



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

**“UTILIZACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE BUTADIENO EN EL ACABADO  
EN SECO DE CUEROS CAPRINOS PARA TAPICERÍA DE AUTOMÓVIL”**

**TRABAJO DE TITULACIÓN  
TIPO: TRABAJO EXPERIMENTAL  
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO EN INDUSTRIAS PECUARIAS**

**AUTOR  
CRISTIAN ARMANDO GUACHO CABAY**

**RIOBAMBA – ECUADOR  
2017**

El trabajo de titulación fue aprobada por el siguiente tribunal

---

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

---

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

---

ING. MC. Manuel Enrique Almeida Guzmán.  
**ASESOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.**

Riobamba, 31 de Julio del 2017.

## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD**

Yo, Cristian Armando Guacho Cabay con C.I. 060415104-3, declaró que el presente trabajo de titulación “UTILIZACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE BUTADIENO EN EL ACABADO EN SECO DE CUEROS CAPRINOS PARA TAPICERÍA DE AUTOMÓVIL” es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

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

Riobamba, 31 de Julio del 2017.

---

Cristian Armando Guacho Cabay

C.I. 060415104-3

## **AGRADECIMIENTO**

Al término de una etapa más de mi vida, la culminación de mi carrera profesional quiero dedicar este trabajo investigativo primeramente a Dios por regalarme la vida, permitirme terminar con éxito mi carrera, por ser la luz en mi camino, y dejarme gozar del su infinito amor día tras día.

A mi Padre José Carlos Guacho Valente, por apoyarme en todo momento, por ser un ejemplo de persona y de luchador.

A mi madre Elsa Grimaneza Cabay Tayupanda, por nunca dejarme solo, por todo el cariño, amor y dedicación, por ser mi principal motor y fuerza diaria para no desfallecer en el camino.

A mis hermanos, Miriam, Mónica, Alex, Luis, Carlos, Katty, y sobrinos, Erick y Kenny, que siempre fueron mi inspiración para salir adelante por todo el apoyo incondicional que supieron regalarme durante esta etapa de mi vida y a toda mi familia que de una u otra forma pusieron un granito de arena para que mi sueño tan anhelado se haga realidad.

A mis amigos/as verdaderos, aquellos que no traicionan, aquellos que rieron a mi lado por tantas locuras que hicimos durante estos años de formación académica.

Cristian.

## DEDICATORIA

Este logro quiero dedicar:

A mi padre José Carlos, por su infinito cariño hacia mí, por brindarme sus consejos y ejemplo, que a pesar del gran fracaso que tuvimos siempre estuvo ahí para ayudarme y enseñarme que la vida está llena de matices, pero que debemos salir adelante, luchar para conseguir lo que se desea.

A mi madre Elsita, compañera y amiga, quien supo comprenderme y apoyarme siempre extendiéndome su mano en los momentos más cruciales de mi vida, quien ha sido el soporte y testigo de mi crecimiento personal, de mis triunfos y fracasos, quien me ha regalado un amor puro e incondicional.

A mis hermanos por acompañarme y estar presentes sin condiciones ni ataduras por ser la razón de mi vida por ayudarme a salir de mis fracasos con su apoyo incondicional y por los que jamás dejare de luchar.

Por último y no menos importante este trabajo de titulación se la dedico a mí querida amiga, compañera, novia, Paulina Remache, por brindarme su cariño y comprensión a lo largo de mi vida junto a ella, ya que ella me enseñó a ser perseverante y determinante en mis metas.

Cristian.

## CONTENIDO

	Pág.
Resumen	v
Abstract	vi
Lista de Cuadros	vii
Lista de Gráficos	viii
Lista de Fotografías	ix
Lista de Anexos	x
I. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
II. <u>REVISIÓN DE LITERATURA</u>	3
A. PIEL CAPRINA	3
1. <u>Histología de la piel caprina</u>	4
B. ACABADO EN HÚMEDO DE PIELES CAPRINAS	5
1. <u>Neutralizado</u>	6
2. <u>Recurtido</u>	7
3. <u>Tinturado</u>	9
4. <u>Engrase</u>	10
C. ACABADO EN SECO DEL CUERO CAPRINO	12
1. <u>Escurrido</u>	12
2. <u>Repasado o estirado</u>	12
3. <u>Secado</u>	12
4. <u>Aplicación del acabado</u>	14
a. Impregnaciones o pre-fondos	15
b. Fondos	16
c. Capas intermedias	16
5. <u>Recorte</u>	19
6. <u>Clasificación</u>	19
7. <u>Esmerilado</u>	19
8. <u>Desempolvar</u>	21
9. <u>Medición</u>	21
D. BUTADIENO	23
1. <u>Almacenamiento</u>	24
2. <u>Propiedades</u>	24

3.	<u>Aplicación</u>	25
E.	TAPICERÍA PARA AUTOMÓVIL	25
1.	<u>Fórmula para tapicería para volante de automóvil</u>	27
F.	ENSAYO DE LA TENDENCIA DEL CUERO A LA FORMACIÓN DE VELO (FOGGING)	28
1.	<u>Método de la reflectancia especular</u>	29
G.	LA CALIDAD DEL CUERO PARA TAPICERÍA DE AUTOMÓVIL	30
1.	<u>Exigencias de calidad</u>	32
2.	<u>Envejecimiento prematuro</u>	33
III.	<u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	37
A.	LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO	37
B.	UNIDADES EXPERIMENTALES	37
C.	MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES	38
1.	<u>Materiales</u>	38
2.	<u>Equipos</u>	38
3.	<u>Productos químicos</u>	39
D.	TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL	39
E.	MEDICIONES EXPERIMENTALES	41
1.	<u>Físicas</u>	41
2.	<u>Sensoriales</u>	41
3.	<u>Económicas</u>	41
F.	ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA	42
G.	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	42
1.	<u>Remojo</u>	42
2.	<u>Pelambre por embadurnado</u>	42
3.	<u>Desencalado y rendido</u>	42
4.	<u>Piquelado</u>	43
5.	<u>Curtido</u>	43
6.	<u>Neutralizado y recurtido</u>	43
7.	<u>Tintura y engrase</u>	44
8.	<u>Aserrinado, ablandado y estacado</u>	44
H.	METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN	45

1.	<u>Análisis sensorial</u>	45
2.	<u>Análisis de las resistencias físicas</u>	46
3.	<u>Resistencia a la tensión</u>	46
a.	Procedimiento	47
4.	<u>Resistencia a la abrasión de la flor en seco y en húmedo</u>	48
IV.	<u>RESULTADOS Y DISCUSIONES</u>	50
A.	EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS CUEROS CAPRINOS ACABADOS EN SECO CON DIFERENTES NIVELES DE BUTADIENO PARA CONFECCIONAR TAPICERÍA DE AUTOMÓVIL	50
1.	<u>Resistencia a la tensión</u>	50
2.	<u>Resistencia al frote en húmedo</u>	54
3.	<u>Resistencia al frote en seco</u>	59
B.	EVALUACIÓN DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DE LOS CUEROS CAPRINOS ACABADOS EN SECO CON DIFERENTES NIVELES DE BUTADIENO PARA CONFECCIONAR TAPICERÍA DE AUTOMÓVIL	63
1.	<u>Naturalidad</u>	63
2.	<u>Llenura</u>	68
3.	<u>Tacto</u>	72
C.	ANÁLISIS DE CORRELACIÓN ENTRE VARIABLES DE LOS CUEROS CAPRINOS ACABADOS EN SECO CON DIFERENTES NIVELES DE BUTADIENO PARA CONFECCIONAR TAPICERÍA DE AUTOMÓVIL	
D.	EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA PRODUCCIÓN DE CUEROS CAPRINOS ACABADOS CON DIFERENTES NIVELES DE BUTADIENO	78
V.	<u>CONCLUSIONES</u>	81
VI.	<u>RECOMENDACIONES</u>	82
VII.	<u>LITERATURA CITADA</u>	83
	ANEXOS	

## RESUMEN

En el laboratorio de Curtición de Pieles de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH, se evaluó diferentes niveles de butadieno en el acabado en seco de cueros caprinos para tapicería de automóvil, El número de unidades experimentales fue de 24 pieles caprinas, y fueron distribuidas bajo un Diseño Completamente al Azar. La valoración de las resistencias físicas del cuero caprino acabado con diferentes niveles de butadieno, registró las respuestas más altas con la aplicación de 300 g, aumento la resistencia a la tensión (1074,24 N/cm<sup>2</sup>), y al frote en seco y húmedo (149,38 y 298,25 ciclos), ya que superan con las exigencias de calidad descritas en las normas del cuero destinado a la confección de tapiz de automóvil. La evaluación sensorial del cuero caprino establece las calificaciones más altas de naturalidad (4,63 puntos); llenura (4,75 puntos), y tacto (4,88 puntos), al aplicar al acabado en seco 300 g de butadieno. La relación beneficio/costo infiere una mayor ganancia al realizar un acabado con altos niveles de butadieno (300 g), ya que el valor fue de 1,32; o lo que es lo mismo decir, que por cada dólar invertido se espera una utilidad del 32%, que al ser comparada con otras actividades similares resultan ser más atractivas considerando sobre todo que la inversión inicial y la recuperación de capital es menor. Es aconsejable aplicar 300 g, de butadieno ya que permite que los cueros caprinos pasen las pruebas de foggin test, y se consiga elevar las utilidades en la empresa curtidora.

## ABSTRACT

In the tanning laboratory of the Faculty of Animal Sciences of the ESPOCH, different levels of butadiene were evaluated in the in the dry finishing of goat leather for automobile upholstery. The number of experimental units was 24 goatskins, and were distributed under a Completely Random Design. The evaluation of the physical resistance of goatskin finishing with different levels of butadiene, recorded the highest responses with the application of 300 g, increasing resistance to tension (1074.24 N/cm<sup>2</sup>) and dry and wet rub (149.38 and 298.25 cycles), as they surpass with the quality requirements described in the standards of leather destined to the manufacture of car tapestry. The sensorial evaluation of the goat leather establishes the highest marks of naturalness (4.63 points); fullness (4.75 points); and feel (4.88 points), when applying 300 g of butadiene to the dry finish. The cost/benefit ratio infers a higher gain when finishing with high levels of butadiene (300g), since the value was 1.32; or what is the same to say, that for every dollar invested, a profit of 32% which when compared to other similar activities, tum out to be more attractive considering above all that the initial investment and the capital recovery is smaller. It is advisable to apply 300 g of butadiene as it allows the goat skins to pass the fogging tests, and the profits can be increased in the tanning company.

## LISTA DE CUADROS

N°		Pág.
1.	CLASIFICACIÓN DE ACUERDO A LA EDAD DEL ANIMAL.	3
2.	VENTAJAS DEL RECURTIDO CON DIFERENTES RECURTIENTES.	8
3.	FORMULACIÓN PARA LA ELABORACIÓN DE UN CUERO PARA TAPICERÍA DE AUTOMÓVIL.	28
4.	ENSAYOS DE ENVEJECIMIENTO DEL CUERO DESTINADO A TAPICERÍA.	35
5.	CONDICIONES METEOROLÓGICAS DEL CANTÓN RIOBAMBA.	37
6.	ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.	40
7.	ESQUEMA DEL ADEVA.	41
8.	CÁLCULOS PARA LA MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TENSIÓN DE CUERO.	47
9.	EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS CUEROS CAPRINOS ACABADOS EN SECO CON DIFERENTES NIVELES DE BUTADIENO (200, 250 Y 300 G.) PARA CONFECCIONAR TAPICERÍA DE AUTOMÓVIL.	51
10.	EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DE LOS CUEROS CAPRINOS ACABADOS EN SECO CON DIFERENTES NIVELES DE BUTADIENO PARA CONFECCIONAR TAPICERÍA DE AUTOMÓVIL.	64
11.	ANÁLISIS DE CORRELACIÓN ENTRE VARIABLES DE LOS CUEROS CAPRINOS ACABADOS EN SECO CON DIFERENTES NIVELES DE BUTADIENO PARA CONFECCIONAR TAPICERÍA DE AUTOMÓVIL.	67
12.	EVALUACIÓN ECONÓMICA.	80

**LISTA DE GRÁFICOS**

N°		Pág.
1.	Regresión de la resistencia a la tensión de los cueros caprinos acabados en seco con diferentes niveles de butadieno (200, 250 y 300 g.) para confeccionar tapicería de automóvil.	52
2.	Regresión de la resistencia al frote en húmedo de los cueros caprinos acabados en seco con diferentes niveles de butadieno (200, 250 y 300 g.) para confeccionar tapicería de automóvil.	53
3.	Regresión de la resistencia al frote en seco de los cueros caprinos acabados en seco con diferentes niveles de butadieno (200, 250 y 300 g.) para confeccionar tapicería de automóvil.	56
4.	Regresión de la naturalidad de los cueros caprinos acabados en seco con diferentes niveles de butadieno (200, 250 y 300 g.) para confeccionar tapicería de automóvil.	58
5.	Regresión de la llenura de los cueros caprinos acabados en seco con diferentes niveles de butadieno (200, 250 y 300 g.) para confeccionar tapicería de automóvil.	60
6.	Regresión del tacto de los cueros caprinos acabados en seco con diferentes niveles de butadieno (200, 250 y 300 g.) para confeccionar tapicería de automóvil.	62

## LISTA DE FOTOGRAFÍAS

- |  |    |
|--|----|
| 1. Operación mecánica de secado de los cueros caprinos.                        | 14 |
| 2. Equipo para la medición de la resistencia a la tensión del cuero.           | 48 |
| 3. Equipo para la medición de la abrasión del cuero al frote en húmedo y seco. | 49 |

## LISTA DE ANEXOS

1. Resistencia a la tensión de los cueros caprinos acabados con diferentes niveles de butadieno.
2. Resistencia al frote en húmedo de los cueros caprinos acabados con diferentes niveles de butadieno.
3. Resistencia al frote en seco de los cueros caprinos acabados con diferentes niveles de butadieno.
4. Naturalidad de los cueros caprinos acabados con diferentes niveles de butadieno.
5. Llenura de los cueros caprinos acabados con diferentes niveles de butadieno.
6. Tacto de los cueros caprinos acabados con diferentes niveles de butadieno.
7. Evaluación estadística de las resistencias físicas del cuero caprino en el programa estadístico computarizado INFOSTAT.
8. Evaluación estadística de las calificaciones sensoriales del cuero caprino en el programa estadístico computarizado INFOSTAT.
9. Receta del proceso de ribera de la utilización de diferentes niveles de butadieno en el acabado en seco de cueros caprinos para tapicería de automóvil.
10. Receta para el proceso desencalado, rendido y piquelado I de la utilización de diferentes niveles de butadieno en el acabado en seco de cueros caprinos para tapicería de automóvil.
11. Receta para el piquelado II y curtido del cuero caprino para la utilización de diferentes niveles de butadieno en el acabado en seco de cueros caprinos para tapicería de automóvil.
12. Receta para el acabado en húmedo en la utilización de diferentes niveles de butadieno en el acabado en seco de cueros caprinos para tapicería de automóvil.
13. Receta para acabados en seco en la utilización de diferentes niveles de butadieno en cueros caprinos para tapicería de automóvil.

14. Evidencia fotográfica trabajo de campo de la utilización de diferentes niveles de butadieno en el acabado en seco de cueros caprinos para tapicería de automóvil.

## **I. INTRODUCCIÓN**

Tradicionalmente se dan acabados a los cueros para formar en los mismos capas protectoras, para nivelar el color, para reducir al inicio los defectos naturales en las pieles, en el momento presente dichos acabados se aplican generalmente mediante brochas y pulverizando las capas de acabado sobre el cueros. Las pieles empleadas en la fabricación de cueros difieren unas de otras no solamente en lo que se refiere al número, tipo y lugar de los defectos naturales, como son los arañosos, cicatrices, etc.; además en lo que se refiere al carácter y calidad de las propias pieles. Los objetivos del acabado es aumentar las propiedades del material curtido, incrementar la protección frente a la humedad y a la suciedad, mejorando a su vez, el aspecto de la piel cubriendo los defectos producidos en las operaciones previas del proceso de fabricación, así como aumentar las resistencias y solidez exigida para cada artículo. (Churata, M. 2016).

El acabado del cuero es un conjunto de operaciones que se realizan después de la tintura, engrase y secado, consiste en la aplicación sobre el lado de flor de varias capas de preparaciones seguidas de los correspondientes secados. Los múltiples requisitos varían según el tipo de cueros y el fin para el que se destina, solo se pueden satisfacer mediante la aplicación de varias capas que si bien tienen entre sí, difieren en mayor o menor grado una de otras y proporcionan características especiales en cada caso. La capa del acabado llamada fondo que es donde se incluyen los ligantes objeto de la investigación tiene como finalidad principal regular la absorción, para que los pigmentos no penetren demasiado profundo en el cuero y ocultar los defectos tales como los bajos de flor, cicatrices, entre otros. El fondo es más superficial que la impregnación y se aplica en menor cantidad. (Schubert, M. 2007).

En los momentos actuales, en los que la economía del Ecuador está en franco retroceso es necesario crear alternativas que permitan solucionar el inconveniente de importar materia prima para la elaboración de muebles para automóvil, ya que por desconocimiento de las técnicas utilizadas, no es producido a mayor escala, únicamente la tenería San Agustín de la ciudad de Cuenca se encarga de la

producción de este tipo de cuero cumpliendo con las altas exigencias que su uso lo requiere. Por lo tanto se encuentra justificada la ejecución del presente trabajo, con el cual se conseguirá crear una técnica apropiada desde el momento de la compra de la piel hasta la obtención del cuero.

Generalmente las propiedades que se piden para un cuero de este tipo son una elevada solidez a la luz y al frote, y un alto grado de flexibilidad y adherencia a la capa de flor, una resistencia al desgarramiento suficiente para resistir los esfuerzos mecánicos en las costuras y cosidos. Los acabados nitrocelulósicos son problemáticos porque en estas condiciones el plastificante incorporado puede llegar a la migración o a la evaporación, entonces el film de nitrocelulosa se vuelve quebradizo. (Schubert, M. 2007).

Se deben realizar ensayos de envejecimiento térmico o de resistencia al calor. Otro de los ensayos que se deben realizar es el Fogging Test para la determinación de vapores emitidos, los cuales pueden producir un efecto de empañamiento y condensación en los cristales del automóvil. Un butadieno es un producto que pega o aglutina los pigmentos a la superficie del cuero, formando una película o film de acabado. El butadieno es capaz de englobar en su estructura una serie de productos sin modificar demasiado las propiedades, por lo cual los objetivos planteados para la presente investigación fueron:

- Aplicar el acabado en seco con diferentes niveles de butadieno (200, 250 y 300 g) en cueros caprinos.
- Evaluar las resistencias físicas y las características sensoriales de los cueros con un acabado en seco en pieles caprinas aplicando diferentes niveles de butadieno.
- Identificar el mejor nivel de butadieno en el acabado de pieles caprinas.
- Establecer los costos de producción y su rentabilidad mediante el indicador beneficio/costo.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### A. PIEL CAPRINA

Gómez, T. (2009), menciona que la cabra es un animal muy resistente que puede vivir con sobriedad de alimentos, y de los que se pueden aprovechar su carne y su leche. Se adaptan fácilmente a climas rigurosos y son muy comunes en Asia, África, Sudamérica, las pieles muchas veces se encuentran en zonas muy diversas, de nuestro país por tanto su calidad varía considerablemente. En el cuadro 1, se reporta la clasificación de las cabras de acuerdo con la edad del animal.

Cuadro 1. CLASIFICACIÓN DE ACUERDO A LA EDAD DEL ANIMAL.

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

Fuente: Sánchez, M. (2016).

Izquierdo L. (2004), afirma que la piel fresca de cabra, en algunos aspectos se parece a la vacuna, en otros a la de la oveja. Sin embargo en conjunto la piel de cabra tiene una estructura característica. La epidermis es muy delgada. La capa de la flor ocupa más de la mitad del total del espesor de la dermis. Las glándulas y las células grasas que son las responsables de la esponjosidad del cuero de oveja son mucho menos abundantes en las pieles de cabra. La clasificación de las pieles en el caso de caprinos es un oficio que se transmite de generación en generación, pero lo que se observa es que en el mercado el precio de las pieles de cabritos con

piel suave, tersa y sin laceraciones es mejor que la piel de animales adultos. Esto es lógico pues de la piel de un animal pequeño se obtienen prendas de vestir o accesorios muy finos que alcanzan precios elevados en el mercado como lo son los guantes, bolsos de noche, cinturones, llaveros, incrustaciones para chamarras de piel o sacos de vestir, calzado fino, sombreros, gorras, etc. De animales adultos o que tengan imperfecciones en la estructura de la piel se pueden elaborar calzado también de excelente calidad, pues se busca que de preferencia una prenda salga de una sola pieza. En el caso de calzado se trata de que una piel alcance para un par sin hacer parches porque las pieles tienen distinta afinidad hacia los colorantes o tintes y si la piel es suave, fina y resistente alcanzan buenos precios en el mercado.

### **1. Histología de la piel caprina**

Schubert, M. (2007), enuncia que la piel puede convertirse en una de las mayores fuentes de lucro para el productor de caprino. Las pieles caprinas presentan una estructura fibrosa muy compacta, con fibras meduladas en toda su extensión. Estas pieles, muy finas, son destinadas a la alta confección de vestidos, calzados y guantes de elevada calidad. El control de calidad se puede hacer sobre el cuero (piel curtida) o sobre la piel ante y post mórten, estableciéndose criterios de clasificación que le dan su valor de mercado. La calidad de la piel y del cuero, está relacionada con su manejo, sacrificio, desollado, conservación, almacenamiento y curtido. La dermis es la parte de la piel que se transforma en cuero y representa en torno del 85% del espesor. Se encuentra inmediatamente debajo de la epidermis y el límite entre las dos capas no es regular, caracterizándose por la presencia de salientes y entrantes que se entremezclan y se ajustan entre sí, está formada por dos capas poco delimitadas entre ellas. Una termostática o papilar, más superficial, donde están los folículos pilosos, glándulas sudoríparas y sebáceas y el músculo erector del pelo, constituida por tejido conjuntivo laxo y fibrillas especiales de colágeno. La segunda capa, más profunda y espesa, es la capa reticular, constituida por tejido conjuntivo denso, entrelazado con fibras elásticas y mayor presencia de fibras de colágeno. Algunos estudios han demostrado que en la piel existen zonas diferenciadas en cuanto a estructura relacionada con el espesor y la

densidad. Otros tratan sobre la diferencia en la resistencia físico-mecánica del cuero entre sus distintas regiones o entre especies.

## **B. ACABADO EN HÚMEDO DE PIELES CAPRINAS**

Hidalgo, L. (2004), señala que como parte final del proceso de fabricación del cuero existen las operaciones de acabado en húmedo y es en ella donde debemos obtener las características finales del artículo que estamos produciendo, estas operaciones se las realizan una vez que las pieles se han secado, luego se deben acondicionar, ablandarse y volver a secar tensadas para que queden lo más planas posibles, este conjunto de las operaciones de acabado es la parte más complicada de toda la fabricación. El acabado influye de forma esencial sobre el aspecto, tacto y solidez de la piel. Esta serie de tratamientos a la cual se somete la piel curtida es para proporcionar mejoras y obtener determinadas propiedades, los procesamientos en fase húmeda nos permiten la valiosa oportunidad de realizar el procesamiento de una piel de manera completa. Muchas de las pieles de las que partimos, fueron procesadas por nosotros mismos, entonces al darles el acabado final, obtenemos la gratificación y la satisfacción de terminar completamente una piel y casi vivir paso a paso su transformación, desde la piel cruda de aspecto y olor desagradable hasta llegar a un producto bello y útil.

Bacardit, A. (2004), indica que dependiendo del tipo de piel y del aspecto final que se le quiera dar y dependiendo a su vez del artículo específico al que irá destinado se utilizan ciertos productos y se aplican de cierta forma, se usan determinados porcentajes, etc. El acabado ha sido considerado hasta la fecha como la parte más empírica y menos científica de la fabricación del curtido, si con ello entendemos que solo pueden desarrollarse acabados nuevos en base a pruebas experimentales. Existen tipos de acabados como ideas pueda haber en la mente artística de un acabador de pieles, diferentes texturas, tactos, brillos, degradaciones, efectos, en fin todo lo que nuestros sentidos puedan captar. Todos estos efectos van determinados por la moda que define parámetros específicos sobre la apariencia de los acabados. Los procesos que componen el acabado en húmedo son:

## 1. Neutralizado

La Asociación Química Española de la Industria del Cuero. (2008), Señala que el neutralizado consiste en tratar el cuero con formiato de calcio y bicarbonato de sodio durante un tiempo determinado, con el objeto de reducir la acidez del cuero, influir sobre la carga del cuero, influencia del anión, el cambio que se opera sobre el complejo cromo-colágeno y modificación del puente isoeléctrico del colágeno; lo que influye sobre el recurtido, teñido y engrase. Méndez, R. (2016), menciona que el cuero curtido que es sometido a la curtición con cromo es fuertemente catiónico, la neutralización tiene como objetivo disminuir este carácter catiónico, para luego poder penetrar con los productos que se utilizan posteriormente, como son las anilinas, recurtientes y engrasantes, entre otros, los cuales generalmente son aniónicos.

A este proceso sería más adecuado llamarle desacidulación que neutralización porque se refiere sobre eliminar los ácidos libres formados y porque muy raramente se trata el cuero hasta el punto neutro. Las normas de calidad para el cuero acabado, tanto en el caso de cueros de curtición vegetal como de cueros de curtición al cromo, establecen que el valor de pH del extracto acuoso del cuero debe ser igual o mayor que 4,5 y el valor de pH diferencial 0,7 como máximo. Cuando se obtienen éstos valores para un cuero éste no posee ácidos fuertes libres y por consiguiente tendrá un buen comportamiento al almacenamiento.

## 2. Recurtido

Thorstensen, E. (2002), manifiestan que la recurtición de pieles caprinas es el tratamiento del cuero curtido con uno o más productos químicos para completar el curtido o darle características finales al cuero que no son obtenibles con la sola curtición convencional. 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.

Soler, J. (2004), indica que 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, después del curtido al cromo, después o en lugar de la neutralización, en el teñido (en general después del colorante) y antes o después del engrase. La función del recurtido con resinas acrílicas ha variado con el correr del tiempo pero persigue el mismo objetivo que las efectuadas con vegetales o sintéticas aunque en general producen más relleno, pudiendo no disminuir tanto la intensidad de la tintura, por ser en ocasiones pegajosas pueden provocar adhesión de fibras, cuando la estructura es muy fofo, sin provocar un tacto demasiado duro y 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 inclusive casi suspensiones. Entre las ventajas de un recurtido pueden enumerarse de la siguiente manera:

- Igualación de las diferencias de grueso: un cuero curtido únicamente al cromo muestra las diferencias naturales de grueso del cuero.
- Ganancia en superficie después de secar en pasting: mediante una recurtición un poco más fuerte, se pueden estirar los cueros más fuertes antes del secado pasting sin perder sensiblemente grueso, la ganancia en superficie puede ser de hasta 10%.
- Menor soltura de flor: el cuero puro cromo, no recurtido, tiende a la soltura de flor al lijarlo o al secarlo por métodos modernos. Enriqueciendo la zona de flor con recurtientes de relleno y que den firmeza, puede evitarse este defecto.
- Precio de venta más alto: con un recurtido adecuada, puede obtenerse un cuero de empeine liso y liso aún a partir de materia prima de baja calidad. El precio de los productos de la recurtición puede ser compensado fácilmente; además, el cuero tiene menos pérdidas al manufacturarlo con lo que hay menos

"recortes". En el cuadro 2, se indica las ventajas del recurtido con diferentes recurtientes.

Cuadro 2. VENTAJAS DEL RECURTIDO CON DIFERENTES RECURTIENTES.

Recurtido con	Mejoramiento
Vegetal y sintanes	Plenitud, firmeza, soltura, tacto
Curtientes blancos	Color de curtición, fineza de la flor, tacto
Curtientes de cromo	Aptitud para la tintura, flor, estabilidad al calor
Curtientes poliméricos	Blandura, tacto, plenitud, fijación de cromo
Aluminio/circonio	Estructura de la fibra, fineza de la flor, brillo
Curtientes de resinas	Selectivo relleno, flor resistencia
Dialdehído glutárico	Fineza de la flor, estabilidad al sudor
Vegetal y sintanes	Rendimiento, color de curtición, igualación de color
Curtientes al cromo	Estabilidad a la temperatura, aptitud de tintura
Resinas	Plenitud, estabilidad al calor y álcali
Aluminio/circonio	Aptitud al esmerilado, aptitud a la tintura, color de curtición

Fuente: Méndez, R. (2016).

- Lijabilidad de la capa de flor: frecuentemente el rindbox se lija con mayor o menor profundidad por la parte flor. Esto se hace por dos motivos: por una parte para empequeñecer el poro grande y abierto del ganado vacuno, y por otra parte para eliminar parcialmente los numerosos daños de flor.

- Facilitar el acabado: el recurtido tiene gran importancia sobre la colocación del engrase y con ello sobre el poder absorbente del cuero. De esta forma puede ser influenciada la colocación y el anclaje del acabado con ligantes.
- Fabricación de cueros grabados de flor: con frecuencia se da al cuero un grabado de flor. Generalmente se da a la capa de flor un grabado de algún dibujo que se realiza con prensa hidráulica. En la fábrica de calzado se desea que esta flor grabada sea visible aún en el zapato hecho.

### **3. Tinturado**

Adzet J. (2006), reporta que la tintura es el proceso de aplicación de sustancias colorantes a las fibras del cuero. Mediante la tintura se mejora el aspecto del cuero, se aumenta su precio y su valor comercial. Para realizar una buena tintura se tienen que conocer las propiedades del cuero, sobre todo su comportamiento en los diversos métodos de tintura y su afinidad para las anilinas que se utilizan en cada caso. También se debe tener en cuenta las propiedades deseadas de la tintura a realizar (tintura superficial, atravesada, etc.). Por otro lado, se deben conocer a qué leyes están sujetos la luz y el color, qué efecto puede tener la luz reflejada por los cuerpos teñidos y qué tonos se obtienen mezclando los colores fundamentales. Son importantes también, las propiedades de los colorantes que se van a utilizar (su tono, intensidad, poder de penetración, grado de fijación y afinidad hacia el cuero).

Artigas, M. (2007), indica que esta operación sirve para cambiar el color que tiene el cuero debido a los productos curtientes. El color obtenido después de teñirse puede modificar en el engrase, y debe tenerse en cuenta para obtener el producto final deseado. A menudo el color final se conseguirá con el acabado, pero en la tintura se busca un color lo más parecido posible al final. De esta manera se facilita la operación de acabado. Según cuál sea el destino del cuero la tintura puede ser atravesada o no. Esto depende del colorante, productos auxiliares empleados, concentraciones, temperatura, pH, etc. Es muy importante que el colorante quede bien fijado en el cuero, ya que si no el producto final bajaría de calidad. Esta fijación depende principalmente de los productos curtientes incorporados al cuero, ya que

por ejemplo, en general es mucho más fácil fijar un mismo colorante de los empleados habitualmente en un cuero curtido al cromo que en otro curtido al vegetal. En menor grado, los productos adicionados después de la tintura también pueden afectar a la fijación, aunque es más peligroso el efecto que producen sobre el matiz final.

Bacardit, A. (2004), manifiesta que actualmente, la mayoría de tinturas se realizan en bombo. Además de la anilina (junto o previo a él) se adiciona en el bombo una serie de productos que regulan el pH y la carga del cuero para facilitar la penetración y la correcta distribución de la anilina en el cuero y también (según la carga) para dar intensidad superficial de color. La fijación se puede realizar en el mismo baño, si se desea realizar un secado intermedio o después del engrase, si éste se realiza en el mismo baño, adicionándole un producto ácido, normalmente ácido fórmico.

#### **4. Engrase**

Hidalgo, L. (2004), afirma que los materiales engrasantes tienen semejante importancia que los materiales curtientes en la fabricación de cueros. A excepción de las suelas, cualquier tipo de piel contiene cantidades considerables de grasa, generalmente entre 5 y 20 %. El engrase es la base de la flexibilidad, que por su vez es producida por la separación de las fibras del cuero. La grasa no permite que las fibras se peguen unas a las otras, ya que las mismas pueden sufrir este efecto durante el curtido. También la utilización de aceites influencia directamente en las propiedades físicas de las pieles, como elasticidad, tensión de ruptura, humectación, resistencia al vapor de agua y permeabilidad. Condiciones para que un producto sea un lubricante para cueros (o aceite para engrase). Los aceites de engrase necesitan de una base grasa, siendo así aptos a ablandar el material fibroso del cuero. Estos compuestos base normalmente son cadenas de carbono alifáticas. El largo de la cadena, o sea, el número de carbonos necesarios para lubricar una piel por ejemplo es completamente diferente de compuestos utilizados en fibras textiles, y dependen más de las propiedades que son requeridas en las pieles.

Gómez, T. (2009), reporta que, no solamente el tamaño de la cadena es lo que debe importar, sino también la proveniencia del material, el estado de saturación, el número de cada tipo de grupo funcional (hidroxila, sulfónico o fosfato y otros). Aceites de engrase formulados para la lubricación de pieles al cromo son agentes tensoactivos, que deben formar emulsión y pueden actuar también como emulsionantes para aceites neutros. En el caso de suelas y cueros vegetales menos pesados, pueden ser empleados aceites del tipo crudo, pero en pequeña cantidad y combinado con aceites tratados. En el engrase son muy claros dos fenómenos distintos: la penetración que se podría considerar como un fenómeno físico y la fijación en el que participan reacciones químicas. La emulsión de los productos engrasantes penetra a través de los espacios interfibrilares hacia el interior del cuero y allí se rompe y se deposita sobre las fibras. Esta penetración se logra por la acción mecánica del fulón, junto con los fenómenos de tensión superficial, capilaridad y absorción. Las propiedades que se dan al cuero mediante el engrase son:

- Tacto, por la lubricación superficial
- Blandura por la descompactación de las fibras
- Resistencia a la tracción y el desgarro
- Alargamiento y Humectabilidad
- Permeabilidad al aire y vapor de agua

### **C. ACABADO EN SECO DEL CUERO CAPRINO**

Yuste, N. (2002), indica que las operaciones posteriores al acabado en húmedo se describen a continuación:

#### **1. Escurrido**

Para escurrir los cueros se pasan a través de una máquina que tiene dos cilindros recubiertos de fieltro, al pasar el cuero entre ellos, éste expulsa parte del agua que contiene debido a la presión a la que se somete. Esta operación tiene además otra finalidad: dejar el cuero completamente plano y sin arrugas, aumentando al máximo

la superficie. Una vez escurridos, los cueros irán a la máquina de repasado o estirado. (Yuste, N. 2002).

## **2. Repasado o estirado**

Lultcs, W. (2013), afirma que esta operación se realiza para hacer más liso el grano de la flor, aplanar el cuero y eliminar las marcas que pueden ocasionar la máquina de escurrir. Si esta operación se realiza correctamente, aumenta el rendimiento en cuánto a la superficie del cuero, tema importante en el aspecto económico. Las máquinas de repasar son similares a las máquinas de descarnar con la diferencia de que las cuchillas no cortan y permiten estirar el cuero. La presión efectuada alisa el grano de la flor y permite evitar pérdidas de superficie.

## **3. Secado**

Pérez, P. (2016), señala que la función de la operación de secado es evaporar el agua que contienen los cueros, el secado es considerado una operación física tan simple, en la que se trata de evaporar el agua de la piel, que no debía influir sobre las características del cuero acabado, no obstante hay que considerar que durante la operación del secado y dependiendo del tipo de aparato que se utilicen se producen migraciones de diversos productos, formación de enlaces, modificación del punto isoeléctrico, entre otras; es decir, que en esta operación existen modificaciones importantes. Se pueden distinguir dos formas de secar el cuero: sin someterlo a tensión o bien estirándolo, el primer tipo de secado se puede realizar:

- En cámara y en túnel: los cueros también se cuelgan y se secan por acción de aire caliente.
- Al aire libre: los cueros se cuelgan y se secan por acción del aire libre, o en una cámara, de forma tensionada si previamente se estiran las pieles y se sujetan sobre placas de fórmica o estructuras no compactas de madera o metal.

- Por bomba de calor: se cuelgan los cueros y se secan con aire a baja temperatura y seco (imitación controlada de secado al aire libre). Del segundo tipo de secado se destacan: El pasting. Se estira el cuero y por el lado flor se adapta a una placa de vidrio, la cual se hace circular por un túnel de secado. El secoterm. Se estira el cuero y por el lado carne se adapta a una placa metálica por la que, en su interior, circula un líquido caliente. El vacío. Se estira la piel sobre una placa metálica caliente, con otra placa se cierra de forma hermética y se provoca una gran bajada de presión.

Lultcs, W. (2013), indica que es importante controlar la humedad final de los cueros, es conveniente, una vez secos los cueros, dejarlos reposar en un ambiente con la humedad adecuada durante unas 48 horas, con el objetivo de obtener unos resultados más uniformes en el producto final. Finalizada la operación de ablandado es conveniente secar los cueros manteniéndolas planas hasta alcanzar un contenido final de humedad del orden del 10-12%, pero fundamentalmente para obtener el mayor rendimiento posible de superficie. El secado es algo más que la simple eliminación de la humedad para permitir la utilización práctica del cuero, pues también contribuye a la producción de las reacciones químicas que intervienen en la fabricación del cuero, por lo que constituye uno de los pasos más importantes en la calidad del cuero. En la fotografía 1, se describe el método de secado de las pieles caprinas.



Fotografía 1. Operación mecánica de secado de los cueros caprinos.

#### **4. Aplicación del acabado**

Soler, J. (2004), reporta que el acabado de una piel consiste en la aplicación sobre el lado de flor de varias capas de preparaciones seguidas de los correspondientes secados, al mismo tiempo que las pieles se someten a diversas operaciones mecánicas. Los diversos requisitos (varían según el tipo de cuero y el fin para el que se le destina) sólo se pueden satisfacer mediante la aplicación de varias capas que si bien tienen afinidad entre sí, difieren en mayor o menor grado una de otras y proporcionan características especiales en cada caso. En general, el acabado se compone esencialmente de las siguientes capas: impregnación o pre-fondo, fondo, capas intermedias, capas de efecto o contraste y top, laca o apresto.

Hidalgo, L. (2004), indica que un acabado puede iniciarse con una impregnación, seguida del fondo, capas intermedias, diversos efectos y terminarlo con aprestos o lacas y a veces con modificadores de tacto. Las características de un acabado no sólo dependen del tipo de película que proporciona una determinada preparación sino también de donde se localiza en el espesor del cuero, es decir si penetra o queda superficial. Ello puede controlarse por el grado de dilución de las preparaciones de acabado, por la humedad del cuero, la densidad de la estructura fibrosa y el método de aplicación.

Soler, J. (2004), manifiesta que cuando una dispersión acuosa se aplica directamente a la superficie del cuero, parte del agua es absorbida por las fibras haciendo que la dispersión quede más concentrada, lo cual puede aumentar su viscosidad y llegar a evitar su posterior penetración. Las primeras capas tienen por objetivo sellar la superficie del cuero. Las capas de acabado que se aplican posteriormente quedan depositadas sobre la película anterior estando las fibras total o parcialmente recubiertas. La capacidad de absorción del cuero tiene mucha importancia para formular las preparaciones de impregnación y las capas de fondo, siendo conveniente controlar esta característica. La forma más simple y elemental para tener una idea consiste en aplicar un dedo mojado con agua o saliva sobre el cuero y observar la velocidad a que se absorbe.

### **a. Impregnaciones o pre-fondos**

Hidalgo, L. (2004), indica que la impregnaciones o pre-fondos es la aplicación de cantidades importantes de dispersiones de polímeros sobre la superficie del cuero de manera que penetren y lleguen a la unión entre la capa de la flor la capa reticular. Su finalidad es eliminar la soltura de la flor, que la capa más superficial de la flor se pegue a las capas del corium, aumentar su resistencia al rascado. Además sirve para reducir la absorción del cuero, mejorar su capacidad al montado y aumentar la resistencia al arañazo. La impregnación puede realizarse con soluciones en medio acuoso o en medio disolvente orgánico. La composición en medio acuoso está formada por resinas y productos auxiliares como pueden ser los humectantes, disolventes en agua, penetradores. El sistema más utilizado es el acuoso porque son de manipulación más simple, las máquinas y tuberías son más fáciles de lavar y no hay problemas de toxicidad o inflamabilidad. En general se puede decir que los cueros que han sido impregnados se acaban con menos capas que los cueros que no lo han sido, ya que produce el efecto como de una buena capa de base.

### **b. Fondos**

Soler, J. (2004), reporta que tienen como objetivo principal regular la absorción, para que los pigmentos no penetren demasiado profundamente en el cuero y ocultar los defectos tales como los bajos de flor. El fondo es más superficial que la impregnación y se aplica en menor cantidad. Los fondos suelen ser esmerilables en cuyo caso sirven para compactar las fibras superficiales y rellenar la piel; para ello se utilizan ligantes poco termoplásticos.

Hidalgo, L (2004), indica que los fondos pulibles sirven además para obtener una mayor finura del grano de la flor. Los productos utilizados con esta finalidad son principalmente ceras y ligantes proteínicos. Las composiciones de fondos se aplican a felpa o en el caso de serraje también a cepillo manual o con máquina de dar felpa.

### **c. Capas intermedias**

Soler, J. (2004), reporta que son las capas fundamentales de los acabados y proporcionan a las pieles color, cobertura, relleno, resistencia y solidez. Se aplican a felpa, con sopletes de pulverización aerográfica, sopletes air-less, con máquina de cortina o bien máquinas de rodillo. Los principales productos que se aplican en las capas de fondo son los pigmentos, ligantes y ceras. El número de aplicaciones necesarias puede variar de 2 a 8 según el tipo de cuero y la concentración de las soluciones pigmentarias, debiendo ser las imprescindibles para cubrir bien la piel. Para aumentar la eficacia de estas capas a veces se combinan las aplicaciones con un planchado intermedio.

### **5. Recorte**

Soler, J. (2004), reporta que el recorte de los cueros tiene como objetivo retirar pequeñas partes totalmente inaprovechables, eliminando marcas de secaderos de pinzas, zonas de borde endurecidas, puntas o flecos sobresalientes y para rectificar las partes desgarradas, buscando un mejor aprovechamiento de los procesos mecánicos y un mejor aspecto final. El recorte mejora la presentación de los cueros y también facilita el trabajo de las operaciones siguientes. Evidentemente en los recortes realizados se retira lo estrictamente necesario, para no reducir considerablemente el área o el peso de los cueros. El recorte se realiza con tijeras, en pieles más duras con cuchillas más afiladas y también con máquinas especializadas.

### **6. Clasificación**

La Casa Química Bayer. (2008), asegura que previo a las tareas de acabado, es necesario realizar una de clasificación de los cueros, que en realidad sería la segunda clasificación (la primera se hace en cromo). La misma debe ser realizada teniendo en cuenta, por ejemplo: la calidad, tamaño, el espesor, los daños de flor, ya sean los propios del cuero o por procesos mecánicos (mordeduras de máquinas)

la firmeza, la uniformidad de tintura, la absorción de la flor. Se clasifica para destinar los cueros a los diferentes artículos: plena flor, nubuck, etc. y por lo tanto se determina a qué sección del acabado se enviarán. Es así que por ejemplo, los cueros de flor floja y dañada serán desflorados (esmerilados) y luego impregnados para darles firmeza; a los que no están bien tintados podemos remontarles el color mediante la aplicación de tinturas a soplete. Otro ejemplo es si el cuero tiene poca absorción, se la podemos mejorar por medio de penetrantes.

## **7. Esmerilado**

Thorstensen, E. (2002), afirma que el esmerilado consiste en someter a la superficie del cuero a una acción mecánica de un cilindro revestido de papel de esmerilar formado por granos de materias abrasivas tales como el carborundo o el óxido de aluminio. El esmerilado puede realizarse:

- Por el lado carne de la piel con la intención de eliminar restos de carnazas y con ello homogeneizar y mejorar su aspecto, o bien la de obtener un artículo tipo afelpado.
- Por el lado flor de la piel puede ser con la intención de obtener un artículo tipo nubuck, que se realiza con pieles de buena calidad y que permite obtener una felpa muy fina y característica. Por el lado flor de la piel para reducir o incluso eliminar los defectos y en este caso la operación se conoce como desflorado.

Méndez, R. (2016), reporta que es común creer que con esta operación se eliminan los daños del cuero. Pero no es así, es importante insistir en que sólo disimularemos los mismos cuando son superficiales. Para eliminar las lesiones profundas, habría que raspar con tanta profundidad que transformaríamos el cuero en un descarne. Podemos decir entonces que la finalidad es disimular pequeños daños de flor y mejorar el aspecto de está, convirtiendo los poros grandes en poros finos y parejos. Si desfloramos por debajo del límite indicado (la profundidad viene dada en el límite inferior, por el poro de la piel) se corre el riesgo, por ejemplo, que cuando se arme el calzado el cuero tome aspecto descarne en las partes de mayor

estiramiento como ser la puntera del calzado. Para un desflorado uniforme es necesario que los cueros tengan uniformidad de espesor en toda la superficie. Los factores que influyen en la uniformidad del esmerilado:

- Curtido y recurtido: los cueros curtidos con taninos vegetales son más fácilmente lijados que los curtidos al cromo. En los cueros curtidos al cromo-vegetal el recurtido confiere mayor firmeza a la flor y ayuda en la operación de lijado.
- Engrase: en la cantidad y distribución de los aceites en el cuero. Por ejemplo, un cuero donde hubiera poca penetración de aceite ocasiona una flor muy engrasada y empasta la lija.

Hidalgo, L. (2004), reporta que los papeles de esmerilar o lijas se clasifican por el tamaño del grano en gruesas, medias y finas. Los granos gruesos corresponden a los números bajos 50-120, los intermedios a 150-220 y los grados finos a 250-400 y valores superiores a los más finos. Un buen esmerilado y desempolvado garantiza una buena adherencia e uniformidad en la formación del film del acabado, disminuyendo algunos problemas durante la fabricación de calzados, tales como quiebres o rupturas del acabado.

## **8. Desempolvar**

Bacardit, A. (2004), manifiesta que el desempolvado consiste en retirar el polvo de la lija de las superficies del cuero, a través de un sistema de cepillos o de aire comprimido. En el cuero no desempolvado, el polvo está fijado al cuero por una carga de estática, el polvo de la lija empasta, se acumula sobre el cuero dificultando las operaciones de acabado, no adhiriendo la tintura al sustrato. La máquina desempolvar de cepillos, desempolva cepillando la piel con dos cepillos que giran a contrapelo de la piel. Se pone la piel y se cepilla sacando la piel hacia afuera (contrapelo). Este es insuflado por unos sopladores situados por encima y por debajo de la piel. Hay un compresor que envía el aire a los sopladores.

## 9. Medición

Churata, M. (2016), afirma que la industria del curtido comercializa los cueros por superficie, salvo en el caso de las suelas que se venden por peso. La medición de la piel depende del estado en el que se encuentra. Se estima que deben controlarse un 3% del número total de pieles para tener una idea exacta de la superficie de todo un lote. Las superficies del cuero se miden en pies cuadrados, pero hay países que manejan metros cuadrados. (1 pie cuadrado=929 cm<sup>2</sup>). Como la superficie del cuero varía de acuerdo a la humedad relativa del ambiente, antes de la medición se deberían acondicionar los cueros en ambientes de acuerdo a lo establecido en la Norma IUP3 (Climatizar los cueros para que haya condiciones de comparación entre los resultados). Esta norma establece una temperatura de entre 20°C + 2°C y una humedad relativa de 65 + 2 % durante las 48 horas que preceden a los ensayos físicos). Debido a la forma irregular de los cueros para conocer su superficie se emplean sistemas manuales y también mecanizados. Entre los sistemas manuales podemos citar:

- Método del cuadro: consiste en un simple marco de madera cuya superficie interior tiene 3 x 4 pies cuadrados, dividido por alambres de dos colores diferentes, uno correspondiente a pies cuadrados y otro a 1/4 pie cuadrado.
- Recortado sobre papel: sirve como control y consiste en cortar un papel con la forma exacta de la piel que se desea medir y luego se pesa con balanza de precisión el trozo de papel. Por otro lado se cortan cuadrados de papel que tengan 30,48 cm. de lado lo que equivale a 929,03 cm<sup>2</sup> y que por consiguiente corresponden a un pie cuadrado y también se pesan. Por comparación entre el peso del papel en forma de piel y el peso del pie cuadrado se determina la superficie de la piel.
- Medición con planímetro: el planímetro consta de un brazo articulado sobre el cual va montado una rueda y en el extremo tiene un estilete. Para medir el área se sigue con el estilete la línea del contorno del cuero, empezando en un punto y terminando en el mismo. El área se determina a partir del número de vueltas que la rueda ha dado en un sentido determinado.

Churata, M. (2016), indica que la industria del cuero se manejaba hasta hace años con máquinas para la medición de pivotes y de ruedas, pero el desarrollo tecnológico ha puesto al servicio de las curtiembres máquinas de medir electrónicas de gran precisión. Estas máquinas constan de cintas transportadoras, cabezales de medida, marcado automático del pietaje e indicadores de pietaje y sumadora. En general poseen marcadores digitales.

#### **D. BUTADIENO**

Zarate, A. (2016) indica que este grupo está compuesto por polímeros y copolímeros cuyo monómero base es el butadieno:  $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH} = \text{CH}_2$ . Sus características principales son su gomosidad, su alto poder ligante, su flexibilidad incluso a bajas temperaturas y sus propiedades de relleno. Son resinas que tienen un gran tamaño, y por consiguiente, deben emplearse para pieles con buena absorción o en las cuales sea importante la formación rápida de una capa de acabado. A menudo se presenta copolimerizado con monómeros como el estireno o el acrilonitrilo.

Puente, C. (2016), señala que en el caso de copolímeros butadieno-estireno se consiguen películas con mayor dureza, según sea la proporción de estireno. En el caso de copolímeros butadienos acrilonitrilo se obtienen películas con altas resistencias al agua y a los disolventes. El estireno es un hidrocarburo no saturado muy reactivo debido al grupo vinilo, siendo el grupo fenilo el que da rigidez a las flexibles cadenas etílicas del polímero. Variando el contenido de estireno respecto al butadieno, varía la tensión en relación con la elongación. También pueden ser reticulados con sales metálicas dando películas con excelente flexometría y solidez. El uso de estas resinas se ha extendido sobre todo para serrajes acabados, rindbox rectificado, flor cubierta, pieles de tapicería y materiales que deben ser grabados con placas simulando poro. En piel pequeña también se emplea para napas de vestuario cubiertas o semicubiertas. Se pueden emplear como resinas únicas o bien en combinación con ligantes acrílicos o poliuretanos, dependiendo de las características del soporte empleado y del artículo deseado. Las principales características de los butadienos son:

- Relleno, igualación y cobertura.
- Reproducción del dibujo de la placa de grabar.
- Buenas propiedades físicas, sobre todo cuando van reticulados.
- Buen comportamiento al vulcanizado.
- Buena resistencia al frío.
- Moderada solidez a la luz.
- Pobre estabilidad al calor.
- Buena estabilidad hidrolítica.
- Buenas propiedades en húmedo.
- Sensibles a algunos pigmentos.
- Son pegajosos.

Jiménez, M. (2016), reporta que la información técnica del ligante butadieno Corialt Binder BU, se describe a continuación:

- Naturaleza química: copolímero de butadieno y acrilonitrilo.
- Contenido de sólidos: Ca. 40%
- pH: aproximadamente 8

## 1. Almacenamiento

Hinojoza, L. (2016), menciona que este producto tiene una vida útil de por lo menos un año si se almacena en su bien envase original cerrado a temperaturas entre 5°C y 40°C, los tambores deben estar herméticamente cerrados nuevamente cada vez que se toma el material de ellos, y su contenido debe ser utilizado tan pronto como sea posible después de que se abierto. Este producto debe ser protegido de las heladas.

## 2. Propiedades

Villegas, R (2016), indica que el ligante butadieno Coriales Binder BU es de un color blanco lechoso dispersión de polímeros con un tamaño medio de las

partículas. Se forma un duro, suave, no pegajosa película. Su resistencia a la luz y la resistencia al amarillamiento en las temperaturas altas cumplir con las normas que productos de este tipo son por lo general espera que cumplan. Acabados formulados con este producto tienen un relleno muy bueno y responden muy bien al relieve. También son muy flexibles, que lo convierten en una opción especialmente adecuada para el acabado de cobertura. Los ligantes Coriales Binder BU tiene una marcada acción de llenado y alta resistencia a la perforación cuando el cuero en relieve, y es una opción muy efectiva para su uso en todos los tipos de acabado en el que se concede gran importancia a estas las propiedades. Al igual que todas las Binders de butadieno, coriales Binder BU es sensible a los fuertes metales contenidos en ciertos pigmentos de color rojo, debido a que causan el polímero llegar a ser frágil.

### **3. Aplicación**

Bacardit, A. (2004), manifiesta que los coriales Binder BU puede ser utilizado para mejorar el relleno y la cobertura y aumentar la resistencia de los acabados de estampado. Es necesario añadir a una tasa de entre 75 g/l y 150 g/l, dependiendo del efecto deseado. No hay Binders aparte de coriales BU Binder debe ser utilizado en acabados se aplica a fracturas, ya que los valores necesarios para flexómetro alta se divide no se puede lograr si se aplica en combinación con otros aglutinantes, especialmente en superficies duras, gruesas divisiones. Coriales Binder BU siempre debe ser reticulado con B Endurecedor coriales para obtener mejores resultados que se obtengan en escisiones, especialmente en cuanto a su resistencia a la flexión. El Endurecedor corial debe ser añadido a un ritmo de entre el 10% y 15%, expresado como proporción del Binder.

## **E. TAPICERÍA PARA AUTOMÓVIL**

La Casa Química Bayer. (2008), afirma que un cuero para tapicería es un producto de alta tecnología. Las calidades exigibles dependerán de si se trata de un cuero

para mueble o bien para automóvil, generalmente las propiedades que se piden para un cuero de este tipo son:

- Elevada solidez a la luz y al frote y alto grado de flexibilidad y adherencia a la capa de flor.
- Una resistencia al desgarramiento suficiente para resistir los esfuerzos mecánicos en las costuras y cosidos. La medida del valor del pH se considera importante porque un elevado grado de acidez, liberado con el tiempo, puede degradar la estructura dérmica y acelerar el envejecimiento.
- En un cuero que está destinado para tapicería de automóvil, las variables y frecuentemente extremas condiciones atmosféricas especialmente la radiación solar pueden provocar un envejecimiento prematuro. Los acabados nitrocelulósicos son problemáticos porque en estas condiciones el plastificante incorporado puede llegar a la migración o a la evaporación, entonces el film de nitrocelulosa se vuelve quebradizo. Se deben realizar ensayos de envejecimiento térmico o de resistencia al calor. Otro de los ensayos que se deben realizar es el Fogging Test para la determinación de vapores emitidos, los cuales pueden producir un efecto de empañamiento y condensación en los cristales del automóvil.
- La permeabilidad al vapor de agua es otra de las propiedades importantes para el confort de los asientos de coche. Para un artículo de tapicería se necesita un cuero blando, flexible, muy resistente para poderlo bombear, cuanto más superficial y blando quede el acabado, mejor.

Siegel, N. (2012), indica que las características más adecuadas que deben tener los productos utilizados en una formulación de un acabado para tapicería. Los agentes catalíticos de las pastas colorantes deben tener pocos grupos hidrofílicos ya que éstos empeoran los valores de frote en húmedo y de flexión en frío. Los poliacrilatos deben tener una buena solidez al frote en húmedo y buena resistencia al calor. Las cualidades de roce no se pueden obtener con poliacrilatos suaves. Por lo tanto el porcentaje de poliacrilatos debe ser lo más bajo posible.

## **1. Fórmula para tapicería para volante de automóvil**

Basantes, T. (2016), reporta que las diferentes marcas de automóviles han establecido sus propias exigencias y normas de calidad que debe cumplir el cuero suministrado por sus proveedores. Algunos autores reproducen, con el permiso de los fabricantes, algunas de estas exigencias. Las marcas europeas realizan sus ensayos preferentemente siguiendo las normas oficiales del país de la empresa matriz. Por ejemplo, en todos los centros de producción del grupo Volkswagen-Audi-Seat-Skoda se siguen las normas DIN. Las diferentes normas nacionales europeas tienen un grado de correspondencia prácticamente total con las normas de la ILJLTCS, por lo que en general no suele existir problemas para la correlación de resultados entre laboratorios. La situación es diferente con las marcas norteamericanas. Estas efectúan sus ensayos con los procedimientos descritos en las normas ASTM, en algunas de las cuales existen diferencias significativas con las de la ILJLTCS.

Hidalgo, L. (2004), indica que por este motivo, en los laboratorios europeos del cuero pueden surgir dificultades para la comprobación de algunos de los requisitos de calidad de estas marcas. La dispersión de sílice con ceras utilizada en el fondo contiene un 23% de sólidos, es blanda, con propiedades mateantes, buena plenitud y reduce la pegajosidad de los ligantes termoplásticos. El ligante proteínico es a partir de caseína y proporciona un brillo sedoso apagado que mejora la uniformidad superficial del cuero. Mejora la aptitud para el grabado y disminuye la pegajosidad y la termoplasticidad. La resina acrílica 1 contiene un 35% de sólidos, confiere un aspecto natural. Es blanda, tiene una buena penetración y un tacto seco. La resina de poliuretano que es utilizada para la formulación del fondo y en el apresto es de partícula fina, de dureza media-alta, sólida a la luz, elástica y muy tenaz. La formulación más adecuada para la elaboración de un cuero para volante de automóvil se describe en el cuadro 3.

Cuadro 3. FORMULACIÓN PARA LA ELABORACIÓN DE UN CUERO PARA TAPICERÍA DE AUTOMÓVIL.

Proceso	Elemento	Porcentaje (%)
Fondo	Pigmento	150
	Agua	50
	Dispersión de sílice con ceras	100
	Ligante proteínico	100
	Resina acrílica 1	100
	Resina acrílica 2	100
	Resina de poliuretano	300

Ajustar la viscosidad a 30" copa Ford 4, bar

Aplicar 1 x a roller y rotopress y Aplicar 1 x a roller (8-10 g/pie<sup>2</sup>).90°C /100

Grabar 90°C/250bar/1".

Apresto:

Agua	440
Resina de poliuretano	200
Mateante	250
Cera	50
Reticulante	60

Aplicar 2 x a pistola, secar y bombear.

Fuente: Asociación Química Española de la Industria del Cuero. (2008).

## F. ENSAYO DE LA TENDENCIA DEL CUERO A LA FORMACIÓN DE VELO (FOGGING)

La Casa Química Bayer. (2008), reporta que las altas temperaturas que se dan en el interior de los automóviles estacionados al sol pueden producir la evaporación y la sublimación de sustancias volátiles no fijadas del cuero de la tapicería. En días fríos se puede dar la paradoja de que mientras en el exterior la temperatura apenas alcanza los cero grados, en el interior la temperatura puede llegar a superar los 90 °C en la tapicería, especialmente si es de colores oscuros 42. Los cristales, refrigerados por el ambiente exterior, permanecen fríos y en ellos condensan las

substancias desprendidas del cuero formando un halo que se conoce como velo o fogging que dificulta la visión del conductor. El análisis químico por cromatografía de gases con inyector de espacio de cabeza "head space" revela que los depósitos de fogging están compuestos en su mayor parte por plastificantes tipo ftalatos, por esterres de ácidos grasos, y por parafinas y alquilbencenos procedentes de aceites minerales.

Siegel, N. (2012), afirma que en consecuencia, el desengrase y el engrase del cuero tienen una importancia primordial en la tendencia a la formación de fogging, aunque en todas las etapas de fabricación debe cuestionarse el uso de componentes volátiles que tengan una deficiente fijación en el cuero. El cuero no es el único material susceptible de causar velo por lo que actualmente casi todos los materiales para el interior del automóvil son ensayados. El ensayo, que llamaremos fogging test, empezó a aplicarse en las factorías de Volvo a finales de los años sesenta y aunque existen algunas versiones diferentes, en general coinciden en lo esencial. La temperatura del ensayo es un factor relevante que se ha intentado uniformizar a 90 °C, pero algunos fabricantes utilizan temperaturas diferentes (100 °C).

### **1. Método de la reflectancia especular**

Soler, J. (2004), manifiesta que el método de la reflectancia especular se efectúa encerrando durante seis horas la muestra en el fondo de un recipiente de vidrio sellado herméticamente. El recipiente que se emplea se encuentra en un baño de aceite a 90 o 100°C según las normas, establecidas para este tipo de ensayo. La tapa superior del recipiente es una placa de vidrio muy limpia y refrigerada para que su temperatura se mantenga en 21 °C. Las substancias volátiles del cuero emergen de la muestra y condensan en la placa superior refrigerada, formando un velo. Agotado el tiempo del ensayo se mide la reflectancia especular de la placa de vidrio y se compara con la que tenía antes del ensayo. El atractivo de este método es que se está midiendo la misma propiedad, la refracción de la luz, que molesta al conductor del coche en la situación real. El resultado se expresa como porcentaje de la reflectancia original de la placa de vidrio y se conoce como "fogging valué" o

"fogging index". En general los fabricantes de automóvil exigen valores de reflectancia no inferiores al 90 % del valor inicial 42'43.

La Asociación Química Española de la Industria del Cuero. (2008), reporta que el procedimiento gravimétrico, es un ensayo que dura aproximadamente 16 horas. En lugar de la placa de vidrio se usa una ligera lámina de aluminio de masa conocida, la cual se pesa después del ensayo para determinar el incremento de masa debido a la condensación de las sustancias procedentes del cuero. El resultado se expresa en miligramos de fogging por centímetro cuadrado de cuero. Las exigencias varían según los fabricantes pero un valor orientativo de límite máximo es de 5 mg (para una lámina de 50 cm<sup>2</sup>). Los resultados de las dos versiones del fogging test no muestran una buena correlación entre sí 42. El procedimiento gravimétrico, para el análisis del cuero se está prefiriendo, en los actuales momentos cada vez más por su mejor reproducibilidad.

## **G. LA CALIDAD DEL CUERO PARA TAPICERÍA DE AUTOMÓVIL**

Cordero, P. (2012), afirma que el cuero para tapicería es un producto de alta calidad al que se le demandan unas elevadas prestaciones. Al mobiliario tapizado en cuero se le exige una larga durabilidad, superior a la que se presupone para otros artículos de cuero. Las cualidades exigibles a la tapicería dependerán de su destino. Especialmente debe distinguirse entre tapicería para mobiliario común y tapicería para automóvil. Lamentablemente, la necesidad de alcanzar las solidez y resistencias requeridas comporta a menudo una disminución del valor estético del cuero. La segunda distinción a tener en cuenta es la clasificación comercial, la cual comprende cuero anilina, cuero semianilina, cuero pigmentado, nubuck y afelpado. Los factores que influyen en la calidad del cuero tenemos:

- Las propiedades mecánicas: están influenciadas por la modalidad del proceso químico. La resistencia a la tracción, por ejemplo, puede estar influenciada de las operaciones del proceso húmedo, mientras obviamente la resistencia a la flexión, depende del acabado. Con una adecuada formulación para el caso de

la terminación, se aumenta la resistencia a la abrasión, y la solidez al lavado a seco o la solidez a los frotos en el cuero.

- El efecto de la luz y de las radiaciones ultravioletas puede provocar variaciones del color del cuero a ellas expuesto. Este fenómeno puede ser atribuido al uso de productos con baja solidez a la luz. Los cueros acabados con mezclas apropiadas de pigmentos, ligantes y auxiliares sólidos raramente dan lugar a reclamos de parte de la clientela. Los cueros poco cubiertos, que presentan un aspecto natural y elegante pueden presentar este tipo de problema. La situación puede ser mejorada parcialmente adoptando un sistema apropiado de curtido y utilizando colorantes, nutrientes y recurtientes sólidos a la luz. Para los cueros destinados a automotores no darían resultados satisfactorios dadas las exigencias de esta industria.
- El efecto del calor y de la humedad: al interno de los automóviles los cueros se someten a un efecto particularmente negativo. El problema de la resistencia a la contracción es particularmente grave sobre todo si el cuero fuera destinado a tapizar paneles, que pueden ser sometidos a temperaturas sobre los 100°C. De acuerdo al proceso curtiente adoptado se pueden notar fenómenos de endurecimiento del cuero más o menos marcados. La acción de las temperaturas particularmente elevadas puede generar variaciones de color, por causa del amarillamiento de los componentes individuales de la mezcla de acabado, o por la migración de colorantes no adecuadamente fijados al cuero.
- El fogging se debe a la condensación de sustancias volátiles sobre la superficie del parabrisas, reduciendo de ese modo la visibilidad de parte del conductor. La tendencia a causar fogging se mide calentando una muestra de cuero, contenido en un vaso y recogiendo el condensado. El fogging se determina de la masa de este condensado, (método gravimétrico) o del grado de opacidad de la superficie del vidrio (método reflectométrico). En general las sustancias que más influyen negativamente en los valores del fogging son los engrases y los productos de acabado, seguidos en orden decreciente de los emulsionantes, los desengrasantes y las sales de amonio. Los aceites de pescado sulfatados, son los engrasantes que se comportan de la manera más positiva sobre todo cuando el fogging se determina gravimétricamente.

- Las emisiones están constituidas de sustancias orgánicas no volátiles o moderadamente volátiles, que se forman por aumento de la temperatura en el interior del automóvil. Naturalmente luego de la formación de estas sustancias se origina un olor desagradable. Este indica una posible contaminación del ambiente con sustancias que podrían dañar la salud. Las sustancias volátiles están constituidas de acetona, etanol, piridina, butoxietanol, N-metil pirrolidona contenido en los poliuretanos, mientras que aquellos moderadamente volátiles están representados por compuestos orgánicos como ácidos grasos, alcoholes y glicoles.

### **1. Exigencias de calidad**

Gratacos, S. (2013), reporta que las casas automovilísticas requieren elevadas performance a todos los componentes de los automóviles y el cuero mismo no es excepción a esta regla. Los cueros destinados a tapicería se someten a los diversos test y que son los más severos respecto de cualquier tipo de artículo. Las propiedades físicas requeridas al cuero de tapicería automotor han asumido una importancia fundamental; por otra parte los propietarios del automotor esperan que su tapizado no sufra deterioros durante la vida útil del vehículo, es decir que no cambien drásticamente su apariencia, reflejándose en un cuero envejecido y mal tratado. La tapicería del automotor viene sometida por un largo período a condiciones muy drásticas. Por ejemplo puede ser sometido a variaciones de temperatura muy elevadas.

Méndez, R. (2016), menciona que en el interior del vehículo, si el mismo estuviera estacionado al sol durante el período estivo, se puede arribar aproximadamente a una temperatura de 100°C. Diversamente, en algunos países si viene dejado a la intemperie de noche se pueden alcanzar temperaturas de -10°C. Para satisfacer las expectativas de los clientes, y la severidad de las condiciones de uso, es necesario que la mayor parte de las pieles de tapicería automotor sean fuertemente pigmentadas en modo de obtener una superficie resistente a las sollicitaciones más extremas.

Pucci, M. (2016), reporta que las pieles a la anilina y gamuzadas se ven muy raramente y solo para usos particulares de extrema elegancia. Muchas casas automovilísticas poseen métodos analíticos propios y requieren especificaciones particulares por lo que resultan disponibles un número de tests muy grande. Esta falta de estandarización crea serias dificultades a los curtidores y por este tipo de dificultades las tenerías producen cueros solamente para una o al máximo dos casas automovilísticas.

- Es fundamental para la tapicería el ofrecer unas elevadas solidez al frote, tanto en seco, como en húmedo, como frente al sudor. La solidez a la luz debe ser también muy elevada.
- El acabado debe poseer un alto grado de flexibilidad y adherencia a la capa de flor. La resistencia al desgarro del cuero debe ser suficiente para resistir los esfuerzos mecánicos en las costuras y cosidos.
- El cuero debe poseer una cierta resistencia a la abrasión, en el cuero para tapicería de automóvil es esencial tener un bajo valor de Fogging. La permeabilidad al vapor de agua es una propiedad importante para la confortabilidad, particularmente en los países cálidos.

## **2. Envejecimiento prematuro**

Bacardit, A. (2004), asegura que los ensayos de laboratorio sirven satisfactoriamente para la medición de las propiedades apuntadas y en consecuencia para prever la aptitud del cuero para tapicería. Sánchez, M. (2016), reporta que en la tapicería para automóvil las variables y a menudo extremas condiciones que pueden presentarse en el interior de un coche estacionado al sol pueden provocar un prematuro envejecimiento. No son permisibles los acabados nitrocelulósicos dado que en esas condiciones el plastificante incorporado puede llegar a la migración o a la evaporación, con lo que el film de nitrocelulosa deviene quebradizo, facilitándose su rotura, como se ha descrito en el (cuadro 4).

Cuadro 4. ENSAYOS DE ENVEJECIMIENTO DEL CUERO DESTINADO A TAPICERÍA.

TIPO DE EFECTO	FORMAS DE APLICACIÓN	NORMAS EMPLEADAS
Envejecimiento Mecánico	Se aplica suavemente en el dinamómetro (100 ciclos) una carga fija de 5 N/mm <sup>2</sup>	EMPA : observar el acabado con lupa y medir las solideces al frote
	El cuero se somete a 35000 sucesivos alargamientos al 20%	GERIC: comprobar la ausencia de efectos ostensibles de agrietamiento
Envejecimiento térmico	Se somete el cuero un tiempo dado a la acción del calor en una estufa termostatzada, evaluándose el posible cambio de color y en algunos casos la variación de las propiedades físicas	Ejemplo: IUF: 412: condiciones distintas según tipo de cuero GERIC: 5 días a 50°C AUDI., Volkswagen Y SEAT: 6 días a 100°C y 4 horas a 120°C

Fuente: Sánchez, M (2016).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

El trabajo experimental y los análisis de laboratorio se realizaron en el laboratorio de Curtición de Pieles de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH, ubicado en el kilómetro 1 ½ de la Panamericana Sur, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo. A una altitud de 2754 msnm, y con una longitud Oeste de 78° 28' 00" y una latitud Sur de 01° 38' 02". La presente investigación tuvo un tiempo de duración de 67 días. Las condiciones meteorológicas del cantón Riobamba se describen en el cuadro 5.

Cuadro 5. CONDICIONES METEOROLÓGICAS DEL CANTÓN RIOBAMBA.

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

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

#### B. UNIDADES EXPERIMENTALES

El número de unidades experimentales que conformaron el presente trabajo experimental fue de 24 pieles caprinas de animales adultos con un peso promedio de 7 Kg por piel, y un tamaño de la unidad experimental de 1 piel, y que fueron adquiridas en el Camal Municipal de Riobamba.

## C. MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES

### 1. Materiales

- 24 pieles caprinas.
- Tanque de gas.
- Felpas.
- Tableros para el estacado.
- Termómetro.
- pHmetro.
- Mesa.
- Botas de caucho.
- Guantes de hule.
- Baldes de distintas dimensiones.
- Tinas.
- Mandiles.
- Tijeras.
- Cuchillos
- Pizarrón
- Tanque de gas

### 2. Equipos

- Bombos de remojo curtido, teñido y recurtido.
- Máquina descarnadora de piel.
- Ablandador.
- Raspadora.
- Toggling.
- Equipo de medición de la resistencia a la tensión.
- Equipo de medición del frote en seco y húmedo.

### 3. Productos químicos

- Sal en grano.
- Formiato de sodio.
- Bisulfito de sodio.
- Ácido fórmico.
- Ácido sulfúrico.
- Ácido oxálico.
- Tara.
- Rellenante de faldas. Ríndente.
- Grasa Animal sulfatada.
- Resinas acrílicas.
- Dispersante.
- Lanolina.
- Bicarbonato de sodio.
- Cera
- Filler

## D. TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL

En la presente investigación se evaluó el efecto de diferentes niveles de butadieno (200, 250, y 300 g), en el acabado en seco de los cueros caprinos, por lo que las unidades experimentales fueron distribuidas bajo un Diseño Completamente al Azar.

## E. MEDICIONES EXPERIMENTALES

### 1. Físicas

- Resistencia a la tensión, N/cm<sup>2</sup>.
- Abrasión de la flor en seco (ciclos).
- Abrasión de la flor en húmedo (ciclos).

## 2. Sensoriales

- Naturalidad, puntos
- Llenura, puntos
- Tacto, puntos

## 3. Económicas

- Beneficio/ Costo.

## F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA

- Análisis de varianza
- Separación de medias por Tukey, al nivel de significancia  $P < 001$ .
- Prueba de Kruskal Wallis para variables sensoriales
- Análisis de regresión y correlación para variables que presenten significancia ( $P < 0,01$ ).

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

Cuadro 6. ESQUEMA DEL ADEVA.

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	23
Tratamiento	2
Error	21

En el cuadro 7, se describe el esquema del experimento que se utilizó en la presente investigación.

Cuadro 7. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.

Naturaleza de butadieno	Código	Repetición	TUE	Total de pieles
200 g de butadieno	T1	8	1	8
250 g de butadieno	T2	8	1	8
300 g de butadieno	T3	8	1	8
Total de pieles caprinas				24

Además realizar el análisis de varianza se aplicó un modelo lineal aditivo, para el diseño completamente alzar y que se describe en la siguiente fórmula

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

Donde

$Y_{ij}$  = Valor del parámetro en determinación.

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

$\alpha_i$  = Efecto de los tratamientos (niveles de butadieno (200, 250, y 300 g.).

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

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

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

Donde:

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

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

R = Rango identificado en cada grupo.

## **G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL**

### **1. Remojo**

Primeramente se procedió a la adquisición de las pieles caprinas en el camal municipal de la ciudad de Riobamba, luego se pesó las pieles caprinas frescas y en base a este peso se trabajó preparando un baño con agua al 200% a temperatura ambiente. Luego se disolvió 0,05% de cloro más 0,2% de tensoactivo, se mezcló y dejó 1 hora girando el bombo y se eliminó el baño.

### **2. Pelambre por embadurnado**

De nuevo se pesó las pieles y en base a este peso se preparó las pastas para embadurnar y depilar las pieles, 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 carne, y se dejó en reposo durante 4 a 5 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**

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**

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

#### **5. Curtido**

Una vez finalizado el tiempo de reposo después del piquelado, las pieles quedan hinchadas por la aplicación de los agentes químicos y han perdido gran contenido de grasas por lo que el primer paso para la curtición de las pieles caprinas es pesarlas para determinar la cantidad de productos que se adicionaran, como se busca que el curtido no sea muy agresivo para que puedan penetrar los agentes químicos en el acabado luego del peso de la piel se colocó estas en el bombo al cual se añadió 4% tara posterior a ello se rodó durante 1 hora el bombo, se retiró las pieles después de este lapso de tiempo y se determinó el pH con fenolftaleína se necesitó llegar a un pH igual a 3 .

Posteriormente se colocó en el bombo de curtición la solución de 7% tara + 3% cromo se rodó el bombo por una hora para que por medio del movimiento mecánico el agente recurtiente entre en contacto con la piel, acabado esto se eliminó el agua y se dejó reposar las pieles por una hora para los posteriores procesos.

## **6. Neutralizado y recurtido**

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

Luego se preparó un baño con el 80% de agua a 35°C y se recurtió con 3% de cromo, dándole movimiento al bombo durante 40 minutos, posteriormente se botó el baño y se 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, giró el bombo durante 40 minutos, luego se añadió el 1,5% de recurtiente neutralizante y se rodó el bombo durante 60 minutos.

Posteriormente se descartó el baño y se lavó los cueros con el 300% de agua a 40°C durante 60 minutos. Se eliminó el baño y se preparó otro con el 60% de agua a 50°C, al cual se adicionó el 4% de Tara, el 3% de rellenante de faldas, 2% de resina acrílica aniónico diluida de 1:5, se giró el bombo durante 60 minutos.

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

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

## **8. Acabado en seco de las pieles caprinas**

A este proceso se lo conoce como acabado de las pieles ya que se le da las características finales al cuero para lo cual se aplicó el siguiente tratamiento a las pieles:

Se pesaron las pieles y se colocó las pieles en el bombo y se añadió al seno de la reacción 2% de anilina y se rodó el bombo durante 60 minutos, luego se aumentó 150% de agua a 70°C, más 4% de parafina sulfoclorada, más 1% de lanolina, 2% de éster fosfórico y 4% de grasa sulfatada, mezcladas y diluidas. Luego se rodó por un tiempo de 60 minutos y se añadió el 0,75% de ácido fórmico y se rodó durante 10 minutos, luego se agregó el 0,5% de ácido fórmico, diluido 10 veces su peso, y se dividió en 2 partes y cada parte se rodó durante 10 minutos, y se eliminó el baño.

Terminado el proceso anterior se lavó los cueros con el 200%, de agua a temperatura ambiente durante 20 minutos, se eliminó el baño y se escurrieron los cueros caprinos para reposar durante 1 día en sombra (apilados), y se secaron durante 2 – 3 días. A continuación se colocaron las diferentes capas del acabado es decir el profundo, el fondo o pigmentado, tomando en consideración que para las 8 primeras pieles aleatoriamente le correspondieron 200 g de butadieno, a las siguientes 8 pieles se colocó 250 g de butadieno y finalmente se utilizó 300 g de butadieno por kilogramo de pigmento a las siguientes 8 pieles, para finalmente aplicar el Top final o laca.

## **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 deberían tener cada uno de los cueros caprinos, dando una calificación de 5 correspondiente a Excelente de 4 puntos muy buena, de 3 buena; y de 1 a 2 baja; en naturalidad, llenura y tacto.

- Para detectar la naturalidad se procedió a la observación minuciosa de toda la superficie del cuero y se fijó en la tonalidad de la tintura que no debió ser muy cargada, su tacto muy sedoso, su lisura en fin una serie de características que lo acerquen a lo más natural de la belleza de la piel, calificando al mayor acercamiento como 5 puntos en la escala confeccionada para este fin y de 1

punto cuando el cuero es poco natural muy semejante a un producto sintético son brillo ni belleza propia.

- En el caso de la llenura se procedió a palpar 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.
- Para la calificación del tacto del cuero caprino acabado en seco con diferentes niveles de butadieno, se palpó minuciosamente la superficie del cuero y se determinó si el tacto es muy cálido, seco, liso y suave muy similar al de la piel suave ablandada, o es áspero.

## **2. Análisis de las resistencias físicas**

### **a . Resistencia a la tensión**

El objetivo de esta prueba fue determinar la resistencia a la ruptura, que se dio al someter la probeta a un estiramiento que es aplicado lentamente, al efectuarse el estiramiento se dio el rompimiento de las cadenas fibrosas del cuero, en un ensayo de tensión la operación se realizó sujetando los extremos opuestos de la probeta y separándolos, la probeta se alargó en una dirección paralela a la carga aplicada, ésta probeta se colocó dentro de las mordazas tensoras y se debió cuidar que no se produzca un deslizamiento de la probeta porque de lo contrario podría falsear el resultado del ensayo. La máquina que se utilizó para realizar el test estuvo diseñada para:

- Alargar la probeta a una velocidad constante y continua
- Registrar las fuerzas que se aplican y los alargamientos.
- Alcanzar la fuerza suficiente para producir la fractura o deformación permanentemente es decir rota. La evaluación del ensayo se realizó tomando como referencia en este caso las normas IUP 6, (cuadro 8).

Cuadro 8. CÁLCULOS PARA LA MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TENSIÓN DE CUERO.

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

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

Fórmula:

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

Rt = Resistencia a la Tensión o Tracción

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

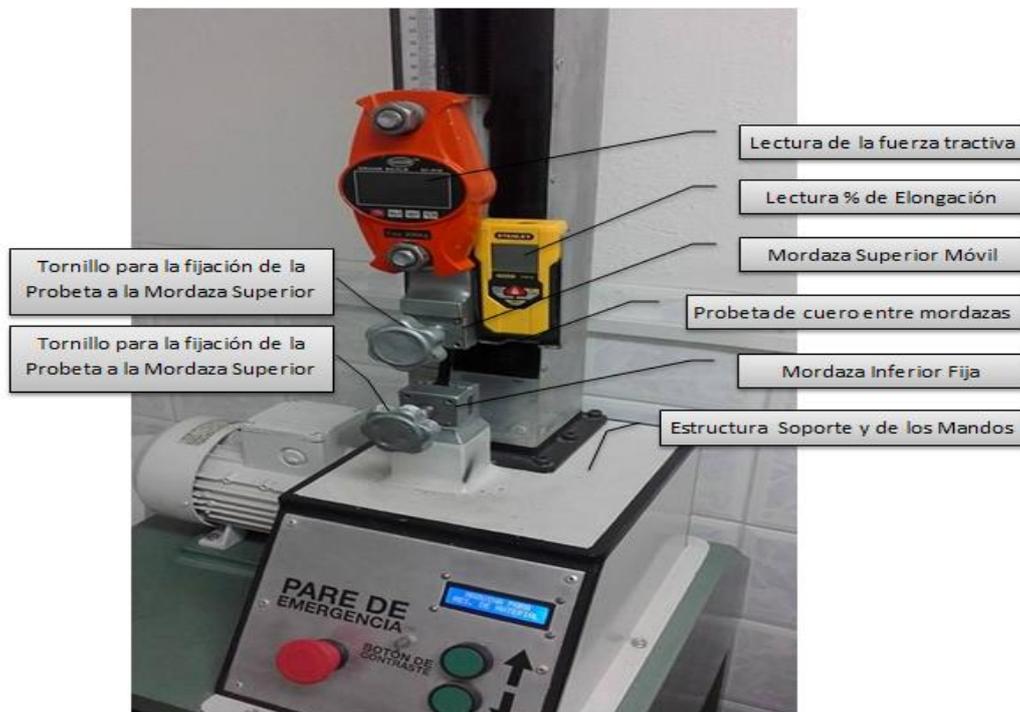
A = Ancho de la probeta

E = Espesor de la probeta.

El procedimiento a seguir para medir la resistencia a la tensión fue:

- Se tomó las medidas de la probeta (espesor), con el calibrador en tres posiciones, luego se realizó una medida promedio. Este dato nos sirvió para aplicar en la formula, cabe indicar que el espesor fue diferente según el tipo de cuero en el cual vayamos hacer el test o ensayo.
- Se efectuó las medidas de la probeta (ancho) con el Pie de rey, luego se colocó la probeta entre las mordazas tensoras.
- Posteriormente se prendió el equipo y procedió a calibrarlo, a continuación se encero el display (presionando los botones negros; luego se giró la perilla de color negro-rojo hasta encerar por completo el display)

- Luego se debió poner en funcionamiento el tensiómetro de estiramiento presionando el botón de color verde, finalmente se registró el dato obtenido y se aplicó la fórmula



Fotografía 2. Equipo para la medición de la resistencia a la tensión del cuero.

#### **4. Resistencia a la abrasión de la flor en seco y en húmedo**

La resistencia al frote es una de las propiedades más importantes del cuero y una de las más difíciles de satisfacer en húmedo. Asegurarse que todo el sistema eléctrico este siempre desconectado antes y después del uso del laboratorio y de las respectivas máquinas. Detalles de la maquinaria:

- Tener en cuenta el encendido de los breaker correspondientes a cada máquina a utilizar en este caso una o dos.
- En este caso para la realización de las pruebas de abrasión se seleccionó la conexión número dos. Luego se procedió a conectar el enchufe al tomacorriente correspondiente ya que la máquina funciona con un sistema de energía de 220 V. Energizar para el funcionamiento de la máquina parte intermedia.

- Se realizó el encendido del equipo para lo cual fue necesario recordar que al girar la perilla el encendido es al lado izquierdo y el apagado al lado derecho.
- Posteriormente se procedió a colocar el fieltro en la máquina, se dejó girar el fieltro alrededor de la capa del acabado de la probeta.
- Y finalmente se extrajo el fieltro en seco, húmedo y se realizó la comparación con la escala de grises y la determinación de los ciclos utilizados.
- Una vez realizado el ensayo de resistencia al frote en seco del cuero se procedió a retirar la probeta, y se observó que la resistencia del acabado este intacta. La medición que se realizó, estuvo en función de la escala de grises o también en función de 50 ciclos realizados en un minuto de acuerdo a las normas internacionales IUF 450, de la Asociación Española del Cuero.
- Finalmente una vez realizadas las mediciones físicas correspondientes de frote en seco y húmedo se procedió al llenado de los formatos que se crearon para la entrega de los resultados de la medición de resistencia al frote en seco y húmedo de los cueros realizados en el prototipo mecánico.



Fotografía 3. Equipo para la medición de la abrasión del cuero al frote

#### **IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES**

##### **A. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS CUEROS CAPRINOS ACABADOS EN SECO CON DIFERENTES NIVELES DE BUTADIENO PARA CONFECCIONAR TAPICERÍA DE AUTOMÓVIL**

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

Al realizar el análisis de varianza de la resistencia a la tensión de los cueros caprinos reportaron diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ) entre medias por efecto de la adición en el acabado en seco, de diferentes niveles de butadieno, estableciéndose, las mejores respuestas cuando se añadió al acabado 300 g de butadieno, con resultados de 1074,24 N/cm<sup>2</sup>, y que disminuyeron hasta alcanzar valores de 1028,79 N/cm<sup>2</sup>, cuando se realizó el acabado en seco con 250 g de butadieno, mientras tanto que las respuestas más bajas fueron registradas en el lote de cueros acabados con 200 g de butadieno, con valores de tensión promedio de 747,26 N/cm<sup>2</sup>, como se indica en el cuadro 9.

Mediante el análisis de la regresión se estableció una tendencia cuadrática altamente significativa (Gráfico 2), que determina que la resistencia a la tensión tiende a incrementarse cuando se utiliza hasta 250 g de butadieno pero cuando se eleva la cantidad de butadieno la resistencia al daño del cuero decrece.

Lo que es corroborado con las apreciaciones de Hidalgo, L. (2004), quien manifiesta que la principal característica de los ligantes como en este caso es el butadieno, es permitir una mayor compactación de los agentes químicos adicionados al acabado de las pieles caprinas, además que al ser de naturaleza catiónica consigue enlazarse mejor con los cueros curtidos al cromo para lograr que el cuero soporte tensiones externas más fuertes sin romper su tejido interfibrilar, logrando una mayor compactación del acabado del cuero para que soporte de manera adecuada las fuerzas externas que sufren los cueros cuando están acabados y confeccionados.

Cuadro 9. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS CUEROS CAPRINOS ACABADOS EN SECO CON DIFERENTES NIVELES DE BUTADIENO (200, 250 Y 300 G.) PARA CONFECCIONAR TAPICERÍA DE AUTOMÓVIL.

VARIABLES FÍSICAS	NIVELES DE BUTADIENO, g/kg de pintura			EE	Prob.
	200 g	250 g	300 g		
Resistencia a la Tensión, N/cm <sup>2</sup> .	747,26 c	1028,79 b	1074,24 a	65,14	0,004
Resistencia al frote en húmedo, ciclos.	96,00 c	124,00 b	149,38 a	2,39	<0,001
Resistencia al frote en seco, ciclos	212,88 c	263,38 b	298,25 a	3,92	<0,001

Medias con letras diferentes en la misma fila difieren estadísticamente según Tukey.

EE: Error estadístico.

Prob: Probabilidad.

Para la confección de tapices de automóvil las exigencias de calidad son altas debido a que los asientos con tapicería de cuero son de alta gama y están expuestos muchas veces a condiciones climáticas muy severas sobre todo de calor y humedad, por lo tanto se debe cumplir según la normativa internacional IUP 6 (2002), donde se manifiesta valores de 800 a 1500 N/cm<sup>2</sup>, y que están siendo cumplidas por los dos tratamientos de la investigación, mientras tanto que al adicionar 200 g de butadieno no se cumple con esta exigencia por lo tanto no es recomendable utilizar este nivel para evitar cueros deficientes que se envejecerán prematuramente y se romperán con facilidad.

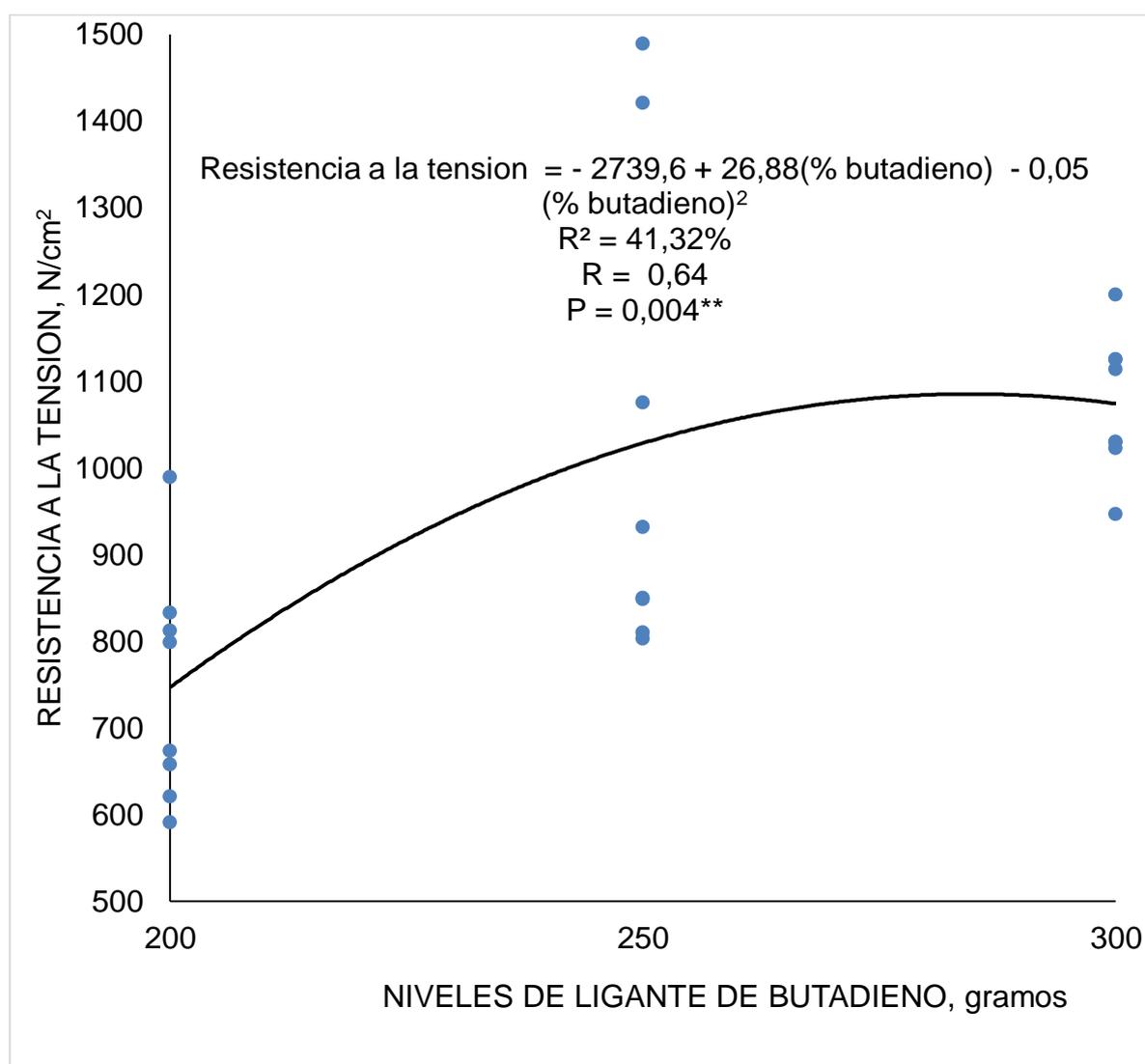


Gráfico 2. Regresión de la resistencia a la tensión de los cueros caprinos acabados en seco con diferentes niveles de butadieno (200, 250 y 300 g).

Los resultados expuestos de resistencia a la tensión son superiores al ser comparados con los reportes de López, W. (2010), quien estableció medias de 1033,92 N/cm<sup>2</sup>, al adicionar al acabado de pieles caprinas el 6% de aceite de lanolina. Además son inferiores a los reportes de León, A. (2013), quien al realizar la evaluación de tres niveles de butadieno en el acabado de alta cobertura registró un valor promedio de resistencia a la tensión con 100 g de butadieno, de 1835,0 N/cm<sup>2</sup>. Así como de Buenaño, R. (2010), quien al obtener cueros para tapicería de automóvil registro los valores más altos al utilizar 16% de éster fosfórico las medias fueron de 118,30 N/cm<sup>2</sup>.

## **2. Resistencia al frote en húmedo**

La característica física resistencia al frote en húmedo de los cueros caprinos destinados a la confección de tapicería de automóvil, presentaron diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ), por efecto de la aplicación de diferentes niveles de butadieno aplicado al acabado en seco, estableciéndose las mejores respuestas cuando se agregó 300 g de butadieno ya que los valores fueron de 149,38 ciclos, y que disminuyeron hasta alcanzar respuestas de 124,00 ciclos, cuando se añadió al acabado de las pieles 250 g de butadieno, mientras tanto que las respuestas más bajas fueron registradas cuando se utilizó 200 g de butadieno con valores de 96,00 ciclos.

Mediante el análisis de la regresión que se ilustra en el gráfico 3, se estableció una tendencia lineal positiva altamente significativa ( $P < 0.01$ ), y que establece que por cada unidad adicional de butadieno, la resistencia al frote en húmedo incrementa en 0,53. Lo que es corroborado según las apreciaciones de Hidalgo, L. (2004), quien manifiesta que la resistencia al frote en húmedo ayuda a predecir cómo afectaría la presencia de algún líquido sobre la superficie del cuero, por esta razón se utiliza los ligantes de butadieno coriales Binder BU, que sirven para mejorar el relleno la cobertura y aumentar la resistencia de los acabados, siempre deben ser reticulados con endurecedores coriales, debe ser añadido a un ritmo de entre el 10% y 15%, expresado como proporción del Binder, el ligante se encarga de ligar a todas las capas del acabado para que no se desprendan fácilmente al ser frotadas

con fieltros húmedos que son los más agresivos y que asemejan las condiciones tanto en la confección como en el uso.

Las exigencias de calidad para cueros de tapicería son superiores y hay que cumplirlas para poder comercializarlos en los diferentes mercados, es así que la norma internacional IUP 20 (2002) establece que los cueros deben superar los 100 ciclos y que están siendo cumplidos por dos de los tratamientos en la presente investigación.

Los resultados alcanzados en la presente investigación son superiores a los reportes de Chávez, X. (2010), quien en la separación de medias según Tukey, se indica que los mejores resultados de resistencia al frote en húmedo se consiguieron con la aplicación de 120 g de butadieno, ya que reporta una media de 44,73 ciclos, lo que tiene su justificativo en la cantidad empleada que para el presente caso fue menor.

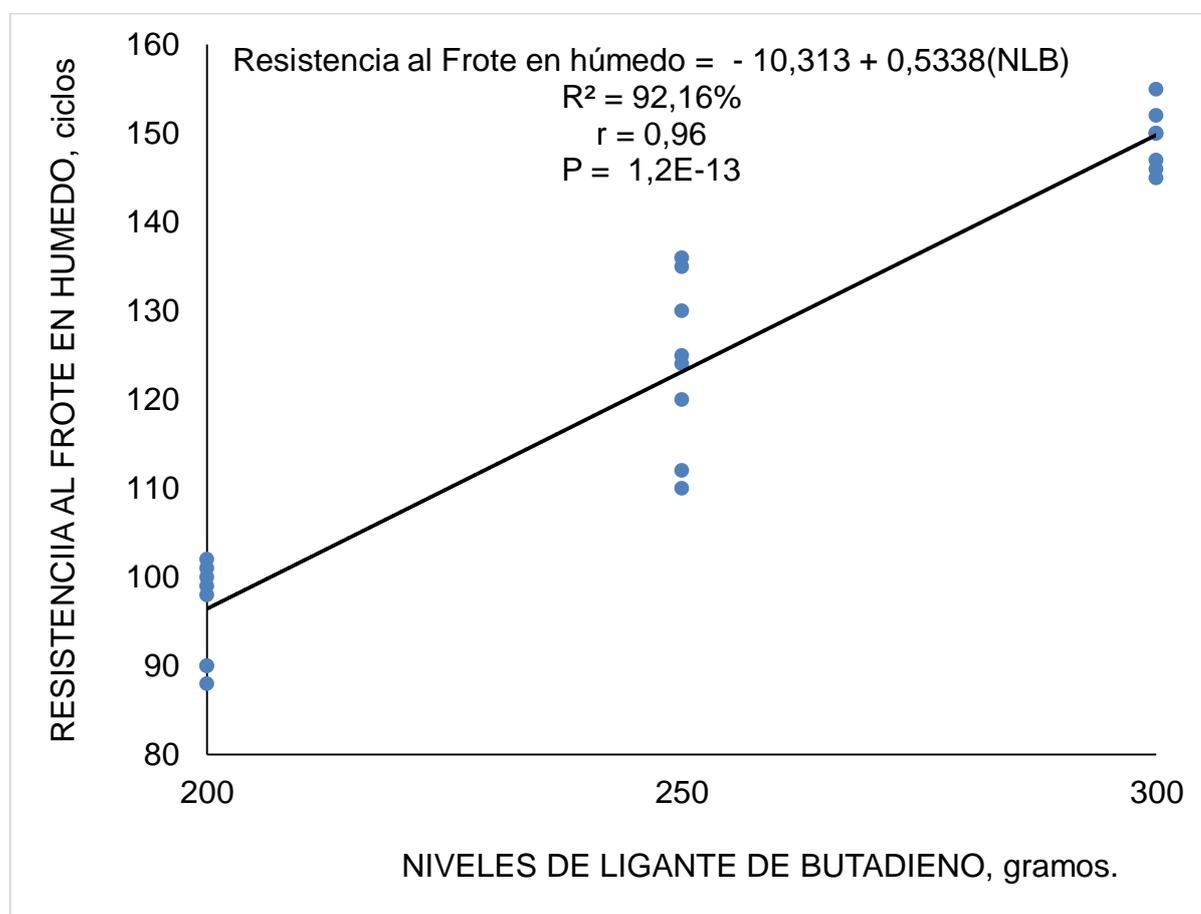


Gráfico 3. Regresión de la resistencia al frote en húmedo de los cueros caprinos acabados con diferentes niveles de butadieno (200, 250 y 300 g.).

### **3. Resistencia al frote en seco**

En el análisis de varianza de la resistencia al frote en seco del cuero para tapicería de automóvil, se reportaron diferencias altamente significativas ( $P < 0,001$ ), entre medias, por efecto de la aplicación de diferentes niveles de butadieno al acabado en seco de los cueros caprinos, estableciéndose las mejores respuestas cuando se añadió al acabado 300 g de butadieno, con resultados de 298,25 ciclos, y que disminuyeron en el lote de cueros a los que se agregó en el acabado en seco 250 g de butadieno, ya que los valores fueron de 263,38 ciclos, mientras tanto que las respuestas más bajas fueron determinadas al añadir al acabado de las pieles caprinas 200 g de butadieno con valores de resistencia al frote en seco de 212,88 ciclos, esto quiere decir que para mejorar las características de resistencia a la abrasión en seco se debe utilizar mayores niveles de butadienos.

Mediante el análisis de la regresión de la resistencia al frote en seco que se ilustra en el gráfico 4, se estableció una tendencia lineal positiva altamente significativa ( $P < 0,01$ ), y que establece que por cada unidad adicional de butadieno, la resistencia al frote en húmedo incrementa en 0,85.

Al respecto Hidalgo, L. (2004), manifiesta que los cueros para tapicería al ser productos de alta gama se busca que el acabado tenga una vida útil prolongada para mejorar sus costos, la interacción química que se da en los diferentes procesos de transformación son complicados por lo que hay que escoger la naturaleza de los compuestos que se ha de utilizar en el acabado en seco de las pieles caprinas de acuerdo al tipo de curtición que se ha dado ya que guardan una estrecha relación para depositarse en la flor, el objetivo de mejorar las características físicas de la piel se consiguen precisamente al complementarse mutuamente las sales de cromo y el butadieno.

Esta complementación puede explicar la menor posibilidad de unión de fibras entre sí en el secado, con lo que se obtiene un cuero más blando, así como las mejores resistencias al mojado y a la temperatura.

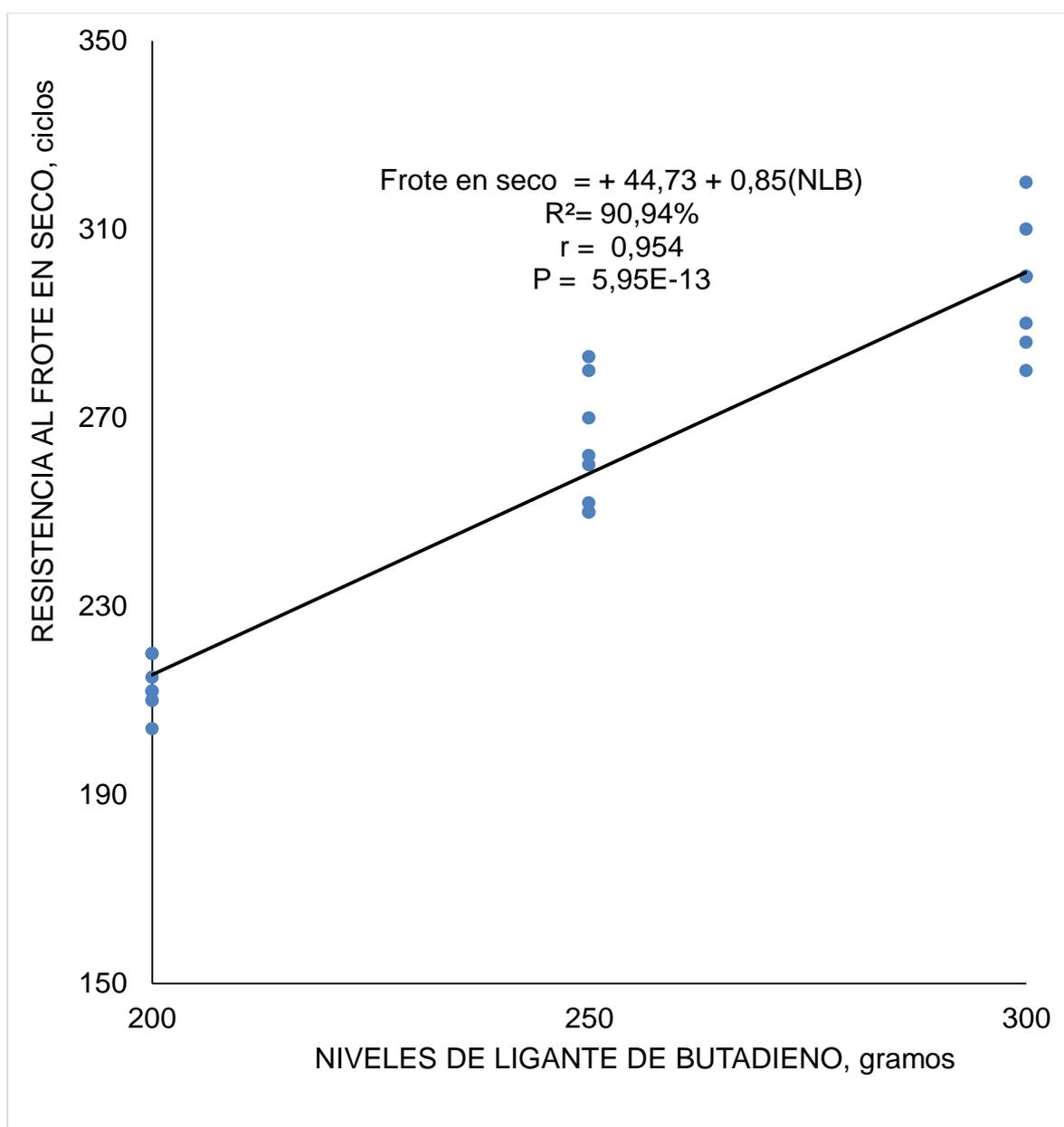


Gráfico 4. Regresión de la resistencia al frote en seco de los cueros caprinos acabados con diferentes niveles de butadieno (200, 250 y 300 g.).

Al realizar el análisis y comparación de los resultados expuestos en la presente investigación con las normas de calidad de la Asociación Española en la industria del Cuero que establece según la norma IUP 20 (2002), que los cueros deben tener medias superiores a 100 ciclos, se aprecia que al aplicar los tres diferentes niveles de butadieno se está superando ampliamente con esta exigencia. Los resultados expuestos de la resistencia al frote en seco son inferiores al compararlos con las reportadas por Guzmán, H. (2017), quien registró valores de 471,88 ciclos,

cuando adiciono al acabado de pieles 700 g de resinas poliuretánicas, debido a que el consumo de agentes químicos en la investigación ha sido superiores a los mencionados en la investigación, pero son superiores a los expuestos por de Orbe, A. (2010), quien al realizar la obtención de cuero pulible acabado con diferentes niveles de caseína en pieles caprinas para la fabricación de calzado femenino, reporto valores de 64,60 ciclos al utilizar 130 g de caseína.

## **B. EVALUACIÓN DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DE LOS CUEROS CAPRINOS ACABADOS EN SECO CON DIFERENTES NIVELES DE BUTADIENO PARA CONFECCIONAR TAPICERÍA DE AUTOMÓVIL**

### **1. Naturalidad**

El análisis estadístico de acuerdo a la prueba de Kruskal Wallis de la variable sensorial naturalidad del cuero caprino, reportó diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ) entre medias, por efecto del nivel de butadieno aplicado a la formulación del acabado en seco de los cueros destinados a la confección de artículos de tapicería, estableciéndose las mejores respuestas cuando se añadió al acabado de las pieles caprinas 300 g de butadieno con ponderaciones de 4,63 puntos y calificación excelente de acuerdo a la escala propuesta por Hidalgo, L. (2017). A continuación se ubican los resultados alcanzados en el lote de cueros acabados con 250 g de butadieno ya que las calificaciones fueron de 4,50 puntos manteniendo las ponderaciones de excelente de acuerdo a la mencionada escala mientras tanto que las calificaciones más bajas que se reportaron cuando se formuló el acabado con 200 g de butadieno con valores medios de 3,50 puntos y calificación buena, como se muestra en el cuadro 10.

Mediante el análisis de la regresión que se ilustra en el gráfico 5, se estableció una tendencia lineal positiva altamente significativa ( $P < 0,01$ ), y que establece que por cada unidad adicional de butadieno aplicada al acabado en seco de las pieles caprinas, la calificación de naturalidad incrementa en 0,01 puntos.

Cuadro 10. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DE LOS CUEROS CAPRINOS ACABADOS EN SECO CON DIFERENTES NIVELES DE BUTADIENO PARA CONFECCIONAR TAPICERÍA DE AUTOMÓVIL.

CALIFICACIONES SENSORIALES	NIVELES DE BUTADIENO, g/ Kg de pintura			EE	Prob
	200 g	250 g	300 g		
Naturalidad, puntos	3,50 c	4,50 b	4,63 a	0,19	0,0006
Llenura, puntos	3,38 c	4,00 b	4,75 a	0,26	0,0047
Tacto, puntos	3,63 c	4,38 b	4,88 a	0,17	0,0001

La naturalidad del cuero se intenta conseguir a base de rodear la fibra de la piel, con productos de peso molecular o miscelar alto, aumentando con ello su grosor y frecuentemente con deposición física o mixta, o sea físico - química entre las fibras. Los productos generalmente empleados son: butadieno; sintéticos de sustitución; resinas; y otros rellenanates más o menos reactivos frente al colágeno, el butadieno forma una película no muy dura, suave, no pegajosa, su resistencia a la luz y al amurallamiento en las temperaturas altas permite cumplir con las normas que se espera para productos de este tipo, acabados formulados con este producto tienen un relleno muy bueno responden muy bien al relieve.

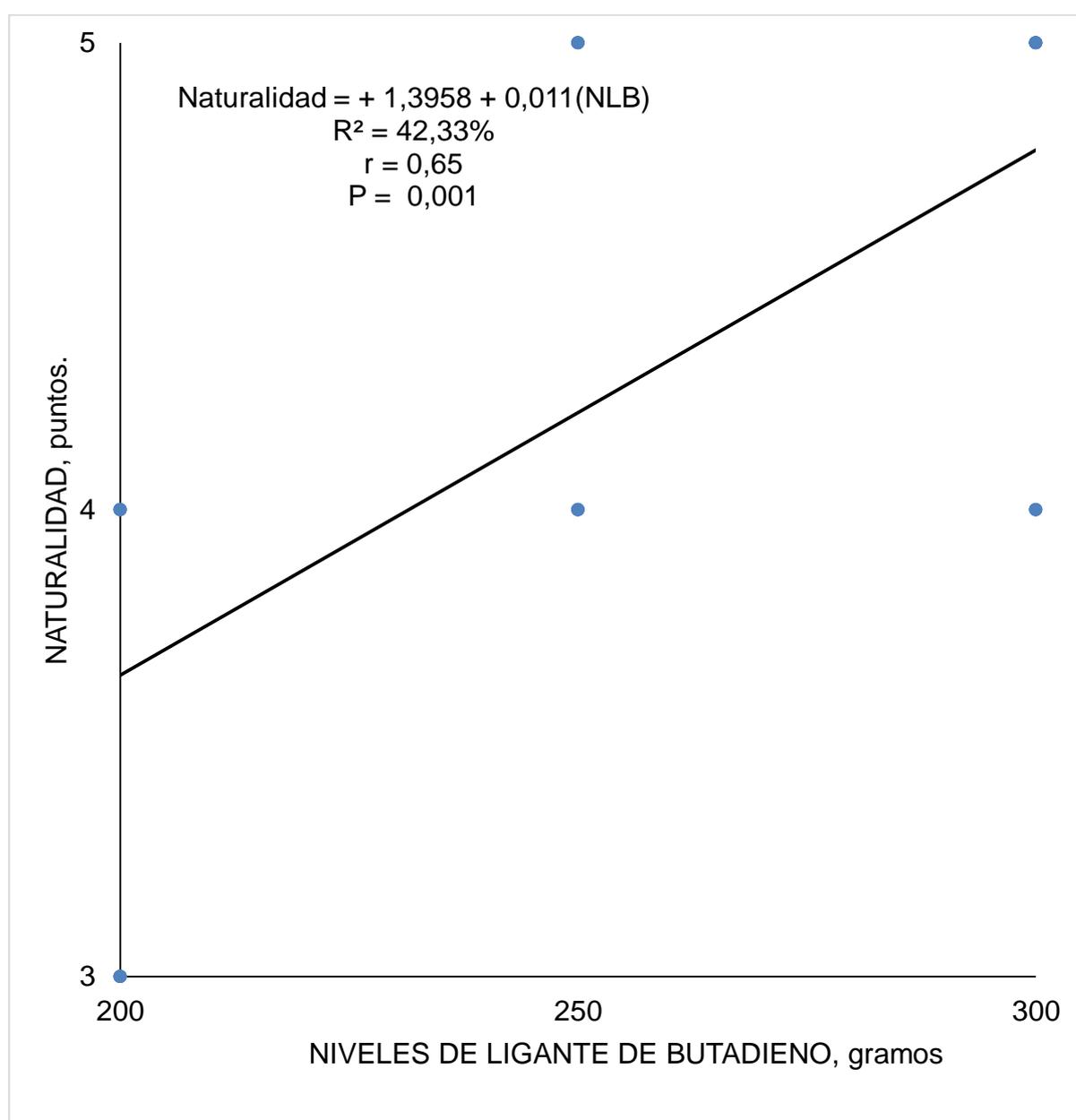


Gráfico 5. Regresión de la calificación de naturalidad de los cueros caprinos acabados con diferentes niveles de butadieno (200, 250 y 300 g).

Los resultados expuestos en la presente investigación son superiores a los valores establecidos por Martínez, L. (2012), quien obtuvo calificaciones medias de 4,58 puntos bajo la misma escala de calificación cuando realizó el acabado de las pieles caprinas con el 100% de cera carnauba, esto debido a la calidad del agente curtiente utilizado así como también que los ligantes permiten una mayor compactación de las moléculas de colágeno y las pinturas sobre toda la superficie del plano con lo cual mejoran de manera considerable la estructura final del cuero sintiéndose más natural en toda la composición de la piel.

## 2. Llenura

Al evaluar la variable llenura se identificó diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ) entre medias, según el criterio Kruskal Wallis, estableciéndose la calificación más alta de llenura y que es de 4,75 puntos, cuando se realizó el acabado de las pieles con 300 g de butadieno, presentando una calificación excelente de acuerdo a la escala propuesta por Hidalgo, L. (2017), a continuación se aprecian valores de 4,00 puntos cuando se agregó al acabado de las pieles 250 g de butadieno y condición muy buena según la mencionada escala. Mientras tanto que las respuestas más bajas fueron registradas cuando se adicionó 200 g de butadieno, al acabado de las pieles ya que los resultados fueron de 3,38 puntos, y condición buena, es decir que al adicionar mayores niveles de butadieno en el acabado de las pieles caprinas se mejora la calificación de llenura,

Mediante el análisis de la regresión de la característica sensorial llenura que se ilustra en el gráfico 6, se estableció una tendencia lineal positiva altamente significativa ( $P < 0.01$ ), y que establece que por cada unidad adicional de butadieno, la llenura se incrementa en 0,014 puntos. Los valores expuestos tienen su fundamento en las apreciaciones de Bacardit, A. (2004), quien manifiesta que no es frecuente atribuir a la tintura ninguna modificación apreciable en la calidad sensorial del cuero, se podría suponer que en el caso de emplear mucho colorante

(en el negro), podría darse el caso de un ligerísimo aumento de grosor, algo más de plenitud, y algo más de compacidad, todo ello a escala muy reducida.

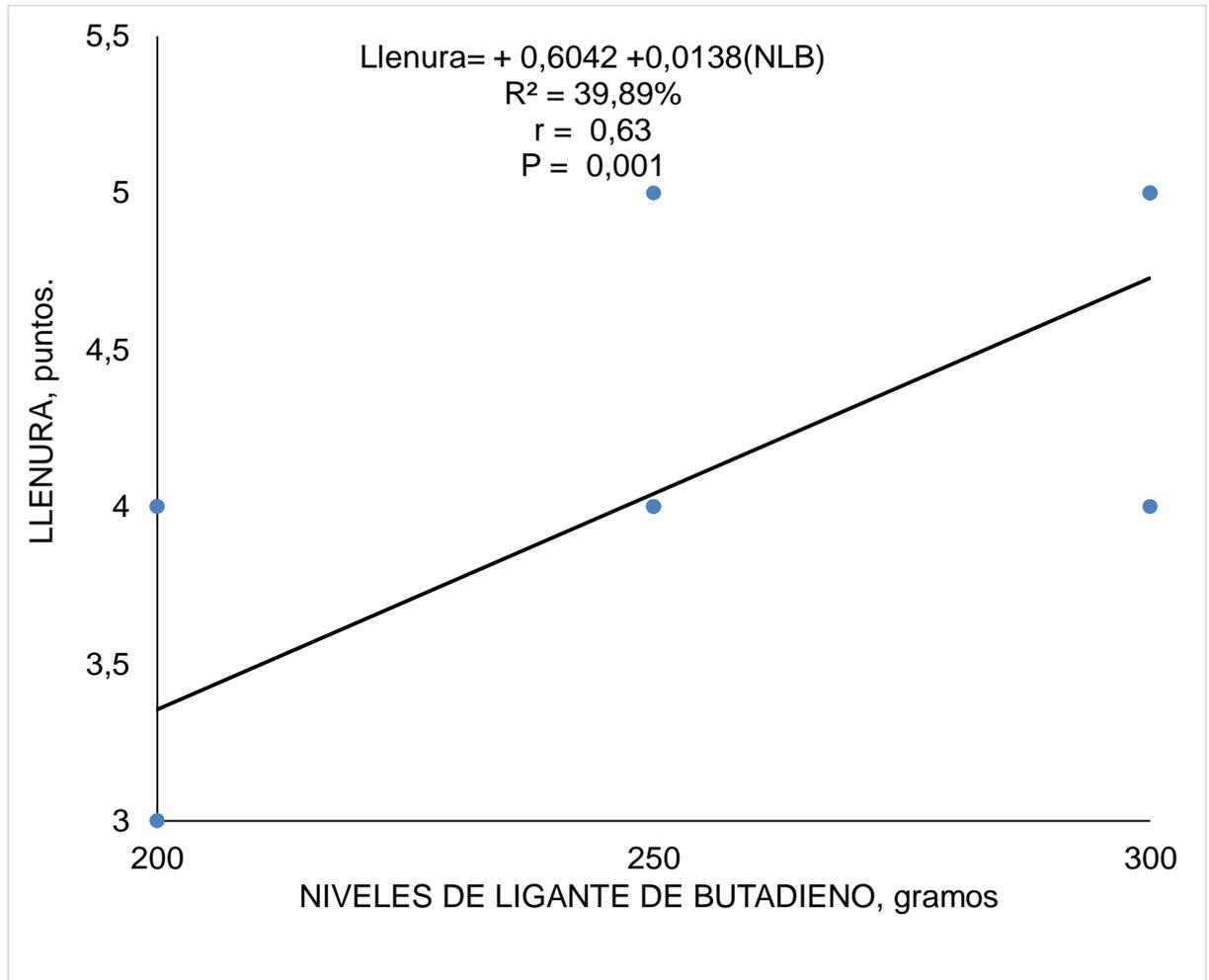


Gráfico 6. Regresión de la llenura de los cueros caprinos acabados en seco con diferentes niveles de butadieno (200, 250 y 300 g).

Todos los factores considerados en la curtición y en el acabado generan un impacto sobre las características físicas y sensoriales del cuero, lo que se busca en el acabado es corregir las fallas de procesos anteriores y otorgar al cuero las tipologías finales, Los butadienos no penetran profundamente en la piel, pero pueden cargar más cantidad de pigmento y otros materiales inorgánicos con respecto a las resinas acrílicas y tienen mejores propiedades de grabado, por lo tanto rellenan adecuadamente al cuero. Los butadienos tienen un carácter parecido

a la goma, y los acabados con este tipo de productos tienen un tacto superficial neumático, y una llenura ideal para la confección de productos muy exigentes como es el cuero de tapiz de automóvil.

Los valores expuestos de la calificación de llenura de los cueros caprinos son superiores al ser comparados con las medias reportadas por Cayancela, I. (2016) quien registró valores de 4,50 puntos, bajo el mismo sistema de referencia cuando adicionó al acabado de las pieles cera tipo Crackel, esto debido a que los ligantes en general logran un mejor espectro de reacción química lo que logra mejorar las condiciones de la piel siendo superiores a los reportados por otro tipo de compuestos químicos adicionados en el acabado.

### **3. Tacto**

La valoración sensorial de tacto de acuerdo al criterio Kruskal Wallis reportó diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ) entre medias estableciéndose las mejores respuestas cuando se adicionó al acabado de las pieles 300 g de butadieno con resultados de 4,88 puntos y calificación excelente de acuerdo a la escala propuesta por Hidalgo, L. (2017). A continuación se aprecian los resultados alcanzados en el lote de cueros acabados con 250 g de agente ligante butadieno, con valores de 4,38 puntos y calificación muy buena de acuerdo a la mencionada escala, en tanto que las respuestas más bajas fueron registradas cuando se añadió al acabado de las pieles caprinas con 200 g de butadieno, con resultados de 3,63 puntos y condición buena; es decir que al utilizar mayores niveles de butadieno en el acabado de pieles caprinas se mejora de manera considerable las características de tacto.

Mediante el análisis de la regresión que se realizó para la variable sensorial tacto de los cueros caprinos que se ilustra en el gráfico 7, se estableció una tendencia lineal positiva altamente significativa ( $P < 0,01$ ), y que establece que por cada unidad adicional de butadieno, la calificación sensorial de tacto se incrementa en 0,0125.

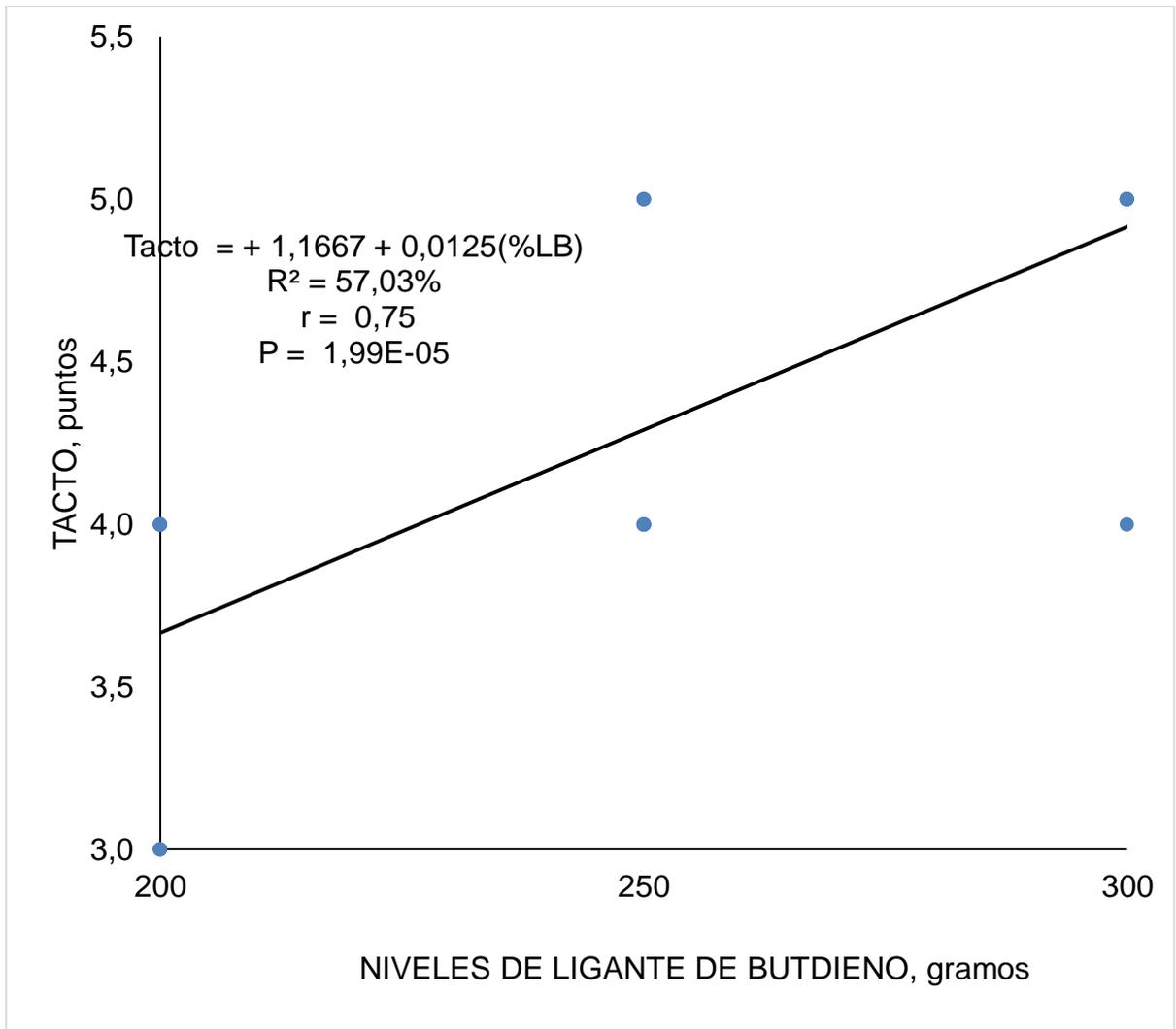


Gráfico 7. Regresión del tacto de los cueros caprinos acabados en seco con diferentes niveles de butadieno (200, 250 y 300 g).

Al respecto Soler, J (2004), quien manifiesta que Considerando que el butadieno son productos filmigénicos capaces de englobar en sus estructuras otros productos sin que se modifiquen de forma sensible sus características fundamentales a las que se suman las de los productos que se les han incorporado. Constituyen el elemento principal del acabado y de ellos dependerán sus propiedades básicas que le confieran a la piel especialmente de tacto que Para la tapicería se pide generalmente un tacto similar a la confección pero algo más elástico y no tan blando es decir fuerte y resistente para que no se rompa al formar el tapis de automóvil,

además es necesario recalcar que el ligante de butadieno proporciona un film medio sin tacto pegajoso, forman películas flexibles, más o menos blandas elásticas y con una fuente de poder ligante y por otras características. Tienen como objeto principal, regular la absorción, para que los pigmentos no penetren demasiado profundamente en el cuero y ocultar tales como lo bajos de flor o tactos muy ásperos.

Los valores obtenidos de la prueba sensorial de tacto son superiores a los registrados por Auquillas, P. (2015) quien reportó valores de 4,80 puntos cuando añadió al acabado de las pieles caprinas 150 g de filler de alta densidad, y de Guzmán H. (2016), quien estableció las mejores respuestas con la adición a las pieles caprinas tipo charol 500 g de resinas poliuretánicas, con 4,75 puntos y calificación excelente.

### **C. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN ENTRE VARIABLES DE LOS CUEROS CAPRINOS ACABADOS EN SECO CON DIFERENTES NIVELES DE BUTADIENO PARA CONFECCIONAR TAPICERÍA DE AUTOMÓVIL**

Para determinar el tipo de correlación existente entre los niveles de butadieno (200,250 y 300 g/kg de pintura), y las variables físicas como sensoriales del cuero caprino destinado a la confección de tapiz de automóvil se utilizó la matriz de Correlación de Pearson que se describe en el cuadro 11, y que determina que:

- La correlación que se aprecia entre los diferentes niveles de butadieno y la resistencia a la tensión determina una relación positiva alta de  $r = 0,59$ ; que infiere que a medida que se incrementa el nivel de butadieno en la fórmula del acabado en seco de los cueros caprinos la resistencia a la tensión también se eleva en forma altamente significativa ( $P < 0.001$ ).
- El grado de asociación que se reporta entre la resistencia al frote en húmedo y el nivel de butadieno equivale a establecer una correlación positiva alta con

un coeficiente de correlación de  $r = 0,96$ , que permite estimar que conforme se incrementa el nivel de butadieno en el acabado en seco de los cueros caprinos, la resistencia al frote en húmedo también tiende a elevarse en forma altamente significativa ( $P < 0.001$ ).

- De la misma manera al correlacionar la resistencia al frote en seco con los diferentes niveles de butadieno aplicado al acabado en seco de las pieles caprinas destinadas a la confección de tapicería de automóvil se identifica una relación positiva alta con un coeficiente correlacional de  $r = 0,95$ , que infiere que a medida que se incrementa el nivel de butadieno la resistencia al frote en húmedo también tiende a elevarse, ( $P < 0.001$ ).
- El grado de asociación que existe entre la calificación sensorial naturalidad y el nivel de butadieno equivale a establecer una correlación positiva alta de  $r = 0,65$ , que permite estimar que conforme se eleva el nivel de en las capas de acabado se torna más homogénea la distribución del butadieno en el entretejido fibrilar que provoca un mejor aspecto y por ende una mayor calificación de naturalidad, en forma altamente significativa ( $P < 0,01$ ).
- Para la variable sensorial de llenura se identifica una correlación positiva alta ( $r = 0,63$ ), que afirma que por la inclusión de mayores niveles de butadieno en la formulación de acabado de los cueros caprinos destinados a la confección de tapicera para automóvil, existe un incremento de la calificación de llenura, ( $P < 0.001$ ).
- Finalmente al correlacionar la apreciación sensorial de tacto de los cueros caprinos con los diferentes niveles de butadieno se registra un coeficiente correlacional de  $r = 0,76$ ; que es positiva y altamente significativa, por lo tanto proyecta que a medida que se incrementan los niveles de butadieno en el acabado en seco de los cueros caprinos también se eleva el tacto alcanzando la calificación de excelente, ( $P < 0,01$ ).

Cuadro 11. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN ENTRE VARIABLES DE LOS CUEROS CAPRINOS ACABADOS EN SECO CON DIFERENTES NIVELES DE BUTADIENO PARA CONFECCIONAR TAPICERÍA DE AUTOMÓVIL.

	Butadieno	Resistencia a la Tensión	Resistencia al Frote húmedo	Resistencia al Frote seco	Naturalidad	Llenura	Tacto
Butadieno	1						
Resistencia a la Tensión	0,59	1					
Resistencia al Frote húmedo	0,96	0,57	1				
Resistencia al Frote seco	0,95	0,6	0,98	1			
Naturalidad	0,65	0,46	0,72	0,69	1		
Llenura	0,63	0,58	0,58	0,62	0,38	1	
Tacto	0,76	0,51	0,66	0,67	0,57	0,47	1

\*\*La correlacion es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

\*: la correlacion es significante al nivel 0,05 (bilateral).

#### **D. EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA PRODUCCIÓN DE CUEROS CAPRINOS ACABADOS CON DIFERENTES NIVELES DE BUTADIENO**

La evaluación económica de la producción de cuero caprino acabado en seco, utilizando diferentes niveles de butadieno, determinó un egreso total producto de la adquisición de las pieles caprinas, productos químicos, alquiler de maquinaria entre otros, para cada uno de los tratamientos que correspondió a \$165,51; \$173,44 y \$169,81 con la aplicación de 200 g, 250 g y 300 g de butadieno por kilogramo de pintura respectivamente adicionado en el acabado en seco de los cueros caprinos, de la misma manera los resultados de los ingresos provenientes de la venta de artículos confeccionados y excedente de cuero registraron valores de 201,95; 224,33 y 224,38; al utilizar, los tratamientos 200 g 250 g y 300 g de butadieno individualmente, con lo que se puede obtener la relación beneficio costo que fue superior al utilizar el tratamiento con 300 g de butadieno, ya que el valor fue de 1,32 o lo que es lo mismo decir que por cada dólar invertido se recibe una utilidad de 32 centavos o el 32% de ganancia, la misma que desciende a 1,29 al utilizar el tratamiento con 250 g , o lo que es lo mismo afirmar que por cada dólar invertido se espera una recuperación de capital del 29%, finalmente las respuestas menos eficientes pero no por ello económicamente negativas se obtienen en los cueros del tratamiento 200 g, ya que la relación beneficio costo fue de 1,22 o el 22% de utilidad neta, como se reporta en el cuadro 12.

Al determinar ganancias que van del 22 al 32%; se afirma que la producción de cueros para tapicería se considera una actividad muy interesante sobre todo porque se logra proveer de materia prima a un mercado muy exigente y sobre todo que es muy limitado y de alto costo ya que en nuestro país existen muy pocas curtiembres que se dedican a la producción de este tipo de cueros por lo tanto el costo por decímetro cuadrado es muy alto en relación a las napas o cueros para calzado, por lo tanto se considera que en los momentos actuales en los que la economía está muy inestable es necesario incursionar en la producción de artículos innovadores, ya que se está utilizando una materia prima no convencional como es la piel caprina que constituiría una alternativa mayor para incrementar la producción de esta especie al utilizar un subproducto de bajo valor.

Cuadro 12. EVALUACIÓN ECONÓMICA.

CONCEPTO	NIVELES DE BUTADIENO, g/ Kg de pintura.		
	200 g	250 g	300 g
	T1	T2	T3
Compra de pieles de cabra	8	8	8
Costo por piel de cabra	4,5	4,5	4,5
Valor de pieles de cabra	36	36	36
Productos para el remojo	18,25	18,25	18,25
Productos para descarnado Y curtido	18	18	18
Productos para engrase	28,25	28,25	28,25
Ligantes Butadienos para el acabado	19,35	27,28	23,65
Alquiler de Maquinaria	15,66	15,66	15,66
Confección de artículos	30	30	30
<b>TOTAL DE EGRESOS</b>	<b>165,51</b>	<b>173,44</b>	<b>169,81</b>
<b>INGRESOS</b>			
Total de cuero producido	45,5	50,5	47,5
Costo cuero producido pie 2	0,27	0,29	0,28
Cuero utilizado en confección	12,5	12,5	12,5
Excedente de cuero	33	38	35
Venta de excedente de cuero	131,95	184,325	154,375
Venta de artículos confeccionados	70,00	40,00	70,00
<b>TOTAL DE INGRESOS</b>	<b>201,95</b>	<b>224,33</b>	<b>224,38</b>
Beneficio costo	1,22	1,29	1,32

## **V. CONCLUSIONES**

De los resultados obtenidos se derivan las siguientes conclusiones:

- La valoración de las resistencias físicas del cuero caprino acabado con diferentes niveles de butadieno, registró las respuestas más altas con la aplicación de 300 g, aumento la resistencia a la tensión (1074,24 N/cm<sup>2</sup>), y al frote en seco y húmedo (149,38 y 298,25 ciclos), ya que superan con las exigencias de calidad descritas en las normas del cuero destinado a la confección de tapiz de automóvil.
- La evaluación sensorial del cuero caprino establece las calificaciones más altas de naturalidad (4,63 puntos); llenura (4,75 puntos), y tacto (4,88 puntos), al aplicar al acabado en seco 300 g de butadieno.
- La relación beneficio/costo infiere una mayor ganancia al realizar un acabado con altos niveles de butadieno (300 g), ya que el valor fue de 1,32; o lo que es lo mismo decir, que por cada dólar invertido se espera una utilidad del 32%, que al ser comparada con otras actividades similares resultan ser más atractivas considerando sobre todo que la inversión inicial y la recuperación de capital es menor.

## **VI. RECOMENDACIONES**

De las conclusiones establecidas se derivan las siguientes recomendaciones:

- Elaborar un cuero caprino utilizando 300 g de butadieno, ya que presente las mejores resistencias físicas y cualidades sensoriales, para ser considerado adecuado para la confección de tapicería de automóvil.
- Evaluar el empleo de butadieno en cueros curtidos solo al cromo o vegetal, para determinar si las características se replican favorablemente o solo es aplicada para cueros de curtición mixta como es cromo-tanino.
- Realizar investigaciones con otros productos ligantes y en otras especies para crear un banco tecnológico que sirva de referente a las personas afines a la producción sobre todo de cueros de tapicería de automóvil que no es muy comercializada por las empresas curtidoras.

## VII. LITERATURA CITADA

1. ADZET J. 2006. Química Técnica de Tenerife. España. 1a ed. Igualada, España. Edit. Romanya-Valls. pp. 105,199 – 215.
2. ARTIGAS, M. 2007. Manual de Curtiembre. Avances en la curtición de pieles. 2a ed. Barcelona-España. Edit. Latinoamericana. pp 36 – 39.
3. ASOCIACIÓN QUÍMICA ESPAÑOLA DE LA INDUSTRIA DEL CUERO. 2008. Ponencias de curtimiento y acabado del cuero. 1a ed. Barcelona España. Norma Técnica, IUP 9 del año 2001, para el porcentaje de elongación . Edit. CORSEG.A. pp. 15
4. BACARDIT, A. 2004. Química Técnica del Cuero. 2a ed. Cataluña, España. Edit. COUSO. pp. 12-52-69.
5. BASANTES, T. 2016 La aplicación de las Impregnaciones o pre-fondos en las pieles caprinas. Disponible en <http://tecnicasdecueroelerizorojo.blogspot.com/2012/10/cuero-e-impermeabilidad.html>.
6. CASA QUÍMICA BAYER. 2008. Curtir, teñir, acabar. 2a ed. Munich, Alemania. Edit Bayer. pp 11 – 45, 53, 110
7. CORDERO, P. 2012. Procesos de acabado en húmedo de pieles caprinas. Disponible en <http://www.ligantes.com>
8. CHURATA, M. 2016. Las características de los cueros para tapicería. Disponible en <http://www.unjbg.edu.pe/coin2/pdf/01040500803.pdf>.
9. GÓMEZ, T. 2009. Ensayo de la tendencia del cuero a la formación de velo (Fogging). Disponible en <http://www.quimicabayer.com>.

10. GRATACOS, E. 2013. Tecnología Química del Cuero. 1a ed. Portavella, España. Edit Boleda Lluch. pp. 38-42.
11. HIDALGO, L. 2004. Texto básico de Curtición de pieles. 1a ed. Riobamba, Ecuador. Edit. ESPOCH. pp. 10 – 56.
12. HIDALGO, L. 2017. Escala de calificación para pieles acabados en seco con diferentes niveles de butadieno. Riobamba Ecuador.
13. IZQUIERDO, L. 2004. La Normalización en el sector de Curtidos" Conceptos Generales sobre Normalización. 1a ed. Igualada, España. edit CETI. PP 459 – 467.
14. JIMÉNEZ, M. 2016 La formulación de las capas de efectos o contraste. Disponible en <http://www.ciaindumentaria.com.ar/plataforma/los-acabados-en-el-cuero/>
15. LULTCS, W. 2013. IX Conferencia de la Industria del Cuero, se. Barcelona-España. Edit. Separata Técnica, pp 9,11,25,26,29,45.
16. MÉNDEZ, R. 2016. El esmerilado y acabado de pieles para tapicería. <http://pieldetapiceria.blogspot.com/2006/09/el-cuero-de-este-sof-es-plena-flor.html>
17. SÁNCHEZ, M. 2016 Acabado en húmedo de pieles caprinas. Disponible en [http://www.edym.net/Confeccion\\_en\\_piel\\_gratis/part01/lecc04/capitulo8900.html](http://www.edym.net/Confeccion_en_piel_gratis/part01/lecc04/capitulo8900.html)
18. SOLER, J. 2004. Procesos de Curtido, 1a ed. Barcelona, España. Edit CET1. pp. 12, 45, 97,98.

19. SCHUBERT, M. 2007. Procesos de tratamiento de los baños depilado para reducir la polución de las aguas residuales. 2a ed. Munich, Italia. Edit. Technologist. pp 46 - 89.
20. SIEGUEL, N. 2012. Métodos Estadísticos para variables no paramétricas, 1 a ed. Santiago de Chile, Chile. sn. pp 45, 52,58.
21. PÉREZ, P. 2016 Aplicación de las diferentes capas del acabado. Disponible en <https://www.quiminet.com/articulos/clasificacion-de-los-cueros-acabados-17378.htm>.
22. PUCCI, M. 2016 Acabado en seco del cuero caprino destinado a la confección de tapicería. Disponible en <https://es.scribd.com/doc/275205297/Acabado-Del-Cuero>
23. PUENTE, C. 2016 Envejecimiento prematuro de los cueros caprinos. Disponible en <http://www.neutralizado.com>.
24. THORSTENSEN, E. 2002. El cuero y sus propiedades en la Industria. 3a ed. Munich, Italia. Edit. Interamericana, pp 325- 386.
25. VILLEGAS, R. 2016 El acabado de los cueros destinados a la confección de tapicería. Disponible en <http://wernerapazaunt.blogspot.com/2014/10/proceso-de-curtido-y-acabado-de-cuero.html>.
26. YUSTE, N. 2002. Utilización des de partícula fina en el acabado de pieles finas. Barcelona, España. Edit Albatros. pp. 52 – 69.
27. ZARATE, A. 2016. Las aplicaciones del butadieno en el cuero. Disponible en el [sitio https://www.repsol.com/sa/herramientas/CatalogoQuimica/TransFichero.aspx?ruta=&archivo=BUTADIENO&tipo=NT](https://www.repsol.com/sa/herramientas/CatalogoQuimica/TransFichero.aspx?ruta=&archivo=BUTADIENO&tipo=NT).

**ANEXOS**

Anexo 1. Resistencia a la tensión de los cueros caprinos acabados con diferentes niveles de butadieno.

a. Datos experimentales

Niveles de butadieno	REPETICIONES							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
200	590,91	798,61	989,58	812,50	833,33	673,61	658,33	621,21
250	1421,05	931,82	810,61	803,03	850,00	1489,58	1075,76	848,48
300	1022,73	1030,30	1125,00	1030,30	946,97	1125,00	1200,00	1113,64

b. Análisis de varianza

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	Fisher calculado	Fisher 0,01	Fisher 0,05	Prob	Sign
Total	23	1214755,42	52815,45					
Tratamiento	2	501976,77	250988,39	7,39	3,47	5,78	0,00	**
Error	21	712778,65	33941,84					

c. Separación de medias

Niveles de butadieno	Medias	Rango
200 g.	747,26	c
250 g.	1028,79	b
300 g.	1074,24	a

d. ADEVA de regresión de los cueros caprinos

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	427665,63	427665,63	11,95	0,002
Residuos	22	787089,79	35776,81		
Total	23	1214755,42			

Anexo 2. Resistencia al frote en húmedo de los cueros caprinos acabados con diferentes niveles de butadieno.

a. Datos experimentales

Niveles de butadieno	REPETICIONES							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
200	102,00	98,00	90,00	101,00	88,00	99,00	90,00	100,00
250	120,00	110,00	125,00	130,00	135,00	136,00	112,00	124,00
300	150,00	145,00	147,00	146,00	150,00	155,00	152,00	150,00

b. Análisis de varianza

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	Fisher calculado	Fisher 0,01	Fisher 0,05	Prob	Sign
Total	23	11404,75	495,86					
Tratamiento	2	11404,75	5702,38	124,76	3,47	5,78	0,000	**
Error	21	959,875	45,708					

c. Separación de medias

Niveles de butadieno	Medias	Rango
200 g.	96,00	c
250 g.	124,00	b
300 g.	149,38	a

d. ADEVA de regresión de los cueros caprinos

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	11395,5625	11395,56	258,71	1,20E-13
Residuos	22	969,0625	44,05		
Total	23	12364,625			

Anexo 3. Resistencia al frote en seco de los cueros caprinos acabados con diferentes niveles de butadieno.

a. Datos experimentales

Niveles de butadieno	REPETICIONES							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
200	215,00	210,00	212,00	204,00	210,00	220,00	212,00	220,00
250	252,00	250,00	262,00	270,00	280,00	283,00	250,00	260,00
300	300,00	280,00	290,00	286,00	300,00	320,00	310,00	300,00

b. Análisis de varianza

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	Fisher calculado	Fisher 0,01	Fisher 0,05	Prob	Sign
Total	23	29481,08	1281,79					
Tratamiento	2	29481,08	14740,54	119,970	3,467	5,780	0,000	**
Error	21	2580,25	122,87					

c. Separación de medias

Niveles de butadieno	Medias	Rango
200 g.	212,88	c
250 g.	263,38	b
300 g.	298,25	a

d. ADEVA de regresión de los cueros caprinos

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	29155,563	29155,563	220,741	5,95E-13
Residuos	22	2905,7708	132,08049		
Total	23	32061,333			

Anexo 4. Naturalidad de los cueros caprinos acabados con diferentes niveles de butadieno.

a. Datos experimentales

Niveles de butadieno	REPETICIONES							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
200 g.	4,00	4,00	3,00	3,00	3,00	4,00	3,00	4,00
250 g.	5,00	4,00	4,00	5,00	5,00	5,00	4,00	4,00
300 g.	5,00	5,00	5,00	4,00	5,00	4,00	4,00	5,00

b. Análisis de varianza

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado Media	Fisher calculado	Fisher 0,01	Fisher 0,05	Prob	Sign
Total	23	6,08333333	0,26449275					
Tratamiento	2	6,08333333	3,04166667	10,872	3,467	5,780	0,001	**
Error	21	5,875	0,2797619					

c. Separación de medias

Niveles de butadieno	Medias	Rango
200 g.	3,50	c
250 g.	4,50	b
300 g.	4,63	a

d. ADEVA de regresión de los cueros caprinos

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	5,0625	5,06	16,151	0,001
Residuos	22	6,8958	0,314		
Total	23	11,958			

Anexo 5. Llenura de los cueros caprinos acabados con diferentes niveles de butadieno.

a. Datos experimentales

Niveles de butadieno	REPETICIONES							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
200	2,00	4,00	3,00	3,00	4,00	4,00	3,00	4,00
250	4,00	4,00	4,00	2,00	4,00	5,00	5,00	4,00
300	5,00	5,00	4,00	4,00	5,00	5,00	5,00	5,00

b. Análisis de varianza

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	Fisher calculado	Fisher 0,01	Fisher 0,05	Prob	Sign
Total	23	7,583	0,3297					
Tratamiento	2	7,583	3,79167	7,0	3,467	5,780	0,005	**
Error	21	11,375	0,541667					

c. Separación de medias

Niveles de butadieno	Medias	Rango
200 g.	3,38	c
250 g.	4,00	b
300 g.	4,75	a

d. ADEVA de regresión de los cueros caprinos

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	7,563	7,5625	14,6	0,001
Residuos	22	11,3958	0,51799		
Total	23	18,9583			

Anexo 6. Tacto de los cueros caprinos acabados con diferentes niveles de butadieno.

a. Datos experimentales

Niveles de butadieno	REPETICIONES							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
200	4,00	4,00	4,00	3,00	4,00	4,00	3,00	3,00
250	5,00	5,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	5,00
300	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	4,00	5,00

b. Análisis de varianza

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	Fisher calculado	Fisher 0,01	Fisher 0,05	Prob	Sign
Total	23	6,33	0,2754					
Tratamiento	2	6,33	3,17	14,38	3,47	5,78	0,0001	**
Error	21	4,625	0,22					

c. Separación de medias

Niveles de butadieno	Medias	Rango
200 g.	3,63	c
250 g.	4,38	b
300 g.	4,88	a

d. ADEVA de regresión de los cueros caprinos

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	6,25	6,25	29,20	0,00002
Residuos	22	4,71	0,21		
Total	23	10,96			

Anexo 7. Evaluación estadística de las resistencias físicas del cuero caprino en el programa estadístico computarizado INFOSTAT.

Análisis de la varianza					
Tension					
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
Tension	24	0,41	0,36	19,39	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	501981,91	2	250990,95	7,39	0,0037
Butadieno	501981,91	2	250990,95	7,39	0,0037
Error	712772,72	21	33941,56		
Total	1214754,63	23			
Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=232,18529 Error: 33941,5579 gl: 21					
Butadieno	Medias	n	E.E.		
200	747,26	8	65,14	A	
250	1028,79	8	65,14		B
300	1074,24	8	65,14		B
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )					
Resistencia al Frote humedo					
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
Frote humedo	24	0,92	0,91	5,49	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	11404,75	2	5702,38	124,76	<0,0001
Butadieno	11404,75	2	5702,38	124,76	<0,0001
Error	959,88	21	45,71		
Total	12364,63	23			
Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=8,52053					
Error: 45,7083 gl: 21					
Butadieno	Medias	n	E.E.		
200	96	8	2,39	A	

250	124	8	2,39	B	
300	149,38	8	2,39	C	
Frote seco					
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
Frote seco	24	0,92	0,91	4,29	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	29481,08	2	14740,54	119,97	<0,0001
Butadieno	29481,08	2	14740,54	119,97	<0,0001
Error	2580,25	21	122,87		
Total	32061,33	23			
Butadieno	Medias	n	E.E.		
200	212,88	8	3,92	A	
250	263,38	8	3,92	B	
300	298,25	8	3,92	C	

Anexo 8. Evaluación estadística de las calificaciones sensoriales del cuero caprino en el programa estadístico computarizado INFOSTAT.

Naturalidad					
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
Naturalidad	24	0,51	0,46	12,57	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	6,08	2	3,04	10,87	0,0006
Butadieno	6,08	2	3,04	10,87	0,0006
Error	5,87	21	0,28		
Total	11,96	23			
Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,66660 Error: 0,2798 gl: 21					
Butadieno	Medias	n	E.E.		
200	3,5	8	0,19	A	
250	4,5	8	0,19	B	
300	4,63	8	0,19	B	
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)					
Llenura					
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
Llenura	24	0,4	0,34	18,21	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	7,58	2	3,79	7	0,0047
Butadieno	7,58	2	3,79	7	0,0047
Error	11,38	21	0,54		
Total	18,96	23			
Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,92754 Error: 0,5417 gl: 21					
Butadieno	Medias	n	E.E.		
200	3,38	8	0,26	A	
250	4	8	0,26	A	B
300	4,75	8	0,26		B
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)					

Tacto					
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
Tacto	24	0,58	0,54	10,94	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	6,33	2	3,17	14,38	0,0001
Butadieno	6,33	2	3,17	14,38	0,0001
Error	4,63	21	0,22		
Total	10,96	23			
Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,59145 Error: 0,2202 gl: 21					
Butadieno	Medias	n	E.E.		
200	3,63	8	0,17	A	
250	4,38	8	0,17		B
300	4,88	8	0,17		B
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )					

Anexo 9. Receta del proceso de ribera de la utilización de diferentes niveles de butadieno en el acabado en seco de cueros caprinos para tapicería de automóvil.

Proceso	Operación	Producto	%	Cantidad	Temperatura (°c)	Tiempo		
W(32,3 Kg)		Agua	200	64,6 lts	Ambiente	30 minutos		
REMOJO	BAÑO	Tenso activo	1	323 g				
		Cloro	1 sachet	2 sachet				
	BOTAR BAÑO							
	BAÑO	Agua	200	64,6 lts	Ambiente	3 horas		
		Tenso activo	0,	161,5 g				
		Cloruro de sodio	2	646 g				
BOTAR BAÑO								
Pelambre embadurnado	PASTA	Agua	5	1,65 lts	Ambiente	12 horas		
		Hidróxido de sulfuro de sodio	3	969 g				
		Yeso	2,	812,5 g				
			1	323 g				
SACAR EL PELO								
W(23,0 Kg)		Agua	100	23 lts		10 minutos		
		sulfuro de sodio	0,4	92 g		10		
		Sulfuro de sodio	0,4	92 g		10		
		Agua	5	11,5 lts		10		
		Sal	0,5	115 g		10		
		sulfuro de sodio	0,	115 g		30 minutos		
		Hidróxido de calcio	1	230 g		30 minutos		
		Hidróxido de calcio	1	230 g		30 minutos		
		Hidróxido de calcio	1	230 g		3 horas		
		REPOSAR EL BOMBO POR 20 HORAS						
		RODAR EL BOMBO POR 30 MINUTOS						
BOTAR BAÑO								
PELAMBRE Y CALERO	BAÑO	Agua	20	46 lts	Amb	20 minutos		
	BOTAR BAÑO							
	BAÑO	Agua	10	23 lts		30 minutos		
		Ca(OH)2 cal	1	230 g				
BOTAR BAÑO								

Anexo 10. Receta para el proceso desencalado, rendido y piquelado I de la utilización de diferentes niveles de butadieno en el acabado en seco de cueros caprinos para tapicería de automóvil.

Proceso	Operación	Producto	%	Cantidad	Temperatura (°c)	Tiempo
W(23, 0 Kg)		Agua	200	46 lts	2	30 minutos
		Agua	200	46 lts	2	60 minutos
		Agua	100	23 lts		60 minutos
		bisulfito de sodio				
		formiato de sodio				
		Agua	200	46 lts	2	20 minutos
		Agua	100	23 lts		40 minutos
		Purga	0,5	115 g		
		BOTAR BAÑO				
PIQUELADO I		Agua	200	46 lts	Ambiente	20 minutos
		BOTAR				
		Agua	100	23 lts	Ambiente	10 minutos
		NaCl (sal)	5	1150 g		
		HCOOH (ácido fórmico)		322 ml		
		1ra parte diluida				
		2da parte				
		3ra parte				
		HCOOH (ácido fórmico 1:10)	0,4	92 ml		
		1ra parte diluida				
		2da parte				
		3ra parte				
		BOTAR BAÑO				
DESENGRASE		Agua	100	23 lts	3	60 minutos
	BAÑO	Tenso activo	2	460 g		
		Diesel	4	920 g		
		BOTAR				
		Agua	100	23 lts	3	30 minutos
		Tenso activo	2	460 g		
	BOTAR BAÑO					

Anexo 11. Receta para el piquelado II y curtido del cuero caprino para la utilización de diferentes niveles de butadieno en el acabado en seco de cueros caprinos para tapicería de automóvil.

	OPERACIÓN	PRODUCTO	%	CANTIDAD	TEMPERATURA	TIEMPO		
		Agua	100	23 lts		20 minutos		
		NaCl (sal)	6	1380 g				
		ácido formico 1:10)		322 ml				
		1ra parte diluida						
		2da parte						
		HCOOH (ácido						20 minutos
		1 ra parte diluida						20 minutos
		2 da parte						20 minutos
		3ra parte						60 minutos
Curtido		Cromo	8	1840 g		60 minutos		
			1	230 g		60 minutos		
		1ra parte						
		2da parte				60 minutos		
		3ra parte				5 horas		
		Agua	100	23 lts		30 minutos		
	BOTAR BAÑO							
CUERO WETBLUE								
PERCHADO (12 hrs)								
RASPADO (CALIBRE 1.2 mm)								

Anexo 12. Receta para el acabado en húmedo en la utilización de diferentes niveles de butadieno en el acabado en seco de cueros caprinos para tapicería de automóvil.

PROCESO	OPERACIÓN	PRODUCTO	%	CANTIDAD	T° (°C)	TIEMPO
REHUMECTACION W ( 16,3 Kg)	BAÑO	Agua	300	48,9 lts	Ambiente	40 minutos
		Humectante	0.3	48,9 g		
		Ácido fórmico.	0.3	48,9 g		
BOTAR BAÑO						
	BAÑO	Agua	300	48,9 lts	Ambiente	30 minutos
		Humectante	0.2	32,6 g		
		Acido Fórmico	0.2	32,6 g		
BOTAR BAÑO						
RECURTIDO	BAÑO	Agua	100	16,3 lts	Ambiente	40 minutos
		Órgano Cr	4	652 g		
		Glutaraldehído	2	326 g		
		Sulfato de Aluminio	1	163 g		
BOTAR BAÑO						
NEUTRALIZADO	BAÑO	Agua	100	16,3 lts	40°C	60 minutos
		Formiato de Na)	1	163 g		60 minutos
		Recurtiente Neutral / PAK	3	489 g		
BOTAR BAÑO						
	BAÑO	Agua	400	52,5 lts	45°C	40
BOTAR BAÑO						

RECURTIDO	BAÑO	Agua	100	16,3 lts	50°C	60 minutos
		Dispersante	1	163 g		
		Tara	4	652 g		
		Rellente de	2	326 g		
		Resina acrilica	3	489 g		
TINTURA		Anilina	3	489 g		40 minutos
			BOTAR BAÑO			

PROCESO	OPERACIÓN	PRODUCTO	%	CANTIDAD	T° (°C)	TIEMPO
ENGRASE	BAÑO	Agua	150		70	60 minutos
		Ester Fosforico	14			
		Parafina Sulfoclorada 1:5 (70°C)	4			
		HCOOH (ac.)	1			10
		HCOOH (ac.)	1			10
		Grasa Cationica	0.5			10
		Cr	2			20
BOTAR BAÑO						
	BAÑO	Agua	200		Ambiente	30
PERCHADO						
ESTACADO						

Anexo 13. Receta para acabados en seco en la utilización de diferentes niveles de butadieno en cueros caprinos para tapicería de automóvil.

TRATAMIENTOS			T1	T2	T3
PROCESO	OPERACIÓN	PRODUCTO	CANT. (g)	CANT.	CANT.
PINTADO	REALIZAR UNA MEZCLA	Pigmento gris catiónico	100	100	100
		Cera catiónico	50	50	50
		Poliuretano catiónico	150	150	150
		Ligante acrílico catiónico	150	150	150
		Agua	550	550	550
APLICAR A SOPLETE Y DEJAR SECAR					
PINTADO	REALIZAR UNA MEZCLA	Pigmento gris catiónico	150	150	150
		Cera	30	30	30
		Filler	50	50	50
		Caseína	100	100	100
		Ligante butadieno	200	250	300
		Poliuretano	200	200	200
		Agua	270	220	170
APLICAR A SOPLETE Y DEJAR SECAR					
LACADO	REALIZAR UNA MEZCLA	Penetrante	20	20	20
		Complejo metálico	20	20	20
		Hidro-laca	400	400	400
		Agua	560	560	560
APLICAR A SOPLETE Y DEJAR SECAR					

Anexo 14. Evidencia fotográfica trabajo de campo de la utilización de diferentes niveles de butadieno en el acabado en seco de cueros caprinos para tapicería de automóvil.

#### PROCESO DE RIBERA



## PROCESO DESENCALADO, RENDIDO Y PIQUELADO



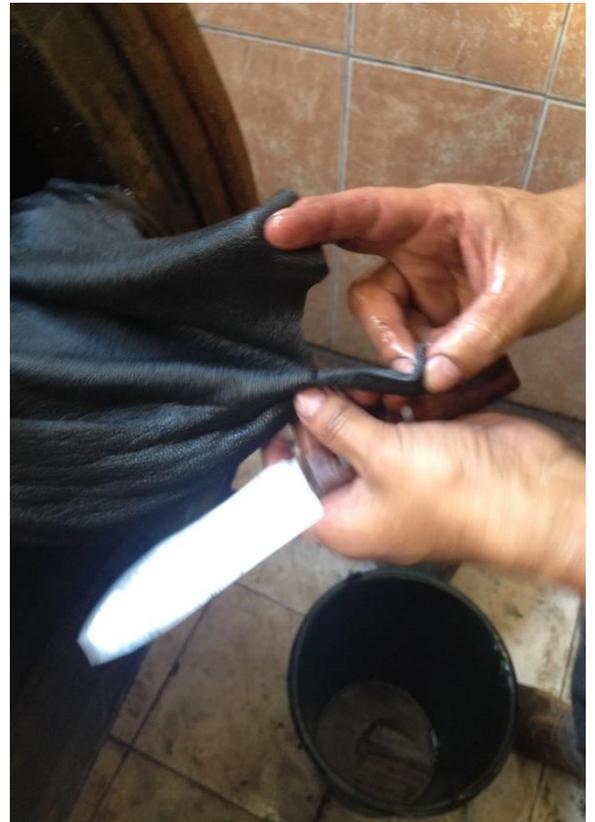
## PROCESO DE CURTIDO Y RECURTIDO



## PROCESO DE ACABADO EN HÚMEDO



## PROCESO DE ACABADO EN SECO





## ANÁLISIS FÍSICO Y SENSORIAL

