



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

**“OBTENCIÓN DE UN ACABADO NATURAL EN PIELES CAPRINAS
CURTIDAS CON TARA CON LA APLICACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE
LIGANTES CATIÓNICOS POLIURETANOS”**

TRABAJO DE TITULACIÓN

Previo a la obtención del título de:

INGENIERA EN INDUSTRIAS PECUARIAS

AUTORA

PAULINA ROCÍO REMACHE REINO

RIOBAMBA – ECUADOR

2017

El presente trabajo de titulación fue aprobado por el siguiente tribunal

Ing. MC. Tatiana Elizabeth Sánchez Herrera.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Luis Eduardo Hidalgo Almeida. PhD

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Ing. MC. Cesar Arturo Puentes Guizarro.

ASESOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Riobamba, 26 de Abril del 2017.

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Paulina Rocío Remache Reino con C.I. 060609315-1, declaro que el presente trabajo de titulación “OBTENCIÓN DE UN ACABADO NATURAL EN PIELES CAPRINAS CURTIDAS CON TARA CON LA APLICACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE LIGANTES CATIONICOS POLIURETANOS” 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 autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Riobamba, 26 de Abril del 2017.

Paulina Rocío Remache Reino

C.I. 060609315-1

DEDICATORIA

A: Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

Mi madre NARCISA, por darme la vida, quererme mucho, creer en mí y porque siempre me apoyaste gracias por tus consejos, tus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada por tu amor. Mamá gracias por darme una carrera para mi futuro, todo esto te lo debo a ti.

Mi padre CARLOS por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que me ha infundido siempre, por el valor mostrado para salir adelante y por su amor.

Mis herman@s Mónica, Adriana, Steven y Josué por estar conmigo y apoyarme siempre, los quiero mucho. A mi amigo y enamorado Cristian gracias por estar conmigo en las buenas y en las malas por su tiempo compartido y por impulsarme en el desarrollo de mi formación profesional lo amo.

¡Gracias a ustedes!

Paulina.

AGRADECIMIENTO

Son muchas las personas a las que quisiera agradecer por su apoyo , pero principalmente agradezco a Dios , a mi madre NARCISA gracias por apoyarme en lo que me he propuesto y sobre todo ha sabido corregir mis errores y a mi padre CARLOS por ser el apoyo en mi carrera, en mis logros, en todo, que aun estando lejos lo llevo siempre en mi corazon y mente.

A mi querida y grande ESPOCH por abrirme sus puertas , por formarme profesionalmente , brindarme nuevos conocimientos y sobre todo impartirme valores humanos para el desempeño personal y profesional.

Al Ing. Luis Hidalgo. PhD, Director de Trabajo de titulación, que con vocación formadora, sus conocimientos y su motivación ha logrado en mí que pueda terminar mi trabajo de titulación con éxito.

Al Ing. M.C. Cesar Puente, Asesor de Trabajo de titulación, que con sus sabios consejos, sus conocimientos, su paciencia y su entrega incondicional, ha sido un pilar fundamental para el desarrollo de todas las actividades ejecutadas.

A mis amigas, Ale y Jessy sin ustedes no existiria este trabajo de titulacion y no existiria esta amistad que tenemos, entre risas, bromas y enojos hemos culminado con éxito esta etapa de nuestra vida, las quiero.

Y gracias a todos los que me brindaron su ayuda en este trabajo.

Paulina.

CONTENIDO

	Pág.
Resumen	v
Abstract	vi
Lista de Cuadros	vii
Lista de Gráficos	viii
Lista de Figuras	ix
Lista de Anexos	x
I. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
II. <u>REVISIÓN DE LITERATURA</u>	3
A. PIEL CAPRINA	3
B. PROCESOS PARA EL CURTIDO DE PIELES CAPRINAS	5
1. <u>Remojo</u>	6
2. <u>Descarnado</u>	7
3. <u>Desencalado y purga enzimática</u>	7
4. <u>Piquelado</u>	8
C. CURTICIÓN PROPIAMENTE DICHA DE PIELES CAPRINAS	9
1. <u>Curtición vegetal</u>	11
a. Productos	12
b. Sintéticos de sustitución	13
c. Sintéticos dispersantes	14
d. Fijadores de taninos	14
D. CURTICIÓN CON TARA	14
1. <u>Tara en polvo</u>	15
a. Observaciones	16
E. CONSIDERACIONES GENERALES DEL ACABADO Y SUS REQUISITOS	16
F. ACABADO EN HÚMEDO DE PIELES CAPRINAS	17
1. <u>Neutralizado</u>	18
2. <u>Recurtido</u>	19
3. <u>Tintura</u>	20
4. <u>Engrase</u>	21
G. OPERACIONES POSTERIORES A LA TINTURA	22
1. <u>Ecurrido</u>	22
2. <u>Repasado o estirado</u>	23

3.	<u>Secado</u>	23
H.	ACABADO CATIONICO	24
1.	<u>Ventajas</u>	26
2.	<u>Desventajas</u>	27
3.	<u>Método de aplicación general</u>	28
4.	<u>La elección final</u>	29
I.	PRODUCTOS CATIONICOS PARA EL ACABADO	30
1.	<u>Comportamiento</u>	31
2.	<u>Características generales</u>	33
3.	<u>Precauciones</u>	34
III.	<u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	35
A.	LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO	35
B.	UNIDADES EXPERIMENTALES	35
C.	MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES	36
1.	<u>Materiales</u>	36
2.	<u>Equipos</u>	36
3.	<u>Productos químicos</u>	37
D.	TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL	37
E.	MEDICIONES EXPERIMENTALES	39
1.	<u>Físicas</u>	39
2.	<u>Sensoriales</u>	39
3.	<u>Económicas</u>	39
F.	ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA	40
G.	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	40
1.	<u>Remojo</u>	40
2.	<u>Pelambre por embadurnado</u>	40
3.	<u>Desencalado y rendido</u>	41
4.	<u>Piquelado</u>	41
5.	<u>Curtido</u>	41
6.	<u>Acabado en húmedo</u>	42
7.	<u>Tintura y engrase</u>	42
8.	<u>Aserrinado, ablandado y estacado</u>	43
9.	<u>Acabado en seco</u>	43

H. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN	43
1. <u>Análisis sensorial</u>	43
2. <u>Análisis de las resistencias físicas</u>	44
3. <u>Resistencia a la tensión</u>	44
4. <u>Porcentaje de elongación</u>	48
5. <u>Resistencia a la abrasión en seco del acabado</u>	49
IV. <u>RESULTADOS Y DISCUSIONES</u>	51
A. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS CUEROS CAPRINOS CURTIDOS CON TARA, APLICANDO UN ACABADO CON DIFERENTES NIVELES DE LIGANTES CATIÓNICOS POLIURETANOS	51
1. <u>Resistencia a la tensión</u>	51
2. <u>Porcentaje de elongación</u>	56
3. <u>Resistencia al frote en seco</u>	60
B. CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DE LOS CUEROS CAPRINOS CURTIDOS CON TARA APLICANDO UN ACABADO CON DIFERENTES NIVELES, DE LIGANTES CATIÓNICOS POLIURETANOS	64
1. <u>Naturalidad</u>	64
2. <u>Llenura</u>	69
3. <u>Tacto</u>	72
C. COEFICIENTE DE CORRELACIÓN ENTRE VARIABLES DE LOS CUEROS CAPRINOS CURTIDOS CON TARA APLICANDO UN ACABADO CON DIFERENTES NIVELES DE LIGANTE CATIÓNICO DE POLIURETANO	76
D. EVALUACIÓN ECONÓMICA	79
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 se evaluó el acabado natural en pieles caprinas curtidas con tara aplicando diferentes niveles de ligante catiónico poliuretano, el número de unidades experimentales fueron de 24 pieles caprinas, y los resultados de las resistencias físicas y calificaciones sensoriales fueron evaluadas con un diseño completamente al azar simple. La evaluación de las resistencias físicas determinó los mejores resultados de resistencia a la tensión ($2196,55 \text{ N/cm}^2$); porcentaje de elongación (70,63%), y resistencia al frote en seco (181,25 ciclos), al utilizar 200 g, de ligantes catiónicos de poliuretano, ya que superan las exigencias de calidad de las normas técnicas que sirven de referente como son la IUP 6 y 8 de la Asociación Española del Cuero. Los ligantes catiónicos de poliuretano tienen la propiedad de unir en forma homogénea las diferentes capas del acabado catiónico especialmente cuando las pieles son curtidas con tara, y aplicando al acabado 200 gramos de ligante catiónico de poliuretano proporcionando un toque blando una naturalidad excelente (4,75 puntos), una llenura adecuada (4,75 puntos); y un excelente tacto (4,75 puntos). La mayor rentabilidad se consiguió al utilizar 200 gramos de ligante catiónico de poliuretano ya que la relación beneficio costo fue de 1,29 es decir que por cada dólar invertido se espera una utilidad de 29 centavos que resulta interesante sobre todo porque es una alternativa ecológica al prescindir del cromo y evitar gastos por tratamientos primarios en la tenería.

ABSTRACT

In the leather tanning laboratory of the Faculty of Animal Science the natural finish in tanned goat skins with tara applying different levels of cationic polyurethane binder was evaluated, the number of experimental units was 24 goat skins, and the results of the physical and Sensory resistance were assessed with a completely randomized simple design. The evaluation of the physical resistance determined the best results to tensile strength (219635 (N / cm²), elongation percentage (70.63%), and dry rub resistance (181.25 cycles), when using 200g of cationic polyurethane binders, as they exceed the quality requirements of the technical standards which serve as reference as IUP 6 and 8 of the Spanish Leather Association. Cationic polyurethane binders homogeneously bond the different layers of the cationic finish especially when the skins are tanned with tara and applying to the finish 200 grams of cationic polyurethane binder giving a soft touch and excellent naturalness (4,75 points), adequate filling (4.75 points); And an excellent touch (4.75 points). The highest profitability was obtained by using 200 grams of cationic polyurethane binder, as the cost - benefit relation was 1.29, which means that for every dollar invested a utility of 29 cents is expected which is interesting mainly because it is an ecological alternative. By stop using the chromium and avoiding expenses for primary treatments in the tannery.

LISTA DE CUADROS

N°		Pág.
1.	VENTAJAS DEL RECURTIDO CON DIFERENTES RECURTIENTES.	21
2.	ACABADO CLÁSICO FRENTE AL ACABADO CATIONICO.	32
3.	FORMULACIÓN DEL ACABADO CON ANILINA	33
4.	CONDICIONES METEOROLÓGICAS DEL CANTÓN RIOBAMBA.	35
5.	ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.	38
6.	ESQUEMA DEL ADEVA.	39
7.	EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS CUEROS CAPRINOS CURTIDOS CON TARA APLICANDO UN ACABADO CON DIFERENTES NIVELES (150, 175 Y 200 G/KG PINTURA), DE LIGANTES CATIONICOS POLIURETANOS.	52
8.	EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DE LOS CUEROS CAPRINOS CURTIDOS CON TARA APLICANDO UN ACABADO CON DIFERENTES NIVELES (150, 175 Y 200 G/KG PINTURA), DE LIGANTES CATIONICOS POLIURETANOS.	65
9.	COEFICIENTE DE CORRELACIÓN ENTRE VARIABLES DE LOS CUEROS CAPRINOS CURTIDOS CON TARA APLICANDO UN ACABADO CON DIFERENTES NIVELES DE LIGANTE CATIONICO DE POLIURETANO.	78
10.	EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LOS CUEROS CAPRINOS CURTIDOS CON TARA APLICANDO UN ACABADO CON DIFERENTES NIVELES DE LIGANTE CATIONICO DE POLIURETANO.	80

LISTA DE GRÁFICOS

N°		Pág.
1.	Esquema del proceso de curtido	6
2.	Toogling para el secado de los cueros caprinos.	24
3.	Equipo para la medición de la resistencia al frote en seco.	50
4.	Resistencia a la tensión de los cueros caprinos curtidos con tara aplicando un acabado con diferentes niveles (150, 175 y 200 g/kg pintura), de ligantes catiónicos poliuretanos.	53
5.	Regresión de la resistencia a la tensión de las pieles caprinas curtidas con tara con la aplicación de diferentes niveles de ligantes catiónicos poliuretanos.	55
6.	Porcentaje de elongación de los cueros caprinos curtidos con tara aplicando un acabado con diferentes niveles (150, 175 y 200 g/kg pintura), de ligantes catiónicos poliuretanos.	57
7.	Regresión del porcentaje de elongación de los cueros caprinos curtidos con tara aplicando un acabado con diferentes niveles (150, 175 y 200 g/kg pintura), de ligantes catiónicos poliuretanos.	59
8.	Resistencia al frote en seco de los cueros caprinos curtidos con tara aplicando un acabado con diferentes niveles (150, 175 y 200 g/kg pintura), de ligantes catiónicos poliuretanos.	60
9.	Regresión de la resistencia al frote en seco de los cueros caprinos curtidos con tara aplicando un acabado con diferentes niveles (150, 175 y 200 g/kg pintura), de ligantes catiónicos poliuretanos.	63
10.	Naturalidad de los cueros caprinos curtidos con tara aplicando un acabado con diferentes niveles (150, 175 y 200 g/kg pintura), de ligantes catiónicos poliuretanos.	66
11.	Regresión de la naturalidad de los cueros caprinos curtidos con tara aplicando un acabado con diferentes niveles (150, 175 y 200 g/kg pintura), de ligantes catiónicos poliuretanos.	68
12.	Llenura de los cueros caprinos curtidos con tara aplicando un acabado con diferentes niveles (150, 175 y 200 g/kg pintura), de ligantes catiónicos poliuretanos.	69

13. Regresión de la llenura de los cueros caprinos curtidos con tara aplicando un acabado con diferentes niveles (150, 175 y 200 g/kg pintura), de ligantes catiónicos poliuretanos. 71
14. Tacto de los cueros caprinos curtidos con tara aplicando un acabado con diferentes niveles (150, 175 y 200 g/kg pintura), de ligantes catiónicos poliuretanos. 72
15. Regresión del tacto de los cueros caprinos curtidos con tara aplicando un acabado con diferentes niveles (150, 175 y 200 g/kg pintura), de ligantes catiónicos poliuretanos. 75

LISTA DE FIGURAS

N°		Pág.
1.	Forma de la probeta de cuero.	45
2.	Dimensionamiento de la probeta.	45
3.	Máquina para el test de resistencia a la tensión.	46

LISTA DE ANEXOS

N°

1. Resistencia a la tensión de los cueros caprinos curtidos con tara aplicando un acabado con diferentes niveles (150, 175 y 200 g/kg pintura), de ligantes catiónicos poliuretanos.
2. Porcentaje de elongación de los cueros caprinos curtidos con tara aplicando un acabado con diferentes niveles (150, 175 y 200 g/kg pintura), de ligantes catiónicos poliuretanos.
3. Resistencia al frote en seco de los cueros caprinos curtidos con tara aplicando un acabado con diferentes niveles (150, 175 y 200 g/kg pintura), de ligantes catiónicos poliuretanos.
4. Naturalidad de los cueros caprinos curtidos con tara aplicando un acabado con diferentes niveles (150, 175 y 200 g/kg pintura), de ligantes catiónicos poliuretanos.
5. Llenura de los cueros caprinos curtidos con tara aplicando un acabado con diferentes niveles (150, 175 y 200 g/kg pintura), de ligantes catiónicos poliuretanos.
6. Tacto de los cueros caprinos curtidos con tara aplicando un acabado con diferentes niveles (150, 175 y 200 g/kg pintura), de ligantes catiónicos poliuretanos.
7. Receta del proceso de ribera para la obtención de un acabado natural en pieles caprinas curtidas con tara con la aplicación de diferentes niveles de ligantes catiónicos poliuretanos.
8. Receta para el proceso de desencalado, rendido y purgado, piquelado I, y desengrase de cuero caprino para la obtención de un acabado natural en pieles caprinas curtidas con tara con la aplicación de diferentes niveles de ligantes catiónicos poliuretanos.
9. Receta para el piquelado II, curtido y basificado de cuero para la obtención de un acabado natural en pieles caprinas curtidas con tara con la aplicación de diferentes niveles de ligantes catiónicos poliuretanos.
10. Receta para acabados en húmedo de cuero caprino para la obtención de un acabado natural en pieles caprinas curtidas con tara con la aplicación de diferentes niveles de ligantes catiónicos poliuretanos.

11. Receta para acabados en seco de cuero caprino para la obtención de un acabado natural en pieles caprinas curtidas con tara con la aplicación de diferentes niveles de ligantes catiónicos poliuretanos.
12. Análisis estadístico en el programa infostat de las resistencias físicas de los cueros caprinos.
13. Análisis estadístico en el programa infostat de las calificaciones sensoriales de los cueros caprinos.
14. Ficha técnica de ligante catiónico poliuretano utilizado en la obtención de un acabado natural en pieles caprinas curtidas con tara.
15. Base de datos de pruebas físicas y sensoriales de los cueros caprinos curtidas con tara con la aplicación de diferentes niveles de ligantes catiónicos poliuretanos.
16. Evidencia fotográfica del trabajo de campo

I. INTRODUCCIÓN

El curtido vegetal es un proceso artesanal tradicional que las curtiembres se han encargado de pasar de generación en generación, a pesar de haber sido casi reemplazados por los curtientes minerales, se continúan utilizando en la curtición y recurtición. Los ligantes poliuretanos son productos capaces de formar por secado una película y constituyen el elemento de una formulación de acabado. Generalmente son sustancias orgánicas que se encuentran en forma de polímeros. Son los productos más importantes del acabado porque adhieren o pegan el resto del producto al cuero son productos fulminosos porque forman un film o una película casi transparente para pegar.

El impacto ambiental producido por los curtientes minerales como el cromo, ha permitido considerar la utilización de productos naturales para el proceso de curtición de pieles, que generarían una disminución en la utilización de curtientes minerales incorporando principios de responsabilidad ambiental y social en todas las fases de producción del curtido. La industria de la curtiduría nacional, utiliza con frecuencia la piel de ovino y bovino por la disponibilidad en el medio, la piel de cabra ha sido poco utilizada por su escasa producción nacional para carne y leche, siendo una piel de excelentes características en finura y por ende con un mayor interés comercial por parte de la industria, la presente investigación considera incorporar procesos en la curtiembre de pieles de cabra con taninos vegetales y aplicar los ligantes catiónicos poliuretanos en el proceso de acabados en seco de las pieles, para resaltar la belleza y naturalidad de los cueros. En los actuales momentos el sector de la industria y manufactura de cuero y afines se encuentra en un proceso de fortalecimiento y expansión, mismo que se ve limitado por factores, entre ellos el económico y la falta de incentivos para mejorar la producción dirigida a nuevos y exigentes mercados.

En América Latina, la principal región productora, es probable que la producción de cueros de caprinos aumente a una tasa lenta, aproximadamente 1440000 toneladas. Con certeza se puede manifestar que el mejoramiento de la producción y la calidad de los productos abrirán nuevos mercados mucho más exigentes, a los

cuales era imposible acceder debido precisamente a las falencias que existen en el país en la producción de estos bienes. Por otro lado, la apertura hacia nuevos mercados trae consigo el incremento de las exportaciones y consecuentemente el incremento de divisas para el país, con lo cual se espera aportar al mejoramiento del nivel de vida de los ecuatorianos.

El cambio, en lo que a sustancias curtientes se refiere derivado del estudio químico de las mismas, se vio acompañado por otro similar en cuanto a los procedimientos aplicados a la curtición, que se fueron mecanizando de una forma sumamente acelerada. El proceso de curtición es una de las actividades que en la actualidad está siendo muy controlada ya que uno de los productos más utilizados es el cromo que afecta las condiciones ambientales del medio por lo tanto se busca alternativas que consigan mitigar estos efectos y una de ellas es la aplicación de una curtición vegetal cuyo único inconveniente es que puede lixiviarse fácilmente de ahí la necesidad de la aplicación de un curtiente sintético que se obtienen al tratar sustancias aromáticas del tipo fenol, naftol, resorcína, pirocatequina, piragalol, ácidos lignosulfónicos, etc. con formaldehído para condensarlas, por lo cual los objetivos planteados fueron:

- Aplicar un acabado natural con diferentes niveles de ligantes catiónicos poliuretanos (150 g, 175 g y 200g) en cueros caprinos curtidos con tara.
- Evaluar las resistencias físicas y las características sensoriales de los cueros con un acabado natural en pieles caprinas curtidas con tara aplicando diferentes niveles de ligantes catiónicos poliuretanos
- Identificar cual es el mejor nivel de ligantes catiónicos (150 g, 175 g y 200g) en el acabado de pieles Caprinas.
- Determinar los costos de producción y su rentabilidad en los tratamientos planteados.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

A. PIEL CAPRINA

Abraham, A. (2001), indica que la crianza de ganado caprino representa una actividad principal e importante fuente de alimentos e ingresos para numerosas familias que se dedican a ella en la costa y sierra del país. Para otras es una actividad generadora de ingresos complementaria a la agricultura. Los caprinos son las que surten a la industria de pieles muy finas y por esta condición, una vez curtidas, se destinan a la confección de calzado de alto precio, guantes, encuadernaciones de la mejor calidad, etc. De los animales más jóvenes se obtienen los cueros más finos y de mayor valor. La piel de cabra tiene una estructura fibrosa muy compacta no producen lana, sino pelo, es decir, que se trata de fibras meduladas en toda su extensión la proporción inversa cuanto más larga es la lana o el pelo del animal, menos valor tiene la piel. El trabajo de preparación de este tipo de pieles se hace difícil por ser portadoras de gran cantidad de grasas.

Hidalgo, L. (2004), señala que las pieles caprinas presentan una estructura fibrosa muy compacta, con fibras meduladas en toda su extensión. Estas pieles, muy finas, son destinadas a la alta confección de vestidos, calzados y guantes de elevada calidad. El control de calidad se puede hacer sobre el cuero (piel curtida) o sobre la piel ante y post 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. La piel caprina está formada por dos capas poco delimitadas entre ellas. Una termotática o papilar, más superficial, donde están los folículos pilosos, glándulas sudoríparas y sebáceas y el músculo erector del pelo, constituida por tejido conjuntivo laxo y fibrillas especiales de colágeno. La segunda capa, más profunda y espesa, es la capa reticular, constituida por tejido conjuntivo denso, entrelazado con fibras elásticas y mayor presencia de fibras de colágeno,

algunos estudios han demostrado que en la piel existen zonas diferenciadas en cuanto a estructura relacionada con el espesor y la densidad. Otros tratan sobre la diferencia en la resistencia físico-mecánica del cuero entre sus distintas regiones o entre especies. Hay razas de cabras especializadas en la producción de piel a las cuales se les debería introducir en nuestro país como son: Mubende (Uganda), RedSokoto ó Maradi (Nigeria) y Black Bengal (India), que en países como India y Pakistán suponen una fuente de ingresos muy importante.

Soler, J. (2004), reporta que la piel caprina es el tipo de material que se utiliza para confeccionar zapatos más sólidos de uso diario: su estructura es maciza y aun así maleable. El tejido de su capa reticular, es muy resistente y debe poder soportar como mínimo unas 20000 flexiones sin quebrarse o desgarrarse. La capa papilar original es apenas visible puesto que la superficie ha sido tratada y cubierta por una capa graneada artificial. La extensión de la piel es mucho mayor que la de la piel del ternero: llega a alcanzar a los 3 m², por lo que suele cortarse en dos hojas a lo largo de la columna vertebral, forma en que llega al cortador. Las zonas situadas a lo largo del espinazo son también más valiosas, pero en este caso el cortador no sitúa la empella derecha y la izquierda contiguas, sino una debajo de la otra a lo largo de la línea del espinazo puesto que, tal como se ha mencionado anteriormente, se trata sólo de la mitad de la piel.

Hidalgo, L. (2004), manifiesta que la dirección en que se extiende la piel es sumamente importante sobre todo en el caso de la piel con graneado artificial, para que la superficie irregular de esta no se alise con el uso y pierda su carácter graneado, ya que es precisamente el grano lo que confiere al zapato su gran individualidad y su innegable atractivo. La piel de cabra posee un gran valor en el mercado debido a su apariencia estética y su resistencia lo que permite obtener productos de alta calidad como guantes, tafiletes y napas. Su mayor inconveniente es el reducido tamaño de las piezas y por lo tanto limita su uso para ciertos productos y mayor coste de mano de obra. En Ecuador, la piel se considera un producto secundario en la explotación caprina, aunque tenga un alto significado económico en cuanto a la valoración global del animal, por varias razones:

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

B. PROCESOS PARA EL CURTIDO DE PIELES CAPRINAS

Abraham, A. (2001), reporta que de las cabras se obtienen pieles muy finas destinándose estas a la confección de zapatos, de alto precio, guantes y otras obras. De los animales más jóvenes se obtienen cueros más finos y de mayor valor como es la cabritilla. Pueden emplearse varias sustancias para curtir, pero la principal distinción está entre el curtido vegetal y al cromo.

Los cueros de cabras, cabritos y cabrillas, tienen demanda en el mercado y se pagan buenos precios.

El productor debe aprender cómo hacer este trabajo, a los efectos de acopiarlos convenientemente hasta el momento en que son entregados.

El curtido vegetal puede realizarse en foso o en bombos giratorios (fulones), Las sustancias curtientes tienen la propiedad de que sus soluciones al ser absorbidas por las pieles transforman a estas en cueros.

Los curtientes vegetales pueden ser naturales, sin ninguna clase de tratamientos o se pueden colorear y tratar químicamente; casi todas las plantas contienen sustancias curtientes, pero sólo se usan aquellas especies que permiten un alto rendimiento y buena calidad de extracto.

El curtido rápido, en el que se emplean elevadas concentraciones de taninos, se realiza en tambores giratorios, como se indica en el (gráfico 1).

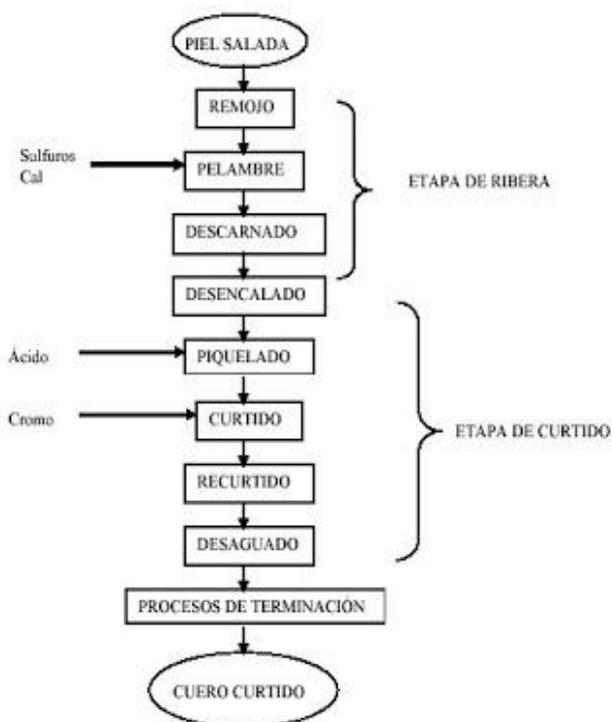


Gráfico 1. Esquema del proceso de curtido

1. Remojo

Adzet J. (2005), reporta que, el remojo es la primera operación a la que se someten las pieles en el proceso de fabricación, consiste en tratarlas con agua. El objetivo del remojo es limpiar las pieles de todas las materias extrañas (estírcol, sangre, barro, microorganismos y productos usados en la conservación: sal), disolver parcialmente las proteínas solubles y sales neutras y devolverlas al estado de hidratación que tenían como pieles frescas. El consumo de agua es aproximadamente de $7\text{m}^3/\text{t}$, con unos efluentes cargados con sal, proteínas solubles, suero, emulsionantes y materia en suspensión. antes de la curtición debe llevarse la piel estado de hidratación o hinchamiento que tiene en el animal vivo, y veremos que con ello recupera su original flexibilidad, morbidez y plenitud, cambiando adecuadamente la estructura fibrosa, como para facilitar la penetración y absorción de los productos curtientes. También con el remojo se persigue:

- Ablandar las pieles dependiendo del sistema de conservación de tal forma que se asemejen a las pieles recién sacrificadas.

- Quitar la sangre, estiércol, tierra y otras impurezas no eliminadas en el proceso de desecación.
- Quitar la sal que impide la hinchazón de las pieles, y facilitar la penetración de los productos químicos.

2. Descarnado

Vega, G. (2008), señala que la piel está constituida por las siguientes capas: epidermis, dermis y endodermis, la primera es eliminada en la depilación y apelmbrado y la tercera está constituida por fibras horizontales atravesadas por vasos sanguíneos. Generalmente quedan en esta parte de la piel, trozos de carne (músculos) o tejido adiposo (grasa). Con la operación de descarnado se eliminan estos componentes, para hacer frente a los procesos posteriores y para evitar el desarrollo de bacterias en el cuero. El descarnado se efectúa haciendo pasar la piel por una máquina que contiene un cilindro de transporte y agarre entre un cilindro neumático de garra y otro de cuchillas helicoidales afiladas por el movimiento de estos dos cilindros. Continuado al descarnado se procede a recortar el cuero en crupones: cabezas y faldas, según el destino requerido, procediendo luego a la división en partes según el espesor y seleccionando los descarnes. En nuestro caso trabajamos con espesores que oscilan entre 2,5 mm a 6,0 mm. Esta parte del proceso es de suma importancia, puesto que aquí se orienta al producto según los requerimientos del mercado.

3. Desencalado y purga enzimática

Según Gómez, J. (2016), la cal se encuentra en la piel en estado de tripa, en tres formas: combinada con la piel, disuelta en los líquidos que ocupan los espacios interfibrilares y depositados bajo la forma de lodo sobre las fibras o como jabones cálcicos formados por saponificación de las grasas del apelmbrado. Una parte de la cal es eliminada por medio de un lavado y luego para que continúe el proceso se lo hace químicamente mediante el empleo de ácido (clorhídrico o láctico), o

mediante sales amoniacaes (sulfato de amonio o cloruro de amonio) de sales ácidas (bisulfito de sodio). Los agentes químicos de desencalado deben proporcionar sales cálcicas solubles, fácilmente eliminables con agua y que no tengan efectos de hinchamiento o hidrotópico (aflojamiento de la estructura fibrosa) sobre el colágeno. El objeto de este proceso es:

- Eliminar la cal adherida o absorbida por la piel en sus partes exteriores.
- Eliminar la cal de los espacios interfibrilares.
- Eliminar en algunos casos la cal combinada con el colágeno.
- Deshinchar la piel dándole morbidez.
- Ajustar en 8 el pH de la piel para la realización del proceso de purga.

4. Piquelado

Para Jácome, A. (2016), el piquelado consiste en tratar la piel, primero, en un baño de agua con sal, para prevenir el hidratamiento de la piel con el agregado posterior del ácido mineral. Es costumbre también usar el sistema de piquelado buffercado o tamponado, es decir con un agregado previo al ácido de formiato de calcio o sodio y el agregado de ácido fórmico antes del ácido mineral. Estos sistemas bifurcados se traducen en que las variaciones de pH del sistema son mínimas, quedando una amplia reserva de ácido en el baño con lo que obtenemos: Una rápida difusión de la sal curtiente de cromo hacia el interior de la piel y por lo tanto se evita una curtición superficial y una flor más fina y firme en el cuero final.

Lacerca, M. (2003), indica que la razón por la cual se píquela es para efectuar un ajuste del pH. En la purga se trabaja con un valor de 8 y para curtir se debe llegar de 2,8 a 3,5, decidiéndolo la práctica del curtidor y las características del productos final a obtener. Se busca al comienzo de la curtición, que la reacción cromocolágena sea lenta, para que la piel precurtida, o sea con su estructura fijada, no se encoja ni modifique. Se intensifica la reacción para completarla en un tiempo razonable mediante la basificación o sea el agregado de un alcalino (bicarbonato

de sodio). Mediante el piquelado se preparan las pieles para el curtido evitando así un curtido inicial intenso que redundaría en perjuicio de la calidad del cuero final, para lo cual la piel debe ser ácida, por lo que usamos un ácido previo con el agregado de cal que evita a la vez el hinchamiento precisamente ácido.

C. CURTICIÓN PROPIAMENTE DICHA DE PIELES CAPRINAS

Palomino, R. (2002), reporta que la curtición de la piel tiene como objetivo principal conseguir una estabilización del colágeno respecto a los fenómenos hidrolíticos causados por el agua y/o enzimas, además de dar a la piel una resistencia a la temperatura superior a la que tiene en estado natural. Otra finalidad es conseguir, mediante la reacción de los productos curtientes con el colágeno, la creación de un soporte adecuado para que las operaciones posteriores puedan tener el efecto que les corresponde, obteniendo así una piel acabada apta para el consumo, más o menos blanda, flexible, con el color que convenga, etc., y con las características físicas necesarias. Para curtir es necesario provocar la reacción del colágeno con algún producto que sea capaz de propiciar la citada reacción. Se debe conseguir no sólo la reacción con los grupos reactivos libres en las cadenas laterales de las fibras de colágeno, sino que, además, pueda reaccionar con la propia cadena del colágeno, substituyendo los puentes de hidrógeno y otros enlaces naturales de la proteína fibrosa, de manera que en la substitución se anule la posibilidad de que, en el momento de secar la piel mojada se vuelvan a formar las uniones naturales que la dejarían dura y translúcida como un pergamino.

Hidalgo, L. (2004), reporta que la experiencia demuestra que los productos para la curtición de la piel deben ser al menos bifuncionales. Generalmente son polifuncionales a fin de poder reaccionar con diferentes cadenas del colágeno en el mismo momento. La experiencia demuestra también que, además de polifuncionales, deben tener un tamaño molecular adecuado a fin de poder llegar a los grupos funcionales superficiales de diferentes cadenas del colágeno. Este tamaño no puede ser muy grande, al menos al principio de la curtición, ya que se corre el riesgo de que no se puedan introducir hasta la microestructura del colágeno. Los enlaces transversales en los que se basa el efecto curtiente pueden

ser de diversos tipos, según cual sea el curtiente utilizado. Así, en la curtición con sales de cromo y aluminio se cree que la fijación se basa principalmente en la formación de enlaces covalentes entre los grupos carboxílicos del colágeno y los complejos del metal.

En el caso de la curtición con extractos vegetales se cree que el efecto curtiente se produce principalmente debido a la formación de múltiples enlaces de tipo puente de hidrógeno y enlaces dipolares con la intervención de los grupos hidroxílicos de los taninos y de los grupos amídicos o peptídicos de la proteína. De todas formas, no se descarta la participación de otros efectos enlazantes en ambos tipos de curtición.

Ángulo, A. (2007), informa que la cuestión es que, en realidad, aunque en la mayoría de los casos se ha identificado el tipo de enlace que es el máximo responsable de la curtición, se establecen otros tipos de enlace entre el colágeno y el curtiente que, aunque de manera secundaria, también influyen en el efecto curtiente final. Incluso hay casos en los que no se ha dilucidado el peso real de la influencia de un tipo de enlace frente a otro en el efecto curtiente obtenido.

Al ser la reacción en medio acuoso, los curtientes deben ser solubles en agua o formar disoluciones coloidales de micela muy pequeña (muy disgregadas).

Para Pérez, T. (2016), el curtido es el proceso químico mediante el cual se convierten los pellejos de animales en cuero.

El término cuero designa la cubierta corporal de los grandes animales (por ejemplo, vacas o caballos), mientras que piel se aplica a la cubierta corporal de animales pequeños (por ejemplo, ovejas). El proceso de curtido consiste en reforzar la estructura proteica del cuero creando un enlace entre las cadenas de pépticos. El cuero consta de tres capas: epidermis, dermis y capa subcutánea.

La dermis comprende aproximadamente un 30 a un 35 % proteína, que en su mayor parte es colágeno, siendo el resto agua y grasa. La dermis se utiliza para fabricar después de eliminar las demás capas con medios químicos y mecánicos.

En el proceso de curtido se emplean ácidos, álcalis, sales, enzimas y agentes curtientes para disolver las grasas y las proteínas no fibrosas y para enlazar químicamente las fibras de colágeno entre sí.

1. Curtición vegetal

Para Quiandri, F. (2016), este sistema de curtido vegetal fue la norma en la producción de cueros curtidos hasta que se inició la industria del curtido al cromo. Desde el punto de vista industrial, son importantes, naturalmente, sólo las plantas y partes de plantas que por un lado contienen grandes cantidades de sustancias curtientes y por otro son tan abundantes en la naturaleza que pueden servir como fuente de suministro económico de las citadas sustancias. Un contenido de un 60 % de éstas en un fruto raro no puede tener nunca la importancia económica de una corteza de árbol que contenga sólo un 10%, pero que exista en gran cantidad en los bosques. También es importante el lugar donde se desarrollan las materias curtientes, pues los transportes las encarecen. Además, por supuesto de que el tanino obtenido permita lograr un cuero de buena calidad. El proceso de curtición con extractos vegetales puede considerarse que comprende dos etapas.

- Se debe procurar que penetre la solución curtiente hacia el interior de la piel.
- Que tenga lugar la fijación del tanino sobre el colágeno.

Rieche, A. (2006), informa que los extractos acuosos de partes (cortezas, maderas, hojas, frutos) de una serie de plantas son útiles para efectuar la curtición de las pieles. Esto se debe a la presencia de suficiente cantidad de los llamados taninos en los citadas partes de las plantas como son:

- Taninos: Son compuestos polifuncionales, del tipo polifenoles, de peso molecular medio a alto y tamaño molecular o micelar elevado. Son los productos curtientes ya que pueden reaccionar con más de una cadena lateral del colágeno, produciendo su estabilización frente a la putrefacción y dando la base para dar cueros o apergaminados en el secado y con temperaturas de contracción superiores a 40°C. Debido a su poder curtiente precipitan con la gelatina y otras proteínas. Por ser fenoles dan coloraciones oscuras con las sales de hierro. La fijación con las moléculas del colágeno se cree que se debe a puentes de hidrogeno, enlaces salinos con los grupos peptidicos y básicos de

la proteína, aunque no se puede despreciar alguna otra forma de fijación adicional. La fijación mediante enlaces covalentes no parece muy elevada, ya que lixiviando fuertemente con agua se elimina casi todo el tanino fijado en la piel.

- **No taninos:** Son productos orgánicos de tamaño y peso molecular pequeño que no son curtientes posiblemente por su pequeño tamaño. En muchos casos pueden considerarse precursores de los taninos que no han llegado al tamaño molecular necesario o bien, otro tipo de productos que no van en camino de convertirse en taninos, como pueden ser algunos ácidos, algunos azúcares, etc. También están en este grupo los productos inorgánicos como sales, que son solubles en el agua de extracción de los taninos.
- **Insolubles:** Como su nombre indica son partículas o micelas que acompañan a los taninos y no taninos, que en el momento de la extracción se han dispersado en el agua y han sido arrastradas, pero que poco a poco y con el reposo sedimentan. Los extractos acuosos citados una vez concentrados, se hallan en el mercado en forma de líquidos o sólidos con concentraciones de tanino elevadas casi siempre superiores al 50 %. El resto lo constituyen los no taninos, los insolubles y el agua fundamentalmente.

a. Productos

Vega, G. (2008), expresa que los productos principales evidentemente son los extractos vegetales según de la planta de que deriven y el tratamiento que se les haya efectuado tiene comportamientos algo distintos. Una primera clasificación se puede establecer, por la facilidad de hidrolizarse, los taninos al hervir con agua acidulada con ácido clorhídrico caliente, dando productos que siguen siendo solubles mientras que otros taninos dan productos insolubles. Los primeros se llaman hidrolizables y en general son más ácidos que los segundos que se denominan condensados. La hidrólisis de los primeros da lugar a ácido gálico o a ácido elágico entre otros productos.

Hidalgo, L. (2004), informa que en el mercado se encuentran los extractos vegetales de las plantas que por su contenido alto en taninos, permiten obtener productos con un elevado contenido en taninos y que en el país sean asequibles o fácilmente importables. Como más utilizados tenemos entre los hidrolizables los extractos de castaño, tara, zumaque, valonea, encina y entre los condensados los de quebracho, mimosa gambier, pino. De entre éstos, los extractos más utilizados son los de quebracho, mimosa y castaño cuyo contenido en taninos es del orden del 70%. Además de la diferencia debida a la planta de procedencia, tenemos la posibilidad de modificar la reactividad del tanino con tratamientos previos a su utilización. Por ejemplo tenemos la posibilidad de dulcificar un extracto de castaño por neutralización parcial, la solubilizarían y reducción de su reactividad (astringencia) de un extracto de quebracho por sulfitación más o menos intensa y el aumento de la capacidad de relleno de una mimosa, por condensación con aumento del tamaño micelar etc.

b. Sintéticos de sustitución

Soler, J. (2004), menciona que como su nombre indica, son productos de síntesis a base de polifenoles, con impiedades curtientes, pero con pesos moleculares menores, que pueden ser usados en sustitución de los extractos vegetales. En general se emplean mezclados con ellos a fin de ayudar a la penetración de los extractos ya que son algo dispersantes, para obtener colores más claros ya que su color es muy tenue y tienen algunos un relativo poder blanqueante. En general son más sólidos a la luz que los extractos vegetales y en ocasiones también este es otro motivo que justifica su empleo, aunque los resultados no son muy notorios. Es posible efectuar una curtición totalmente sintética con estos productos, pero esto solo se realiza en artículos y pieles muy concretas, por ejemplo reptiles para marroquinería o una curtición blanca vegetal con el corte blanco.

c. Sintéticos dispersantes

Hidalgo, L. (2004), dice que son productos de base naftalen - sulfónica con un elevado poder dispersante, se emplean a fin de dispersar a los insolubles, reducir el tamaño de las micelas de los tractos vegetales con la intención de procurar mayor facilidad de curtición, minimizando el riesgo de curticiones superficiales excesivas (curticiones muertas). Los sintéticos de sustitución muy poco reactivos (poco astringentes) solos o mezclados con dispersantes, son útiles como productos precurtientes, en este caso reaccionan con los grupos más reactivos de la piel a fin de facilitar la penetración de es extractos vegetales al efectuar la curtición.

d. Fijadores de taninos

Vega, G. (2008), señala que como se ha indicado anteriormente los taninos están unidos a la piel de una forma relativamente lábil, por ello es conveniente proceder a la fijación de los mismos en la piel. Dicha fijación se provoca mediante la disminución de pH con lo que se vuelve más catiónica y los taninos algo más insolubles, o mediante los productos catiónicos como sales metálicas, resinas de urea, melamina o similar también insolubilizan a los taninos vegetales.

D. CURTICIÓN CON TARA

Mongil, J. (2000), manifiesta que la tara tiene un alto potencial para la reforestación y para la producción industrial de tintes, taninos, gomas y como insumo para las pinturas anticorrosivas. Los taninos, que son compuestos orgánicos de origen vegetal, tienen gran aceptación en los mercados de exportación y ellos se obtienen de las vainas maduras pulverizadas. Los taninos se emplean como curtiente de cueros y han comenzado a reemplazar al cromo en la industria mundial de cueros. La goma, que se encuentra en el endospermo o parte interna de las semillas, se utiliza para estabilizar y emulsionar alimentos. La tara es considerada una de las 17 oportunidades de econegocios más interesantes del país, en vista que producimos el 80 % del total mundial. La tara es un árbol nativo del Perú, distribuido en toda América Latina e introducido a países muy lejanos como Marruecos, India y China, quienes han comenzado a aprovechar las ventajas económicas de esta valiosa especie. Las principales características del polvo de Tara, son:

- pH = 3.7
- Curtientes = 55,2 %
- No Curtientes = 14,9%
- Cenizas = 3,1%

Mata, J. (2001), infiere que en nuestro país se la ha usado desde tiempos prehispánicos como especie tintórea y desde la época de la colonia se le empleó en el curtido de cueros. Hoy en día, también es muy requerida por sus propiedades curativas. El aprovechamiento de la tara comprende:

- Medicinal: actúa contra la amigdalitis al hacer gárgaras con la infusión de las vainas maduras y como cicatrizante cuando se lavan heridas con dicha infusión, además, la tara es utilizada contra la estomatitis, la gripe y la fiebre.
- Tinte: las vainas de la tara contienen una sustancia llamada tanino, la cual es utilizada para teñir de color negro, las raíces pueden teñir de color azul oscuro.
- Curtiente: debido a su alto contenido de tanino, se le emplea en el curtido de cueros.
- Cosmético: el cocimiento de las hojas se utiliza para evitar la caída del cabello.
- Agroforestería : la tara es usada como cerco vivo y para el manejo de rebrotes.
- Plaguicida: el agua de la cocción de las vainas secas es efectivo contra piojos e insectos.

1. Tara en polvo

Para Romaneshu, G. (2016), el polvo de Tara Molida Ultrafina UNITAN TM es una fuente natural de taninos provenientes de la molienda de la vaina de tara (*Caesalpineia spinosa*). Los taninos que contienen son pirogálicos y pueden ser hidrolizados con ácidos y enzimas. Se utiliza para todo tipo de pieles con características vegetal, o bien vegetal/mixto destinados a artículos de tapicería y

vestimenta. Es usado también en la fabricación de teñidos con sales férricas y como mordiente de tinturas e impresión de telas. La tara produce un cuero claro, flexible y de buena aptitud para el teñido. Apropiado para cueros vegetalizados que requieran buena solidez a la luz. En conjunto con aceites adecuados se obtienen cueros con buenos valores de fogging.

a. Observaciones

Según Tamariz, A. (2016), el UNITAN TM es un producto sensible a las sales de hierro, como todos los extractos vegetales. Por lo tanto, en todas las operaciones de curtición y recurtición se deberá evitar el contacto con material ferroso. Para mejora; la performance del producto se recomienda adicionar pequeñas cantidades de Uniclax a los baños para evitar manchas, como así también en el baño final de lavado retirando los cueros y apilando con el agua de lavado. El producto se lo comercializa en bolsas polietileno/polipropileno de 25 kg. A partir de la Tara Molida es posible obtener el Ácido Gálico Monohidratado. En farmacología como astringente urinario y agente antihemorrágico interno. Materia prima para la fabricación de tintas y como insumo básico en procesos de grabado y litografía. Como estabilizador de emulsiones y revelado de fotografías, insumo en la preparación de productos para el teñido del cabello, bronceadores, etc.

E. CONSIDERACIONES GENERALES DEL ACABADO Y SUS REQUISITOS

Hidalgo, L. (2004), señala que en las operaciones del acabado lo que se pretende es mejorar el tacto del cuero, mejorar las posibles irregularidades de tintura y de la superficie, así como conferir al cuero ciertas resistencias y solidez embelleciéndolo, además de cumplir unos parámetros fijados. La aplicación de un cierto estrato de acabado al cuero no se hace de una vez sino que se procede por etapas, en el sentido de hacer primero una deposición sutil de una primera capa, dejar secar y proceder a la aplicación de otra capa y así sucesivamente. La consistencia de las diferentes capas deberá ser diferente así como también se deberán operar diferentemente de modo que la primera capa, que está en íntimo contacto con el cuero, sea más o menos elástica y las capas sucesivas más o

menos duras. De esta manera se asegurará el anclaje y la debida elasticidad y flexibilidad, así como una cierta tenacidad, resistencia a la flexión y a la abrasión.

Arango, M. (2002), indica que el acabado también tiene la capacidad de influenciar de manera más o menos evidente sobre las otras propiedades físicas del cuero. Por ejemplo, la porosidad y la capacidad de absorción del vapor de agua disminuyen con la capa de acabado, pero en cambio, la resistencia al agua y al frote seco y húmedo aumenta. Es importante tener en cuenta cuando se realiza un acabado los productos a utilizar (que hemos estudiado hasta ahora) más adecuados:

- Los requisitos fundamentales de una capa de acabado son: Los efectos de la dimensión de las partículas, el mecanismo de formación del film, el efecto óptico del acabado.
- Los requisitos fundamentales de un acabado son: una elevada capacidad de adhesión, flexibilidad, dureza y tenacidad, poseer una buena estabilidad y presentar una buena resistencia al agua y a los disolventes.

F. 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.

Bacardít, 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. De todas maneras existen artículos que aún se conservan a pesar de los dictámenes de la moda. Los procesos que componen el acabado en húmedo son.

1. Neutralizado

El mismo Bacardít, A. (2004), 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 isoelectrico del colágeno; lo que influye sobre el recurtido, teñido y engrase. En este momento del proceso, se tiene un cuero curtido al cromo, estacionado, rebajado y escurrido que aún está húmedo. 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 a

eliminar los ácidos libres formados y porque muy raramente se trata el cuero hasta el punto neutro. Las normas de calidad para el cuero acabado, tanto en el caso de cueros de curtición vegetal como de cueros de curtición al cromo, establecen que el valor de pH del extracto acuoso del cuero debe ser igual o mayor que 4,5 y el valor de pH diferencial 0,7 como máximo.

2. Recurtido

Thorstensen, E. (2002), manifiestan que en el recurtido está surgiendo el cuero que se quiere obtener al final del proceso, si presenta defectos es un buen momento para intentar corregirlos (flor suelta, cueros armados desparejos, etc.). El recurtido es una de las operaciones más importantes porque influiría directamente en el engrase, teñido y acabado y definirá las características finales del cuero. 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.

Hidalgo, L. (2004), manifiesta que 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 fofa, 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. A principios de los años 50 cuando surgía el grano corregido, consistía en llenar el cuero al máximo para conseguir buena firmeza de flor, buena lijabilidad y que se pudiera aprovechar de la mejor manera la superficie en las fábricas de calzado. La finura del poro y la

facilidad del posterior teñido no eran una exigencia en esos momentos. No sólo que no se pedía blandura sino que era no deseada. 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. Por esto hay el deseo de compensar las diferencias de grueso ya que en las fábricas de zapatos, las partes sueltas de piel tienen menos valor y deben ser rechazadas en parte.
- 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. Sin embargo, 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 lijarse 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 lleno y liso aún a partir de materia prima de baja calidad. El precio de los productos de la recurtición puede ser compensado fácilmente.

3. Tintura

Adzet, J. (2005), 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), como se muestra en el (cuadro 1).

Cuadro 1. 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: Adzet, J. (2005)

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.

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 tensoativos, 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 12 aceites del tipo crudo, pero en pequeña cantidad y combinado con aceites tratados.

G. OPERACIONES POSTERIORES A LA TINTURA

Yuste, N. (2000), indica que las operaciones posteriores al acabado en húmedo se describen a continuación.

1. Escurrido

El mismo Yuste, N. (2000), asegura que 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.

2. Repasado o estirado

Lultcs, W. (2003), 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 cuanto 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

Yuste, N. (2000), 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, en donde 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, aquí 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. En el gráfico 2, se describe el método de secado de las pieles caprinas.



Gráfico 2. Toogling para el secado de los cueros caprinos.

H. ACABADO CATIONICO

En Nembrogi, P. (2016), se indica que la existencia en el mercado de productos cationicos para el acabado del cuero no es una novedad. Pero se cree poder decir que es una novedad el acabado cationico. Desde hace muchos años se encontraban en el mercado algunos productos cationicos, con funciones específicas concretas, de uso muy poco extendido, excepto en el caso de las capas de tacto. Algún polímero, alguna cera y poco más, que se utilizaban, no demasiado, como profundos para regular la absorción y, repito, como agentes de tacto.

Sttofèl, A. (2003), señala que poco después aparecieron algunos pigmentos que, sea por su poco convincentes resultados, sea por falta de otros productos con que formularlos, despertaron poco interés. Todo quedaba reducido a un uso casi excepcional de unos pocos productos sueltos. Pero nuestros técnicos, aún con tan pocos recursos, fueron, poco a poco, cada vez más, dando satisfacción a nuestros clientes solucionando problemas y exigencias que no se solucionaban con los productos clásicos. Poco a poco fuimos tomando conciencia de que detrás de los

productos catiónicos se escondía un mundo lleno de posibilidades. Faltaba mejorar los productos existentes, crear los nuevos, entender que el comportamiento de los sistemas clásicos no servía de modelo para un sistema catiónico.

Font, J. (2005), asegura que los productos para el acabado catiónico, en un principio estaban destinados al curtido y acabado en húmedo de la piel, desde el momento en que las modernas ideas sobre el acabado en seco del cuero empezaron a extenderse en la industria de la piel en los años 30. Las nuevas tecnologías, incluyendo acrílicos, copolímeros y poliuretanos eran todos aniónicos en forma y sólo recientemente ha habido un resurgimiento en la aplicación de la tecnología catiónica en la industria del cuero. Productos tales como pigmentos y rellenantes con carga aniónica, tienen poca afinidad natural para el cuero y es por ello que precisan de resinas y binders que aporten los niveles de adherencia necesarios a la superficie de la piel. No obstante, éstos ofrecen excelente propiedades físicas. Por el contrario, los acabados catiónicos están satisfaciendo los requisitos para un acabado que podría describirse mejor como un "cosmético para la piel" que una "pintura", aun cuando su rendimiento alcanza los mismos estándares estéticos que los acabados aniónicos.

Para Uvidia, M. (2016), la gama de productos para el acabado catiónico de Stahl incluye ahora, diez colores principales de pigmentos, binders caseína, resinas de poliuretano alifático de fina partícula, una fina resina acrílica no iónica, una emulsión oleosa blanda, un rellenanante y otros muchos productos que ofrecen efectos especiales.

Se están utilizando para ofrecer a la piel un toque blando y natural, un buen efecto rellenanante a la vez que ofrece una excelente cobertura para cubrir defectos como, cicatrices, agujeros de alfileres y otros más. Al hacer esto, éstos ofrecen unos medios excelentes para mejorar una amplia variedad de pieles blandas plena flor para el empeine del calzado y piel ovina para vestuario de napa.

1. Ventajas

Lacerca, M. (2003), manifiesta que la primera manera de utilizar los productos catiónicos consistía en aplicarlos como sellador de las capas de la piel para regular la absorción de posteriores acabados de los recubiertos. Se consiguió una mejora al sellar partes del grano de la superficie de la piel en las que el esmalte había sido eliminado, ya fuera por causas mecánicas o naturales. Esto daba como resultado un rendimiento relativamente pobre, para los niveles actuales estándares, a menudo con pobre adhesión entre capas, frote húmedo y otras propiedades físicas. Hoy en día, la química se entiende mucho mejor y por tanto, se consiguen un mayor número de ventajas:

- La carga catiónica ofrece una mejor fijación, con ambos, recurtidos vegetales y al cromo con la necesidad de utilizar menos resinas y binders para mejorar la adhesión.
- El pH de alrededor de 4.0 es próximo al punto isoeléctrico natural de la piel, aumentando suavemente la absorción del acabado por presión osmótica sin utilizar agentes o solventes en húmedo. Así se obtiene una mejor penetración y adhesión del acabado.
- Todos los productos catiónicos tienen un tamaño de la partícula fina natural y, con una dureza "Shore" de 10 o menos son más blandos que muchos de los aniónicos homólogos. Esto contribuye de nuevo, a mejorar, la penetración, la buena adhesión en la estructura de la piel, un acabado más blando y a menudo, una piel más compacta debido a un menor grado de humedad y, así pues, una menor hinchazón en el grano de la superficie de la piel.
- Una menor carga de película se forma en la superficie de la piel. Los productos catiónicos se pueden utilizar con menos pigmentos y resinas en las fórmulas. Como los pigmentos son generalmente secos y duros, no penetran adecuadamente en la piel y sustituirlos habilidosamente con sustancias más blandas, grasas y cerosas mejorará el resultado final y la estética de la piel.
- Los acabados catiónicos mejoran la resistencia a la tracción, propiedades de duración, blandura y relleno.

Lacerca, M. (2003), manifiesta que además de la gama general de productos catiónicos que se utilizan en las fórmulas para el acabado, se ha introducido recientemente una gama de pigmentos catiónicos que contienen, colores orgánicos e inorgánicos altamente concentrados de altas solideces. Otros productos en la gama incluyen una resina acrílica no iónica para actuar como puente en los posteriores productos aniónicos para el acabado, que se utilizan en los acabados de "tipo sándwich". La compañía también ha introducido una gama de resinas compactas que ofrece la oportunidad de simplificar el proceso del acabado, dejando al acabador libre para concentrarse en ajustes detallados para una fórmula precisa, que obtendrá el aspecto exacto, color y rendimiento requerido.

2. Desventajas

En la cita electrónica Urraga, L. (2016), se indica que existen dos principales desventajas al utilizar los acabados catiónicos. La primera es que la solidez al frote no llega al rendimiento de los aniónicos homólogos. Esto en sí no es un problema, siempre y cuando se tenga en cuenta a la hora de decidir qué sistema de acabado se va a utilizar. La segunda es que, debido a la blandura de la película del acabado, la retención del grabado es normalmente pobre. Cuando resulte importante seguir obteniendo una buena apariencia de la piel, el acabado se podrá reticular para mejorar su rendimiento. Cuando un acabado catiónico como ya se ha apuntado anteriormente, el acabado catiónico no sirve por el momento para todo. A continuación se citará una relación de los casos en que sí estará indicado. Para no repetir continuamente, de una vez por todas, que en todos los casos que siguen estamos hablando de plena flor.

- Pieles de alta calidad: Ventajas: color, tacto, brillo, muy uniformes con menos acabado y gran naturalidad. Aconsejable: un acabado todo catiónico.
- Pieles con bajos de flor: Ventajas: cobertura del defecto con el mínimo grueso de acabado. Mejora del clasificado y ahorro en el coste. Aconsejable: todo catiónico o mixto (fondo catiónico más fondo aniónico).

- Pieles con problemas de adherencia: Aunque no siempre sea la solución, lo es en la mayoría de casos de, pieles hidrofugadas en el bombo pieles con profundos de cera, aceite o cera-aceite. Aconsejable: con un profundo catiónico fue suficiente.

3. Método de aplicación general

Palomas, S. (2005), afirma que las pieles en secado deberían tratarse en fase de recurtido y engrasado utilizando cualquier producto top catiónico, tales como agentes fijadores o aceites. El primer recubierto del acabado catiónico debería entonces asegurar un natural y completo humedecido de la superficie de la piel para una cobertura óptima de los defectos.

La aplicación del acabado puede realizarse a rodillo, felpa o a pistola, cualquiera que ofrezca mejor resultados, seguido por un periodo de secado recomendado de al menos doce horas previo a un suave prensado y acabado. La próxima fase se refiere a un proceso de derretido.

La piel es planchada o prensado a baja presión y relativamente alta temperatura, con suficiente cuerpo para fusionar los productos a las fibras. Esto hace que el acabado fluya a las áreas afectadas que reciben mayor cantidad de producto rellenante y sellado y uniformidad de la superficie, así pues mejorando el resultado final de la piel. Para obtener los mejores resultados la temperatura de prensado es normalmente 90-100°C y, la presión de entre 100 y 175 Kg, de 1 a 5 segundos en una prensadora hidráulica. Pueden obtenerse resultados similares utilizando una planchadora rotante a una temperatura de 110°C a una presión de 50 a 75 bar.

Hidalgo, L. (2004), manifiesta que si se utiliza menos tiempo, se obtendrán resultados satisfactorios aunque la posibilidad de una mejora podría verse reducida. Para alcanzar los grados de blandura de la piel, preferiblemente se recomienda batanar en seco durante la noche o apilar mecánicamente, que dará como resultado una blandura uniforme, una piel bien rellena con un tacto agradable.

El acabado precisa de la aplicación de recubiertos ligeros y por lo tanto la piel debería ser teñida al bombo para un buen matizado de la piel. Si es necesario obtener resultados de alta calidad, entonces durante todo el proceso de acabado catiónico, todo el equipo de laboratorio debe mantenerse limpio para evitar la precipitación, si esto ocurriera, ésta se mezclaría con los materiales aniónicos.

4. La elección final

Leach, L. (2005), asegura que hay tres maneras diferentes para obtener un acabado final de la piel:

- Se obtiene un acabado completamente catiónico al utilizar sólo productos catiónicos en el profundo y en las posteriores capas finales convencionales del acabado.
- Un acabado semicatónico o de carga múltiple al utilizar una combinación de productos catiónicos, no aniónicos e incluso aniónicos para perfeccionar el uso de un tipo de piel más convencional.
- Los acabados "sándwich" son acabados en los que un sellador de capas completamente catiónico es seguido de capas finales convencionales aniónicos, esto hará que se obtengan mejores resultados en pieles de muy baja calidad. Para este tipo de acabado, no se pueden utilizar resinas Butadieno en los pre fondos, ya que esto produce problemas de adhesión entre capas. Para mejorar la adhesión entre capas se recomienda añadir resinas acrílicas no iónicas en la capa selladora, ya que esto reduce la posibilidad de sellar en exceso y actúa como un "puente químico" para las posteriores capas aniónicas.

Cotance, A. (2004), reporta que utilizando la tecnología catiónica se puede conseguir que un material crust de baja selección, ofrezca un precio más competitivo, que los artículos finales se vendan, un aspecto natural de la piel con propiedades físicas aceptables. Los productos de Sthail ayudan a los curtidores a mejorar una amplia variedad de materiales "crust" y producir un aspecto más

natural de la piel, de lo que era posible anteriormente. Se obtienen propiedades físicas aceptables. En el futuro, podría ser que el uso de los productos catiónicos disponibles se extienda a pieles de altas solidez. Un reciente trabajo de desarrollo llevado a cabo en este sector, sugiere que es posible obtener resultados favorables, especialmente cuando se aplican como una capa pre-selladora antes de la aplicación de acabados convencionales sobre ambas, pieles flor llena y pieles flor corregida.

I. PRODUCTOS CATIÓNICOS PARA EL ACABADO

Graves, R. (2007), describe que partiendo de lo dicho hasta ahora, ¿cómo se explica el carácter catiónico de los productos de acabados? Para algunos de ellos, este carácter catiónico viene dado, no por ellos mismos, sino por el medio en que se utilizan, o mejor dicho, por el auxiliar o auxiliares por los que se incorporan al medio. Estamos hablando de productos que al no estar disueltos, no pueden estar ionizados, como los productos que se presentan en forma de dispersión, productos disueltos en un disolvente no ionizante y pasados después al estado de emulsión, o productos que estando disueltos pueden adquirir, según las condiciones, carácter aniónico o catiónico (anfóteros).

Bacardit, A. (2004), reporta que en todos estos casos, el carácter catiónico vendrá dado por los auxiliares utilizados en la preparación de la dispersión, la emulsión o la solución. Otro grupo de productos, sin embargo, tienen carácter catiónico por sí mismos y ya se ha puesto algunos ejemplos de ellos en el capítulo anterior.

Estamos hablando de extendedores, estabilizantes, penetradores, y muy especialmente de los polímeros acrílicos o de uretanos que, a pesar de pertenecer a familias tradicionalmente de carácter aniónico o no iónico, han sufrido modificaciones en su molécula en forma de inclusión de radicales que han cambiado su carácter iónico.

1. Comportamiento

Font, J. (2005), manifiesta que el mecanismo de acción de los acabados catiónicos presenta una gran dificultad de comprensión. Es decir, se conoce los resultados, pero sabe poco del mecanismo por el que se llega a ellos. Sin embargo, no es arriesgado atribuir a la substantividad química, tanto las excelentes ventajas, como las exigencias, alertas o atenciones que hay que tener en cuenta para lo que tenía que ser un éxito espectacular, no se convierta en un triste fracaso. La mayoría de las pieles tienen, en forma latente, un marcado carácter aniónico en su superficie, el cual se activa al humedecerse en el momento de la aplicación del acabado. Siendo éste de carácter catiónico, presenta una fuerte afinidad por la piel depositándose muy superficialmente, con adherencia de naturaleza química y un gran rendimiento. Esto explicaría que se solucionen muchos problemas de adherencia, que no se endurezcan las pieles, que desaparezcan los bajos de flor y que, en general, se consiga la uniformidad deseada con muy poco grueso de acabado, es decir, buenas resistencias, uniformidad, tacto y aspecto natural inigualables con un acabado clásico.

En Oller, M. (2009), se asegura que el depósito superficial del acabado, con poca penetración, debido al carácter generalmente blando de los productos catiónicos, hacen que durante las primeras horas que siguen a la aplicación, el acabado sea especialmente delicado. Ligeramente pegajoso, sensible al roce, no permite operaciones mecánicas como el pulido y el abrillantado o el bombeado, e intentar ensayar la resistencia al frote puede ser desmoralizador. Por otro lado, una carga excesiva o un planchado demasiado caliente pueden impedir el anclaje de capas posteriores. Estas son las alertas a que se refiere más arriba. Pero dejar pasar 24 o 48 horas y se podrá pulir, abrillantar o bombear las pieles. Plancharlas a la temperatura y el momento adecuado y no se tendrá ningún problema con las capas posteriores.

En Oller, M. (2009), se indica que los productos catiónicos son, uno a uno, más caros, precio por quilo, que los productos clásicos. Pero un acabado catiónico o mixto (catiónico-aniónico) resulta más barato que un acabado tradicional. No se trata solamente de la mejora de la calidad. Un importante factor de rentabilidad es la mejora del clasificado, especialmente en pieles con determinados defectos de

flor. Pero además, resulta también más económico por su menor costo por pie, gracias a su decididamente mayor rendimiento.

Para poner un ejemplo concreto se asume que unas pieles plena flor tipo napa, con bajos de flor, sobre las que aplicaremos un acabado pigmentado clásico y otro mixto catiónico-clásico. El cuadro 2, se presenta la relación en precios entre un acabado por la vía clásica y uno catiónico, donde los precios fijados son relativos y no son reales únicamente fueron fijados con el fin de relacionar el coste final que tendrá cada uno de los acabados y la relación economía/calidad.

Cuadro 2. ACABADO CLÁSICO FRENTE AL ACABADO CATIONICO.

TIPO	CLÁSICO	CATIONICO
Pigmentos	3	8
Auxiliares	2	3
Acrílicas	2	3
Uretanos	4	5
Costo gramo:		
1) = 1,5	Clásico:	a) 6 capas $1 \times 6 = 36 \times 1,5 = 54$ b) 5 capas $1 \times 6 = 30 \times 1,5 = 45$
2) = 2,025		a) 2 capas $2 \times 6 = 12 \times 2,025 = 24,3$ 3 capas $3 \times 6 = 18 \times 1,2 = 21,6$
3) = 1,2	Mixto:	b) 2 capas $2 \times 6 = 12 \times 2,025 = 24,3$ 3 capas $3 \times 6 = 12 \times 1,2 = 14,4$

Consumos: 6 gr. por capa
Fuente: Palomas, S. (2005).

Como se puede ver, existen diferencias de costo a favor del acabado catiónico, además, teniendo en cuenta la mejora de calidad entre un acabado y otro sobre todo la del clasificado.

2. Características generales

Soler, J. (2004), asevera que las características generales que se deben tener en cuenta son:

- Aspecto y tacto muy suaves.
- Quiebres suaves.
- Poco grueso de acabado.
- Mejora la adherencia.
- Cobertura natural de los bajos de flor.
- Alto rendimiento de las capas catiónicas y de las posteriores en el caso de acabados mixtos.
- Mejora el clasificado.
- Ahorro del coste, teniendo la formulación a seguir descrita en el (cuadro 3):

Cuadro 3. FORMULACIÓN DEL ACABADO CON ANILINA

PRODUCTO	1	2
Agua	380	200
Penetrante catiónico	50	
Cera catiónica	250	
Binder catiónico	100	
Resina uretÁnica catiónica (15 %)	100	
Resina acrílica catiónica (25 % sol)	50	
Pigmento negro catiónico	70	
Penetrante		80
Anilina negra		30
Pigmento negro		40
Binder (caseína 30° shore)		100
Resina acrílica (30% sólidos)		300
Resina uretanica (15% sólidos)		150
Cera (de parafina)		100

Fuente: Soler, J. (2004)

Salmerón, J. (2003), detalla una breve descripción de la fórmula que se ha empleado:

- Penetrante Catiónico, como lo indica su nombre es de carácter catiónico solo se puede mezclar con productos catiónicos y ayuda a mejorar el anclaje del acabado haciendo de los productos de acabado den mejor poder humectante.
- Binder Catiónico, mejora el comportamiento al planchado, es de alto brillo y tacto suave.
- Resina Acrílica Catiónica, tiene un 15% de sólidos se usa en fondos, es de partícula muy fina, forma una película muy blanda y con buena adherencia, bastante resistente al agua, dando aspecto muy natural y buenas solidez.
- Resina Uretanica Catiónica, tiene un 25% tiene buen efecto de igualación y cobertura para bajos de flor, es de film semiopaco y apenas pegajoso.
- Cera catiónica, se añade en fondos catiónicos, confiere un tacto muy natural.

3. Precauciones

La Casa Comercial Bayer, (2005), pone de manifiesto que la importancia de los tiempos de reposo previos a las operaciones mecánicas. También se ha alertado sobre la necesidad de aplicar la cantidad justa y cuidar las condiciones y el momento del planchado para evitar problemas de apilado, pegajosidad, marcas de planchado y adherencia entre capas. Ahora se quiere alertar respecto a otra precaución. Los productos catiónicos son absolutamente incompatibles con los aniónicos y la mayoría de los productos clásicos lo son. Esta incompatibilidad se manifiesta por, una vez en contacto, provocar precipitados en no pocas ocasiones de magnitud y consecuencias considerables, por ejemplo en los conductos de una pistola insuficientemente lavada. Recipientes, cucharones, removedores y sobre todo las pistolas, deberán lavarse muy bien antes y después del catiónico, o lo que es lo mismo, antes y después del aniónico.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

El trabajo experimental y los análisis de laboratorio se realizaron en el taller de curtiembre de pieles de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH, ubicada en el kilómetro 1 ½ de la Panamericana Sur, cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo. A una altitud de 2754 msnm, y con una longitud oeste de 78° 28' 00" y una latitud sur de 01° 38' 02", y los análisis de las resistencias físicas se realizaron en los equipos del mismo laboratorio. La presente investigación tuvo un tiempo de duración de 60 días. Las condiciones meteorológicas del cantón Riobamba se describen en el (cuadro 4).

Cuadro 4. CONDICIONES METEOROLÓGICAS DEL CANTÓN RIOBAMBA.

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

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

B. UNIDADES EXPERIMENTALES

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

C. MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES

1. Materiales

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

2. Equipos

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

3. Productos químicos

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

D. TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL

En la presente investigación se utilizó 24 pieles caprinas las que fueron tratadas desde el proceso de curtición y en el proceso de acabados se utilizará, tres diferentes niveles de ligantes catiónicos poliuretanos. La cantidad de ligantes catiónicos poliuretanos fue de 150 g, 175 g y 200 g. El lugar de realización de los análisis físicos fue el Laboratorio de Resistencias físicas del cuero, de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

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

Donde

Y_{ij} = Valor del parámetro en determinación.

- μ = Efecto de la media por observación.
 α_i = Efecto de los tratamientos (niveles de tara).
 ϵ_{ij} = Efecto del error experimental.

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

$$H = \frac{12}{nT(nT + 1)} = + \frac{\sum RT_1^2}{nR T_1} + \frac{\sum RT_2^2}{nRT_2} + \frac{\sum RT_3^2}{nRT_3} + 2(nT + 1)$$

Donde:

H = Valor de comparación calculado con la prueba K-W.
 nT = Número total de observaciones en cada nivel de pigmento.

R = Rango identificado en cada grupo.

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

Cuadro 5. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.

Tratamiento	Codificación	T.U.E.	Repetición	Pieles/Tratam
150 g de ligantes catiónicos poliuretano	T1	1	8	8
175 g de ligantes catiónicos poliuretano	T2	1	8	8
200 g de ligantes catiónicos poliuretano	T3	1	8	8
TOTAL PIELES CAPRINAS				24

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

Cuadro 6. ESQUEMA DEL ADEVA.

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

E. MEDICIONES EXPERIMENTALES

1. Físicas

- Porcentaje de Elongación, %.
- Resistencia a la tensión, N/cm²
- Abrasión de la flor en seco (ciclos)

2. Sensoriales

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

3. Económicas

- Beneficio/ Costo

F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA

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

- Análisis de Varianza (ADEVA), para diferencias entre medias, utilizando el paquete estadístico Infostat versión 1 (2016).
- Separación de medias ($P < 0.05$) a través de la prueba de Tukey, utilizando el paquete estadístico Infostat versión 1 (2016).
- Prueba de Kruskal Wallis para variables no paramétricas, utilizando el paquete estadístico Infostat versión 1 (2016).
- Análisis de Correlación y regresión múltiple, utilizando el paquete estadístico Excell versión 10 (2016).

G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. Remojo

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

2. Pelambre por embadurnado

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

3. Desencalado y rendido

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

4. Piquelado

Posteriormente se preparó un baño con el 60% de agua, a temperatura ambiente, y se añadió el 6% de sal en grano blanca, y se rodó 10 minutos para que se disuelva la sal y luego se adicionó el 1% de ácido fórmico; diluido 10 veces su peso y dividido en 3 partes. Se colocó cada parte con un lapso de tiempo de 20 minutos. Pasado este tiempo, se controló el pH que debió ser de 4,5 a 4, y reposó durante 12 horas exactas.

5. Curtido

Pasado el tiempo de reposo, se añadió 12% de tara como curtiente vegetal; luego se rodó el bombo durante 5 horas. Se añadió 1% de ácido fórmico para fijar los productos curtientes, se rodó el bombo durante 1 hora, se botó el baño y se reposó las pieles durante 48 horas con la finalidad de mayor penetración de producto químico en la piel caprina curtida al vegetal así podremos obtener un producto de calidad.

6. Acabado en húmedo

- Una vez rebajado a un grosor de 1,1 mm, se pesarán los cueros caprinos y se lavó con el 200% de agua, a temperatura ambiente más el 0,2% de tensoactivo

y 1% de ácido oxálico, y se rodó el bombo durante 20 minutos para luego botar el baño.

- Luego se preparó un baño con 80% de agua a 35°C y se recurtió con 3% de órgano-cromo, dándole movimiento al bombo durante 40 minutos para posteriormente botar el baño y preparar 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, y luego añadió el 1,5% de recurtiente neutralizante y se rodó el bombo durante 60 minutos, se eliminó el baño y se lavó los cueros con el 300% de agua a 40°C durante 60 minutos.

Se botó el baño y se preparó otro con el 60% de agua a 50°C, al cual se adicionó el 4% de Tara, el 3% de rellenanate de faldas, 2% de resina acrílica aniónico diluida de 1:5, se giró el bombo durante 60 minutos.

7. Tintura y engrase

Al mismo baño se añadió el 2% de anilinas y se rodó el bombo durante 60 minutos, y luego se aumentó el 150% de agua a 70°C, más el 4% de parafina sulfoclorada, más el 1% de lanolina, 2% de éster fosfórico y el 4% de grasa sulfatada, mezcladas y diluidas en 10 veces su peso.

Luego se rodó por un tiempo de 60 minutos y se añadió el 0,75% de ácido fórmico y se rodó durante 10 minutos, luego se agregó el 0,5% de ácido fórmico, diluido 10 veces su peso, y se dividió en 2 partes y cada parte se rodó durante 10 minutos, y se eliminó el baño. Terminado el proceso anterior se lavó los cueros con el 200% de agua a temperatura ambiente durante 20 minutos, se eliminó el baño y se escurrieron los cueros caprinos para reposar durante 1 día en sombra, y se secaron durante 2 – 3 días.

8. Aserrinado, ablandado y estacado

Finalmente se procedió a humedecer ligeramente a los cueros caprinos con una pequeña cantidad de aserrín húmedo, con el objeto de que estos absorban

humedad para una mejor suavidad de los mismos, durante toda la noche. Los cueros caprinos se los ablando a mano y luego se los estacó a lo largo de todos los bordes del cuero, hasta que el centro del cuero tuvo una base de tambor y se dejó todo un día.

9. Acabado en seco

Para el acabado en seco de los cueros caprinos se utilizó para el tratamiento T1 150 gramos de ligante catiónico poliuretano, para el tratamiento T2 se adicionó 175 gramos de ligante catiónico poliuretano para el tratamiento T3, 200 gramos de ligante catiónico poliuretano más pigmento, ceras, filler, penetrante y agentes de tacto.

H. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

Para los resultados de los análisis sensoriales del cuero caprino se utilizó las instalaciones del laboratorio de curtiembre de la Facultad de Ingenierías Industrias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica, del Chimborazo, ubicado en el kilómetro 1 ½ de la Panamericana sur, del cantón Riobamba.

1. Análisis sensorial

- Para los análisis sensoriales se realizó una evaluación a través del impacto de los sentidos que son los que nos indicaron que características debieron tener cada uno de los cueros para calzado, dando una calificación de 5 correspondiente de muy buena; de 3 a 4 buena; y 1 a 2 baja; en lo que se refiere a naturalidad, llenura y tacto.
- Para detectar la llenura se palpó sobre todo la zona de los flancos el cuero y se calificó el enriquecimiento de las fibras de colágeno, los parámetros a determinar se refirieron a identificar, si las fibras de colágeno se encontraban llenas o vacías, y de acuerdo a esto se procedió a establecer la calificación.

- La medición del tacto del cuero se la realizó sensorialmente; es decir, el juez calificador tomó entre las yemas de sus dedos el cuero y realizó varias torsiones por toda la superficie tanto en el lomo como en las faldas para determinar la suavidad y caída del cuero y se lo calificó en una escala que va de 1 que representa menor caída y mayor dureza, a 5, que es un material muy suave y con buena caída, mientras tanto que valores intermedios fueron sinónimos de menor blandura.
- Para determinar el tamaño del grano y la naturalidad de la piel caprina se realizó tanto una observación visual como una apreciación táctil para determinar si el cuero se presenta homogéneo o existió imperfecciones muy acentuadas producto de un mal descarnado que es necesario pues en la endodermis (parte de la piel en contacto con el animal), quedan, luego del cuereado, restos de carne y grasa que debieron eliminarse para evitar el desarrollo de bacterias sobre la piel.

2. Análisis de las resistencias físicas

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

3. Resistencia a la tensión

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

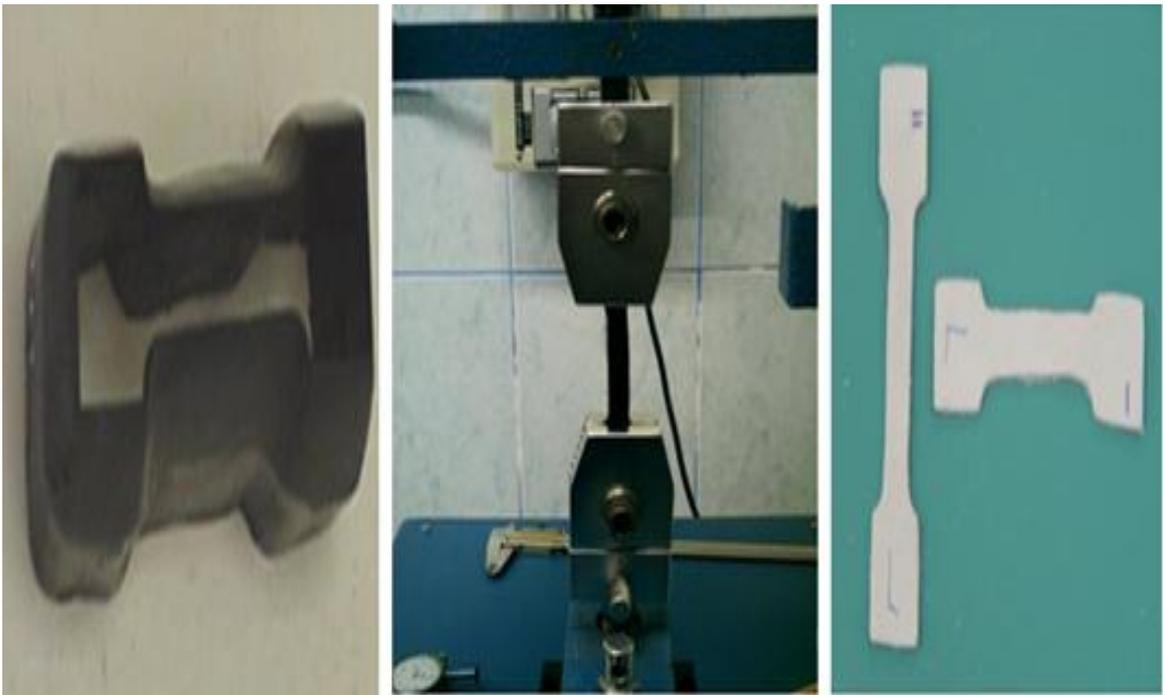


Figura 1. Forma de la probeta de cuero.

En un ensayo de tensión la operación se realizó sujetando los extremos opuestos de la probeta y separándolos, la probeta se alargó en una dirección paralela a la carga aplicada, ésta probeta se colocó dentro de las mordazas tensoras y se debió cuidar que no se produzca un deslizamiento de la probeta porque de lo contrario pudo falsear el resultado del ensayo, (figura 2)

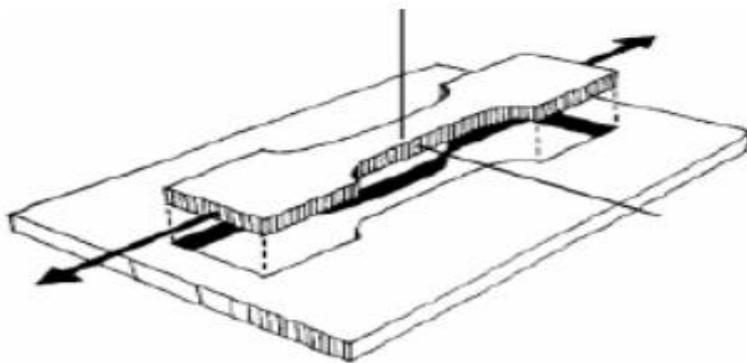


Figura 2. Dimensionamiento de la probeta.

La máquina que se utilizó para realizar el test estuvo diseñada para:

- Alargar la probeta a una velocidad constante y continua

- Registrar las fuerzas que se aplican y los alargamientos, que se observan en la probeta.
- Alcanzar la fuerza suficiente para producir la fractura o deformación permanente es decir rota (figura 3).



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

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

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

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

a. Procedimiento

- Se debió tomar las medidas de la probeta (espesor) con el calibrador en tres posiciones, luego se tomó una medida promedio. Este dato nos sirvió para aplicar en la formula, cabe indicar que el espesor fue diferente según el tipo de cuero en el cual vayamos hacer el test o ensayo.



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



- Luego se colocó la probeta entre las mordazas tensoras.



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



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



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

4. Porcentaje de elongación

La Asociación Española en la Industria del Cuero (2002), manifiesta que el ensayo del porcentaje de elongación a la rotura se utilizó para evaluar la capacidad del cuero para aguantar las tensiones multidireccionales a que se encuentra sometido en sus usos prácticos. La elongación es particularmente necesaria en los cosidos, en los ojales, y en todas las piezas con orificios o entalladuras sometidas a tensión. Las normas y directrices de calidad de la mayor parte de curtidos especifican el cumplimiento de unos valores mínimos del porcentaje de elongación. La

característica esencial del ensayo es que a diferencia de la tracción, la fuerza aplicada a la probeta se repartió por el entramado fibroso del cuero a las zonas adyacentes y en la práctica la probeta se comportó como si sufriera simultáneamente tracciones en todas las direcciones. Por ello el ensayo fue más representativo de las condiciones normales de uso del cuero, en las que éste se encuentra sometido a esfuerzos múltiples en todas las direcciones.

La resistencia a la elongación se pudo expresar en términos relativos, como el cociente entre la fuerza máxima y el grosor de la probeta, en Newtons/mm, aunque a efectos prácticos fue más útil la expresión de la fuerza en términos absolutos, Newtons/cm².

5. Resistencia a la abrasión en seco del acabado

La resistencia a la abrasión es una de las propiedades más importantes del cuero y una de las más difíciles de satisfacer en húmedo. Prácticamente todos los tipos de curtidos están obligados a un determinado grado de resistencia al frote. Existen dos tipos de ensayo para medir la solidez al frote: el Satra y el Veslic. En el Satra, un material de fieltro de forma circular gira frotando la superficie del cuero, mientras en el Veslic el fieltro se apoya sobre la piel con una carga determinada y es la piel la que se desplaza en forma de vaivén.

El ensayo Satra tiene el inconveniente de que siempre se frota la misma parte de la superficie del cuero. La fricción produce un calentamiento que puede reblandecer los acabados termoplásticos falseando los resultados. Además, la decoloración producida es poco uniforme y es más difícil valorar los resultados.

El procedimiento Veslic fue adoptado como método IUF 450, y su uso está más extendido que el Satra. En el método IUF 450, la muestra de piel se fija con la cara a ensayar hacia arriba sobre una plataforma horizontal capaz de desarrollar un movimiento de vaivén con un recorrido de 3'5 cm y una frecuencia de 40 ciclos por minuto. La muestra se estira un 10 % de su longitud en la misma dirección en que se accionará el movimiento. Generalmente se realizan dos ensayos, uno con el fieltro seco y otro con el fieltro húmedo. Existe también la posibilidad de ensayar la

resistencia al frote con el fieltro humedecido con sudor artificial, con disolventes, con productos de limpieza, y con otras sustancias con el propósito de medir la solidez en condiciones representativas de unas influencias particulares.

Después del ensayo el fieltro puede quedar más o menos coloreado a causa de la transferencia de cualquier clase de materia coloreada, por ejemplo, colorante o polvo de esmerilado. Además el color y la superficie del cuero pueden haber quedado alterados. Las variaciones de color se valoran con la ayuda de las respectivas escalas de grises para el cuero y para el material de acompañamiento, el fieltro en éste caso.

Como siempre, la nota 5 corresponde a la máxima solidez y la nota 1 a la más baja. Los fieltros húmedos deben secarse antes de valorarlos. En la valoración del cuero debe anotarse cualquier cambio visible en la superficie, como por ejemplo la pérdida de brillo, un efecto de pulido, el aplastado de la felpa, o el deterioro del acabado. Los fieltros que cumplen las especificaciones de la norma IUF 450 pueden solicitarse a AQEIC o al Laboratorio Federal de Ensayos de Materiales, más conocido como EMPA, en Suiza 49. El EMPA dispone además de fieltros teñidos en negro para el examen de la solidez al frote de pieles de colores claros (gráfico 3).



Gráfico 3. Equipo para la medición de la resistencia al frote en seco.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

A. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS CUEROS CAPRINOS CURTIDOS CON TARA, APLICANDO UN ACABADO CON DIFERENTES NIVELES DE LIGANTES CATIONICOS POLIURETANOS

1. Resistencia a la tensión

Los valores de la resistencia a la tensión de los cueros caprinos curtidos con tara, reportaron diferencias altamente significativas ($P < 0.01^{**}$) entre medias, por efecto de la aplicación a la fórmula del acabado de distintos niveles de ligantes catiónicos de poliuretano estableciéndose, las mejores respuestas cuando se realizó el acabado de las pieles caprinas con 200 gr, de ligante catiónico (T3), con valores de $2196,55 \text{ N/cm}^2$, y que disminuyeron a $2039,31 \text{ N/cm}^2$, cuando se procedió el acabado de las pieles caprinas con 175 gr, de ligante catiónico (T2), mientras tanto que las respuestas más bajas se evidenciaron al producir el acabado de las pieles con 150 gr. de ligante catiónico (T1), con reportes de $1663,98 \text{ N/cm}^2$, como se muestra en el cuadro 8, y se ilustra en el (gráfico 4).

De los reportes mencionados en la presente investigación se establece la estrecha relación que tienen los ligantes catiónicos de poliuretanos con las resistencias físicas, se afirma que al utilizar mayores niveles de ligante catiónico se aumenta la resistencia a la tensión de las pieles caprinas, debido a que estos agentes químicos le proporcionan mayor resistencia a la piel porque forman enlaces con los puentes de colágeno-agente curtiente permitiendo tener mayor firmeza en el acabado y así mejor resistencia cuando se aplique una fuerza externa, todo esto se produce mediante las diferentes interacciones químicas que ocurre en el proceso de acabado y que al ser el último proceso que sufren los cueros deben ser mejor controlados así como también se deben utilizar agentes químicos que permitan tener una mayor fuerza de enlace mejorando así la penetración de los mismos y la fijación adecuada en el cuero.

Cuadro 7. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS CUEROS CAPRINOS CURTIDOS CON TARA APLICANDO UN ACABADO CON DIFERENTES NIVELES (150, 175 Y 200 G/KG PINTURA), DE LIGANTES CATIÓNICOS POLIURETANOS.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	NIVELES DE LIGANTE CATIÓNICO, g/ kg de pintura.						EE	Prob.
	150 g. T1		175 g. T2		200 g. T3			
Resistencia a la Tensión, N/cm ²	1663,98	b	2039,31	a	2196,55	A	99,69	0,0034
Porcentaje de elongación, %	57,19	b	58,13	b	70,63	A	2,82	0,0045
Resistencia al Frote en seco, ciclos	158,00	c	170,38	b	181,25	A	1,85	<0,0001

ns: Promedios con letras iguales en la misma fila no difieren estadísticamente según Tukey (P>0.05).

**Promedios con letras diferentes en la misma fila difieren estadísticamente según Tukey (P<0.01)

EE: Error estadístico.

Prob: Probabilidad.

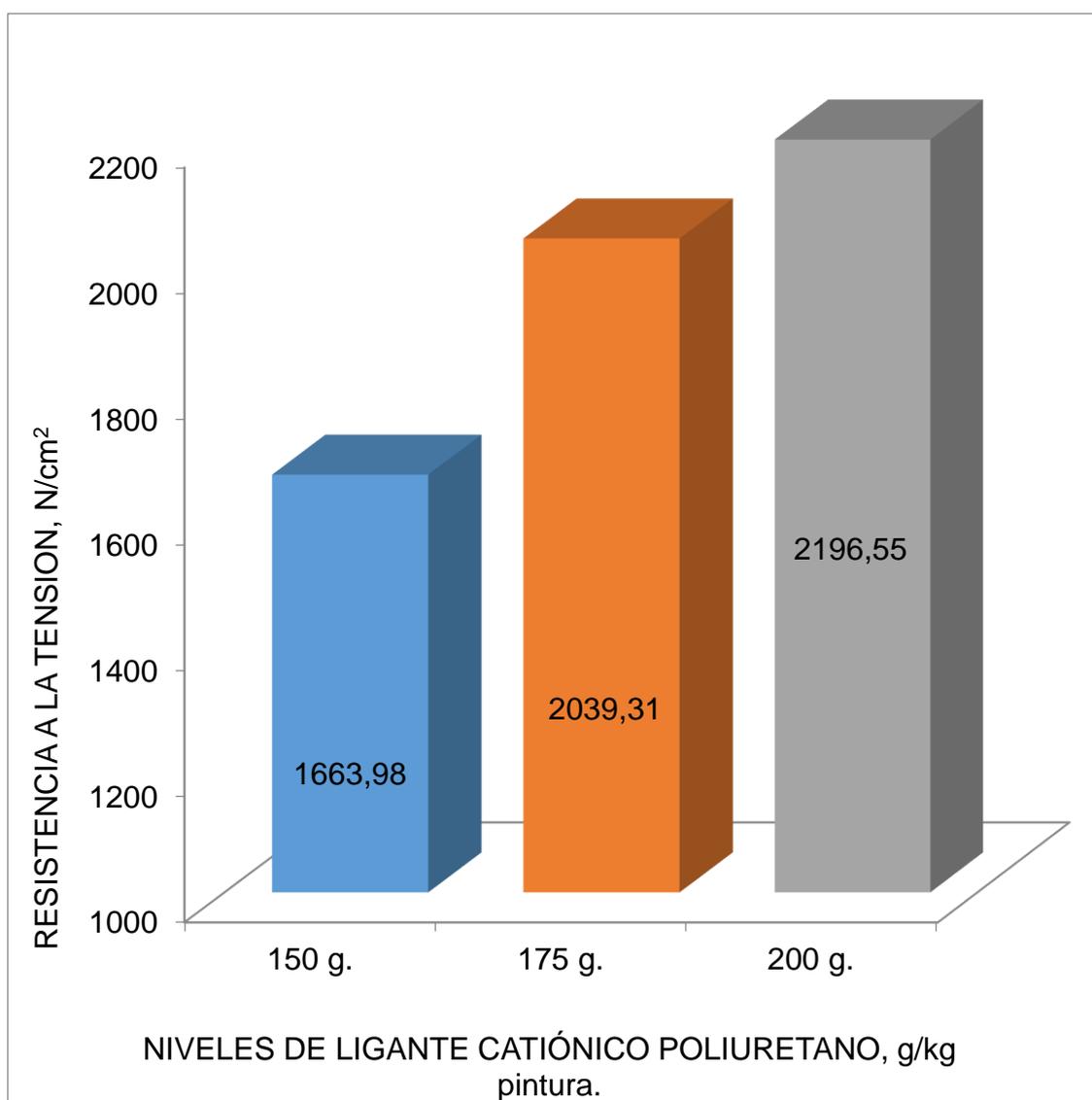


Gráfico 4. Resistencia a la tensión de los cueros caprinos curtidos con tara aplicando un acabado con diferentes niveles (150, 175 y 200 g/kg pintura), de ligantes catiónicos poliuretanos.

Hidalgo, L. (2004), manifiesta que uno de los problemas más grandes que se enfrentan cuando se aplica el acabado de las pieles es de acuerdo al tipo de enlace que forme el colágeno con el agente curtiente utilizado ya que esto proporcionará las características que presenten las moléculas y como podrán interactuar de manera química con los agentes utilizados en las posteriores etapas, debido a que se escogió para la presente investigación utilizar como curtiente la tara se forma un enlace covalente con las fibras de colágeno, lo cual le da una característica de que

el polo negativo queda libre y lo cual hace óptimo el utilizar agentes catiónicos para permitir que provoque la interacción electrónica y las sustancias puedan adherirse de manera satisfactoriamente en las pieles mejorando sus características y sus resistencias.

La calidad del cuero referente a la resistencia a la tensión cumple con la normativa IUP 6 (2002), de la Asociación Española en la Industria del Cuero, quien establece respuestas de 1500 N/cm^2 , y son indicativos de la calidad que tienen las pieles al dar un acabado catiónico. Uno de los factores que denotan la calidad del cuero es la forma de cómo estos respondan a las diferentes pruebas que se realice tanto físicas como sensoriales, en la prueba física resistencia a la tensión se emula las fuerzas externas que se aplican cuando el cuero está confeccionado para diversos fines, en el acabado se le otorga las características finales que presenta el cuero, por lo que es de fundamental importancia elegir el tipo de procesos que se aplique y los productos para lograr mejorar de manera satisfactoria las resistencias de las pieles y la calidad de las mismas, sobre todo al confeccionar los artículos.

Los resultados expuestos en la presente investigación son superiores al ser comparadas con las que reporta Buenaño, R. (2009) quien obtuvo valores de $1040,5 \text{ N/cm}^2$, cuando realizó el acabado de las pieles caprinas con el 15% de éster fosfórico, debido a que el compuesto utilizado en la otra investigación es de tipo aniónico y no se enlaza de manera satisfactoria con el puente colágeno-agente curtiente cosa que no ocurre cuando se da el acabado de las pieles caprinas con agentes catiónicos.

En el análisis de regresión de la resistencia a la tensión que se ilustra en el gráfico 5, se presenta una dispersión de los datos hacia una tendencia lineal positiva altamente significativa ($P < 0.01$), donde se infiere partiendo de un intercepto de $102,6 \text{ N/cm}^2$, la resistencia a la tensión se incrementa en $10,65 \text{ N/cm}^2$, por cada unidad de cambio en el nivel de ligante catiónico de poliuretano aplicado al acabado

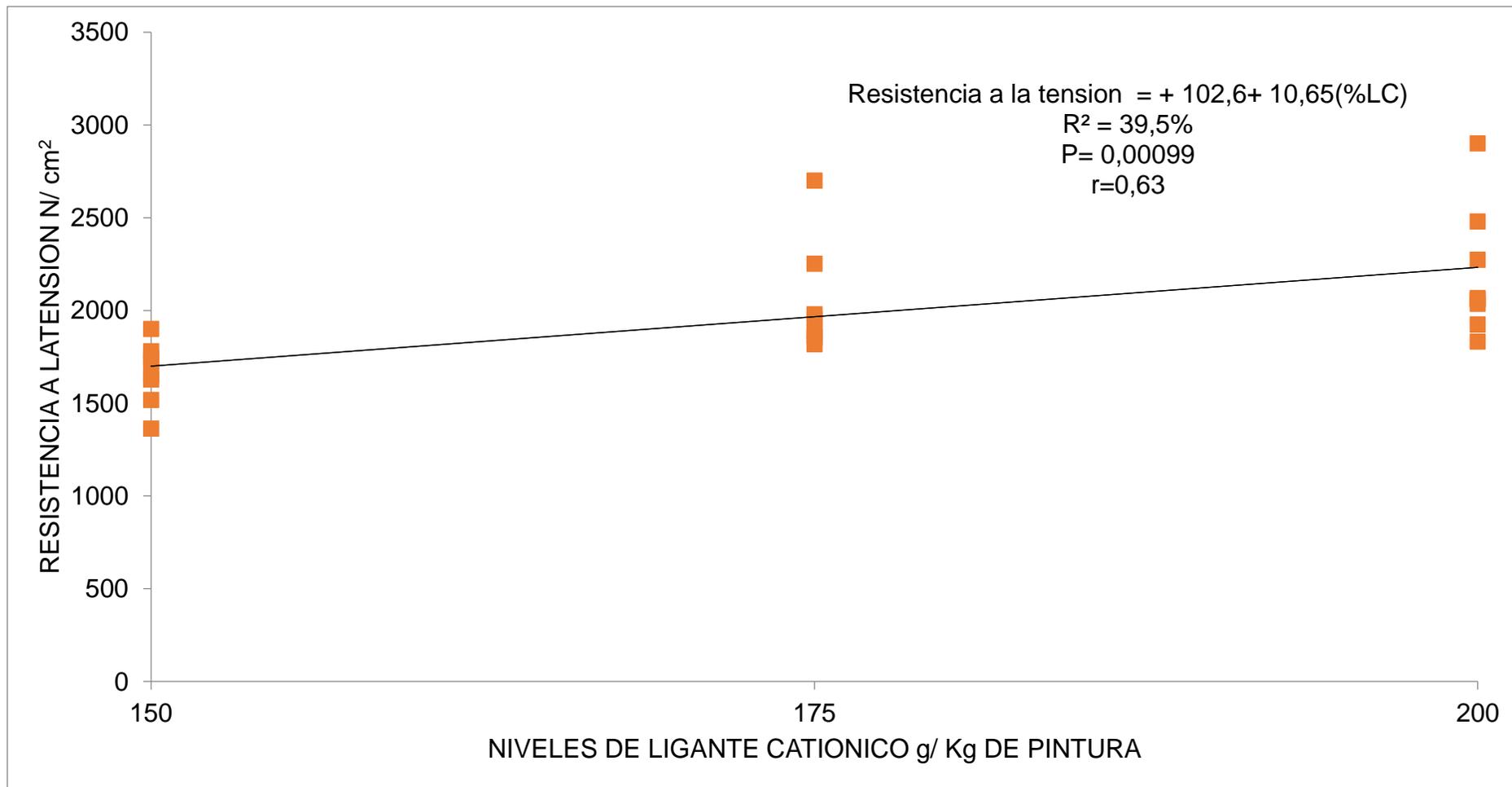


Gráfico 5. Regresión de la resistencia a la tensión de las pieles caprinas curtidas con tara con la aplicación de diferentes niveles de ligantes catiónicos poliuretanos.

de las pieles caprinas, con un coeficiente de determinación de 39,5% mientras que el 60,5% restantes dependieron de otros factores no considerados en la presente investigación y que vienen como errores aleatorios, entre estos se puede anotar la precisión en el pesaje de los diferentes productos químicos, el efecto mecánico de cada proceso de curtición y la calidad de la materia prima utilizada. La ecuación que se aplicó para determinar la regresión fue:

$$\text{Resistencia a la tensión} = + 102,6 + 10,65(\text{gr. LC})$$

2. Porcentaje de elongación

El porcentaje de elongación de las pieles caprinas curtidas con tara difiere estadísticamente ($P < 0,01$), por efecto de la aplicación de diferentes niveles de ligantes catiónicos de poliuretano en el proceso de acabado reportándose, las mejores respuestas cuando se realizó el acabado de las pieles caprinas con 200 g. de ligante catiónico (T3), con valores de 70,63%, y que disminuyeron con la aplicación de 175 g. de ligante catiónico (T2), hasta alcanzar medias de 58,13%; mientras tanto que las respuestas más bajas fueron registradas cuando se aplicó en el acabado de las pieles caprinas 150 g. de ligante catiónico (T1), con resultados de 57,19% como se ilustra en el gráfico 6, con los resultados reportados se identifica la proporcionalidad que existe entre los niveles de ligante catiónico y el porcentaje de elongación y se afirma que al aumentar los niveles de ligante catiónico se aumenta los valores de tensión con esto se mejora la calidad del cuero además de que se logran los resultados requeridos.

Al respecto Soler, J. (2004), manifiesta que en la actualidad el principal mercado en el que se comercializa las pieles es la confección de calzado, las pieles caprinas son las más adecuadas para este proceso, debido a sus elevadas características físicas y a la belleza que se le puede otorgar con los distintos procesos en la transformación, para ello es fundamental que los cueros cumplan con la normativa y con mayor importancia se le toma al porcentaje de elongación ya que el calzado en su uso diario va a sufrir fuerzas de estiramiento notable lo cual si el cuero no está transformado de manera adecuada para que se rompa disminuyendo su vida

útil, al utilizar productos catiónicos en el acabado las pieles quedan más engrasadas ya que los aceites utilizados en el engrase son solubles con los agentes catiónicos esto permite mejorar la acción del engrasante y las fibras de colágeno se encuentran más sueltas por lo cual al presentarse una fuerza de estiramiento no va a existir una fricción elevada lo cual evitara que se desgarran las pieles y mejoraron notablemente la calidad del cuero y esto ocasiona que el acabado con productos catiónicos sea satisfactorio.

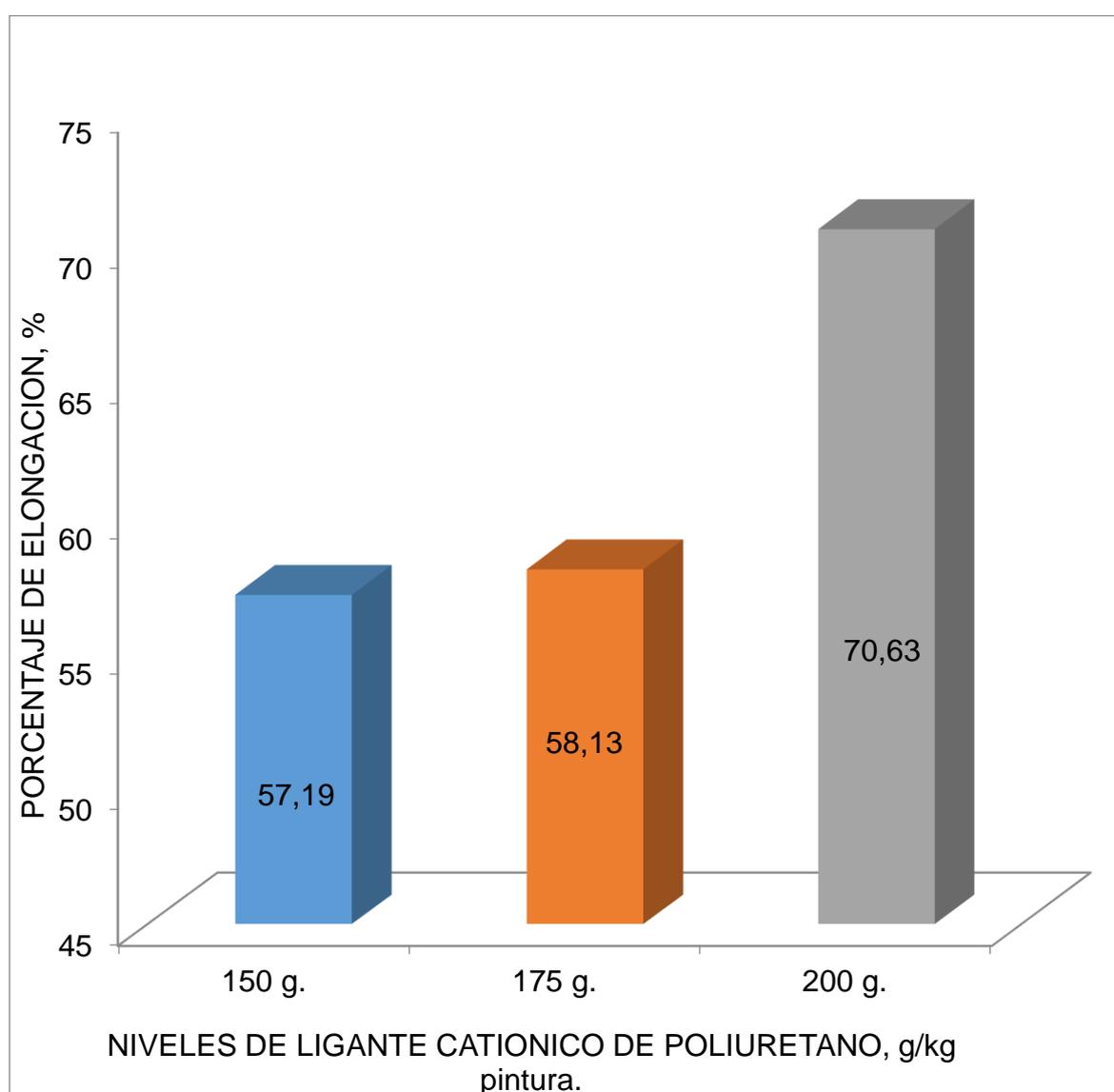


Gráfico 6. Porcentaje de elongación de los cueros caprinos curtidos con tara aplicando un acabado con diferentes niveles (150, 175 y 200 g/kg pintura), de ligantes catiónicos poliuretanos.

Según la normativa de calidad de la Asociación Española en la Industria del Cuero que en la norma técnica IUP6 (2002), se indica que el límite permisible de elongación debe ser de 40 a 80%, para cueros destinados a la confección de calzado, estableciéndose que en la presente investigación se logra cumplir con estos requerimientos, siendo mayor al aplicar 200 g, de ligante, es decir que los cueros soportar mayores fuerzas el momento del armado y del uso diario ya que son productos que pueden ser utilizados por tiempos prolongados de uso y no deben ocasionar molestias

Al comparar las medias de la presente investigación con las que reporta Sánchez, T. (2016), quien reporto medias de 65,15% cuando procedió al acabado de pieles ovinas con el pigmento NEOSAN 2000 y que son inferiores a las reportadas en la presente investigación debido a que el ligante catiónico mejora las características de los pigmentos y los hace más resistentes en comparación a los pigmentos utilizados.

En el análisis de la regresión que se ilustra en el gráfico 7, se aprecia que los resultados del porcentaje de elongación se dispersan a una tendencia lineal positiva altamente significativa ($P < 0.01$), donde se infiere que partiendo de un intercepto de 14,95%, las respuestas aumentan 0,27% por cada gramo de aumento de ligante catiónico en el acabado, con un coeficiente de determinación de 32,28% mientras que el 67,72%, restantes dependieron de otros factores no considerados en la investigación y que tienen que ver básicamente con la precisión en el rodaje de los diferentes procesos para transformación de la piel en cuero así como la aplicación de los productos químicos para cada uno de ellos, en los tiempos y proporciones adecuadas.

La ecuación que se aplicó para la regresión fue:

$$\text{Porcentaje de Elongación} = + 14,95 + 0,27(\text{gLCP}).$$

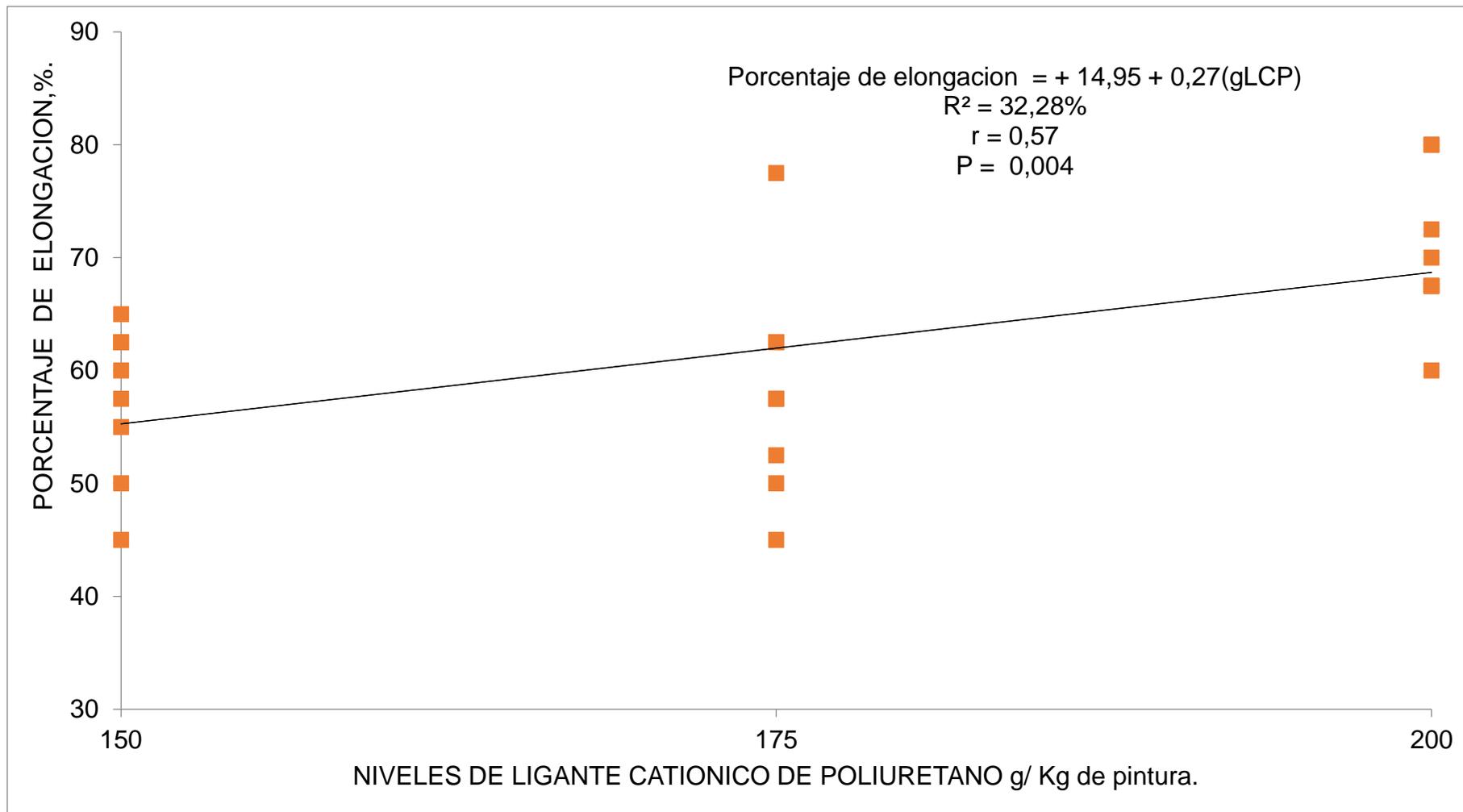


Gráfico 7. Regresión del porcentaje de elongación de los cueros caprinos curtidos con tara aplicando un acabado con diferentes niveles (150, 175 y 200 g/kg pintura), de ligantes catiónicos poliuretanos.

3. Resistencia al frote en seco

El análisis estadístico de la resistencia al frote en seco de las pieles caprinas curtidas con tara, reportó diferencias altamente significativas ($P < 0,01$), por efecto de la inclusión en la fórmula del acabado de diferentes niveles de ligante catiónico de poliuretano, estableciéndose las mejores respuestas cuando se procedió al acabado de las pieles con 200 g, de ligante catiónico (T3) con 181,25 ciclos, a continuación se aprecian los resultados al utilizar 175 g. de ligantes catiónicos (T2) ya que los valores disminuyeron a 170,38 ciclos, en tanto que las respuestas más bajas fueron registradas cuando se realizó el acabado de las pieles caprinas con 150 g, de ligante catiónico de poliuretano (T1) con respuestas de 158,00 ciclos como se ilustra en el gráfico 8, es decir que para mejorar las respuestas de resistencia al frote en seco se debe aplicar mayor contenido de ligantes catiónicos.

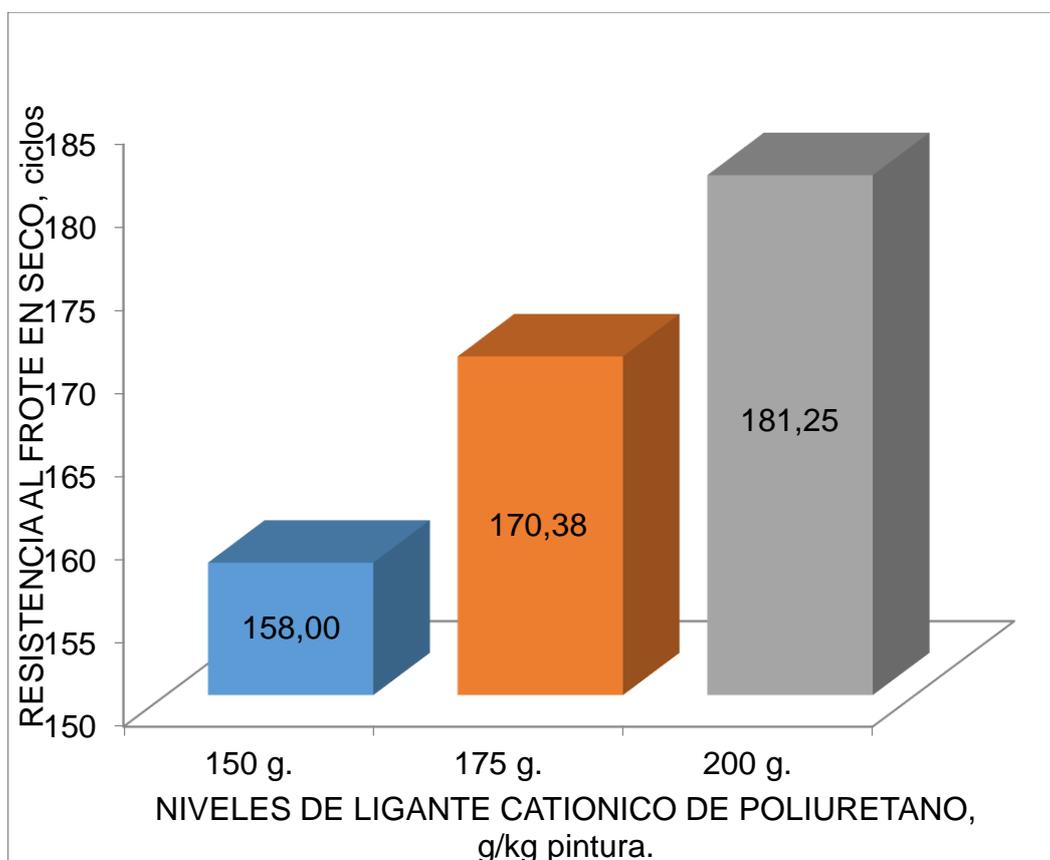


Gráfico 8. Resistencia al frote en seco de los cueros caprinos curtidos con tara aplicando un acabado con diferentes niveles (150, 175 y 200 g/kg pintura), de ligantes catiónicos poliuretanos.

Lo expuesto en líneas anteriores de la resistencia al frote en seco tiene su fundamento según Murrialto, J. (2017), quien manifiesta que la fijación en la piel del ligante catiónico de poliuretano evita que se rompa el enlace del agente tinturante mejorando sus condiciones y así mismo la calidad del acabado de las pieles.

El poliuretano es un agente químico, ampliamente utilizado en diversos procesos, muy usado en fabricación de pinturas sintéticas, destacándose, la de los cueros. Las cuales logran una alta adherencias a la fibra de colágeno cuando es curtido al vegetal y gran resistencia a la inclemencia del tiempo. Ya sea en verano o en invierno. Resiste muy bien el impacto de solventes químicos.

Con lo cual, puede ser utilizado en una amplia gama de procesos productivos, contiene una flexibilidad mayor, a la de otros agentes similares. Con la característica, que al ser contornado, retoma a su forma original. La mayoría de las pieles tienen, en forma latente, un marcado carácter aniónico en su superficie, el cual se activa al humedecerse en el momento de la aplicación del acabado. Siendo éste de carácter catiónico, presenta una fuerte afinidad por la piel depositándose muy superficialmente, con adherencia de naturaleza química y un gran rendimiento.

Esto explicaría que se solucionen muchos problemas de adherencia, que no se endurezcan las pieles, que desaparezcan los bajos de flor y que, en general, se consiga la uniformidad deseada con muy poco grueso de acabado, es decir, buenas resistencias, uniformidad, tacto y aspecto natural inigualables con un acabado clásico. Estas son las ventajas.

Según la norma técnica IUP 450 se establece que para que las pieles puedan cumplir con la calidad en la prueba física resistencia al frote en seco las medias deberán superar los 150 ciclos de frote con fieltro seco, respuestas que están siendo cumplidas en la presente investigación y que son mayores al aplicar 200 g, de ligante catiónico de poliuretano (T3), y esto se da debido a que la tecnología aplicada con ligantes catiónicos es importante y es muy desarrollada en cueros curtidos al vegetal dado que la piel queda en un estado de enlace donde se hacen

presentes la interacción electrónica lo cual permite al agente tinturante penetrar sin mayor inconveniente aumentando el tiempo de duración de la tintura así como también sus utilidades y permanencia sin envejecimiento prematuro.

Comparando las medias con las obtenidas por Cabascango, L. (2010) quien reportó una resistencia al frote en seco de 84.74 ciclos, cuando realizo el acabado de las pieles caprinas con el 4% de colorante ácido y que son inferiores a las respuestas de la presente investigación debido a que la tecnología de aplicar ligantes es más moderna y con lo cual se han mejorado las condiciones de curtición y permiten que los ligantes eleven las características de los cueros debido a que estos mejoran las condiciones experimentales para el agente tinturante y da una fijación elevada del para aumentar su clasificación y precio en el mercado.

En el análisis de la regresión que se ilustra en el gráfico 9, se indica que los reportes de la resistencia al frote en seco se dispersan hacia una tendencia lineal positiva altamente significativa ($P < 0.01$), donde se infiere que partiendo de un intercepto de 88,5 ciclos el frote en seco se eleva en 0,47 ciclos por cada unidad de cambio en el nivel de ligante catiónico de poliuretano, con un coeficiente de determinación (R^2), de 78,84% mientras tanto que el 21,16% restantes dependieron de otros factores no considerados en la presente investigación y que tienen que ver con la calidad de la materia prima que al no ser la tradicional como es la bovino no se le da la importancia necesaria para aplicar los cuidados especialmente en lo que tiene que ver con los defectos mecánicos al criar a los animales en lugares adecuados o los producidos en el momento del faenamiento, que no pueden ser maquillados con la aplicación de capas del acabado.

La ecuación que se aplicó para determinar la regresión de la resistencia al frote en seco fue:

$$\text{Resistencia al frote en seco} = + 88,5 + 0,47(\text{NLC})$$

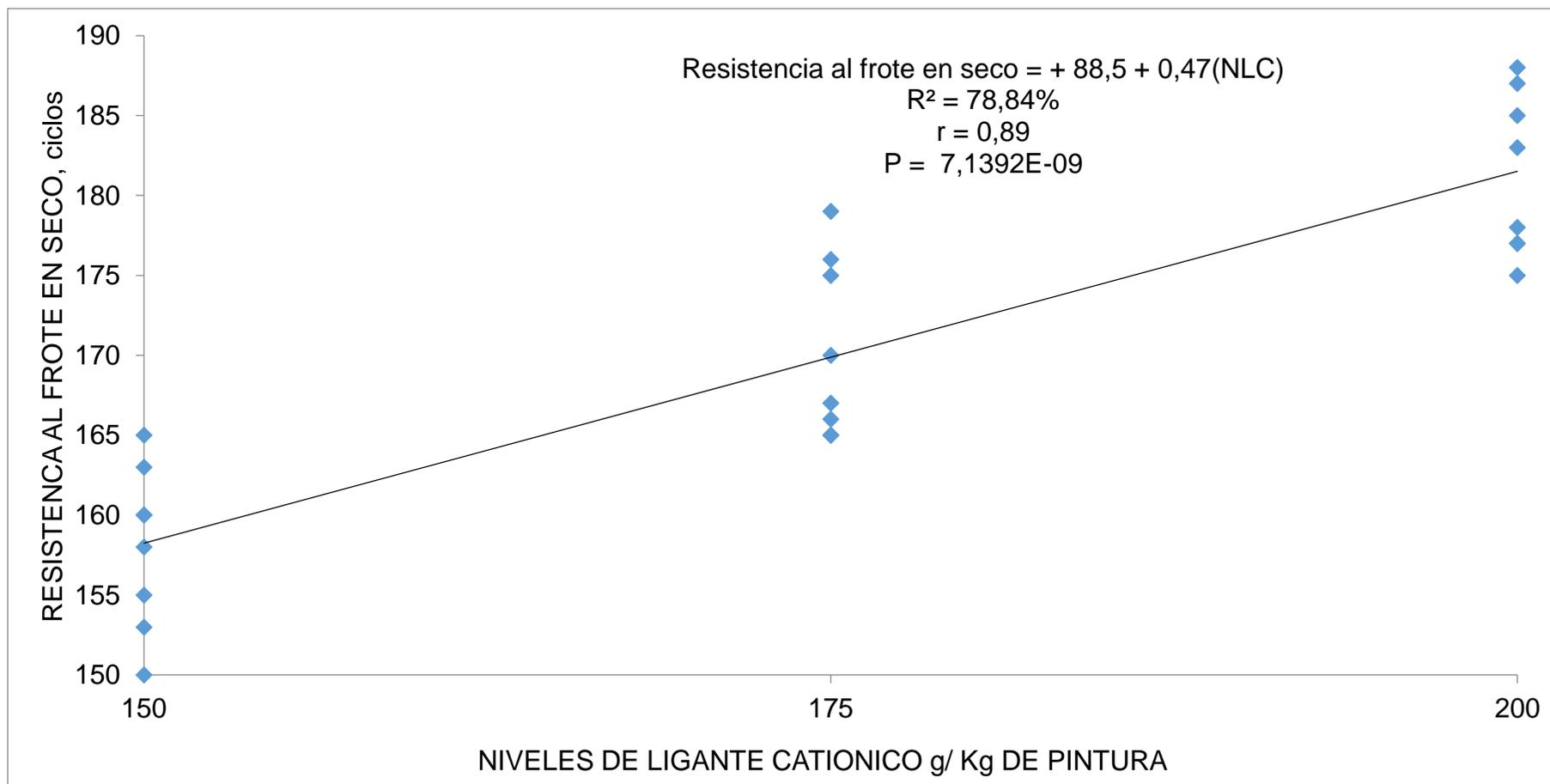


Gráfico 9. Regresión de la resistencia al frote en seco de los cueros caprinos curtidos con tara aplicando un acabado con diferentes niveles (150, 175 y 200 g/kg pintura), de ligantes catiónicos poliuretanos.

B. CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DE LOS CUEROS CAPRINOS CURTIDOS CON TARA APLICANDO UN ACABADO CON DIFERENTES NIVELES, DE LIGANTES CATIÓNICOS POLIURETANOS

1. Naturalidad

Los valores medios obtenidos de la variable sensorial naturalidad de los cueros caprinos curtidos con tara reportaron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) entre medias, por efecto de la utilización de diferentes niveles de ligante catiónico de poliuretano, registrándose las mejores respuestas en el lote de cueros que se aplicó 200 g, de ligante catiónico (T3), con valores de 4,75 puntos, y calificación excelente de acuerdo a la escala propuesta por Hidalgo, L. (2016), a continuación se aprecian los resultados de los cueros caprinos acabados con 175 g. de ligante catiónico (T2); ya que registraron medias de 4,00 puntos, y calificación muy buena según la mencionada escala mientras tanto que los resultados más bajos se reportaron cuando se añadió al acabado de las pieles caprinas 100 g. de ligante catiónico (T1) con ponderaciones de 3,63 puntos, y calificación buena. como se indica en el cuadro 9, y se ilustra en el gráfico 10, es decir que existe una proporcionalidad directa entre las dos variables, por lo que al añadir mayores niveles de ligante catiónico se obtienen mejores respuestas a la prueba sensorial de naturalidad, esto se debe a que los ligantes catiónicos son utilizados para mejorar las condiciones sensoriales de las pieles y le otorgan un acabado con elevadas prestaciones mejorando así de manera significativas la apreciación subjetiva del cuero. Los resultados expuestos de naturalidad del cuero tienen su fundamento en lo que expresa Nembrogi, P. (2016), donde se indica que dentro de las características sensoriales no existe una condición estándar que puedan cumplir los cueros, pero se espera que al realizar la observación y calificación se consiga la mejor calificación por sus bondades ya que mucho de esto, va a depender la aceptación en el mercado de las pieles curtidas, por lo general cuando se curte con tara o extractos vegetales se combinan mejor los acabados catiónicos (ligantes), sirven para mejorar las condiciones y esto provoca que la naturalidad del cuero aumente ya que se verá uniforme el acabado y no quedaran espacios.

Cuadro 8. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DE LOS CUEROS CAPRINOS CURTIDOS CON TARA APLICANDO UN ACABADO CON DIFERENTES NIVELES (150, 175 Y 200 G/KG PINTURA), DE LIGANTES CATIÓNICOS POLIURETANOS.

CARACTERÍSTICAS SENSORIALES	NIVELES DE LIGANTE CATIÓNICO, g/ KG DE PINTURA.			EE	Prob.
	150 g. T1	175 g. T2	200 g. T3		
Naturalidad, puntos	3,63 b	4,00 b	4,75 a	0,21	0,0035
Llenura, puntos	3,88 b	4,25 ab	4,75 a	0,19	0,0119
Tacto, puntos	3,63 b	4,38 a	4,75 a	0,18	0,0007

ns: Promedios con letras iguales en la misma fila no difieren estadísticamente según Tukey ($P > 0.05$).

abc: Promedios con letras diferentes en la misma fila difieren estadísticamente según Tukey ($P < 0.01$)

EE: Error estadístico.

Prob: Probabilidad.

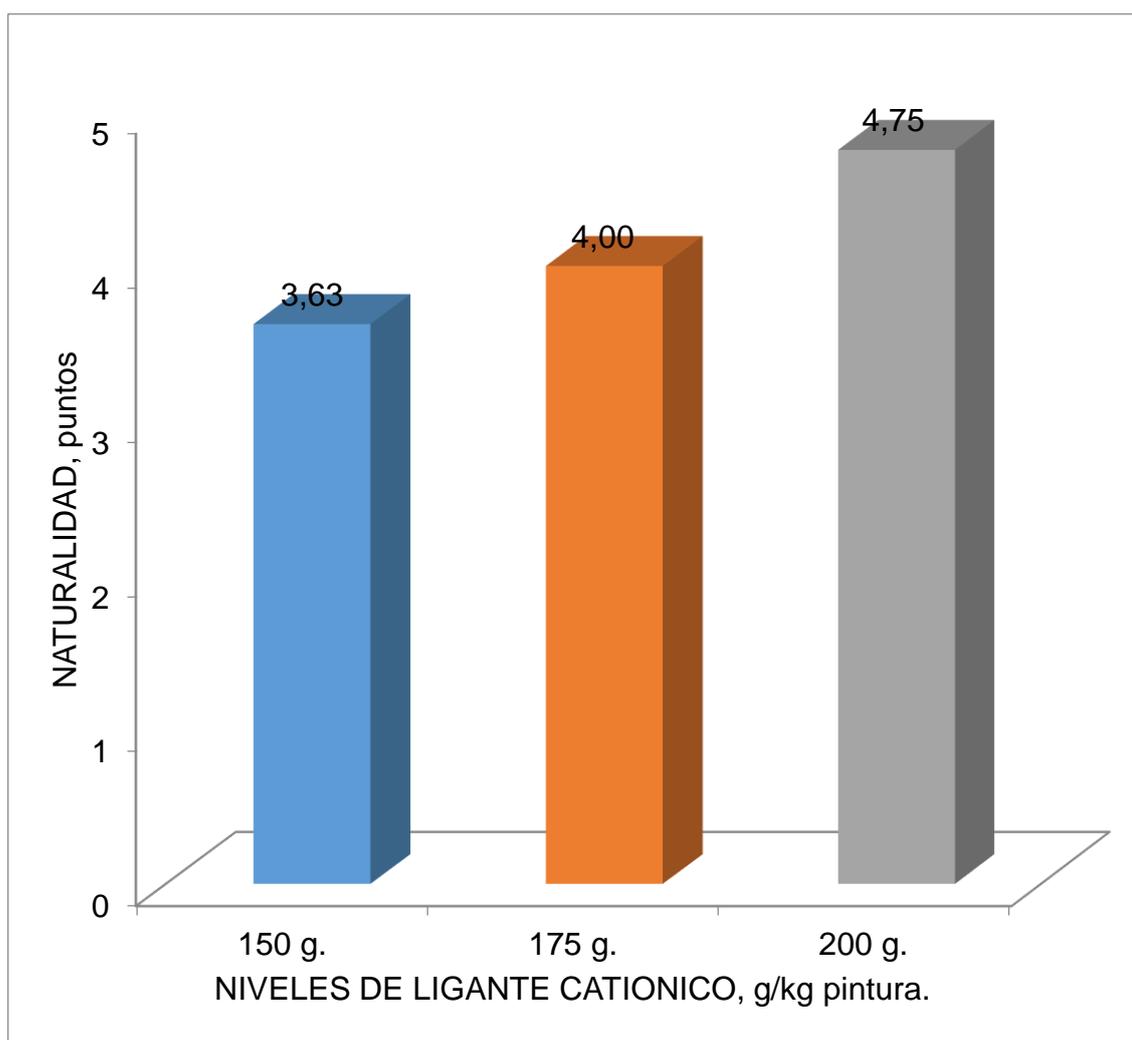


Gráfico 10. Naturalidad de los cueros caprinos curtidos con tara aplicando un acabado con diferentes niveles (150, 175 y 200 g/kg pintura), de ligantes catiónicos poliuretanos.

Además Hidalgo, L. (2004), manifiesta que las características sensoriales permiten conocer la aceptación en el mercado que tendrán los cueros una vez confeccionados, debido que con estas se logra captar con los sentidos y mientras más impacten al especialista que juzga las pieles mayor será el valor de aceptación, la naturalidad de las pieles muchas veces se pierde ya que los extractos curtientes son astringentes y ocasionan que se altere las características de las pieles ya que al final de este proceso se obtiene el cuero, el acabado lograra enmascarar imperfecciones y mejorar la naturalidad el depósito superficial, falta de penetración, el carácter generalmente blando de los productos catiónicos, hacen que durante las primeras horas que siguen a la aplicación, el acabado sea

especialmente delicado. Ligeramente pegajoso, sensible al roce, no permite operaciones mecánicas como el pulido y el abrillantado o el bombeado, e intentar ensayar la resistencia al frote puede ser desmoralizador. Por otro lado, una carga excesiva o un planchado demasiado caliente pueden impedir el anclaje de capas posteriores. Estas son las alertas a que nos referimos más arriba. Pero dejemos pasar 24 ó 48 horas y podremos pulir, abrillantar o bombear las pieles. Dejemos transcurrir el tiempo conveniente para hacer nuestros ensayos físicos y quedaremos satisfechos de nuestro acabado por su alta naturalidad.

Los resultados expuestos de la naturalidad de los cueros son superiores a los establecidos por López, W. (2011) quien obtuvo valores de plenitud igual a 4.33 puntos bajo la misma escala de calificación cuando añadió al acabado de las pieles caprinas el 6% de aceite de lanolina, dado que el aceite de lanolina se utiliza en el acabado de las pieles cuando están muy rígidas o están con una llenura elevada mientras que los ligante catiónicos le otorgan mejores prestaciones a todas las características físicas y sensoriales con lo cual se aumenta la calidad del cuero considerablemente y que ayudan a mejorar las condiciones experimentales para obtener cueros de mejor calidad.

En el análisis de la regresión que se ilustra en el gráfico 11, se aprecia que la plenitud presenta una tendencia lineal positiva altamente significativa ($P < 0.01$), donde se infiere que partiendo de un intercepto de 0,188 puntos existe un incremento de 0,023 puntos por cada unidad de cambio en el nivel de ligante catiónico, con un coeficiente de determinación del 40,10% mientras que el 59,90% restantes dependieron de otros factores no considerados en la presente investigación como puede ser la calidad de la materia prima y de los productos que forman la capas de acabado. La ecuación que se aplicó para determinar la regresión de la naturalidad fue:

$$\text{Naturalidad} = + 0,188 + 0,023(\text{g. LC}).$$

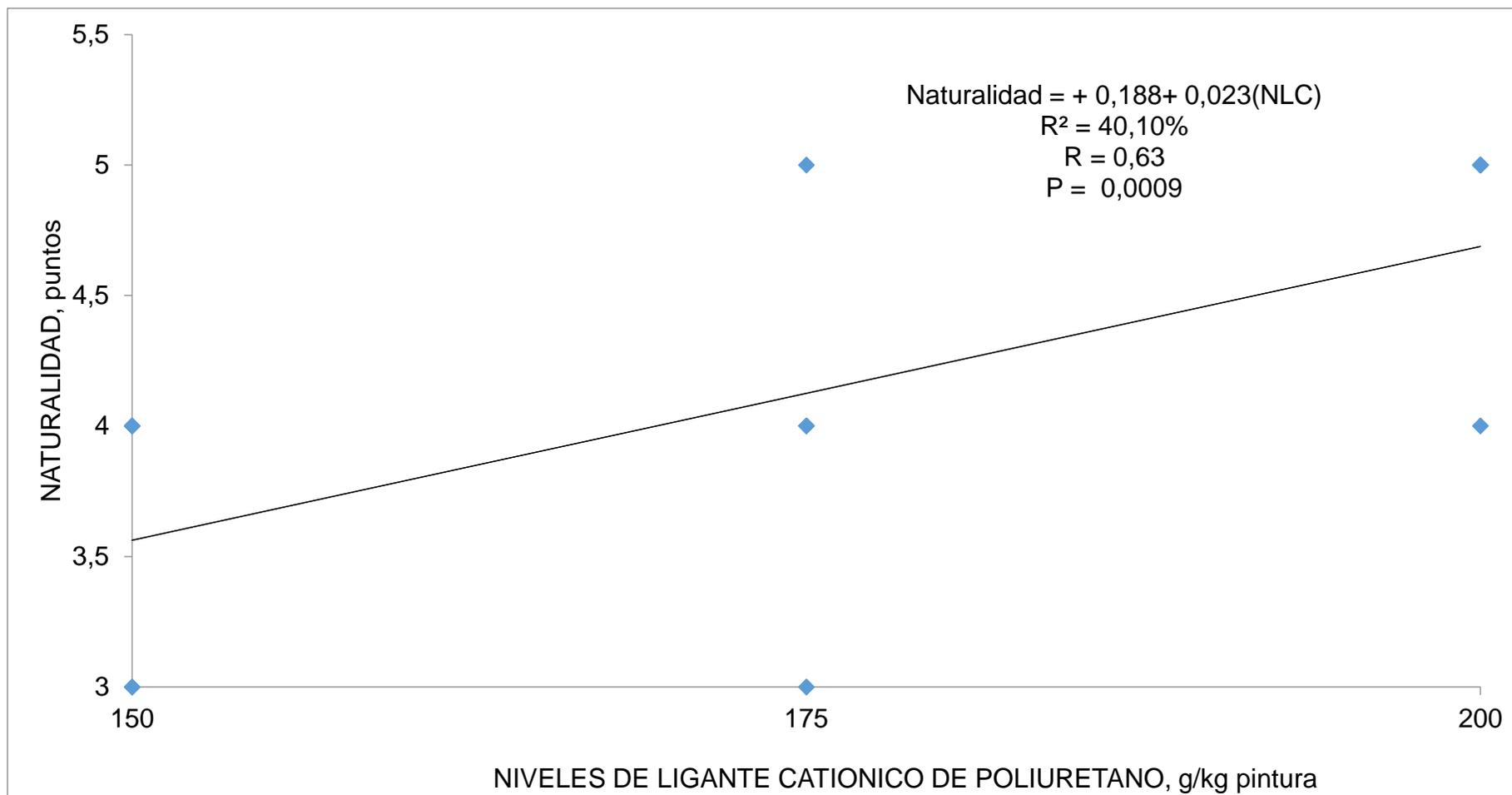


Gráfico 11. Regresión de la naturalidad de los cueros caprinos curtidos con tara aplicando un acabado con diferentes niveles (150, 175 y 200 g/kg pintura), de ligantes catiónicos poliuretanos.

2. Llenura

La evaluación estadística de la calificación sensorial de llenura de las pieles caprinas curtidas con tara reportó diferencias significativas ($P < 0.01$) entre medias, por efecto de la inclusión en la fórmula del acabado de diferentes niveles de ligante catiónico de poliuretano estableciéndose las respuestas más altas cuando se utilizó 200 g. de ligante catiónico (T3) con ponderaciones de 4,75 puntos, y calificación excelente de acuerdo a la escala propuesta por Hidalgo, L. (2016), y que desciende en los resultados alcanzados en el lote de cueros, cuando se añadió al acabado con 175 g. de ligantes catiónicos hasta alcanzar medias de 4,25 puntos y calificación de muy buena en tanto que las respuestas más bajas se registraron cuando se adiciono al acabado de las pieles caprinas 150 g, de ligantes catiónicos (T1) con medias de 3,88 puntos y calificación buena, como se ilustra en el gráfico 12, y que es indicativo de que para mejorar las respuestas de llenura en las pieles caprinas se debe adicionar al acabado mayor contenido de ligantes catiónicos.

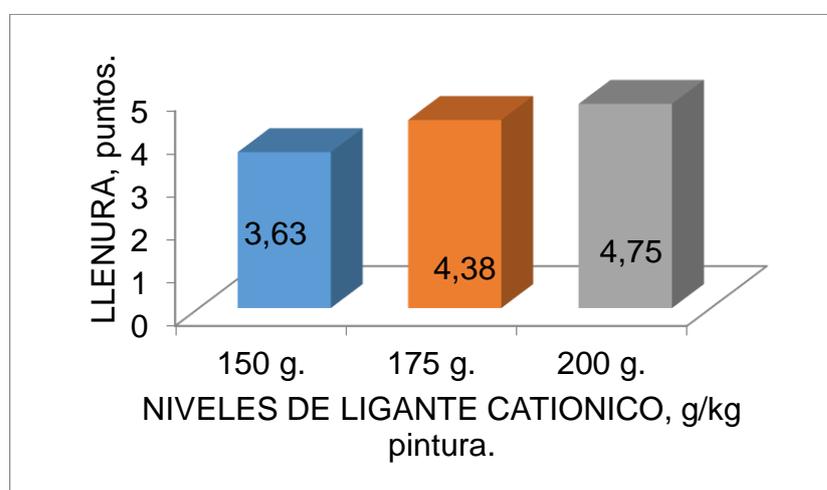


Gráfico 12. Llenura de los cueros caprinos curtidos con tara aplicando un acabado con diferentes niveles (150, 175 y 200 g/kg pintura), de ligantes catiónicos poliuretanos.

Lo que tiene su fundamento en lo expresado por Soler, J. (2005), quien manifiesta que después de la curtición al vegetal están presentes en el seno de la reacción iones negativos por el polo no enlazado de las fibras de colágeno, después de estabilizar en el recurtido siguen presentes estos electrones por lo cual se debe

adicionar sustancias que tengan cationes en el acabado para mejorar las condiciones de reacción y con lo cual se aumentara la llenura de las pieles en caso de que estén vacías no se hayan rebajado de manera notoria, con esto se obtienen las características que se buscan en el cuero y mejoran su calidad. Los productos catiónicos mejoran el olor, tacto y brillo del cuero, que se presentan muy uniformes con menos acabado y gran naturalidad.

La carga catiónica ofrece una mejor fijación, con ambos, recurtidos vegetales y al cromo con la necesidad de utilizar menos resinas y binders para mejorar la adhesión. El pH alrededor de 4.0 es próximo al punto iso-eléctrico natural de la piel, aumentando suavemente la absorción del acabado por presión osmótica sin utilizar agentes o solventes en húmedo. Así se obtiene una mejor penetración y adhesión del acabado. Todos los productos catiónicos tienen un tamaño de la partícula fina natural y, con una dureza "Shore" de 10 o menos son más blandos que muchos de los aniónicos homólogos. Esto contribuye de nuevo, a mejorar, la penetración, la buena adhesión en la estructura de la piel, un acabado más blando y a menudo, una piel más compacta debido a un menor grado de humedad y, así pues, una menor hinchazón en el grano de la superficie de la piel. Una menor carga de película se forma en la superficie de la piel. Los productos catiónicos se pueden utilizar con menos pigmentos y resinas en las fórmulas.

Como los pigmentos son generalmente secos y duros, no penetran adecuadamente en la piel y sustituirlos habilidosamente con sustancias más blandas, grasas y cerosas mejorará el resultado final y la estética de la piel. Los acabados catiónicos mejoran la resistencia a la tracción, propiedades de duración, blandura y relleno. Los resultados expuestos son superiores a los reportados por Muñoz, M. (2010) quien alcanzó medias de llenura de 4,11 puntos cuando adiciono al acabado de las pieles caprinas 80 g, de pigmentos orgánicos y que son inferiores a las que se reportan en la presente investigación, esto se da debido a que los ligantes se utilizan para que los pigmentos tengan mayor fijación y efecto sobre el puente de colágeno-extracto permitiendo que se aumente la llenura de los cueros debido a que se depositaran mayor cantidad de pigmentos en relación a que se utilice únicamente el pigmento orgánico, por lo cual el adicionar ligantes cationicas mejora las condiciones de reacción ya que este ajusta las condiciones de pH y de electrones libres por lo cual esto hará que tenga mejores condiciones de llenura las

pieles caprinas cuando se añada al acabado ligantes catiónicos. En el análisis de la regresión que se ilustra en el gráfico 13, los valores de llenura se dispersan hacia una tendencia lineal positiva altamente significativa ($P < 0.01$), donde se indica que partiendo de un intercepto de 1,229 puntos, la calificación de llenura se eleva en 0,018, por cada unidad de cambio en el nivel de ligante catiónico de poliuretano adicionado a la fórmula de acabado de las pieles caprinas destinadas a la confección de calzado, con un coeficiente de determinación igual a $R^2 = 34,19\%$; mientras tanto que el 65,81% restantes dependieron de otros factores no considerados en la presente investigación y que vienen como errores aleatorios,. Entre los que se puede indicar la calidad de los productos químicos no solo del proceso de curtido que al ser vegetal requiere ser seleccionado minuciosamente, para mejorar las características especialmente sensoriales del cuero. La ecuación que se aplicó para determinar la regresión de la llenura fue:

$$\text{Llenura} = + 1,229 + 0,018(\text{g. LC})$$

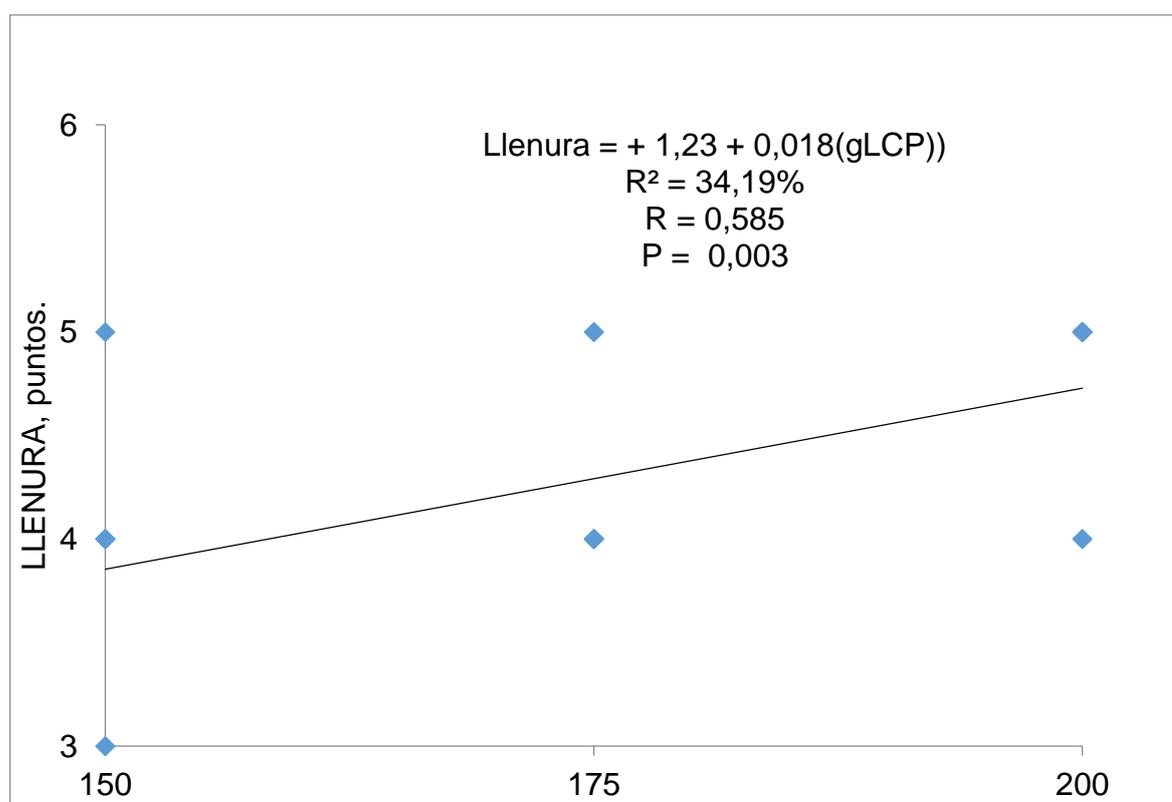


Gráfico 13. Regresión de la llenura de los cueros caprinos curtidos con tara aplicando un acabado con diferentes niveles (150, 175 y 200 g/kg pintura), de ligantes catiónicos poliuretanos.

3. Tacto

En la evaluación estadística de los valores medios reportados por la calificación sensorial de tacto de las pieles caprinas para la confección de calzado, se registraron diferencias altamente significativas ($P < 0,01$), según el criterio Kruskal Wallis, por efecto de la aplicación a la fórmula del acabado de diferentes niveles de ligante catiónico de poliuretano, estableciéndose, las mejores respuestas cuando se adicionó al acabado de las pieles caprinas 200 g. de ligantes catiónico (T3) con resultados de 4,75 puntos y calificación excelente de acuerdo a la escala propuesta por Hidalgo, L. (2016), y que disminuyeron hasta alcanzar respuestas de a 4,38 puntos cuando se agregó al acabado de las pieles caprinas 175 g. de ligantes catiónicos, finalmente se ubicaron los reportes de llenura del lote de cueros del tratamiento T1 (150 g), con ponderaciones medias de 3,63 puntos y calificación buena según la mencionada escala como se ilustra en el gráfico 14, de los resultados expuestos se puede establecer la relación que existe entre las dos variables en la presente investigación y se afirma que al utilizar mayores cantidades de ligantes catiónicos en el acabado de las pieles caprinas se aumentan las respuestas a la prueba sensorial redondez, esto es satisfactorio ya que mientras mayor redondez presente el cuero, mejor maleabilidad se dispondrá el momento del armado del artículo final.

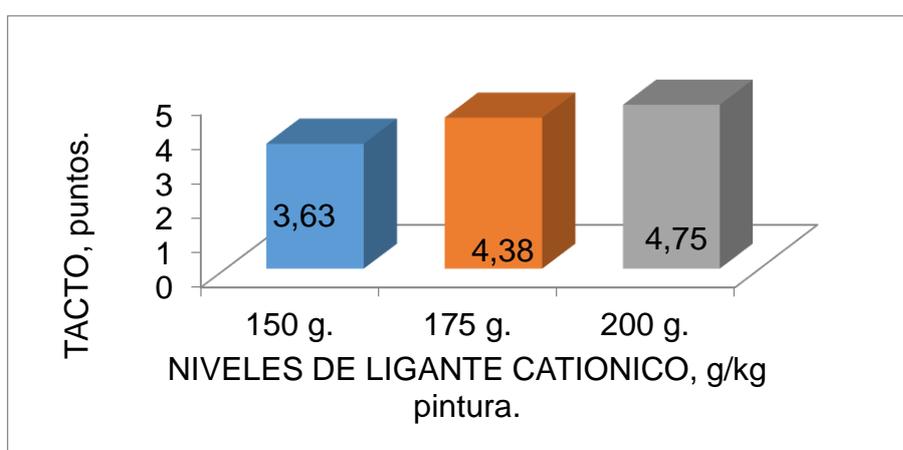


Gráfico 14. Tacto de los cueros caprinos curtidos con tara aplicando un acabado con diferentes niveles (150, 175 y 200 g/kg pintura), de ligantes catiónicos poliuretanos.

Las respuestas alcanzadas tienen su fundamento según lo que reporta Cotance, A. (2004), quien menciona que utilizando la tecnología catiónica se puede conseguir que un material crust de baja selección, ofrezca un precio más competitivo, un aspecto natural de la piel con propiedades físicas aceptables y sobre todo un tacto agradable al ubicarse el ligante en el entretejido fibrilar de manera que al pasar la mano por el cuero la sensación sea muy suave.

En el futuro, podría ser que el uso de los productos catiónicos disponibles se extienda a pieles de altas solidez.

Es posible obtener resultados favorables, especialmente cuando se aplican como una capa pre-selladora antes de la aplicación de acabados convencionales sobre ambas, pieles flor llena y pieles flor corregida. Debido a la blandura de la película del acabado, la retención del grabado es normalmente pobre.

Cuando resulte importante seguir obteniendo una buena apariencia de la piel, el acabado se podrá reticular para mejorar su rendimiento, además se deberá aplicar niveles de ligante adecuados para que se ligue o unifique cada una las diferentes capas del acabado fuertemente a la capa flor del cuero y no se desprenda el momento de moldear el cuero en el momento de la confección del artículo final, específicamente en el caso de la presente investigación un calzado que estará sujeto a fuerzas multidireccionales que le permitan el paso de la forma plana a la espacial y que estarán en contacto directo con la piel del pie que es delicada por lo tanto deberá registrar un tacto muy agradable, untuoso semejante a una seda muy fina. .

Los resultados expuestos de la variable tacto al ser comparadas con lo que reporta López, W. (2011) quien obtuvo respuestas de 4,67 puntos cuando añadió al acabado de pieles caprinas 6% de aceite de lanolina y que son inferiores a las reportadas en la presente investigación debido a que como se indica los ligantes catiónicos logran mejorar las características sensoriales de los cueros debido a que permite una mejor interacción de los productos tinturantes y engrasantes en el acabado de las pieles, mientras mejor estén distribuidos los productos químicos en

la piel y tengan mejor interacción esto se trasladara a la flor del cuero, mejorando notablemente el tacto ya que la piel se sentirá muy compacta muy fija y esto ocasionara que cuando el especialista califique no detectara mayores imperfecciones elevando la calificación, dado que el acabado es el último proceso que sufren las pieles en su transformación se debe tener especial cuidado con los agentes químicos utilizados en el mismo y buscar las tecnologías que sean más apta de acuerdo a la curtición de las pieles (curtiente tara), esto ocasionara que las características de los cueros se eleven y esto mejora la calidad de los mismos, mayor aceptación y demanda en el mercado por lo tanto el curtidor aumentará las ganancias por efecto de la venta de los cueros.

En el análisis de la regresión que se ilustra en el gráfico 15, los resultados de la calificación del tacto se dispersan hacia una tendencia lineal positiva altamente significativa ($P < 0.01$), donde se infiere que partiendo de un intercepto de 3,63 puntos al aplicar 150 g, de ligante catiónico las respuestas aumentan en 0,313 puntos exista un incremento de 0,023 puntos por cada unidad de cambio en el nivel de ligante catiónico aplicado a la fórmula de acabado de las pieles caprinas, con un coeficiente de determinación de 48,21% mientras que el 51,79% restantes dependieron de otros factores no considerados en la presente investigación como pueden ser la presión en los procesos mecánicos no solo de rotación sino también de aplicación de las capas del acabado ya que una buena difuminación de la película de fondo incluirá sobre la lisura del acabado evitando el aparecimiento de rugosidades y su tacto se presente liso, suave, rollizo, flexible.

La ecuación que se aplicó para determinar la regresión del tacto fue:

$$\text{Tacto} + 0,313 = + 0,023(\text{NLC})$$

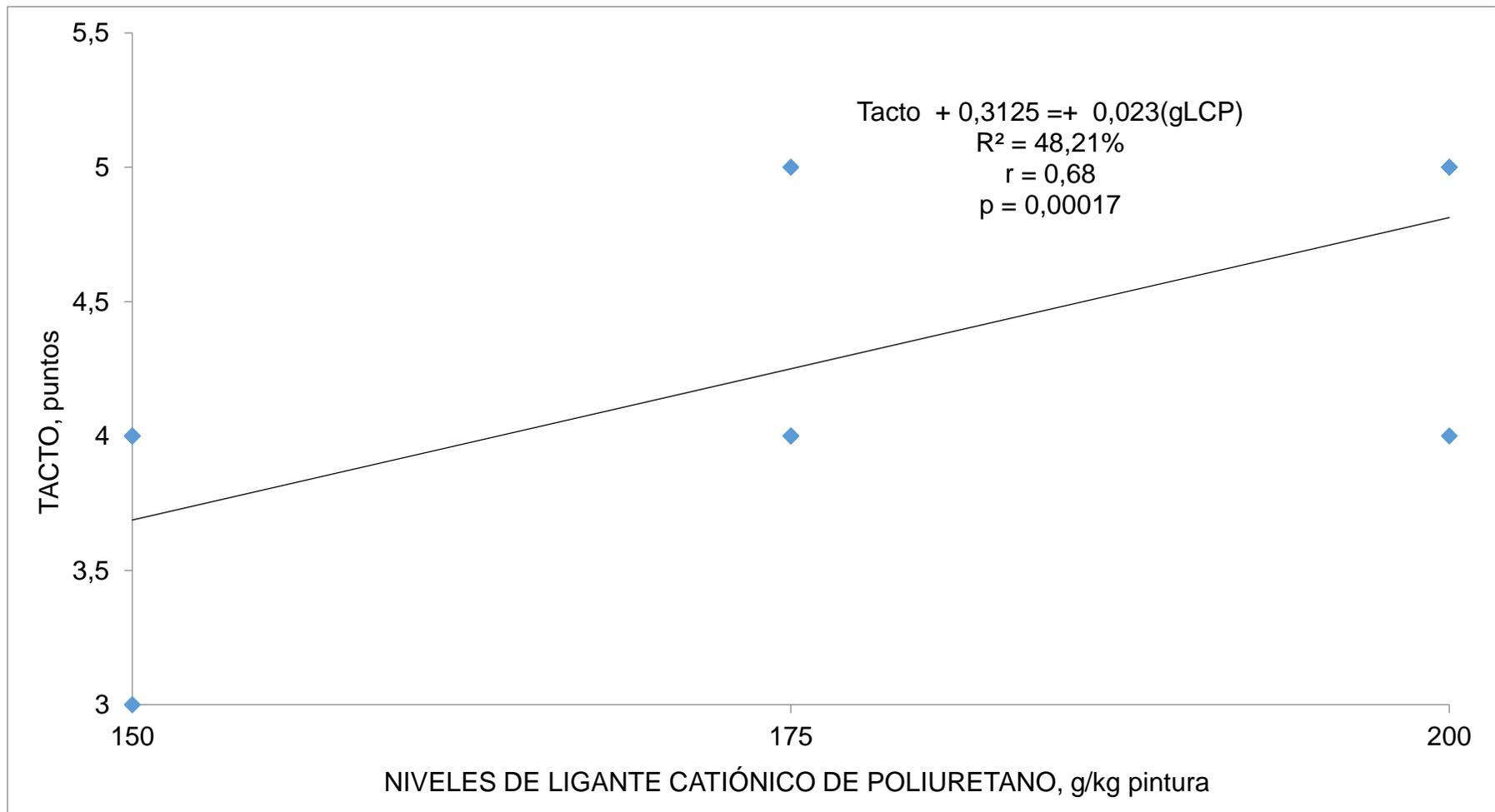


Gráfico 15. Regresión del tacto de los cueros caprinos curtidos con tara aplicando un acabado con diferentes niveles (150, 175 y 200 g/kg pintura), de ligantes catiónicos poliuretanos.

C. COEFICIENTE DE CORRELACIÓN ENTRE VARIABLES DE LOS CUEROS CAPRINOS CURTIDOS CON TARA APLICANDO UN ACABADO CON DIFERENTES NIVELES DE LIGANTE CATIONICO DE POLIURETANO

- Para realizar el análisis de correlación entre las variables físicas y sensoriales del cuero caprino curtido con tara y acabado con diferentes niveles de ligante catiónico de poliuretano (150, 175 y 200 g/ kg de pintura), para confeccionar calzado, se utilizó la matriz correlacional de Pearson.
- La correlación que se aprecia entre la característica física de resistencia a la tensión en función de los diferentes niveles de ligante catiónico de poliuretano, identifica una relación positiva alta ($r = 0,63$), es decir que a medida que se incrementan los niveles de ligante catiónico de poliuretano la resistencia a la tensión también se eleva en forma altamente significativa ($P < 0,01$), como se indica en el (cuadro 10).
- El grado de asociación que se aprecia entre la característica física de resistencia al frote en seco y los niveles de ligante catiónico de poliuretano, identifica una correlación positiva alta ($r = 0,89$), es decir que a medida que se incrementa la cantidad de ligante catiónico de poliuretano aplicado al acabado del cuero caprino curtido con tara, la resistencia al frote en seco también se eleva en forma altamente significativa ($P < 0,01$).
- Al relacionar la característica física de porcentaje de elongación de los cueros caprinos curtidos con tara con los niveles de ligante catiónico de poliuretano se aprecia una correlación positiva alta, ($r = 0,57^{**}$), de donde se desprende que al existir un incremento en los niveles de ligante catiónico de poliuretano en el acabado de los cueros caprinos existe una elevación del porcentaje de elongación, en forma altamente significativa ($P < 0,01$).
- La correlación que se aprecia entre la variable sensorial naturalidad por efecto de los diferentes niveles de ligante catiónico de poliuretano aplicado al acabado de los cueros caprinos curtidos con tara, indica una correlación positiva alta ($P < 0,63$), es decir que con el incremento de los niveles de

ligante catiónico de poliuretano, existe un aumento de la calificación de brillantes del cuero caprino, curtido con tara en forma altamente significativa ($P < 0,01$).

- La evaluación de la correlación existente entre las calificaciones sensorial de llenura, y los niveles de ligante catiónico de poliuretano adicionado a la fórmula de acabado de los cueros caprinos curtidos con tara, identificó una relación positiva alta ($r = 0,58$), es decir que al incrementar el nivel de ligante catiónico de poliuretano existirá una elevación en la calificación de llenura del cuero caprino, curtido con tara ($P < 0,01$).
- La variable sensorial tacto de los cueros caprinos a los que se aplicó un acabado catiónico está relacionada con los diferentes niveles de ligante de poliuretano a una correlación positiva alta ya que el coeficiente fue de $r = 0,69$, es decir que al incrementar los niveles de ligante catiónico de poliuretano en el cuero curtido con tara también se incrementa la calificación de tacto de los cueros, en forma altamente significativa ($P < 0,01$).

Cuadro 9. COEFICIENTE DE CORRELACIÓN ENTRE VARIABLES DE LOS CUEROS CAPRINOS CURTIDOS CON TARA APLICANDO UN ACABADO CON DIFERENTES NIVELES DE LIGANTE CATIÓNICO DE POLIURETANO.

Ligantes catiónicos	Ligantes catiónicos	Resistencia a la Tensión	Resistencia al Frote en seco	Porcentaje de elongación	Naturalidad	Llenura	Tacto
	1						
Resistencia a la Tensión	0,63	1				0,04	
Resistencia al Frote en seco	0,89	0,66	1			0,02	
Porcentaje de elongación	0,57	0,44	0,56	1		0,07	
Naturalidad	0,63	0,37	0,54	0,5	1	0,16	*
Llenura	0,58	0,43	0,47	0,38	0,29	1	
Tacto	0,69	0,64	0,64	0,48	0,28	0,54	1

* La correlación es significativa al nivel de $P < 0,01$

D. EVALUACIÓN ECONÓMICA

La evaluación económica en la producción de cueros caprinos curtidos con tara y a los que se aplicó un acabado con diferentes niveles de ligante catiónico de poliuretano determinó como egresos producidos por la compra de pieles caprinas y los diferentes productos químicos para cada uno de los tratamientos valores que sumados nos producen cantidades 165,51 dólares al aplicar 150 g, de ligante (T1); 169,81 dólares con la utilización de 175 g, de ligante (T2), y finalmente 173,44 dólares al adicionar a la fórmula de acabado 200 g de ligante. Una vez que se procesados los cueros se procedió a la confección de calzado dos pares por cada uno de los tratamientos y el la venta de excedente de cuero dando valores de \$171,95; \$194,38 y \$ 224,33; en los tratamientos T1, T2 y T3; respectivamente.

Una vez determinados los ingresos y los egresos se obtuvo la relación beneficio costo que fue la más alta al utilizar mayores niveles de ligante catiónico de poliuretano (T3), ya que los valores fueron de 1,29 es decir que por cada dólar invertido se espera una rentabilidad de 29 centavos o lo que es lo mismo decir el 29% de utilidad y que desciende a 1,14 o una rentabilidad del 14% al aplicar 175 gramos de ligante por kilogramo de pintura, mientras tanto que los resultados más bajos fueron determinados en los cueros a los que se adiciono menores cantidades de ligante ya que los resultados indican una relación beneficio costo de 1,04 es decir que por cada dólar invertido se obtiene 4 centavos o una rentabilidad del 4%.

Con la rentabilidad indicada se afirma que al utilizar cada uno de los tratamientos las ganancias son interesantes sobre todo tomando en cuenta que el proceso tarda únicamente 3 meses en producir un lote de cueros y por lo tanto la recuperación e capital es en menor tiempo pudiendo reinvertir capital y ganancias para permitir el engrandecimiento de la empresa y el mayor beneficio que tomamos en cuenta es la remediación ambiental al realizar la sustitución ecológica del cromo por un material más amigable con el ambiente como es el cromo.

Cuadro 10. EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LOS CUEROS CAPRINOS CURTIDOS CON TARA APLICANDO UN ACABADO CON DIFERENTES NIVELES DE LIGANTE CATIÓNICO DE POLIURETANO.

CONCEPTO	NIVELES DE LIGANTE .CATIÓNICOS POLIURETANOS		
	150 g T1	175 g T2	200 g 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
Productos para acabado	19,35	23,65	27,28
Alquiler de Maquinaria	15,66	15,66	15,66
Confección de artículos	30	30	30
TOTAL DE EGRESOS	165,51	169,81	173,44
INGRESOS			
Total de cuero producido	45,5	47,5	50,5
Costo cuero producido pie 2	0,27	0,28	0,29
Cuero utilizado en confección	2,5	2,5	2,5
Excedente de cuero	43	45	48
Venta de excedente de cuero	131,95	154,375	184,325
Venta de artículos confeccionados	40,00	40,00	40,00
TOTAL DE INGRESOS	171,95	194,38	224,33
Beneficio costo	1,04	1,14	1,29

V. CONCLUSIONES

- La aplicación del acabado en los cueros caprinos constituyó una de las operaciones más importantes; ya que en ella, se le confiere las características finales y que son las que determinan la aceptación del cuero, los acabados con ligantes catiónicos de poliuretano están satisfaciendo los requisitos que podría describirse mejor como un cosmético, que una pintura, conservando la belleza natural de la piel.
- La evaluación de las resistencias físicas determinó los mejores resultados de resistencia a la tensión (2196,55 N/cm²); porcentaje de elongación (70,63%), y resistencia al frote en seco (181,25 ciclos), a utilizar 200 g, de ligantes catiónicos de poliuretano, ya que superan las exigencias de calidad de las normas técnicas que sirven de referente como son la IUP 6 y UIF 450 de la Asociación Española del Cuero.
- Los ligantes catiónicos de poliuretano tienen la propiedad de unir en forma homogénea las diferentes capas del acabado catiónico especialmente cuando las pieles fueron curtidas con tara, y aplicando al acabado 200 gramos de ligante catiónico de poliuretano proporcionando un toque blando y con una naturalidad excelente (4,75 puntos), un buen efecto rellenante es decir una llenura adecuada (4,75 puntos); a la vez que ofrece un excelente tacto (4,75 puntos).
- La mayor rentabilidad se consiguió al utilizar 200 gramos de ligante catiónico de poliuretano ya que la relación beneficio costo fue de 1,29 es decir que por cada dólar invertido se espera una utilidad de 29 centavos que resulta interesante sobre todo porque es una alternativa ecológica al prescindir del cromo y evitar gastos por tratamientos primarios en la tenería.

VI. RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados expuestos se derivan las siguientes recomendaciones

- Al curtir pieles caprinas es recomendable utilizar como curtiente la tara ya que es menos contaminante y sobre todo permite el ingreso hacia el interior del entretejido fibrilar de los productos catiónicos del acabado natural permitiendo su accionar más amplio y resultados más satisfactorios.
- Utilizar mayores niveles de ligante catiónico de poliuretano (200 g), para reforzar las fibras de colágeno e impedir que se rompan fácilmente al aplica fuerzas externas en el momento de la confección del calzado o del uso diario
- Aplicar productos catiónicos en una proporción de 200 gramos por kilogramo de pintura (T3) para elevar la apreciación sensorial de los cueros caprinos curtidos con tara; de tal manera que el manufacturero y el artesano dispongan de un cuero con una belleza natural insuperable, y que se va a reflejar en su artículo confeccionado.
- Se recomienda realizar el acabado con 200 g, de ligante de poliuretano ya que la rentabilidad es mayor (29%), que el de otras actividades similares con la ventaja adicional de sustituir el cromo por un producto más amigable con el ambiente como es la tara.

VII. LITERATURA CITADA

1. ADZET, J. 2005. Química Técnica de Tenería. España. 1a ed. Igualada, España. Edit. Romanya-Valls. pp. 105,199-215.
2. ABRAHAM, A. 2001. Caprinocultura I. 1a ed. México, México D.F. Edit. Limusa. pp 25 – 83.
3. ÁNGULO, A. 2007. Guía Empresarial del Medio Ambiente, Comisión Relocalización y Reconversión de la Pequeña y Mediana Empresa. 1a ed. Barcelona, España. sl. Pp 30 – 43.
4. ARANGO, M. 2002. Proyecto final de carrera de curtiembre. 1a ed. Igualada, España. Edit. LeatherChem. pp 12 -19.
5. ASOCIACIÓN QUÍMICA ESPAÑOLA DE LA INDUSTRIA DEL CUERO. 2002. Ponencias de curtiembre y acabado del cuero. 1a ed. Barcelona España. Norma Técnica, IUP 20 del año 2001, para el porcentaje de elongación. Edit. CORSEG.A. pp. 15
6. BACARDÍT, A. 2004. Química Técnica del Cuero. 2a ed. Cataluña, España. Edit. COUSO. pp. 12-52-69.
7. BUENAÑO, R. 2009. Las enzimas en la nutrición animal. 1a ed. Toronto, Canada. Edit AWT, Bonn. pp 12 – 34.
8. CASA COMERCIAL BAYER. 2005, Curtir, Teñir, Acabar. 2a ed. Munich Alemania. Edit. BAYER. pp 11 45, 53, 110.
9. COTANCE, A. 2004. Ciencia y Tecnología en la industria del Cuero. 1a ed. Igualada, España. Edit. Curtidores Europeos, pp. 23 - 32.

10. ECUADOR, ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO (ESPOCH). 2007. Estación Meteorológica, Facultad de Recursos Naturales. Riobamba, Ecuador.
11. ESPAÑA. ASOCIACIÓN ESPAÑOLA EN LA INDUSTRIA DEL CUERO. 2002. Norma técnica IUP 6. Resistencia la tensión y porcentaje de elongación de los cueros.
12. FONT, J. 2005. Análisis y ensayos en la industria del cuero. 2 a ed. Igualada, España. Edit. CETI. pp. 12,25,53,96.
13. GÓMEZ, J. 2016. Estudio de los Aspectos estructurales de la piel caprina. Disponible en <http://www.aqeic.es>.
14. GRAVES, R. 2007. La materia prima y su conservación. 2ª ed. se. Igualada, España. sl. 2008. pp. 25-28.
15. HIDALGO, L. 2004. Texto básico de Curtición de Pieles. 2a ed. Riobamba, Ecuador. Edit ESPOCH. pp. 15 -58.
16. HIDALGO, L. 2016. Escala de calificación sensorial de las pieles de cuy. Riobamba, Ecuador. ESPOCH – FCP.
17. JÁCOME, A. 2016. Diferentes tipos de taninos para curtir las pieles. Disponible en <http://www.udistrital.edu>.
18. JONES, C. 2002. Manual de Curtición Vegetal. 2a ed. Buenos Aires, Argentina. Edit. American ediciones. pp 32,53.

19. LACERCA, M. 2003. Curtición de Cueros y Pieles. 1a ed. Buenos Aires, Argentina. Edlt. Albatros. pp 1, 5, 6, 8, 9,10.
20. LEACH, M. 2005. Utilización de Pieles de Conejo. Curso llevado a cabo por el Instituto de desarrollo y recursos de Inglaterra, en colaboración con la Facultad de Zootecnia en la Universidad.
21. LÓPEZ, W. 2011. Obtención de Cueros Ovinos Afelpados con Frisa Corta Utilizando Diferentes Niveles de Aceite de Lanolina. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Pecuarias. ESPOCH. pp. 27-30.
22. LULTCS, W. 2003. Conferencia de la industria del cuero. Barcelona, España: Separata técnica.
23. MATA, J. 2001. Tratamiento biotecnológico de las aguas residuales procedentes de las industrias de curtición vegetal". 1a ed. Igualada, España. Edit AQELC. pp 259-263.
24. MONGIL, J. 2000. Antiguo aprovechamiento de la tara (*Rhus coriaria*) en Castilla y León". 1a ed, Castilla, España. Edit Época. pp 3, 11, 20-22.
25. MUÑOZ, M. 2010. Evaluación de dos Sistemas de Pelambre para Cuero Ovino Destinado a Calzado Femenino. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Pecuarias. ESPOCH. pp. 78-80.
26. MURRIALTO, J. 2017. Curtición con tara. Disponible en <http://www.polypur.cl/poliuretano-aislante.html>.
27. NEMBROGI, P. 2016. Consideraciones generales del acabado y sus requisitos. http://www.cueronet.com/tecnica/acabado_cationico2.htm.

28. OLLER, M. 2009. Sintéticos de sustitución en curtición de pieles caprinas. Disponible en <http://www.QuimiNet.com>.
29. PALOMINO, R. 2002. Crianza y comercialización de cuyes. Lima, Perú. Edit. Ripalme. pp. 14 – 126.
30. PALOMAS, S. 2005. Química técnica de tenería. 1a ed. Igualada, España. Edit Morera. pp 12 - 25.
31. PÉREZ, T. 2016. La industrialización de los taninos para curtir los cueros. Disponible en <http://www.revistavirtualpro.com>.
32. QUIANDRI, F. 2016. Características de los curtientes vegetales. Disponible en <http://www.cuerovegetal2016.blogspot.com>.
33. RAMÍREZ, V. 2016. Procesos para el curtido de pieles caprinas. Disponible en <http://www.tauroquimica.com>.
34. RIECHE, A. 2006. Química orgánica. 1a ed. Igualada. España. Edit. Dorssat, pp, 78-86.
35. ROMANESHU, G. 2016. Características del cuero curtido al vegetal/tara en polvo. Disponible en <http://www.cuerovegetal2016.blogspot.com>.
36. SALMERÓN, J. 2003. Resistencia al frote del acabado del cuero. 2 a ed. Asunción, Paraguay. Edit. imanal, pp. 19-52.
37. SÁNCHEZ, T. 2016. Curtición de pieles de cabra, con el 15% de diferentes curtientes vegetales. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Pecuarias. ESPOCH. pp. 30-32.

38. SARMIENTO, P. 2016. Características de las pieles caprinas. Disponible en <http://www.indunor.com>.
39. SOLER, J. 2004. Procesos de curtición. 1a ed. Igualada, España. Edit. Escuela Superior de Tenerife, pp. 150-163.
40. SOLER, J. 2005. Procesos de curtición. 2a ed. Igualada, España. Edit. Escuela Superior de Tenerife, pp. 177-183.
41. STTOFÉL A. 2003. XV Simposio técnico de la industria del cuero. 5a ed. Baños, Ecuador. Edit. ANCE. pp 23-51.
42. TAMARIZ, A. 2016. Procesos de curtición de las pieles caprinas. Disponible en <http://www.nuetralizacionfloter.com>.
43. THORSTENSEN, E. 2002. El cuero y sus propiedades en la Industria. 3ª ed. Munich, Italia. Edit. Interamericana. pp 325- 386.
44. URRAGA, L. 2016. Curtición propiamente dicha de pieles caprinas. Disponible en <http://www.cueronet.acabado.com>.
45. UVIDIA, M. 2016. Exigencias del cuero destinado a la confección de calzado. Disponible en <http://www.terminaciondelcuero.com>
46. VEGA, G. 2008. Manual de Histología Esquemática. 1a ed. La Habana, Cuba. Edit. Pueblo y educación. pp 295-305.
47. YUSTE, N. 2000. Procesos de ribera. Barcelona, España. Edit Albatros.

ANEXOS

Anexo 1. Resistencia a la tensión de los cueros caprinos curtidos con tara aplicando un acabado con diferentes niveles (150, 175 y 200 g/kg pintura), de ligantes catiónicos poliuretanos.

A. Análisis de los datos

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1627,27	1727,27	1650,00	1363,64	1518,18	1780,00	1900,00	1745,45
2252,63	1818,18	1854,55	1954,55	1980,00	2700,00	1890,91	1863,64
2036,36	1833,33	2900,00	2058,33	1925,00	2066,67	2480,00	2272,73

B. Análisis de la varianza

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0,05	Fisher 0,01	Prob	Sign
Total	2867704,74	23	124682,81					
Tratamiento	1197960,84	2	598980,42	7,53	3,47	5,78	0,01	**
Error	1669743,9	21	79511,61					

C. Separación de medias por efecto de los diferentes niveles de ligante

Niveles de Ligante	Media	Rango
150 g.	1663,98	B
175 g.	2039,31	A
200 g.	2196,55	A

D. Análisis de la regresión

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	2	1197960,84	598980,42	7,53	0,003
Residuos	21	1669743,9	79511,61		
Total	23	2867704,74			

Anexo 2. Porcentaje de elongación de los cueros caprinos curtidos con tara aplicando un acabado con diferentes niveles (150, 175 y 200 g/kg pintura), de ligantes catiónicos poliuretanos.

A. Análisis de los datos

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
57,50	50,00	60,00	62,50	45,00	65,00	62,50	55,00
45,00	62,50	57,50	77,50	50,00	57,50	52,50	62,50
67,50	60,00	80,00	70,00	67,50	67,50	72,50	80,00

B. Análisis de la varianza

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0,05	Fisher 0,01	Prob	Sign
Total	2237,23958	23	97,27					
Tratamiento	900,520833	2	450,26	7,07	3,47	5,78	0,0045	**
Error	1336,71875	21	63,65					

C. Separación de medias por efecto de los diferentes niveles de ligante

Niveles de Ligante	Media	Rango
150 g.	57,19	b
175 g.	58,13	b
200 g.	70,63	a

D. Análisis de la regresión

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	2	900,520833	450,26	7,07364	0,004
Residuos	21	1336,71875	63,65		
Total	23	2237,23958			

Anexo 3. Resistencia al frote en seco de los cueros caprinos curtidos con tara aplicando un acabado con diferentes niveles (150, 175 y 200 g/kg pintura), de ligantes catiónicos poliuretanos.

A. Análisis de los datos

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
150,00	165,00	155,00	163,00	160,00	160,00	158,00	153,00
170,00	166,00	165,00	176,00	167,00	179,00	165,00	175,00
187,00	177,00	185,00	188,00	175,00	183,00	178,00	177,00

B. Análisis de la varianza

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0,05	Fisher 0,01	Prob	Sign
Total	2742,625	23	119,24					
Tratamiento	2165,25	2	1082,63	39,38	3,47	5,78	0,001	**
Error	577,375	21	27,49					

C. Separación de medias por efecto de los diferentes niveles de ligante

Niveles de Ligante	Media	Rango
150 g.	158,00	c
175 g.	170,38	b
200 g.	181,25	a

D. Análisis de la regresión

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	2162,25	2162,25	81,96	7,14E-09
Residuos	22	580,375	26,38		
Total	23	2742,625			

Anexo 4. Naturalidad de los cueros caprinos curtidos con tara aplicando un acabado con diferentes niveles (150, 175 y 200 g/kg pintura), de ligantes catiónicos poliuretanos.

A. Análisis de los datos

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

B. Análisis de la varianza

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0,05	Fisher 0,01	Prob	Sign
Total	12,625	23	0,55					
Tratamiento	5,25	2	2,63	7,47	3,47	5,78	0,003	**
Error	7,375	21	0,35					

C. Separación de medias por efecto de los diferentes niveles de ligante

Niveles de Ligante	Media	Rango
150 g.	3,63	b
175 g.	4,00	b
200 g.	4,75	a

D. Análisis de la regresión

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	5,0625	5,0625	14,723	0,0009
Residuos	22	7,5625	0,34375		
Total	23	12,625			

Anexo 5. Llenura de los cueros caprinos curtidos con tara aplicando un acabado con diferentes niveles (150, 175 y 200 g/kg pintura), de ligantes catiónicos poliuretanos.

A. Análisis de los datos

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

B. Análisis de la varianza

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0,05	Fisher 0,01	Prob	Sign
Total	8,958	23	0,39					
Tratamiento	3,083	2	1,54	5,51	3,47	5,78	0,01	**
Error	5,875	21	0,28					

C. Separación de medias por efecto de los diferentes niveles de ligante

Niveles de Ligante	Media	Rango
150 g.	3,88	b
175 g.	4,25	ab
200 g.	4,75	a

D. Análisis de la regresión

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regression	1	3,0625	3,0625	11,428	0,003
Residuos	22	5,8958	0,268		
Total	23	8,958			

Anexo 6. Tacto de los cueros caprinos curtidos con tara aplicando un acabado con diferentes niveles (150, 175 y 200 g/kg pintura), de ligantes catiónicos poliuretanos.

A. Análisis de los datos

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

B. Análisis de la varianza

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0,05	Fisher 0,01	Prob	Sign
Total	10,5	23	0,46					
Tratamiento	5,25	2	2,63	10,50	3,47	5,78	0,00	**
Error	5,25	21	0,25					

C. Separación de medias por efecto de los diferentes niveles de ligante

Niveles de Ligante	Media	Rango
150 g.	3,63	b
175 g.	4,38	a
200 g.	4,75	a

D. Análisis de la regresión

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	5,0625	5,0625	20,4827586	0,00017
Residuos	22	5,4375	0,24715909		
Total	23	10,5			

Anexo 7. Receta del proceso de ribera para la obtención de un acabado natural en pieles caprinas curtidas con tara con la aplicación de diferentes niveles de ligantes catiónicos poliuretanos.

PROCESO	OPER.	PRODUCTO	%	CANTIDAD	En g/kg	T°	TIEMPO
w (61)kg	BAÑO	Agua	200	122	kg	Ambiente	30 min.
Remojo		Tenso activo deja	0,5	305	g		
		1 sachet de Cl	0,5	305	ml		
		Botar baño					
Pelambre / Embadurnado	BAÑO	Agua	5	3,05	kg	Ambiente	12 h.
		Ca (OH)2 (cal)	3	1830	g		
		Na2S (Sulfuro de Na)	2,5	1525	g		
		Yeso	1	610	g		
	Botar baño						
w(50)kg	BAÑO	Agua	100	50	kg	Ambiente	10 min.
Pelambre bombo		Na2S (Sulfuro de Na)	0,4	200	g		10 min.
		Na2S (Sulfuro de Na)	0,4	200	g		
		Agua	50	25	kg		10 min.
		NaCl (sal)	0,5	250	g		10 min.
		Na2S (Sulfuro de Na)	0,5	250	g		30 min.
		Ca (OH)2 (cal)	1	500	g		30 min.
		Ca (OH)2 (cal)	1	500	g		30 min.
		Ca (OH)2 (cal)	1	500	g		3 HORA.
		Reposo en bombo por 20 horas (Cada hora girar 10 min. Y					
Botar baño							
	BAÑO	Agua	200	100	kg	Ambiente	20 min.
Botar baño							
	BAÑO	Agua	100	50	kg	Ambiente	30 min.
		Ca (OH)2 (cal)	1	500	g		
Botar baño							

Anexo 8. Receta para el proceso de desencalado, rendido y purgado, piquelado I, y desengrase de cuero caprino para la obtención de un acabado natural en pieles caprinas curtidas con tara con la aplicación de diferentes niveles de ligantes catiónicos poliuretanos.

PROCESO W (50 kg)	OPER.	PRODUCTO	%	CANTIDAD	En g/kg	T°	TIEMPO	
Desencalado		Agua	200	100	kg	30	30 min.	
		Bisulfito de Sodio	0,2	100	g			
		BOTAR BAÑO						
			Agua	100	50	kg	35	30 min.
			NaHSO ₃ (Bisulfito de Na)	1	500	g		
			Formiato de Sodio	1	500	g		60 min.
			Rindente	0,2	100	g		
Rendido	Botar baño							
	BAÑO	Agua	200	100	kg	Ambiente	30 min.	
	Botar baño							
Piquelado I	BAÑO	Agua	60	30	kg	Ambiente	10 min.	
		NaCl (sal)	6	3	kg			
		HCOOH1:10(Ac. Formico)	1,4	234	g		20 min.	
		1 parte (Diluida)						
		2 parte						
		3 parte		234	g			60 min.
		HCOOH1:10(Ac. Fórmico)	0,4	67	g			20 min.
		1 parte (Diluida)						
		2 parte						
		3 parte						
	Botar baño							
Desengrase	BAÑO	Agua	100	50	kg	35		
		Tenso activo deja	2	100	g			
		Diésel	4	2	lt			
	Botar baño							
	BAÑO	Agua	100	50	kg	35	30 min.	
		Tenso activo deja	2	100	g			
Botar baño								

Anexo 9. Receta para el piquelado II, curtido y basificado de cuero para la obtención de un acabado natural en pieles caprinas curtidas con tara con la aplicación de diferentes niveles de ligantes catiónicos poliuretanos.

PROCESO	OPER.	PRODUCTO	%	CANTIDAD	En g/kg	T°	TIEMPO	
Piquelado II	BAÑO	Agua	60	30	kg	Ambiente	20 min.	
		NaCl (sal)	6	3	kg			
		HCOOH1:10(A c. Formico)	1,4					
		1 parte (Diluida)		234	g		20 min.	
		2 parte		234	g			
		3 parte		234	g			
		Rodar el bombo 30 min.						
Curtido		Tara	12	6	kg		40 min.	
		Dividido en 4 partes						
		1 parte		1,5	kg		40 min.	
		2 parte		1,5	kg			
		3 parte		1,5	kg			
		4 parte		1,5	kg			
	Rodar 3 horas							
			Ácido Fórmico 1/ 10	0,4				30 min
			1 parte		67	g		
			2 parte		67	g		
			3 parte		67	g		
	Rodar 60 minutos							
			Basificante diluido 1/10	0,3				1 hora
			1 parte		50	g		
			2 parte		50	g		
3 parte				50	g			
Lavar	Rodar 3 Horas							
	Agua	200	100	kg	Ambiente	30 min		
Botar Baño								
Perchar y Raspar Calibre 1,2 mm.								

Anexo 10. Receta para acabados en húmedo de cuero caprino para la obtención de un acabado natural en pieles caprinas curtidas con tara con la aplicación de diferentes niveles de ligantes catiónicos poliuretanos.

PROCESO	OPER.	PRODUCTO	%	CANTIDAD	En g/kg	T°	TIEMPO
w(30)kg	BAÑO	Agua	200	60	kg	Ambiente	30 min.
REMOJO		Tenso activo (deja)	0,2	60	g		
		HCOOH (Ac. Fórmico)	0,2	60	g		
Botar baño							
Recurtir	BAÑO	Agua	100	30	kg	40	40 min.
		Cromo	3	900	g		
		Recurtiente Fenólico	2	600	g		
Botar baño							
Neutralizado	BAÑO	Agua	100	30	kg	40	60 min.
		NaCOOH (Formiato de Na)	1	300	g		60 min.
		Recurtiente neutral Pak	3	900	g		
	BAÑO	Agua	300	90	kg	Ambiente	40 min.
Botar baño							
Tinturado	BAÑO	Agua	100	30	kg	40	10 min.
		Dispersante	2	600	g		40 min.
		Anilina	3	900	g		
		HCOOH	1	300	g		
Recurtido	BAÑO	Agua	30	9	kg	50	60 min.
		Dispersante	1	300	g		
		Recurtiente de sustitución	3	900	g		
		Recurtiente Acrílico	3	900	g		
		Rellenante de faldas	4	1200	g		
Engrase	BAÑO	Agua	100	30	kg	70	60 min.
		Grasa sulfitada	4	1200	g		
		Grasa Sulfonada	12	3,6	Kg		
		Grasa Sulfatada	0,5	150	g		
		Anilina Catiónica 1:5	0,3	90	g	70	10 min.
		Aceite Catiónico 1:5	1	300	g		20 min.
		Botar baño					
	BAÑO	Agua	200	60	kg	Ambiente	20 min.
Botar baño							

Anexo 11. Receta para acabados en seco de cuero caprino para la obtención de un acabado natural en pieles caprinas curtidas con tara con la aplicación de diferentes niveles de ligantes catiónicos poliuretanos.

PROCESO (16 kg)	PRODUCTO	(%)	
Acabado en seco	Aceite pull uff	500 partes	Mezclar
	H2O	500 partes	
	Una aplicada reposo 12 horas		
	Plancha a 80 atm. De presión 3 segundos		
	Complejo pardo	20g	Mezclar
	Complejo rojo	5g	
	Complejo amarillo	5g	
	Penetrante	20g	
	Agua	500g	Mezclar
	Ligante catiónico poliuretano	150g-175 g y 200 g	
	2 a 3 Aplicaciones		
	Secar		
	Hidrolaca	300g	Mezclar
	H2O	680g	
	Cera de Tacto	20g	
	1 aplicación		

Anexo 12. Análisis estadístico en el programa infostat de las resistencias físicas de los cueros caprinos.

Análisis de la varianza					
Tension					
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
Tension	24	0,42	0,36	14,34	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1197965,33	2	598982,67	7,53	0,0034
Ligantes cationicos	1197965,33	2	598982,67	7,53	0,0034
Error	1669741,55	21	79511,5		
Total	2867706,88	23			
Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=355,37248				Error: 79511,5023 gl: 21	
Ligantes cationicos	Medias	n	E.E.		
150	1663,98	8	99,69	A	
175	2039,31	8	99,69		B
200	2196,55	8	99,69		B
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)					
Frote en seo	24	0,79	0,77	3,09	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2165,25	2	1082,63	39,38	<0,0001
Ligantes cationicos	2165,25	2	1082,63	39,38	<0,0001
Error	577,38	21	27,49		
Total	2742,63	23			
Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=6,60828			Error: 27,4940 gl: 21		
Ligantes cationicos	Medias	n	E.E.		
150	158	8	1,85	A	
175	170,38	8	1,85		B
200	181,25	8	1,85		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)					
Porcentaje de elongación	24	0,4	0,35	12,87	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	900,52	2	450,26	7,07	0,0045
Ligantes cationicos	900,52	2	450,26	7,07	0,0045
Error	1336,72	21	63,65		
Total	2237,24	23			
Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=10,05493			Error: 63,6533 gl: 21		
Ligantes cationicos	Medias	n	E.E.		
150	57,19	8	2,82	A	
175	58,13	8	2,82	A	
200	70,63	8	2,82		B
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)					

Anexo 13. Análisis estadístico en el programa infostat de las calificaciones sensoriales de los cueros caprinos.

Naturalidad					
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
Naturalidad	24	0,42	0,36	14,37	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	5,25	2	2,63	7,47	0,0035
Ligantes cationicos	5,25	2	2,63	7,47	0,0035
Error	7,38	21	0,35		
Total	12,63	23			
Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,74686			Error: 0,3512 gl: 21		
Ligantes catiónicos	Medias	n	E.E.		
150	3,63	8	0,21	A	
175	4	8	0,21	A	
200	4,75	8	0,21		B
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)					
Llenura					
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
Llenura	24	0,34	0,28	12,32	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3,08	2	1,54	5,51	0,0119
Ligantes cationicos	3,08	2	1,54	5,51	0,0119
Error	5,88	21	0,28		
Total	8,96	23			
Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,66660			Error: 0,2798 gl: 21		

Ligantes catiónicos	Medias	n	E.E.		
150	3,88	8	0,19	A	
175	4,25	8	0,19	A	B
200	4,75	8	0,19		B
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)					
Tacto					
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
Tacto	24	0,5	0,45	11,76	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	5,25	2	2,63	10,5	0,0007
Ligantes catiónicos	5,25	2	2,63	10,5	0,0007
Error	5,25	21	0,25		
Total	10,5	23			
Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,63014			Error: 0,2500 gl: 21		
Ligantes catiónicos	Medias	n	E.E.		
150	3,63	8	0,18	A	
175	4,38	8	0,18		B
200	4,75	8	0,18		B
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)					

Anexo 14. Ficha técnica de ligante catiónico poliuretano utilizado en la obtención de un acabado natural en pieles caprinas curtidas con tara.



TECHNICAL DATA SHEET

RD – U 3013 K

WATER EMULSION OF ALIPHATIC POLYURETHANE

USE:

RD – U 3013 K is a cationic polyurethane resin used in cationic pre-bottoms and has excellent properties of grain levelling.

PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES:

Appearance:	Milky liquid
pH in solution at 10%:	4,5
Total solids:	19 %
Character:	Cationic
Hardness:	Medium soft
Light fastness:	Good
Stickiness:	Non sticky
Cold crack:	(- 30 °C)

Storage: Original package can be stored at least 12 months when kept cool and dry. Keep temperature between 5 °C – 40 °C

The technical information herewith contained, even though it is based on our best knowledge and experience, has been compiled as a guide to the application of our product and is neither a guarantee nor a limit to its performance. The product should be previously tested to ascertain its suitability to the condition and particular type of work it is intended for.

Anexo 15. Base de datos de pruebas físicas y sensoriales de los cueros caprinos curtidas con tara con la aplicación de diferentes niveles de ligantes catiónicos poliuretanos.

Ligantes cationicos	Repeticion	Tension	Frote en seo	Porcentaje de elon	Naturalidad	Llenura	Tacto
150	1	1627.27	150.00	57.5	3	4	4
150	2	1727.27	165.00	50.0	4	4	4
150	3	1650.00	155.00	60.0	3	5	4
150	4	1363.64	163.00	62.5	4	4	3
150	5	1518.18	160.00	45.0	4	3	3
150	6	1780.00	160.00	65.0	3	3	4
150	7	1900.00	158.00	62.5	4	4	3
150	8	1745.45	153.00	55.0	4	4	4
175	1	2252.63	170.00	45.0	3	4	4
175	2	1818.18	166.00	62.5	4	4	4
175	3	1854.55	165.00	57.5	4	5	5
175	4	1954.55	176.00	77.5	5	4	4
175	5	1980.00	167.00	50.0	4	4	4
175	6	2700.00	179.00	57.5	4	5	5
175	7	1890.91	165.00	52.5	5	4	4
175	8	1863.64	175.00	62.5	3	4	5
200	1	2036.36	187.00	67.5	4	5	5
200	2	1833.33	177.00	60.0	5	5	4
200	3	2900.00	185.00	80.0	5	5	5
200	4	2058.33	188.00	70.0	5	4	5
200	5	1925.00	175.00	67.5	5	5	5
200	6	2066.67	183.00	67.5	4	5	4
200	7	2480.00	178.00	72.5	5	4	5
200	8	2272.73	177.00	80.0	5	5	5

Anexo 16. Evidencia fotográfica del trabajo de campo

REMOJO



PELAMBRE



DESENCALADO



RENDIDO Y PIQUELADO



DESENGRASE



PIQUELADO II



CURTIDO



REMOJO



RECURTIR



NEUTRALIZADO Y TINTURADO



RECURTIDO Y ENGRASE



ACABADO EN SECO



ANALISIS FÍSICOS



PRODUCTOS FINALES

