfato de aluminio en combinación con Granofin F 90, dado que al ocupar menores niveles de sulfato de aluminio se mejoran las respuesta a la resistencia a la tensión y también tiene que ver la influencia del agente precurtiente utilizado ya que en condiciones de curtición normales los curtientes minerales logran curtir las moléculas de colágeno cosa que no logran los precurtientes resínicos sino que estas únicamente evitan la solubilización del sulfato de aluminio.

Al realizar el análisis de regresión de la resistencia a la tensión que se ilustra en el gráfico 5, se puede apreciar que los datos se dispersan hacia una tendencia lineal negativa altamente significativa ( $P < 0,001$ ), de donde se desprende que partiendo de un intercepto de 2701,8 N/cm<sup>2</sup>, la resistencia a la tensión decrece en 208,09 N/cm<sup>2</sup> por cada unidad de cambio en el nivel de sulfato de aluminio adicionado al proceso de curtido de las pieles ovinas, con un coeficiente de determinación de 40,79% mientras tanto que 59,21% restante depende de factores no reportados en la presente investigación y que pueden ser debido a la calidad de la materia prima, ya que son pieles no tradicionales de uso por lo tanto los criadores de ovejas no le prestan los cuidados necesarios al animal para evitar defectos mecánicos que los procesos de producción de cuero no los logran disimular y por lo tanto baja la calidad del cuero además no se tiene una conciencia que estas pieles por sus características pueden sustituir fácilmente a las bovinas que en ciertas épocas del año se vuelven escasas. La ecuación que se aplicó para determinar la regresión fue: Resistencia a la Tensión =  $-2477 + 1100,3(\% SA) - 81,771(\%SA)^2$

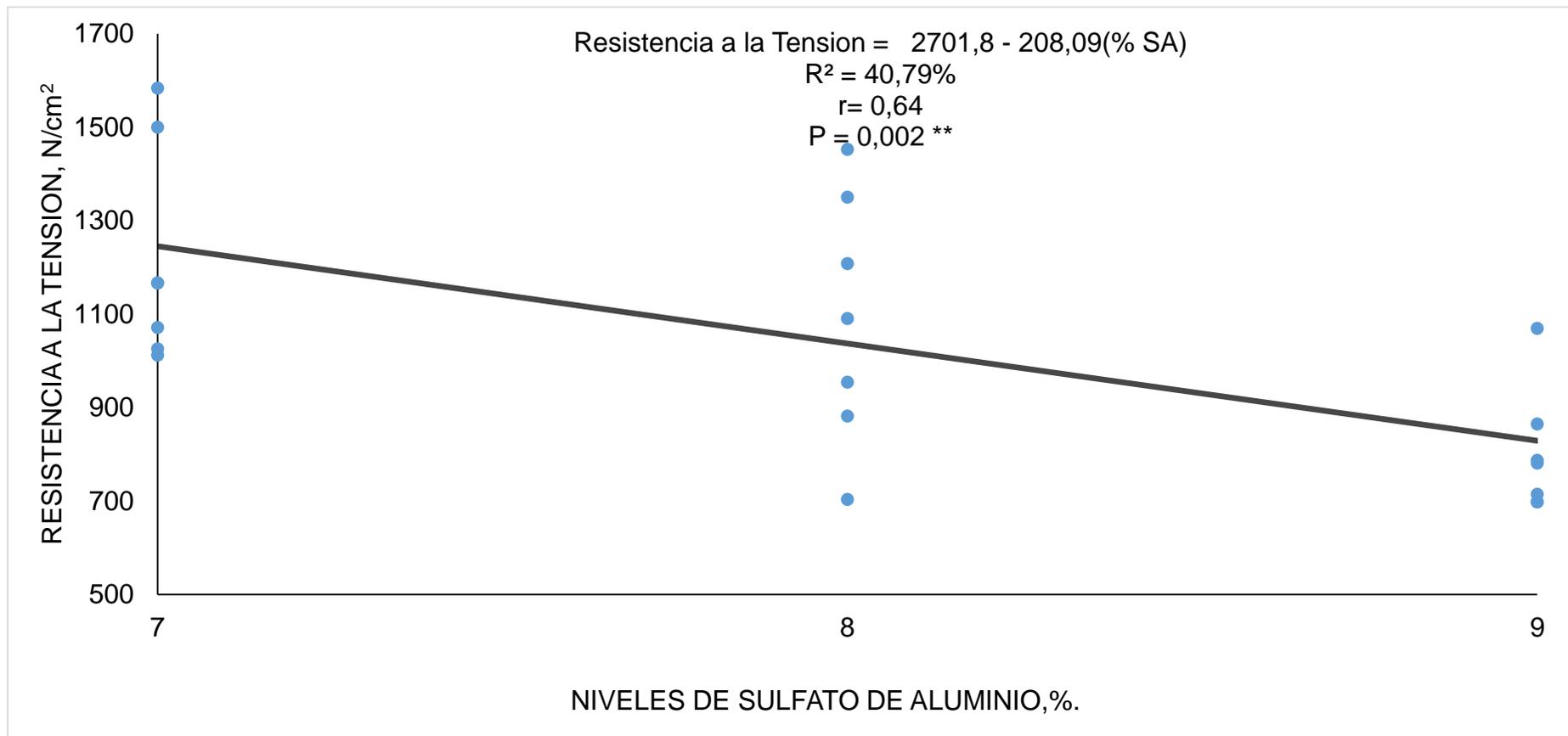


Gráfico 5. Regresión de la resistencia a la tensión de las pieles ovinas curtidas por efecto de la utilización de diferentes niveles de sulfato de aluminio en combinación con precurtiente resínico en la obtención de cuero para calzado.

## **2. Porcentaje de elongación**

Los resultados alcanzados por el porcentaje de elongación de las pieles ovinas, registraron diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ) entre medias, por efecto de la inclusión en la fórmula de curtido de diferentes niveles de sulfato de aluminio en combinación con precurtiente resínico para la obtención de cuero gamuza destinado a la confección de calzado, estableciéndose las mejores respuestas cuando se curtió a las pieles ovinas con el 8% de sulfato de aluminio (T2) con valores de 81,07%, y que disminuyeron cuando se curtió las pieles ovinas con el 9% de sulfato de aluminio (T3), ya que se alcanzaron respuestas de 82,14%, mientras tanto que la elongación más baja fue alcanzada cuando se añadió a la curtición de las pieles ovinas el 7% de sulfato de aluminio (T1), con promedios de 68,93%; como se ilustra en el gráfico 6, y con lo cual se puede afirmar que al utilizar mayores niveles de sulfato de aluminio se mejoran las respuestas de elongación estableciendo una relación directa entre las dos variables, y esto se debe a que el enlace formado es muy resistente y por ende van a mejorar las características del cuero, también al formar un puente de tipo metálico entre el aluminio y el colágeno estas se distribuyen de manera correcta en el plano de la piel con lo cual al aplicarse fuerzas de estiramiento a la piel desplazan de manera satisfactoria evitando que exista fricción entre las pieles.

Los resultados alcanzados tienen su fundamento según Bacarditt, A. (2004), quien menciona que dentro de las pruebas representativas para evaluar la calidad física de un cuero se encuentra el porcentaje de elongación, que evalúa la resistencia que tienen los cueros cuando se aplica una fuerza de estiramiento evitando romperse y que tiene que ver directamente con el espacio que existe entre las fibras de colágeno curtidas para evitar rozamientos, muchos factores pueden afectar a las condiciones normales de estiramiento de las pieles como es el hinchamiento que se produce con la reacción de curtición o la distribución del enlace que se forma en el plano de la piel y más aún el tamaño que tienen las partículas de agente curtiente y la cantidad que existe en el seno de la reacción por lo cual se deben controlar todos estos factores y lograr la mejor interacción entre los mismos para mejorar la calidad de las pieles, debido a que las sales de aluminio poseen una afinidad mayor

que el cromo por el cuero a niveles menores de pH. El sulfato de aluminio sirve para todo tipo de pieles, 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 el producto aniónico. 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, que ingresan en su totalidad en el entretejido fibrilar dotando del efecto resorte al cuero para que se elonge o alargue con mayor facilidad, sin romperse el entretejido fibrilar por lo que se la puede utilizar como materia prima para la realización de calzado de primera calidad.

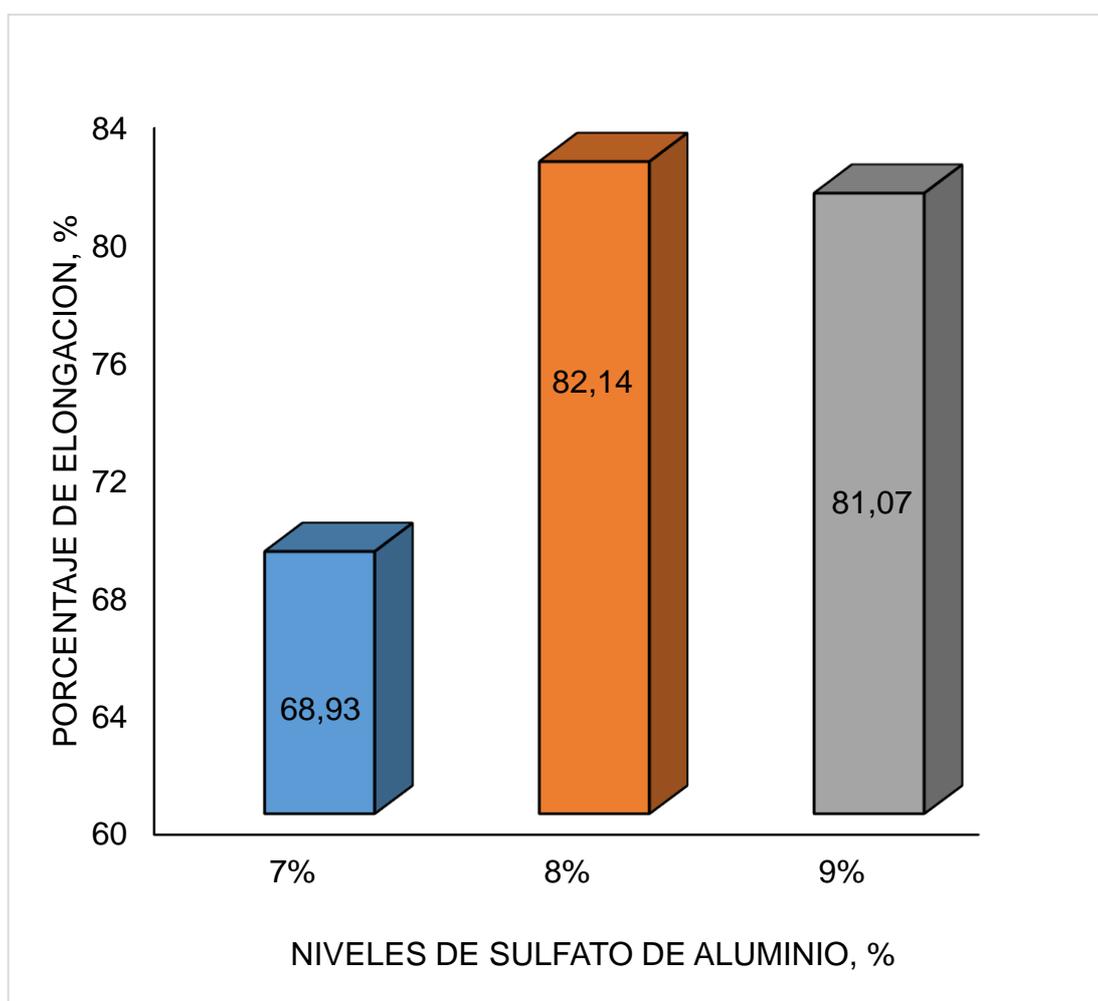


Gráfico 6. Porcentaje de elongación de las pieles ovinas curtidas con diferentes niveles de sulfato de aluminio (7, 8 y 9%), en combinación con precurtiente resínico en la obtención de cuero para calzado.

Según la norma técnica IUP 6 (2002), de la Asociación Española del Cuero se establece que las pieles deben cumplir una elongación que va de 40 a 80%; para ser considerados de calidad, respuestas que están siendo cumplidas por los tres tratamientos en la presente investigación y con lo cual se puede decir que es una técnica satisfactoria el añadir a la curtición sulfato de aluminio más precurtiente resínico ya que estos mejoran las condiciones de curtición y por ende la calidad de los cueros para la confección de calzado, que es la industria en donde más valor adquiere el cuero curtido.

Los resultados expuestos en la presente investigación son superiores a los registrados por Garcés, S. (2017), quien obtuvo valores de elongación de 62,19% cuando curtió las pieles caprinas con el 5% de sulfato de aluminio, y que son inferiores a las reportadas en al presente investigación, con esto se comprueba que al utilizar mayores niveles de sulfato de aluminio se mejoran las respuestas de elongación debido a que el enlace formado entre el aluminio y el colágeno es muy estable y permite resistir diferentes condiciones físicas que simulan las condiciones normales que son sometidas cuando el cuero es confeccionado en distintos artículos, además son similares a los reportes de Parra, R. (2012), quien al curtir con 9% de curtiente sulfato de aluminio registró una elongación de 81,10%.

El análisis de la regresión del porcentaje de elongación que se ilustra en el gráfico 7, indica que los datos se dispersan hacia una tendencia cuadrática altamente significativa ( $P < 0.01$ ), donde se indica que partiendo de un intercepto de 423,57% inicialmente existe un aumento de 120,36 % cuando se adición 8% de sulfato de aluminio (T2), agregado en la curtición para posteriormente descender en 7,14 % cuando se aplicó el 9% de sulfato de aluminio en la curtición, con un coeficiente de determinación de 52,70% mientras tanto que el 47,30% restante depende de factores no reportados en la presente investigación y que tienen que ver muchas veces con la conservación de la piel que al no ser la adecuada y precisa puede dar inicio a la proliferación bacteriana no permitiendo que las moléculas del curtiente se unan adecuadamente con las fibras de colágeno . La ecuación que se aplicó para determinar la regresión fue: % de E = - 423,57 + 120,36(% SA) - 7,1429(%SA)<sup>2</sup>

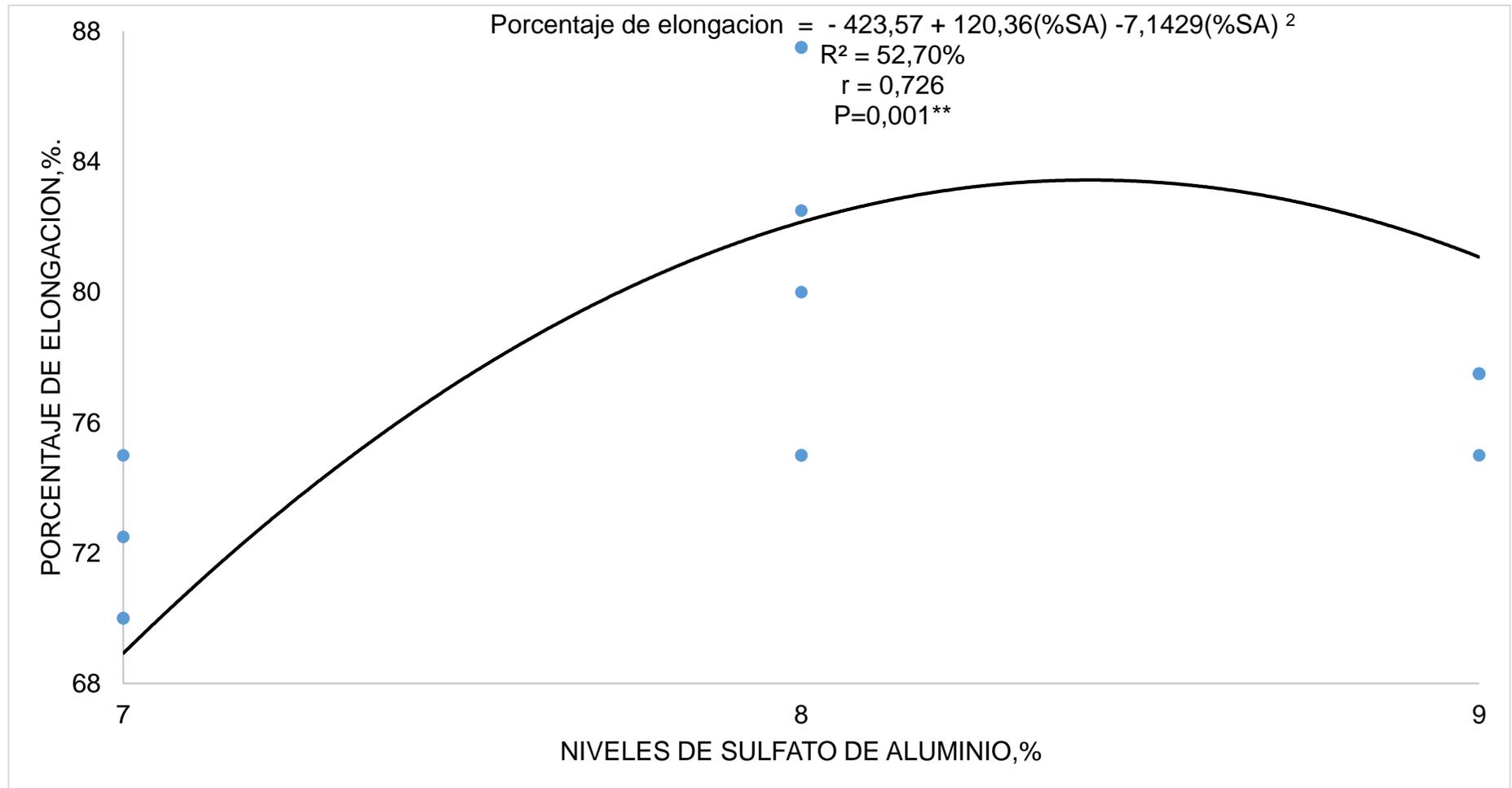


Gráfico 7. Regresión del porcentaje de elongación de las pieles ovinas curtidas por efecto de la utilización de diferentes niveles de sulfato de aluminio en combinación con precurtiente resínico.

### **3. Temperatura de encogimiento**

Los valores medios de la temperatura de encogimiento reportaron diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ), por efecto de la curtición con diferentes niveles de sulfato de aluminio en combinación con precurtiente resínico para la obtención de cuero gamuza para calzado, estableciéndose las mejores respuestas cuando se curtió las pieles ovinas con el 7% de sulfato de aluminio (T1), con resultados de 64,86 °C a continuación se reportan los resultados alcanzados en el lote de pieles ovinas curtidas con el 8% de sulfato de aluminio (T2), ya que los valores fueron de 60,29 °C; mientras tanto que las respuestas más bajas fueron registradas cuando se curtió las pieles ovinas con el 9% de sulfato de aluminio (T3), con temperaturas de encogimiento medias de 53,14°C; como se ilustra, en el gráfico 8, es decir que al disminuir los niveles de sulfato de aluminio se mejoran las respuestas de temperatura de encogimiento.

Los reportes indicados de temperatura de encogimiento tienen su fundamento en lo expuesto por Hidalgo, L. (2004), quien manifiesta que el proceso de curtición consiste en la estabilización de las fibras de colágeno mediante la interacción de moléculas que cambien su composición para formar un enlace cuyas características ayudan a aumentar las condiciones físicas transformando su composición natural, en cuanto a la temperatura de encogimiento mientras mayor sean las respuestas numéricas se notara que la reacción se ha dado en su totalidad y el enlace formado es estable con lo cual se incrementa la capacidad que tienen las pieles a soportar diferentes fenómenos, sobre todo de aumento de temperatura la curtición con sulfato de aluminio es la transformación de cualquier piel en cuero, esto implica que el cuero no se acartone, sea resistente a la acción microbiana en húmedo, y sea estable a la acción del agua caliente es decir que no gelatinice, esta operación busca estabilizar la estructura de la piel, en forma tal que se obtenga un producto no degradable, para lo cual se utiliza muchas veces sales de aluminio, que tienen una temperatura de contracción que oscila entre 58-65°C y su punto isoeléctrico es de 2,8. Para este tipo de curtición es necesario pieles con una estructura fibrosa abierta, las que deben dividirse en dos capas, el lado flor lo más fino posible y el resto de la piel que es la parte que se destinará para el curtido.

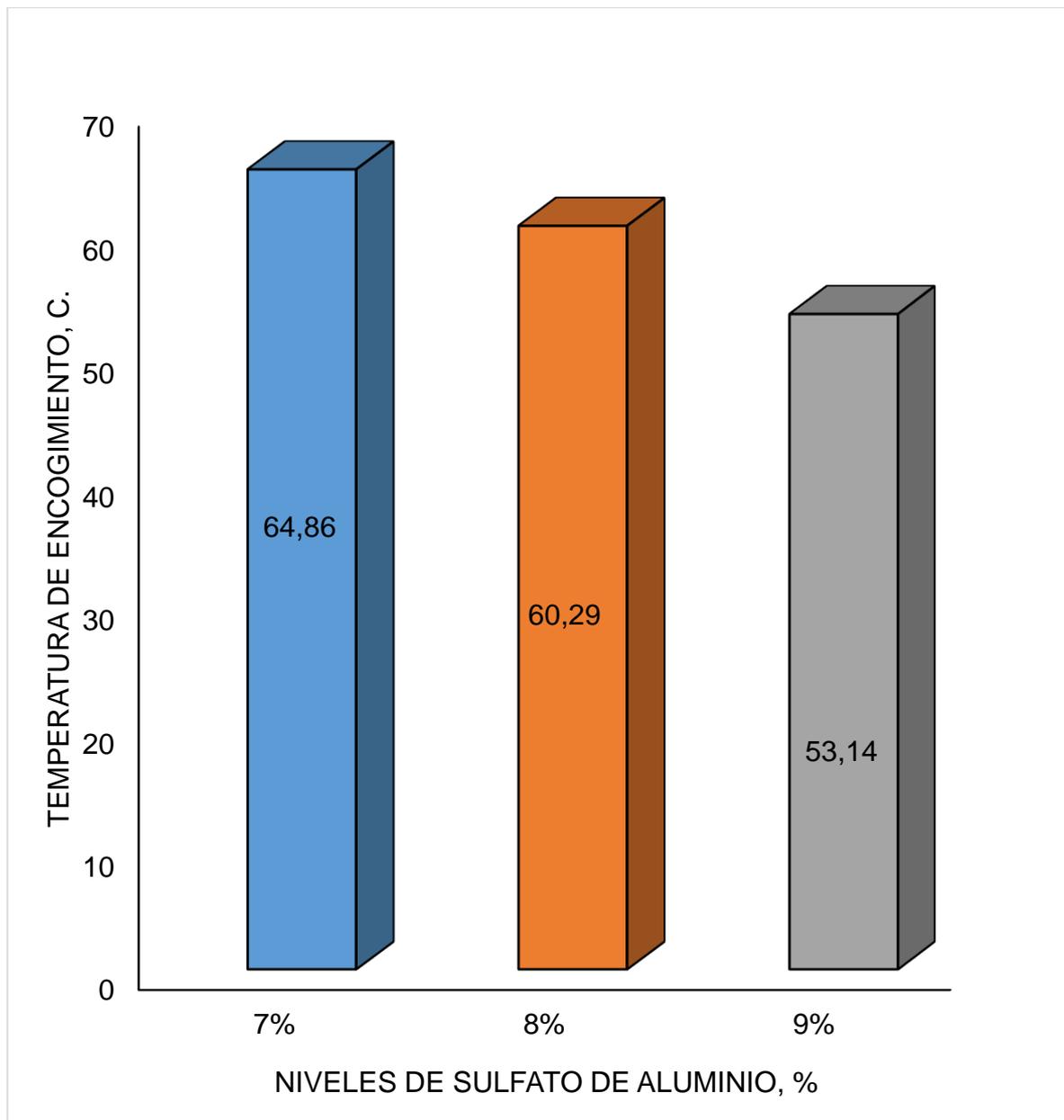


Gráfico 8. Temperatura de encogimiento de las pieles ovinas curtidas con diferentes niveles de sulfato de aluminio (7, 8 y 9%), en combinación con precurtiente resínico en la obtención de cuero para calzado.

Los valores reportados de la temperatura a la cual se produce un encogimiento perceptible, al calentar gradualmente un cuero sumergido en un medio acuoso se enmarcan dentro de las exigencias de calidad del Instituto Ecuatoriano de Normalización del Cuero que en su norma técnica NTE INEN 0562 (1981), que se aplicará en el comercio y fabricación de cueros de cualquier tipo, establece que la

temperatura de encogimiento de los cueros ovinos debe estar sobre los 55°C para determinar la calidad de las pieles, el Cuero se contrae debido a varios factores diferentes. El agua caliente es una de las maneras más rápidas para encoger el cuero, pero no va a funcionar así sin la adición de alcohol para frotar.

Al comparar las medias reportadas en la presente investigación con las obtenidas por Martínez, L. (2016), quien registró valores de temperatura de encogimiento de 77,50 °C cuando curtió las pieles caprinas con el 6% de sulfato de aluminio en combinación con Granofin F90, se aprecia que son superiores, debido a que el Granofin F90; es un curtiente que ocasionará que al no lograr el sulfato de aluminio curtir la totalidad de las fibras de colágeno el agente auxiliar curtirá las moléculas que estén sobrantes en el seno de la reacción con lo cual aumentara las características físicas de las fibras convertidas.

Al realizar el análisis de la regresión de la temperatura de encogimiento que se ilustra en el gráfico 9, se puede apreciar que los datos se dispersan hacia una tendencia lineal negativa altamente significativa ( $P < 0.01$ ), donde se indica que partiendo de un intercepto de 106,29°C; la temperatura de encogimiento disminuye en 5,86°C por cada unidad de cambio en el nivel de sulfato de aluminio agregado a la curtición de cueros tipo gamuza, con un coeficiente de determinación de 92,16% mientras tanto que el restante 7,84% depende de factores no reportados en la presente investigación y que pueden ser debido a la calidad de la materia prima, también a la calidad y diferencia del pesaje entre cada tratamiento y el efecto mecánico que recurre a cambios en las condiciones de las pieles en cada proceso al cual se está sometiendo en la línea de flujo de la transformación de piel en cuero y todos estos constituyen errores aleatorios que ocasionan diferencias entre las medias. La ecuación que se aplicó para determinar la regresión de la temperatura de encogimiento fue:

$$\text{Temperatura de Encogimiento} = +106,29 - 5,8571 (\%SA)$$

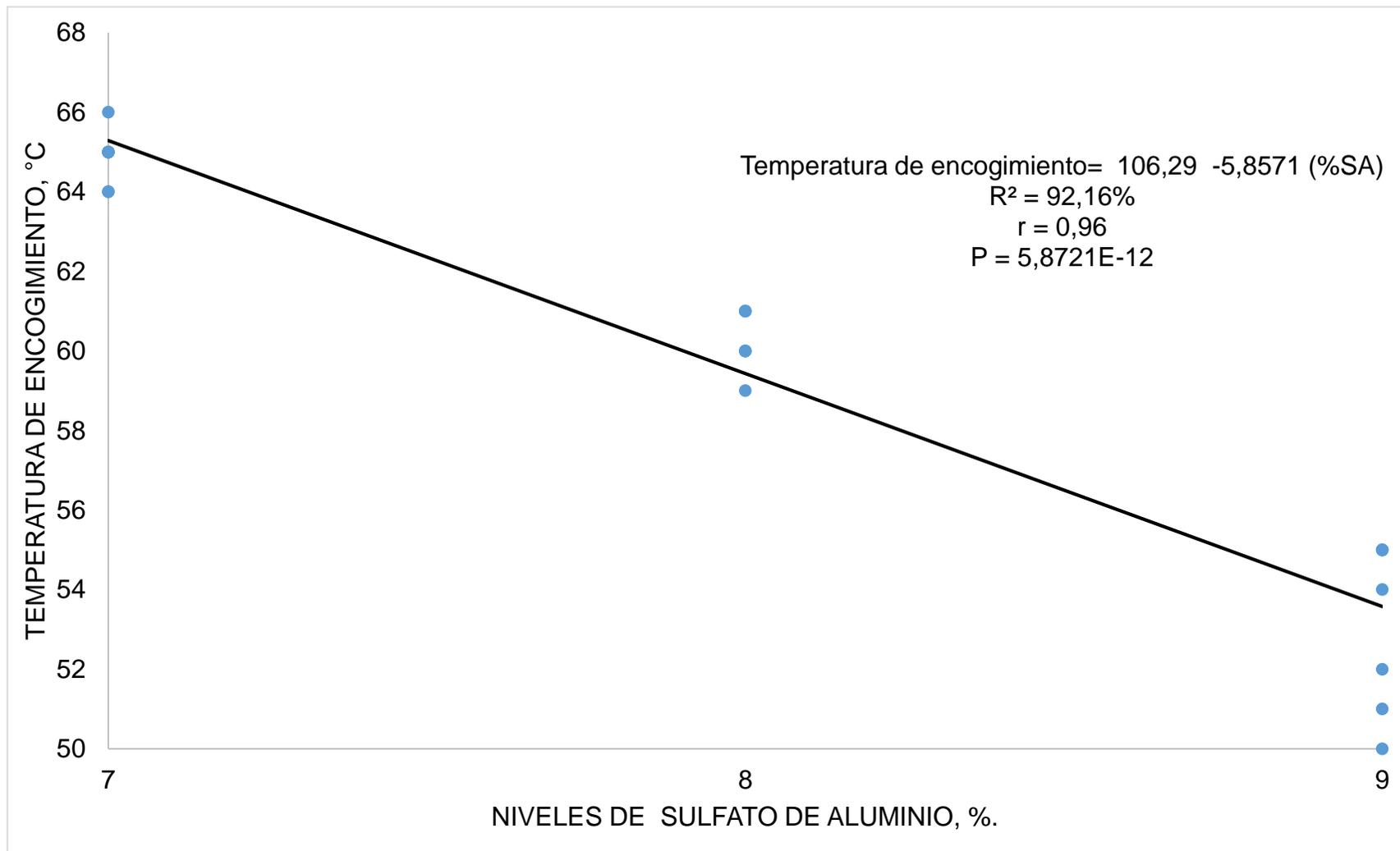


Gráfico 9. Regresión de la temperatura de encogimiento de las pieles ovinas curtidas con diferentes niveles de sulfato de aluminio ( 7, 8 y 9%), en combinación con precurtiente resínico en la obtención de cuero para calzado.

## **B. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DE LAS PIELS OVINAS CURTIDAS CON DIFERENTES NIVELES DE SULFATO DE ALUMINIO, EN COMBINACIÓN CON PRECURTIENTE RESÍNICO EN LA OBTENCIÓN DE CUERO PARA CALZADO**

### **1. Llenura**

La evaluación de la característica llenura reportó diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ) entre medias, según el criterio Kruskal Wallis por efecto de la inclusión en la fórmula del curtido de diferentes niveles de sulfato de aluminio en combinación con precurtiente resínico, estableciéndose las mejores respuestas cuando se curtió las pieles ovinas con el 9% de sulfato de aluminio (T3) con medias de 4,71 puntos, y calificación excelente de acuerdo a la escala propuesta por Hidalgo, L. (2016), a continuación se aprecian las respuestas determinadas en el lote de cueros curtidos con el 8% de sulfato de aluminio (T2) , ya que los resultados fueron de 4,43 puntos, y calificación muy buena según la escala mencionada, mientras tanto que las respuestas más bajas fueron registradas cuando se curtió las pieles ovinas con el 7% de sulfato de aluminio y que reportaron medias de 3,43 puntos, y calificación buena como se indica en el cuadro 8 y se ilustra en el gráfico 10, es decir que al aumentar los niveles de sulfato de aluminio se aumentan las calificaciones sensoriales de llenura, esto debido a que ajustando las condiciones de curtición se obtienen un hinchamiento mayor de las fibras de colágeno con lo cual el cuero se siente compacto y cuando se evalúa se va a notar una llenura adecuada para la confección de calzado.

Lo que es corroborado según Hidalgo, L. (2004), quien menciona que el efecto de la llenura depende de la astringencia del curtiente utilizado, ya que mientras mayor sea el efecto del curtiente mayor hinchamiento producirá en las pieles, el sulfato de aluminio es un curtiente que no tiene una astringencia elevada por lo cual se debe acompañar en el curtido o en el precurtido de agentes químicos que logran estabilizarlo en este caso se utilizó los precurtientes resínicos que realizan una curtición superficial para que los grupos carboxílicos del colágeno de la capa flor y de la frisa no reaccionen con el sulfato de aluminio y puedan penetrar a las capas internas del corium y combinarse con los grupos carboxílicos del colágeno.

Cuadro 8. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DE LAS PIELES OVINAS CURTIDAS CON DIFERENTES NIVELES DE SULFATO DE ALUMINIO ( 7, 8 Y 9%), EN COMBINACIÓN CON PRECURTIENTE RESÍNICO EN LA OBTENCIÓN DE CUERO PARA CALZADO.

NIVELES DE SULFATO DE ALUMINIO MAS 3% DE RECURTIENTE RESÍNICO								
CARACTERÍSTICAS SENSORIALES	7%		8%		9%		EE	PROB
Llenura, puntos	3,43	a	4,43	b	4,71	c	0,2	0,004
Blandura, puntos	4,57	a	4,14	b	3,29	c	0,25	0,014
Finura de flor, puntos	3,29	a	4,14	b	4,86	c	0,24	0,003

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

EE: Error estadístico.

Prob: Probabilidad.

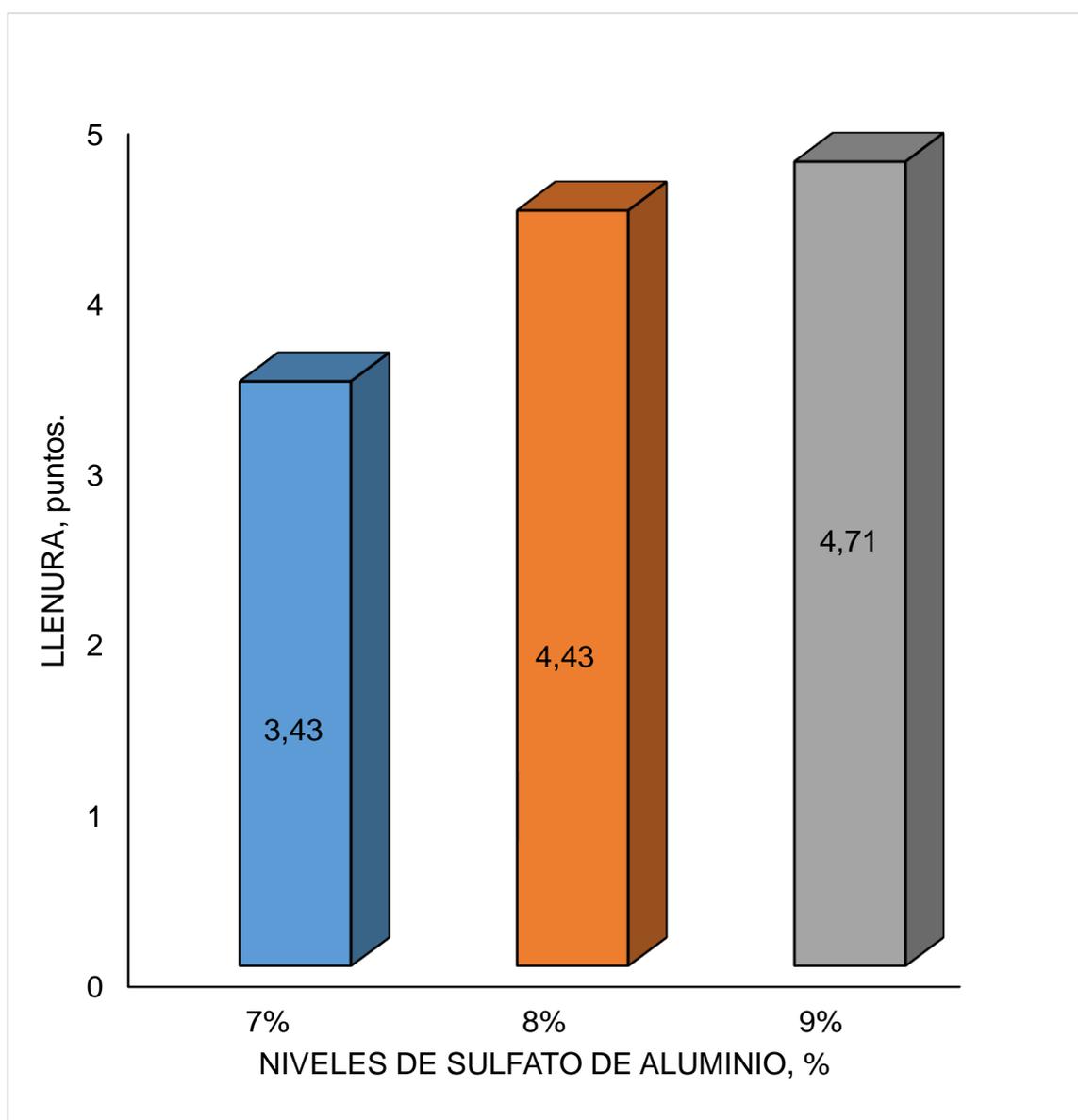


Gráfico 10. Llenura de las pieles ovinas curtidas por efecto de la utilización de diferentes niveles de sulfato de aluminio en combinación con precurtiente resínico.

Además Soler, J. (2005), manifiesta que al ingresar el sulfato de aluminio en la estructura más profunda de la piel para transformarla en cuero se logra un rellenado adecuado y la curtición de las fibras de colágeno, existe problemas al utilizar solo el sulfato de aluminio ya que como se explicó el poder curtiente no es tan alto, pero lo compensa dándole características sensoriales elevadas manteniendo ciertas condiciones de la piel que son deseadas. En la evaluación de los cueros se identifica las características sensoriales que estos presentan y depende en muchos

factores del tipo de curtición que se ha efectuado y de los procesos que acompañan a la curtición, para alcanzar una llenura efectiva se debe lograr que las fibras de colágeno se hinchen de manera satisfactoria y se debe evaluar para que se utilizara los cueros, ya que de todo ello dependerá la llenura que se quiera conseguir, ya que después de la curtición se dan procesos de rebajado para ajustar el cuero, en este proceso no se puede enmascarar

Los valores reportados por Martínez, L. (2015), de la calificación de llenura quien obtuvo respuestas de 4,50 puntos cuando realizó la curtición de pieles caprinas con el 8% de sulfato de aluminio en combinación con Granofin F 90, son inferiores a las reportadas en la presente investigación, debido a que como se indicó al utilizar mayores niveles de sulfato de aluminio se mejoran las condiciones, debido a que se produce una mayor interacción entre el curtiente y el colágeno y se aumenta el efecto de hinchamiento que sufren las pieles de distintos animales cuando se curten para producir la transformación de piel en cuero.

Al realizar la valoración de la regresión de la prueba sensorial llenura que se ilustra en el gráfico 11, se puede apreciar que los datos se dispersan hacia una tendencia lineal positiva altamente significativa ( $P < 0.01^{**}$ ), donde se indica que partiendo de un intercepto de 0,95 puntos existe un incremento de 0,6429 puntos por cada unidad de cambio en el nivel de curtiente sulfato de aluminio adicionado a la fórmula de curtido de las pieles ovinas tipo gamuza para la elaboración de calzado, con un coeficiente de determinación de 51,48% mientras tanto que el 48,52% restante depende de factores no reportados en la presente investigación y que pueden deberse a factores externos especialmente mecánicos ya que en la precisión del rodado de los diferentes bombos o la temperatura en las máquinas de secado existe influencia directa sobre la calidad del cuero ya que de la cantidad de curtiente reaccionado con el colágeno de la piel dependerá la ponderación sensorial. La ecuación que se aplicó para determinar la regresión de la llenura fue:

$$\text{Llenura} = 0,95 + 0,6429(\%SA).$$

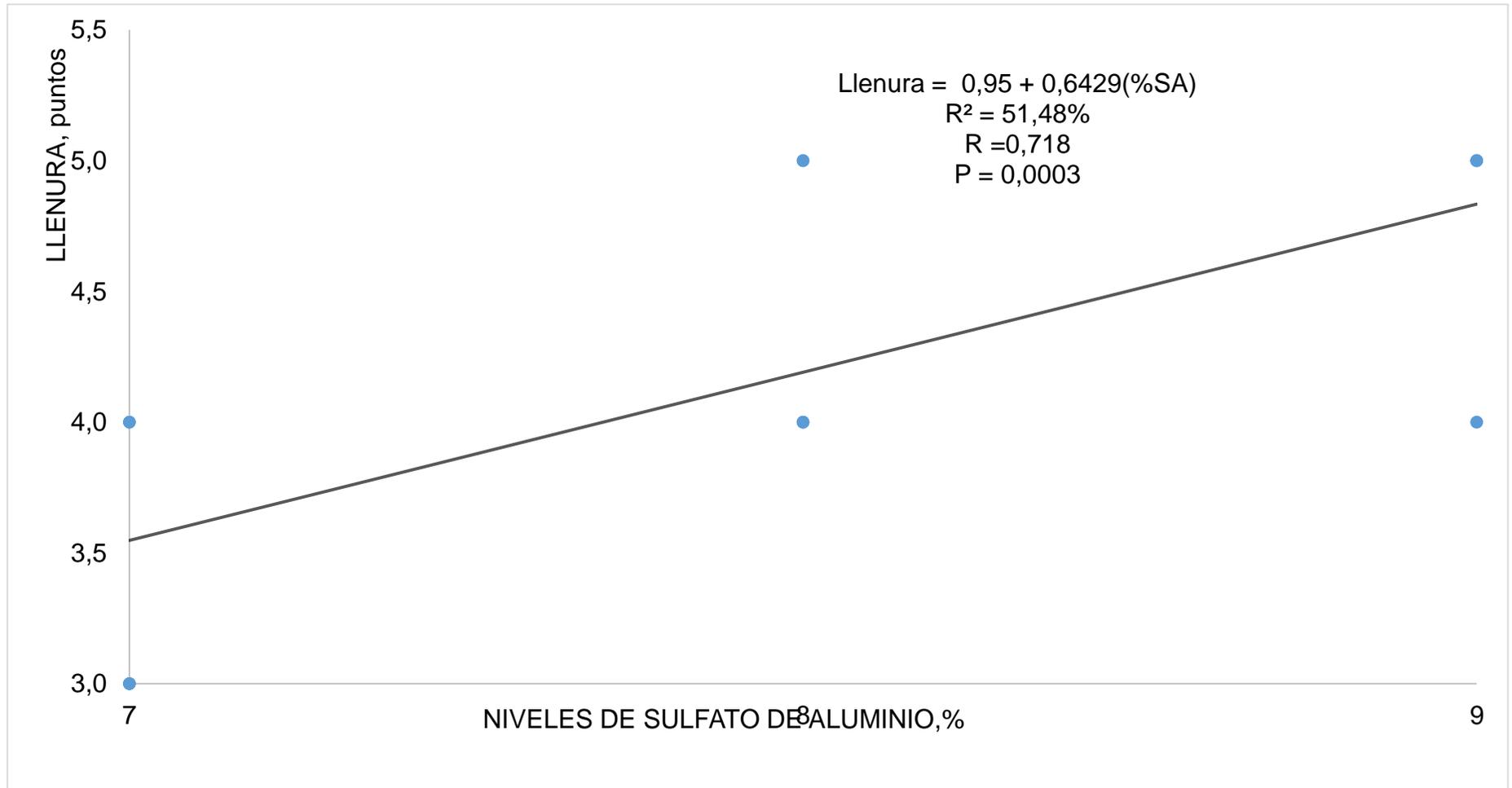


Gráfico 11. Regresión de la llenura de las pieles ovinas curtidas por efecto de la utilización de diferentes niveles de sulfato de aluminio en combinación con precurtiente resínico.

## 2. Blandura

Los valores medios reportados por la calificación sensorial blandura de los cueros ovinos tipo gamuza reportaron diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ) entre medias, según el criterio Kruskal Wallis estableciéndose las mejores respuestas cuando se curtió las pieles ovinas con el 7% de sulfato de aluminio (T1), con ponderaciones medias de 4,57 puntos, y calificación excelente de acuerdo a la escala propuesta por Hidalgo L. (2016), posteriormente se ubican los reportes del lote de cueros curtidos con 8% de sulfato de aluminio (T2), ya que alcanzaron resultados de 4,14 puntos y calificación muy buena según la mencionada escala, mientras tanto que las respuestas más bajas fueron registradas cuando se curtieron las pieles ovinas con el 9% de sulfato de aluminio (T3), con resultados de 3,29 puntos y calificación buena, es decir que para alcanzar mejores respuestas a la prueba sensorial blandura en las pieles ovinas se deben utilizar menores niveles de sulfato de aluminio.

Lo que es corroborado según Adzet, J (2005), quien reporta que la blandura es una característica sensorial que se encarga de evaluar las condiciones naturales de la piel sin notar defectos en la misma, esto es difícil conseguir ya que las pieles por lo general sufren efectos negativos cuando están en el animal en pie y se desmejora la calidad de la misma, el principal objetivo de los agentes curtientes es lograr la transformación de las fibras de colágeno mediante la interacción química generando enlaces muy estables y con esto enmascarar en un alto grado posibles imperfecciones que ha sufrido la piel en el animal, y que no han sido corregidos en los procesos anteriores logrando así aumentar las condiciones favorables. Al utilizar mayores niveles de sulfato de aluminio como agente curtiente para pieles ovinas, se crea un fenómeno en el cual las moléculas del curtiente no reaccionan con ninguna fibra de colágeno y se deposita en el entramado de las pieles, ocasionando que se sienta en lugares las fibras de agente curtiente y por lo tanto al evaluar el juez la blandura de las pieles se sientan defectuosas y no mejoren las condiciones normales de las pieles. Para curtir es necesario provocar la reacción del colágeno con algún producto que sea capaz de propiciar la citada reacción como es el sulfato de aluminio, se debe conseguir no sólo la reacción con los grupos reactivos libres en las cadenas laterales de las fibras de colágeno, sino que, además, pueda

reaccionar con la propia cadena del colágeno, substituyendo los puentes de hidrógeno y otros enlaces naturales de la proteína fibrosa, de manera que en la substitución se anule la posibilidad de que, en el momento de secar la piel mojada se vuelvan a formar las uniones naturales que la dejarían dura y translúcida como un pergamino.

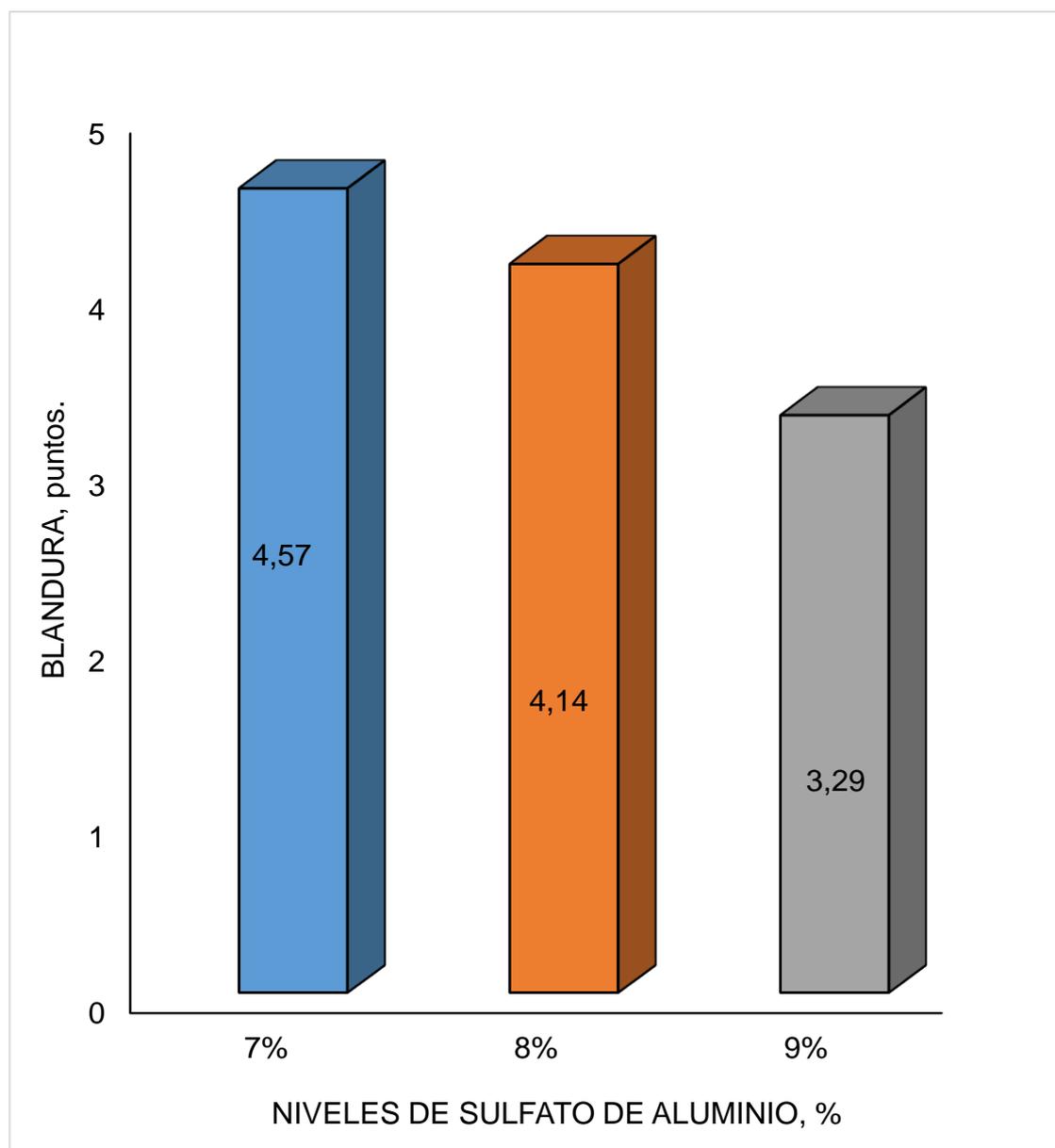


Gráfico 12. Blandura de las pieles ovinas curtidas por efecto de la utilización de diferentes niveles de sulfato de aluminio en combinación con precurtiente resínico.

Los resultados de la presente investigación son superiores al ser comparados con los valores registrados por Garcés, S. (2017), que obtuvo medias de blandura 4,63

puntos cuando curtió las pieles caprinas con el 5% de sulfato de aluminio, así como de Cabascango, L. (2010), quien al evaluar diferentes niveles de colorante ácido para elaborar cuero gamuza registró valores de blandura de 4,58 puntos y condición muy buena al utilizar 4% de colorante ácido, debido a que como se afirmó que al utilizar menores niveles de sulfato de aluminio se mejoran las características para la prueba sensorial blandura, además son inferiores a los registros de Parra, R. (2012), quien determina las calificaciones más altas en el lote de cueros del tratamiento T1 (7% de sulfato de aluminio), con medias de 4,80 puntos y valoración excelente.

El análisis de la regresión de la prueba sensorial blandura que se ilustra en el gráfico 13.

Indica que los datos se dispersan a una tendencia lineal negativa altamente significativa ( $P < 0.01$ ), donde se indica que partiendo de un intercepto de 9,14 puntos existe un descenso de 0,6429 puntos por cada unidad de cambio en el nivel de sulfato de aluminio adicionado a la curtición del cuero gamuza con un coeficiente de determinación de 41,33% mientras tanto que el 50,67% restante depende de factores no reportados en la presente investigación y que pueden ser efecto de la precisión en la formulación no solamente del curtido sino de todos los procesos de ribera y acabado ya que los efectos pre y post curtición influyen sobre la calidad sensorial del cuero que es muy importante sobre todo al ser una gamuza que requiere mayores exigencias para que al deslizar la mano sobre la frisa debe proporcionar una sensación muy agradable de suavidad caída para incrementar su aceptación a usuarios y manufactureros.

La ecuación que se aplicó para determinar la regresión de la blandura fue:

$$\text{Blandura} = 9,14 - 0,6429(\%SA).$$

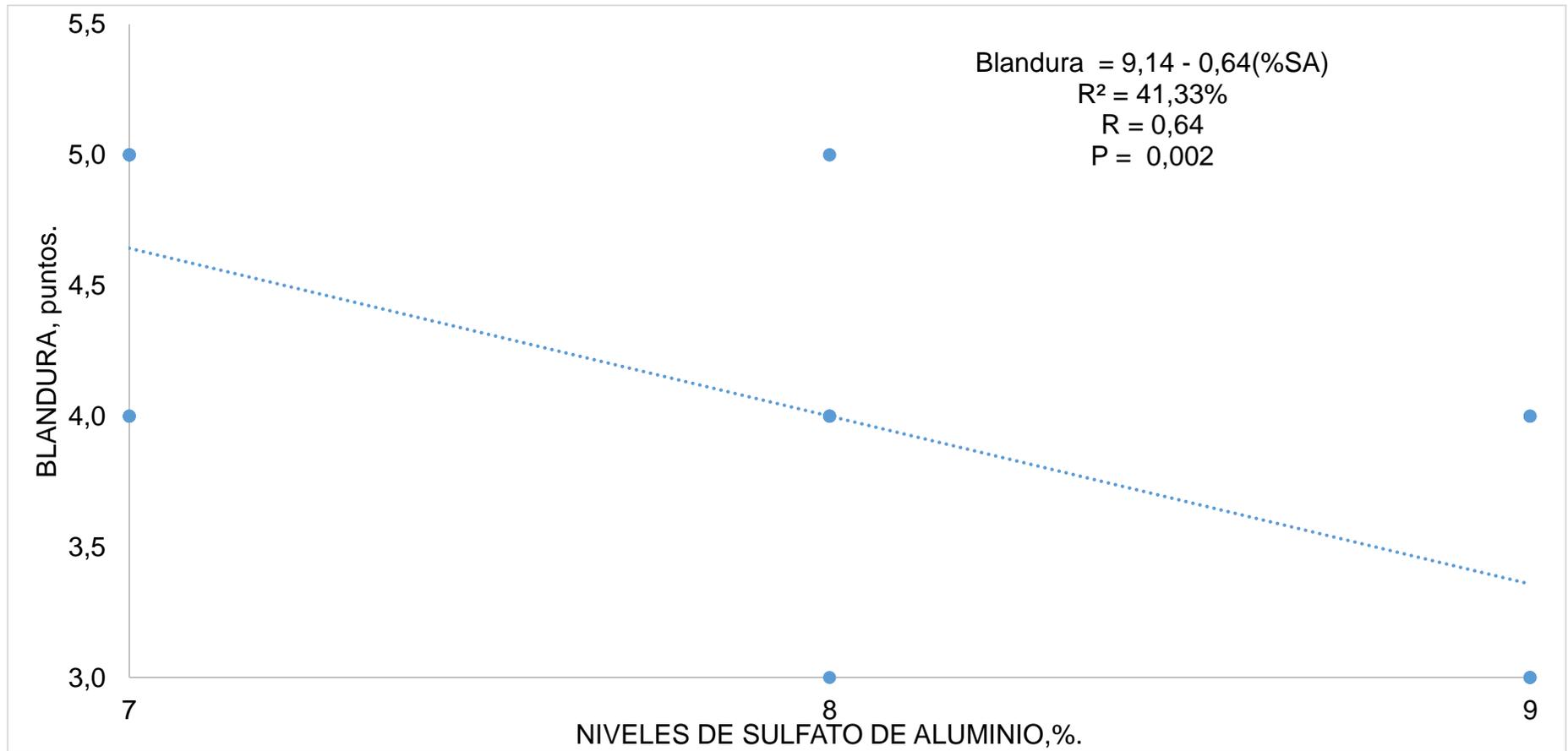


Gráfico 13. Regresión de la blandura de las pieles ovinas curtidas por efecto de la utilización de diferentes niveles de sulfato de aluminio en combinación con precurtiente resínico.

### 3. Finura de Flor

En la evaluación de la finura de flor de las pieles ovinas se registraron diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ), según el criterio Kruskal Wallis, por efecto de la utilización de diferentes niveles de sulfato de aluminio en combinación con precurtiente resínico, estableciéndose, las mejores respuestas cuando se curtió las pieles con el 9% de sulfato de aluminio (T3) con 4,86 puntos, y calificación excelente de acuerdo a la escala propuesta por Hidalgo, L. (2016), y que disminuyeron hasta alcanzar valores iguales a 4,14 puntos y calificación muy buena cuando se curtió las pieles ovinas con el 8% de sulfato de aluminio (T2) , en tanto que las respuesta más bajas fueron registradas cuando se curtió las pieles ovinas con el 7% de sulfato de aluminio (T1) con ponderaciones medias de 3,29 puntos y calificaciones de buena, como se ilustra en el gráfico 14, es decir que al utilizar mayores niveles de sulfato de aluminio se mejoran las respuestas de la prueba sensorial finura de flor, esto debido a que al utilizar mayor cantidad de moléculas de agente curtiendo sulfato de aluminio se logra tener mayor cantidad de fibras de colágeno transformadas y con esto el enlace al no ser muy agresivo.

Esto se puede explicar con lo que indica Belda, A. (2006), quien manifiesta que los motivos principales por los que se efectúa una curtiencia al aluminio son intentar conseguir una mayor finura y firmeza de flor, mayor compacidad de la piel, disminución de la elasticidad y plasticidad de la piel. Los productos empleados en este caso son sales de aluminio de nula o poca basicidad como el sulfato de aluminio, alumbre de roca, y cloruros comerciales poco básicos. La baja basicidad es conveniente a fin de favorecer la máxima penetración posible a través de todo el corte de la piel. Las cantidades corresponden generalmente a un 1 % de óxido de aluminio lo cual equivale aproximadamente a un 5-7% de sulfato de aluminio y a un 4% de sales comerciales. El método de tratamiento es análogo al de la precurtiencia con sales de cromo, con la salvedad de, los baños deben ser más cortos, para evitar la hidrólisis prematura que impedirá la penetración de las sales de aluminio en todo el corte de la piel. El enlace que se forma con el sulfato de aluminio es de tipo metálico y esto hace que no tenga un gran tamaño el enlace y con esto se mejore las condiciones sobre todo de finura de flor, que garantiza que

la frisa se presente homogénea y con la delicadeza adecuada para confeccionar calzado de primera calidad que además de constituir un sustituto adecuado del cromo provoque un curtido muy delicado que es necesario para cueros gamuza, que suelen fácilmente sufrir quemazones cuando los producto son agresivos.

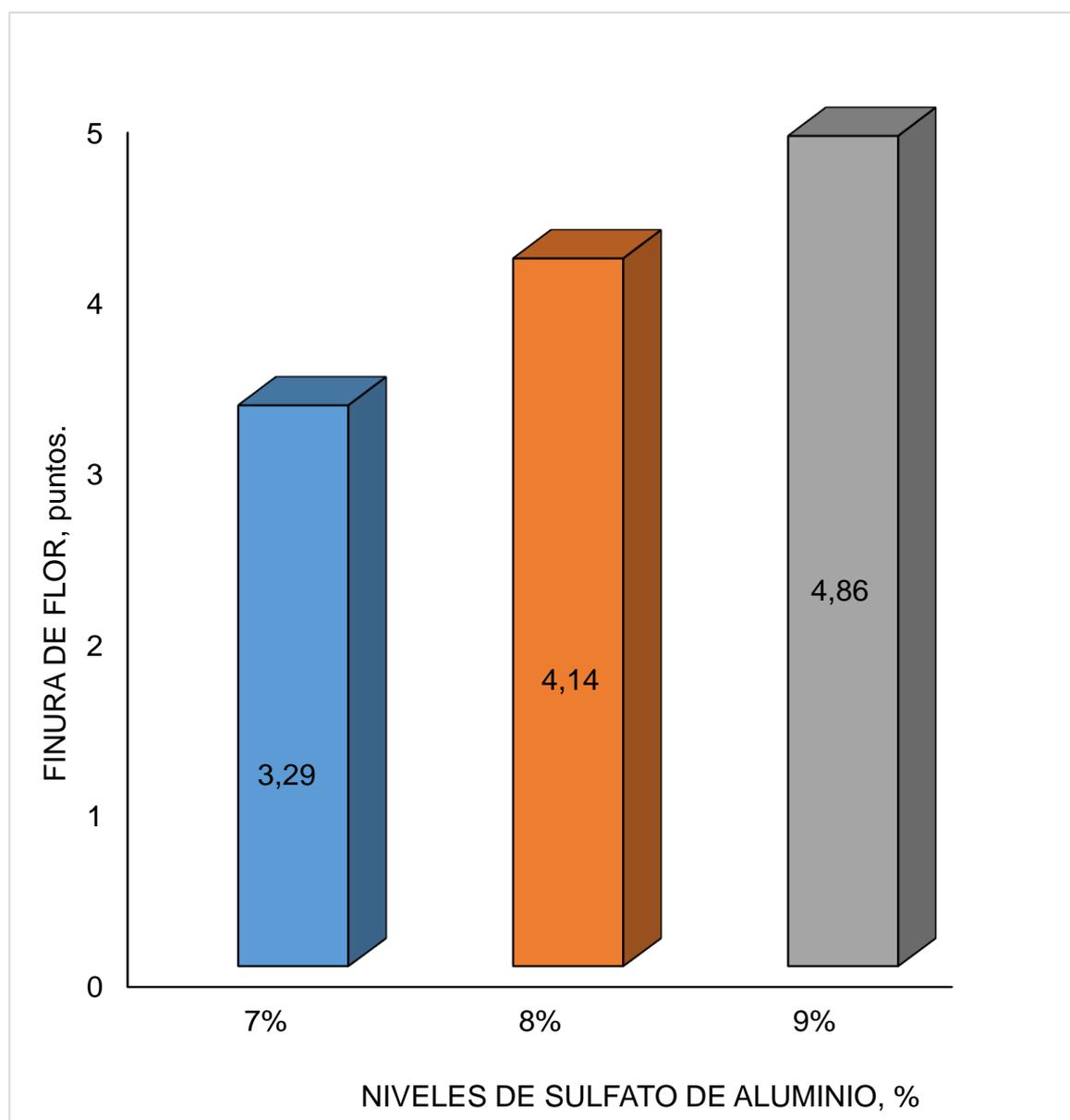


Gráfico 14. Finura de flor de las pieles ovinas curtidas por efecto de la utilización de diferentes niveles de sulfato de aluminio en combinación con precurtiente resínico.

Los resultados reportados en la presente investigación son superiores a los registros de Silva, D. (2015), quien obtuvo valores de finura de flor de 4,70 puntos cuando realizó la curtición de las pieles con el 4% de glutaraldehído, que es un

curtiente mineral, así como también son superiores a los reportes de Cabascango, L. (2010), quien al producir gamuzas en base a pieles ovinas ,para confeccionar calzado reportó valores de finura de flor de 4,58 puntos, al utilizar 4% de colorante ácido, los resultados expuestos tienen su fundamento en que el sulfato de aluminio que también es de naturaleza mineral tiene un mayor poder curtiente y esto lo hace ideal para la curtición de pieles ovinas, debido a que el enlace que se forma es muy fino y permite que no se presente efectos de flor gruesa que no es recomendable a pieles destinadas a la confección de artículos como zapatos de gamuza, de muy buena calidad.

Mediante análisis de la regresión que se realizó a la prueba sensorial finura de flor que se ilustra en el gráfico 15, se puede apreciar que los datos se dispersan hacia una tendencia lineal positiva altamente significativa ( $P < 0.01$ ), donde se describe que partiendo de un intercepto de 2,19 puntos existe un incremento en la calificación de finura de flor de 0,79 puntos por cada unidad de cambio en el nivel de sulfato de aluminio agregado en la curtición de las pieles ovinas destinadas a la confección de calzado de gamuza, con un coeficiente de determinación igual a 57,39% mientras tanto que el restante 42,61% depende de factores no reportados en la presente investigación y que pueden ser debido a la calidad de la materia prima, también a la calidad y diferencia del pesaje entre cada tratamiento y el efecto mecánico que recurre a cambios en las condiciones de las pieles en cada proceso al cual se está sometiendo en la línea de flujo del proceso y todos estos constituyen errores aleatorios que ocasionan diferencias entre las medias.

La ecuación que se aplicó para determinar la regresión de la finura de flor fue:

$$\text{Finura de flor} = - 2,19 + 0,79 (\%SA)$$

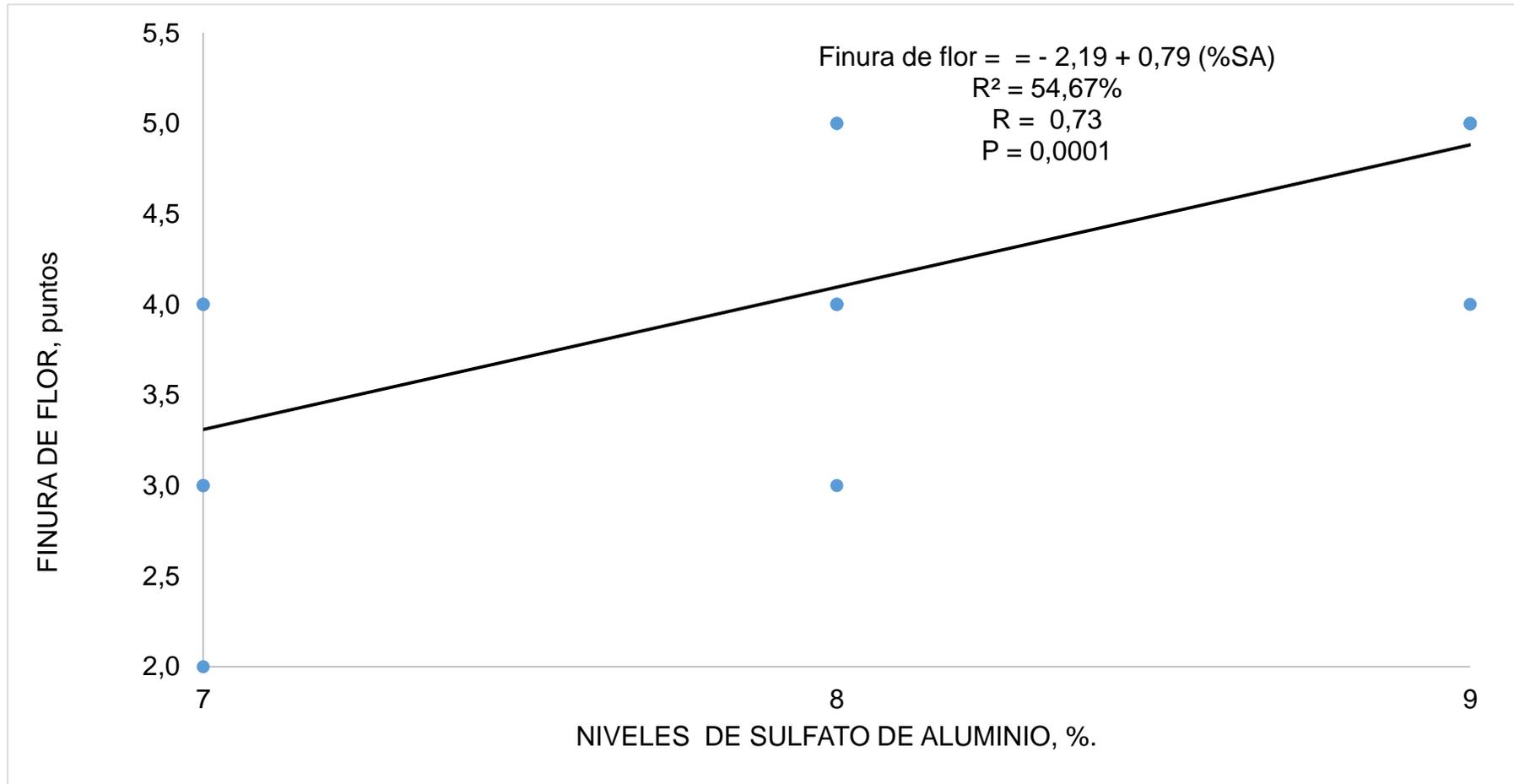


Gráfico 15. Regresión de la finura de flor de las pieles ovinas curtidas por efecto de la utilización de diferentes niveles de sulfato de aluminio en combinación con precurtiente resínico.

### **C. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN ENTRE VARIABLES DE LAS PIELS OVINAS CURTIDAS POR EFECTO DE LA UTILIZACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE SULFATO DE ALUMINIO EN COMBINACIÓN CON PRECURTIENTE RESÍNICO**

La evaluación correlacional de las variables físicas y sensoriales del cuero ovino tipo gamuza se evaluó utilizando la matriz correlacional de Pearson que se describe en el cuadro 9, y que determina si existe significancia o no al relacionar las diferentes variables evaluadas pudiendo describir los siguientes resultados:

- La correlación que se presenta entre el nivel de curtiente sulfato de aluminio y la característica física resistencia a la tensión de las pieles ovinas se aprecia una relación negativa alta ( $r = -0,64$ ), es decir que a medida que se incrementan los niveles de sulfato de aluminio la resistencia a la tensión de los cueros tipo gamuza, decrece en forma altamente significativa ( $P < 0,01$ ).
- Al relacionar el nivel de curtiente sulfato de aluminio con la resistencia física de porcentaje de elongación se parecía una correlación positiva alta ya que el coeficiente fue de  $r = 0,6$ ; es decir que a medida que se incrementa el nivel de precurtiente resínico la elongación también se eleva en forma altamente significativa ( $P < 0,01$ ).
- La asociación presentada por la temperatura de encogimiento en función de los diferentes niveles de sulfato de aluminio en combinación con precurtiente resínico demuestra una relación negativa alta ( $- 0,96^{**}$ ), es decir que al incrementar el nivel de curtiente sulfato de aluminio en la fórmula de curtido de las pieles ovinas tipo gamuza existe un descenso de la temperatura de encogimiento en forma altamente significativa ( $P < 0,01$ ).

Cuadro 9. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN ENTRE VARIABLES DE LAS PIELS OVINAS CURTIDAS POR EFECTO DE LA UTILIZACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE SULFATO DE ALUMINIO EN COMBINACIÓN CON PRECURTIENTE RESÍNICO.

Niveles	Niveles	Resistencia a la tensión	Porcentaje de elongación	Temperatura de encogimiento	Llenura	Blandura	Finura de flor
	1						
Resistencia a la tensión	- 0,64**	1	*				
Porcentaje de elongación	0,6**	- 0,28*	1				
Temperatura de encogimiento	- 0,96**	0,65**	- 0,49**	1	*		
Llenura	0,72**	- 0,39**	0,58**	- 0,6**	1		
Blandura	- 0,64**	0,58**	- 0,37**	0,63**	- 0,4**	1	
Finura de flor	0,74**	- 0,47**	0,55**	- 0,71**	0,65**	- 0,47**	1

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

- El grado de asociación que existe entre la calificación sensorial de llenura y el nivel de sulfato de aluminio establece una correlación positiva alta ( $r = 0,72$ ), que nos permite estimar que conforme se incrementa el nivel de sulfato de aluminio en la curtición de los cueros ovinos, la calificación de llenura tiende a incrementarse progresiva y significativamente ( $P < 0.01$ ).
- La correlación que existente entre el nivel de curtiente mineral sulfato de aluminio y la variable sensorial blandura determina una asociación negativa alta, con un coeficiente de correlación de  $r = -0,64$ , que indica que la calificación de blandura de la gamuza ovina se eleva a medida que se incrementa el nivel de curtiente sulfato de aluminio ( $P < 0.01$ ).
- Finalmente la correlación que se determina entre el nivel de sulfato de aluminio y la finura de flor determina una relación positiva alta es decir que con el incremento del nivel de sulfato de aluminio en la curtición de las pieles ovinas para obtener cueros ovinos tipo gamuza se producirá un aumento en la calificación de finura de flor en forma altamente significativa ( $P < 0.01$ ).

## D. EVALUACIÓN ECONÓMICA

La evaluación económica de la producción de 21 pieles ovinas con acabado tipo gamuza que se indica en el cuadro 10, determinó como egresos producto de la compra de pieles, productos químicos para cada uno de los tratamientos y procesos, alquiler de maquinaria y confección de artículos finales valores de \$110,63; \$111,43 y \$112,33; al utilizar el 7,8 y 9% de sulfato de aluminio e combinación con precurtiente resínico, respectivamente, una vez acabado el cuero se procedió a la confección y venta de calzado además de venta de excedente de cuero siendo los costos que constituyen los ingresos valores de 142,00 dólares en el tratamiento T1 (7%); 138,00 dólares en el tratamiento T2 (8%), y 134,00 dólares en el tratamiento T3 (9%), en su orden.

Una vez determinados tanto los ingresos como los egresos se calculó la relación beneficio costo que fue la más alta al utilizar menores niveles de sulfato de aluminio ya que el valor nominal fue de \$1,28 es decir que por cada dólar invertido se obtendrá una rentabilidad de 28 centavos es decir el 28% de utilidad, y que desciende en el lote de cueros del tratamiento T2, a \$1,24 es decir una ganancia del 24%, en tanto que la ganancia más baja fue reportada en los cueros ovinos del tratamiento T3 ya que la relación beneficio costo fue de \$1,19 es decir que por cada dólar invertido se espera una utilidad de 19 centavos.

Al obtener rentabilidades que van del 19 al 28% se considera a la producción de pieles ovinas con acabado tipo gamuza una actividad industrial bastante rentable y sobre todo tomando en cuenta que la recuperación del capital es más segura y positiva sobre todo al compararla con las ganancias ocasionadas por la banca comercial que es el referente para decidir la incursión o no en este tipo de industrias que utiliza una materia prima no tradicional que sustituirá adecuadamente a las pieles bovinas muy escasas y costosas en ciertos tiempos del año, así como al utilizar la tecnología creada en la presente investigación se lograra la remediación ambiental al utilizar el sulfato de aluminio que es menos contaminante que el cromo y que la legislación ecuatoriana lo acepta con mayor agrado.

Cuadro 10. EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LAS PIELS OVINAS CURTIDAS POR EFECTO DE LA UTILIZACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE SULFATO DE ALUMINIO EN COMBINACIÓN CON PRECURTIENTE RESÍNICO.

CONCEPTO	NIVELES DE SULFATO DE ALUMINIO MAS PRECURTIENTE RESÍNICO		
	7% T1	8% T2	9% T3
Compra de pieles ovinas	7	7	7
Costo por piel de oveja	2,5	2,5	2,5
Valor de pieles de oveja	17,5	17,5	17,5
Productos para el remojo	17,23	17,23	17,23
Productos para el curtido	11,4	12,2	13,1
Productos para engrase	12,5	12,5	12,5
Productos para acabado	7	7	7
Alquiler de Maquinaria	10	10	10
Confección de artículos	35	35	35
<b>TOTAL DE EGRESOS</b>	<b>110,63</b>	<b>111,43</b>	<b>112,33</b>
<b>INGRESOS</b>			
Total de cuero producido	48	52	56
Costo cuero producido pie <sup>2</sup>	0,43	0,47	0,50
Cuero utilizado en confección	4,4	4,8	5
Excedente de cuero	43,6	47,2	51
Venta de excedente de cuero	72	78	84
Venta de artículos confeccionados	70,00	60,00	50,00
<b>TOTAL DE INGRESOS</b>	<b>142,00</b>	<b>138,00</b>	<b>134,00</b>
<b>BENEFICIO COSTO</b>	<b>1,28</b>	<b>1,24</b>	<b>1,19</b>

## V. CONCLUSIONES

- La utilización de diferentes niveles de sulfato de aluminio en combinación con precurtiente resínico para curtir pieles ovinas permite obtener cuero para calzado de primera calidad para que sean posesionados en los mercados nacionales e internacionales elevando su competitividad.
- La determinación del nivel adecuado de sulfato de aluminio que se combinara con el 3% de precurtiente resínico consigue producir una materia prima de calidad para la confección de calzado libre de cromo, que evite problemas de legislación ambiental a la empresa que la produce ahorrando costos por remediación ambiental sin cambios drásticos de las características del cuero.
- La mayor resistencia a la tensión (1217,95 N/cm<sup>2</sup>), y temperatura de encogimiento (64,86 °C), del cuero ovino se consiguen al utilizar 7% de sulfato de aluminio (T1), mientras tanto que la mayor elongación fue alcanzada al aplicar 8% de curtiembre aluminio, que tiene una elevada astringencia y uno de los méritos más sobresalientes es su capacidad para dar firmeza a la estructura fibrosa, permitiendo que el cuero cumpla con las normas técnicas.
- La mejor ponderación de llenura (4,71 puntos) y finura de flor (4,86 puntos), se consigue al curtir las pieles ovinas con mayores niveles de sulfato de aluminio (T3), mientras que la mejor blandura (4,57 puntos), es alcanzada con niveles más bajos de curtiembre, es decir un material muy suave y con buena caída que será apreciado por el consumidor con mayor agrado.
- La mayor rentabilidad de la producción de cueros ovinos con acabado tipo gamuza se consigue al trabajar con 7% de sulfato de aluminio ya que la relación beneficio costo fue de 1,28 USD; es decir que por cada dólar invertido se espera una ganancia de 28 centavos que es alta en relación al de otras actividades industriales similares que registran menores márgenes de utilidad y sobre todo involucran riesgos económicos mayores.

## **VI. RECOMENDACIONES**

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

- Aplicar en la curtición de pieles ovinas sulfato de aluminio porque es un mineral muy noble que no produce mayor contaminación al ambiente ya que puede fácilmente solubilizarse en los vertidos sin producir remanente que eleva la carga contaminante.
- Es recomendable utilizar niveles bajos de sulfato de aluminio en combinación con 3% de precurtiente resínico debido a que la naturaleza del producto es la adecuada para producir una gamuza de primera calidad que es necesaria para competir en mercados exigentes como los internacionales.
- Utilizar 7% de sulfato de aluminio ya que se elevan las resistencias físicas del cuero ovino y la gamuza confeccionada supera ampliamente con las exigencias de calidad del cuero expuesta en las normas técnicas.
- Utilizar el 7% de sulfato de aluminio ya que la blandura se eleva que es una características indispensable para la confección de calzado por su tiempo prolongado de uso y su facilidad de pasar de la forma plana a la espacial sin producir molestias al usuario.
- Se recomienda la utilización el 7% de sulfato de aluminio ya que la rentabilidad generada supera las ganancias proporcionadas en otras actividades pecuarias similares pero con dos ventajas adicionales como son la remediación ambiental y la ganancia adicional que se da a la producción ovina.
- Se recomienda que para mejores resultados se pruebe aumentando la cantidad de precurtiente resínico a medida que se vaya aumentando el porcentaje de sulfato de aluminio.

## **VII. LITERATURA CITADA**

1. ABARCA, M. (2016). Estudio de las pieles ovinas en la industria curtiembre. Disponible en: <http://www.estiloscueronet.com>.
2. ADZET J. 2005. Química Técnica de Tenerife. España. 1a ed. Igualada, España. Edit. Romanya-Valls. pp. 105,199 – 215.
3. ALEANDRY, F. 2016. 1000 preguntas y 1000 respuestas sobre la comercialización de pieles de cuyes, conejos y chinchillas 1a ed. Buenos Aires, Argentina Edit. Banneerpp 78 79, 85 -90.
4. ARGEMTO, D. (2016). Proceso de ribera en las pieles ovinas en su curtición. Disponible en: <http://wwwfcmjtrigo.sld.com>.
5. ARTEMIO, P. (2016). Estudio de las partes de la piel ovina en los animales en pie. Disponible en: <http://www.edym.com>.
6. ARTIGAS, M. 2007. Manual de Curtiembre. Avances en la curtición de pieles. 2a ed. Barcelona-España. Edit. Latinoamericana. pp 36 – 39.
7. ASOCIACIÓN NACIONAL DE CURTIDORES DEL ECUADOR, (ANCE), 2004. Ponencias de curtiembre y acabado del cuero-Curso-Taller. 1a ed. Barcelona España. Edit. CORSEGA. pp. 15 – 29.
8. BACARDIT, A. 2004. Química Técnica del Cuero. 2a ed. Cataluña, España. Edit. COUSO. pp. 12-52-69.
9. BELDA, A. 2006. Merinos precoces y razas afines en España. Madrid, España. Edit Gráficas Valencia. pp 23 – 29.

10. BEQUELE, W. (2016). Nuevas técnicas de curtición de las pieles ovinas. Disponible en: <http://www.cueronet.com/tecnica/lapiel>.
11. BLANCO, R. (2010). artedecor cueros de Córdoba. Obtenido de MANUALES PARA TECNICAS DEL CUERO: Disponible en: <http://artedecor-cuerosdecordoba.blogspot.com/p/inventario.html>
12. BURSCH, C. (2015). Estructura y funciones de la piel ovina. Disponible en: <http://www.saber.ula.ve>.
13. CARRASCO, A. (2016). Exigencias de calidad para cueros destinados a la confección de calzado. Disponible en: <http://www.anderquim.com>.
14. CASA QUÍMICA BAYER. 2007. Curtir, teñir, acabar. 1a ed. Munich, Alemania. Edit. BAYER pp 11 – 110.
15. CORDERO B. 2012. Tecnología de la Curtición. 1a ed. Cuenca, Ecuador. Sin editorial. Primer tomo. Pp 28-29, 30-42.
16. DELLMANN, H. 2016. Histología Veterinaria. Edit. Acribia, Zaragoza, España. pp 485-521.
17. DOMÍNGUEZ, N. (2016). Engrase de las pieles ovinas para la curtición de las pieles ovinas. Disponible en: <http://www.vet-uy.com>.
18. ESPAÑA. International Union Physical Test. IUP 2002. Norma Técnica IUP 6. Determinación de la resistencia al desgarre y a la tracción de los cueros.
19. ESPINOZA, P. (2016). tintura y acabados de las pieles ovinas en la industria curtiembre. Disponible en: <http://www.gamuza.com>.

20. ECUADOR Instituto Ecuatoriano de Normalización del Cuero. Norma técnica INEN 562 (1981). Temperatura de encogimiento.
21. FRANKEL, A. 2016. Manual de Tecnología del Cuero. 2a ed. Buenos Aires, Argentina. Edit. Albatros. pp. 112 -148.
22. FONTALVO, J. 2016. Características de las películas de emulsiones acrílicas para acabados de cuero. 2a ed. Medellín. Colombia. Edit. Rohm and Hass. pp 75 -79.
23. GARCÉS, S. 2017. Comparación de diferentes tipos de curtientes para el curtido de pieles caprinas. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Pecuarias. ESPOCH. pp. 25-28.
24. GRUNFELD, A. 2008. Remojo de pieles lanares para doble faz. T.C. AUQTIC. Av. Italia 6201 Montevideo-Uruguay.
25. HIDALGO, L. 2004. Texto básico de Curtición de pieles. 1a ed. Riobamba, Ecuador. Edit. ESPOCH. pp. 10 – 56.
26. HIDALGO, L. 2016. Escala de calificaciones de las pieles caprinas curtidas al aluminio con la inclusión de diferentes niveles de acomplejante. Riobamba, Ecuador. Laboratorio de Curtiembre de pieles.
27. HOFMANN, R. (2016). Curtición con sulfato de aluminio para cuero destinado a la confección de calzado. Disponible en: <http://www.economia.gob.mx>.
28. INTRIAGO, P. (2016). Los análisis de las características del cuero. Disponible en: <http://www.cuernet.com/terminacion/frotezapa.htm>.

29. IZQUIERDO L. (2016). Curtición con sulfato de aluminio de las pieles ovinas. Disponible en: <http://www.colvet.es>.
30. LACERCA, M. 2003. Curtición de Cueros y Pieles. 1a ed. Buenos Aires, Argentina. Edlt. Albatros. pp 1, 5, 6, 8, 9,10.
31. LIBREROS, J. 2003. Manual de Tecnología del cuero. 1a ed. Edit. EUETII. Igualada, España. pp. 13 – 24, 56, 72.
32. LULTCS, W. 2006. IX Conferencia de la Industria del Cuero. se. Barcelona-España. Edit. Separata Técnica. pp , 9, 11, 25, 26, 29.
33. MARTÍNEZ, L. 2015. Aplicación de una curtición combinada con Granofin F 90 y tres diferentes niveles de sulfato de aluminio en pieles ovinas. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Pecuarias. ESPOCH. pp. 20-30
34. MARIANO, R. (2011). propiedades mecánicas. Obtenido de Propiedades mecanicas: Disponible en: <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/06/propiedades-mecanicas.html>
35. MORERA, J. 2007. Química Técnica de Curtición. 2ª Edición. Igualada, España. Editorial Escuela Superior de Adobería. Editorial CETI. pp. 16-18.
36. NEBREDA, A. (2016). Exigencias de calidad del cuero para calzado. Disponible en: <http://www.economia.gob.mx>.
37. RIVERO, A. 2001. Manual de Defectos en Cuero. 1a ed. Igualada, España. Edit. CIATEG A.C. pp 23 – 29.
38. SÁNCHEZ, A. 2006. Razas bovinas españolas. Madrid, España. Edit. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. pp 87 - 89.

39. SILVA, D. 2015. Obtención de cuero para guantería fina con la utilización de diferentes niveles de aldehídos. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Pecuarias. ESPOCH. pp. 48-51.
40. SOLER, J. 2005. Procesos de Curtido. 1a ed. Barcelona, España. Edit CETI. pp. 12, 45, 97,98.
41. STRYER, L. (2016). utilización del sulfato de aluminio. Disponible en: <http://www.cuernet.curticiondepielesovinas.com>.

**ANEXOS**

Anexo 1. Resistencia a la tensión de las pieles ovinas curtidas con diferentes niveles de sulfato de aluminio (7, 8 y 9%), en combinación con precurtiente resínico en la obtención de cuero para calzado.

A. Análisis de los datos

I	II	III	IV	V	VI	VII
1166,67	1583,33	1071,43	1025,64	1500,00	1166,67	1011,90
1452,63	703,70	1208,33	954,55	1090,28	1350,00	881,94
1069,44	787,04	781,25	864,58	714,29	697,92	697,92

B. Análisis de la varianza

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0,05	Fisher 0,01	Prob	Sign
Total	20	1486028,68	74301,43					
tratamiento	2	637402,13	318701,07	6,76	3,55	6,01	0,006	**
Error	18	848626,55	47145,91					

C. Análisis de las medias por efecto de los niveles de sulfato de aluminio

Niveles	Media	Grupo
7%	1217,95	a
8%	1091,63	ab
9%	801,78	b

D. Análisis de la regresión

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	606198,28	606198,28	13,09	0,002
Residuos	19	879830,39	46306,86		
Total	20	1486028,68			

Anexo 2. Porcentaje de elongación de las pieles ovinas curtidas con diferentes niveles de sulfato de aluminio (7, 8 y 9%), en combinación con precurtiente resínico en la obtención de cuero para calzado.

A. Análisis de los datos

I	II	III	IV	V	VI	VII
75,00	67,50	57,50	70,00	72,50	70,00	70,00
75,00	75,00	87,50	80,00	82,50	87,50	87,50
77,50	77,50	77,50	90,00	77,50	75,00	92,50

B. Análisis de la varianza

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0,05	Fisher 0,01	Prob	Sign
Total	20	1430,95	71,54					
tratamiento	2	754,16	377,08	10,03	3,55	6,01	0,001	**
Error	18	676,79	37,59					

C. Análisis de las medias por efecto de los niveles de sulfato de aluminio

Niveles	Media	Grupo
7%	68,93	b
8%	82,14	a
9%	81,07	a

D. Análisis de la regresión

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	516,07	516,07	10,71	0,004
Residuos	19	914,88	48,15		
Total	20	1430,95			

Anexo 3. Temperatura de encogimiento de las pieles ovinas curtidas con diferentes niveles de sulfato de aluminio (7, 8 y 9%), en combinación con precurtiente resínico en la obtención de cuero para calzado.

A. Análisis de los datos

I	II	III	IV	V	VI	VII
64,00	65,00	65,00	66,00	64,00	65,00	65,00
60,00	60,00	61,00	59,00	60,00	61,00	61,00
55,00	55,00	54,00	52,00	50,00	51,00	55,00

B. Análisis de la varianza

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0,05	Fisher 0,01	Prob	Sign
Total	20	521,14	26,05					
tratamiento	2	488	244	132,52	3,55	6,01	0,001	**
Error	18	33,14	1,84					

C. Análisis de las medias por efecto de los niveles de sulfato de aluminio

Niveles	Media	Grupo
7%	64,86	a
8%	60,29	b
9%	53,14	c

D. Análisis de la regresión

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	480,28	480,28	223,34	5,8721E-12
Residuos	19	40,85	2,15		
Total	20	521,14			

Anexo 4. Llenura de las pieles ovinas curtidas con diferentes niveles de sulfato de aluminio (7, 8 y 9%), en combinación con precurtiente resínico en la obtención de cuero para calzado.

A. Análisis de los datos

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

B. Análisis de la varianza

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0.05	Fisher 0,01	Prob	Sign
Total	20	11,24	0,56					
tratamiento	2	6,38	3,19	11,82	3,55	6,01	0,001	**
Error	18	4,86	0,26					

C. Análisis de las medias por efecto de los niveles de sulfato de aluminio

Niveles	Media	Grupo
7%	3,43	a
8%	4,43	b
9%	4,71	c

D. Análisis de la regresión

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	5,79	5,79	20,16	0,0003
Residuos	19	5,45	0,29		
Total	20	11,24			

Anexo 5. Blandura de las pieles ovinas curtidas con diferentes niveles de sulfato de aluminio (7, 8 y 9%), en combinación con precurtiente resínico en la obtención de cuero para calzado.

A. Análisis de los datos

I	II	III	IV	V	VI	VII
5,00	5,00	4,00	4,00	5,00	5,00	4,00
4,00	4,00	5,00	4,00	3,00	4,00	5,00
4,00	4,00	3,00	3,00	3,00	4,00	2,00

B. Análisis de la varianza

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0.05	Fisher 0,01	Prob	Sign
Total	20	14,00	0,7					
tratamiento	2	6	3	6,75	3,55	6,01	0,006	**
Error	18	8,00	0,44					

C. Análisis de las medias por efecto de los niveles de sulfato de aluminio

Niveles	Media	Grupo
7%	4,57	a
8%	4,14	b
9%	3,29	c

D. Análisis de la regresión

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	5,78	5,79	13,38	0,002
Residuos	19	8,21	0,43		
Total	20	14			

Anexo 6. Finura de flor de las pieles ovinas curtidas con diferentes niveles de sulfato de aluminio (7, 8 y 9%), en combinación con precurtiente resínico en la obtención de cuero para calzado.

A. Análisis de los datos

I	II	III	IV	V	VI	VII
4,00	4,00	3,00	4,00	3,00	3,00	2,00
4,00	4,00	3,00	4,00	4,00	5,00	5,00
4,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00

B. Análisis de la varianza

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0.05	Fisher 0,01	Prob	Sign
Total	20	15,81	0,79					
tratamiento	2	8,67	4,33	10,92	3,55	6,01	0,001	**
Error	18	7,14	0,39					

C. Análisis de las medias por efecto de los niveles de sulfato de aluminio

Niveles	Media	Grupo
7%	3,29	a
8%	4,14	b
9%	4,86	c

D. Análisis de la regresión

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	8,64	8,64	22,92	0,0001
Residuos	19	7,17	0,37		
Total	20	15,81			

Anexo 7. Evaluación estadística de las resistencias físicas del cuero ovino en el programa infostat.

Análisis de la varianza de la resistencia a la tensión					
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
tension	21	0,43	0,37	20,94	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	637398,19	2	318699,09	6,76	0,0065
Niveles	637398,19	2	318699,09	6,76	0,0065
Error	848621,91	18	47145,66		
Total	1486020,1	20			
Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=296,20697 Error: 47145,6618 gl: 18					
Niveles	Medias	n	E.E.		
9	801,78	7	82,07	A	
8	1091,63	7	82,07	A	B
7	1217,95	7	82,07		B
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )					
Porcentaje de elongación					
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
elongacion	21	0,53	0,47	7,92	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	754,17	2	377,08	10,03	0,0012
Niveles	754,17	2	377,08	10,03	0,0012
Error	676,79	18	37,6		
Total	1430,95	20			
Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=8,36496 Error: 37,5992 gl: 18					
Niveles	Medias	n	E.E.		
7	68,93	7	2,32	A	
9	81,07	7	2,32		B
8	82,14	7	2,32		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )					
Temperatura de encogimiento					
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
encogimiento	21	0,94	0,93	2,28	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	488	2	244	132,52	<0,0001
Niveles	488	2	244	132,52	<0,0001
Error	33,14	18	1,84		
Total	521,14	20			
Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,85111					
Error: 1,8413 gl: 18					
Niveles	Medias	n	E.E.		
9	53,14	7	0,51	A	
8	60,29	7	0,51		B
7	64,86	7	0,51		
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )					

Anexo 8. Evaluación estadística de las calificaciones sensoriales del cuero ovino en el programa infostat

Llenura					
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
Llenura	21	0,57	0,52	12,4	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	6,38	2	3,19	11,82	0,0005
Niveles	6,38	2	3,19	11,82	0,0005
Error	4,86	18	0,27		
Total	11,24	20			
Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,70864					
Error: 0,2698 gl: 18					
Niveles	Medias	n	E.E.		
7	3,43	7	0,2	A	
8	4,43	7	0,2		B
9	4,71	7	0,2		B
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)					
Blandura					
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
Blandura	21	0,43	0,37	16,67	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	6	2	3	6,75	0,0065
Niveles	6	2	3	6,75	0,0065
Error	8	18	0,44		
Total	14	20			
Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,90946					
Error: 0,4444 gl: 18					
Niveles	Medias	n	E.E.		
9	3,29	7	0,25	A	
8	4,14	7	0,25	A	B
7	4,57	7	0,25		B
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)					

Finura de flor					
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
Finura de flor	21	0,55	0,5	15,38	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	8,67	2	4,33	10,92	0,0008
Niveles	8,67	2	4,33	10,92	0,0008
Error	7,14	18	0,4		
Total	15,81	20			
Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,85936					
Error: 0,3968 gl: 18					
Niveles	Medias	n	E.E.		
7	3,29	7	0,24	A	
8	4,14	7	0,24	A	B
9	4,86	7	0,24		B
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )					

Anexo 9. Remojo y pelambre de las pieles ovinas para producir cuero gamuza para calzado femenino.

Proceso	Operación	Producto	%	T°	Tiempo
Pesar pieles ovinas					
		AGUA	200	Ambiente	
	Baño	Tensoactivo	1		30 minut
		COLORO 1 SACHET			
Remojo	Botar baño				
	Baño	Agua	200		
		TENSOACTIVO	0.5		3 HORAS
		CLORURO DE SODIO	2		
	Botar baño				
Proceso	Operación	Producto	%	T°	Tiempo
Apelabrado embadurnado	Pasta	Agua	5	Ambiente	
		CAL	3		12 HORAS
		SULFURO DE SODIO	2.5		
		YESO	1		
Sacar lana---- pesar pieles					
Proceso	Operación	Producto	%	T°	Tiempo
	Baño	Agua	100	Ambiente	
		Sulfuro de sodio	0.2		10 minut
		Sulfuro de sodio	0.2		10 minut
		Agua	50	Ambiente	
		Cloruro de sodio	0.5		10 minut
		Sulfuro de sodio	0.5		
		Cal	1		30 minut
Pelambre bombo		Cal	1		30 minut
		CAL	1		3 horas
Girar 5 horas y descansar 1 hora por					20hora
Reposo					
	Botar baño				
	Baño	Agua	200	Ambiente	20 minut
	Botar baño				
	Baño	Agua	100	Ambiente	30 minut
		Cal	0,5		
	Botar baño				

Anexo 10. Descarnado rendido y piquelado de las pieles ovinas para producir cuero gamuza para calzado femenino.

Proceso	Operación	Producto	%	T°	Tiempo
<b>Descarnado</b>					
Pesar piles					
	Baño	Agua	200	25	30 minut
	Botar baño				
	Baño	Agua	200	25	60 minut
	Botar baño				
Desencalado	Baño	Agua	100	25	
		Bisulfito de sodio	1		60 minut
		Formiato de sodio	1		60 minut
	Botar baño				
	Baño	Agua	200	25	20 minut
	Botar baño				
<b>Rendido purgado</b>	Baño	Agua	100	35	
		Rindente	0.5		40 minut
	Botar baño				
	Baño	Agua	200	Ambiente	20 minut
	Botar baño				
Proceso	Operación	Producto	%	T°	Tiempo
	Baño	Agua	100	Ambiente	
		Cloruro de sodio	5		10 minut
		Acido fórmico 1:10	1.4		
<b>Piquelado</b>		1 parte diluido			20 minut
		2 parte diluido			20 minut
		3 parte diluido			60 minut
		Ácido fórmico 1:10	0.4		
		1 parte diluido			20 minut
		2 parte diluido			20 minut
		3 parte diluido			20 minut
	Botar baño				
	Baño	Agua	100	35	
		Tensoactivo	2		
		Diésel	1		60 minut
		Botar baño			

Anexo 11. Desengrase, segundo piquelado y curtido de las pieles ovinas para producir cuero gamuza para calzado femenino.

Proceso	Operación	Producto	%	T°	Tiempo
<b>Desengrase</b>	Baño	Agua	100	35	
		Tensoactivo	2		30 minut
<b>Botar baño</b>					
	Baño	Agua	100	Ambiente	
		Cloruro de sodio	6		10 minut
<b>2do piquelado</b>		Ácido fórmico 1:10	1.4		
		1 parte diluido			20 minut
		2 parte diluido			20 minut
		3 parte diluido			60 minut
		Ácido fórmico 1:10	0.4		
		1 parte diluido			20 minut
		2 parte diluido			20 minut
		3 parte diluido			60 minut
<b>Curtido</b>		Resina acrílica	3		60 minut
		Sulfato de aluminio	7,8, 9		60 minut
		Bicarbonato de sodio	0,3		
		1 parte diluido			60 minut
		2 parte diluido			3 horas
		3 parte diluido			30 minut
		Agua	100	50	60 minut
<b>Botar baño</b>					
Cuero wet white					
Perchar por un día					
Raspar		Calibre 1-1,2 mm			

Anexo 12. Rehumectación, recurtido, tinturado y engrase de las pieles ovinas para producir cuero gamuza para calzado femenino.

Proceso	Operación	Producto	%	Tº	Tiempo	
<b>Rehumectación</b>		Agua	200	25°C		
	Baño	Humectante	0,2		30 minut	
		Ácido oxálico	0,5			
	<b>Botar baño</b>					
<b>Recurtido</b>	Baño	Agua	80	40°C		
		Cromo	4		40 minut	
	<b>Botar baño</b>					
	Baño	Agua	100	40 °C	30 minut	
		Formiato de sodio	1			
		Recurtiente neutral	2.5		60 mnut	
	<b>Botar baño</b>					
	Baño	Agua	300	40 °C	40 minut	
	<b>Botar baño</b>					
	Baño	Agua	100	50 °C		
	Dispersante	1		10 minut		
<b>Tinturado</b>		Resina acrílica	3	40°C (1:5)	40 minut	
	<b>Botar baño</b>					
		Anilina tabaco	3		40 minut	
		Agua	150	70 °C		
		Ester fosfórico	6			
		Lanolina	4			
<b>Engrase</b>		Aceite mineral	0,5		60 minut	
		Ácido fórmico	0,5		10 minut	
		Ácido fórmico	0,7		10 minut	
		Sulfato de cromo	2		20 minut	
	<b>Botar baño</b>					
	Baño	Agua	200	Ambiente	20 minut	
	<b>Perchar</b>					
	<b>Remonte</b>		Agua	100		
		Anilina tabaco	1	Ambiente	20 minut	
		Ácido fórmico	0,5		30minut	
<b>Botar baño- perchar</b>						
Estacar						
Lijado con lija 3,4						

Anexo 13. Evidencia fotográfica del proceso de descarnado de las pieles ovinas para producir cuero gamuza para calzado femenino.



Anexo 14. Evidencia fotográfica del proceso de desencalado de las pieles ovinas para producir cuero gamuza para calzado femenino.



Anexo 15. Evidencia fotográfica del proceso de rendido purgado desengrase y piquelado de las pieles ovinas para producir cuero gamuza para calzado femenino.





Anexo 16. Evidencia fotográfica del curtido de las pieles ovinas para producir cuero gamuza para calzado femenino.





Anexo 17. Evidencia fotográfica del recurtido, Neutralizado y Tintura y engrase de las pieles ovinas para producir cuero gamuza para calzado femenino.





Al... perchado y remontado de las pieles ovinas para producir cuero gamuza para calzado femenino.







Anexo 19. Evidencia fotográfica de la prueba física temperatura de encogimiento de las pieles ovinas para producir cuero gamuza.





Anexo 20. Evidencia fotográfica de la prueba física resistencia a la tensión y porcentaje de elongación de las pieles ovinas para producir cuero gamuza.



