

Cab. J. 20
20
09-06-2020



20/20
Luis Hidalgo Almeida

Luis Hidalgo Almeida

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA

**"OBTENCIÓN DE CUERO PERLEScente CON LA UTILIZACIÓN DE
DIFERENTES NIVELES DE LIGANTE POLIURETANO EN COMBINACIÓN
CON LIGANTE ACRÍLICO"**

TRABAJO DE TITULACIÓN
TIPO: TRABAJO EXPERIMENTAL
Presentado para obtener el grado académico de:
INGENIERO ZOOTECNISTA

AUTOR: ALEX BOLÍVAR TORRES NÚÑEZ

DIRECTOR: Ing. Luis Hidalgo Almeida. PhD

RIOBAMBA-ECUADOR

2020

Urkund Analysis Result

Analysed Document: alex torres.docx (D68235567)
Submitted: 4/15/2020 5:11:00 PM
Submitted By: luisedua08@yahoo.es
Significance: 10 %

Sources included in the report:

eddy manzano 01-07-19.docx (D54271896)
PR ANITA NARVAEZ.docx (D64553832)
tesis jonathan 29-05-19.docx (D53158332)
tesis-andreina-25-04-18.docx (D38756029)
tesis-Sr-Carvajal 19-07-2018.docx (D40644643)
TESIS COMPLETA IBETH.docx (D15869103)
<https://docplayer.es/62088653-Superior-politecnica-de-chimborazo-facultad-de-ciencias-pecuarias-cuero-grabado-con-la-utilizacion-de-tres-niveles-de-sintanes-en-pieles-caprinas.html>
<https://www.slideshare.net/ludyslu/proceso-de-curtido-de-pieles/4>
<https://quieroapuntes.com/secado-del-cuero.html>
<https://industrial.unmsm.edu.pe/upg/archivos/TESIS2018/DOCTORADO/tesis2.pdf>
<https://docplayer.es/147907494-Escuela-superior-politecnica-de-chimborazo.html>

Instances where selected sources appear:

68



©2020, Alex Bolívar Torres Núñez

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, **ALEX BOLÍVAR TORRES NÚÑEZ**, soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en este Trabajo de Titulación y el patrimonio intelectual del Trabajo de Titulación pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Alex Bolívar Torres Núñez

180433411-6

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA

CERTIFICACION

El tribunal del trabajo de titulación certifica que: el trabajo de investigación: proyecto experimental, **“OBTENCIÓN DE CUERO PERLESCENTE CON LA UTILIZACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE LIGANTE POLIURETANO EN COMBINACIÓN CON LIGANTE ACRÍLICO”**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del trabajo de titulación, quedando autorizada su presentación.

FIRMA

FECHA

(Año, mes, día)

28-07-2020

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

**LUIS
EDUARDO
HIDALGO
ALMEIDA**

Firmado digitalmente por LUIS
EDUARDO HIDALGO ALMEIDA
DN: cn=LUIS EDUARDO HIDALGO
ALMEIDA, gn=LUIS EDUARDO
ALMEIDA, o=Escuela Superior
Politecnica del Chimborazo,
ou=Carretera de Ingenieria
Zootecnica
en, email=luis@espol.edu.ec
Motivos del autor de este
documento:
Ubicación:
Fecha: 2020.09.07 08:17:05.00

28-07-2020

Ing. MsC. Luis Eduardo Hidalgo Almeida
DIRECTOR DEL TRABAJO
DE TITULACIÓN

**GEORGINA
HYPATIA
MORENO
ANDRADE**

Firmado digitalmente por
GEORGINA HYPATIA
ANDRADE MORENO
DN: cn=GEORGINA HYPATIA
ANDRADE MORENO, o=ESCUELA
SUPERIOR POLITECNICA DE
CHIMBORAZO, ou=INSTITUTO DE
CERTIFICACION E IPOCH DTIC
Motivos del autor de este
documento:
Ubicación:
Fecha: 2020.09.05 18:46:05.00

28-07-2020

Dra. MsC. Georgina Hipatia Moreno Andrade
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

DEDICATORIA

El presente trabajo dedico a mis padres Bolívar y Narcisa por ser un pilar muy importante y fundamental, por brindarme su apoyo incondicional para poder alcanzar mi meta anhelada, además de estar pendientes de todos los eventos y situaciones presentadas a lo largo de mi carrera, en momentos difíciles que marcaron historia en vida.

De la misma forma a mi hermana Paola, a mi sobrinita Lady, quienes fueron apoyándome e inculcando valores que son importantes dentro de la formación como persona de sociedad.

A los maestros que formaron parte de mi vida estudiantil, y que aportaron con sus conocimientos para cumplir una etapa de mi vida.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios y a mis padres por darme la vida, salud, sabiduría y una familia para seguir compartiendo momentos durante la trayectoria de vida.

A mis familiares tíos/as, primos/as, amigos/as, y a mis abuelitos; que me apoyaron en los momentos difíciles de mi estudio, brindándome consejos para poder sobresalir ante cualquier obstáculo presentado a lo largo de la carrera.

A la carrera de Zootecnia, Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por abrir sus puertas permitiendo adquirir y desarrollar mis aptitudes profesionales. A los docentes quienes conforman como Miembros del tribunal de la investigación, al Ing., Luis Hidalgo y a la Doctora Georgina Moreno, quienes con su ayuda y apoyo oportuno supieron guiar y así poder culminar el trabajo de titulación.

A la Granja Avícola San Alfonso y a su equipo de trabajo por brindar el tiempo necesario y apoyo incondicional para terminar la carrera de Ingeniería Zootécnica mientras trabajaba en su plantel de producción.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICACION.....	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE DE CONTENIDO	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiv
RESUMEN.....	xvi
SUMARY... ..	xvii
INTRODUCCIÓN	1

CAPITULO I

1.	MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	3
1.1.	Curtición.....	3
1.1.1.	Estabilización de la proteína.....	4
1.1.2.	Características de la fibra de cuero	4
1.1.3.	Enlace curtiembre colágeno	5
1.2.	Proceso de curtido del cuero.....	6
1.2.1.	Recepción de la materia prima.....	7
1.2.2.	Pretratamiento	7
1.2.3.	Curado y desinfectado.....	8
1.2.4.	Pelambre.....	8
1.2.5.	Descarnado.....	8
1.2.6.	Desencalado.....	9
1.2.7.	Piquelado	9
1.2.8.	Desengrasado	10
1.3.	Curtido.....	10
1.3.1.	Proceso de curtido en base de sales de cromo	10
1.3.2.	Proceso de curtido del cuero con agentes vegetales	11
1.4.	Acabado en húmedo	12
1.4.1.	Secado	12
1.4.2.	Recorte.....	13
1.4.3.	Clasificación	13

1.4.4.	Esmerilado.....	13
1.4.5.	Desempolvar.....	14
1.5.	Acabo en seco de los cueros	15
1.5.1.	Tipos de acabado	16
1.6.	Ligantes	18
1.6.1.	Tipos de ligantes	18
1.6.2.	Ligantes no termoplásticos	18
1.6.3.	Ligantes termoplásticos.....	20
1.7.	Pigmentos	22
1.7.1.	Tipo de pigmentos.....	22
1.7.2.	Características de los pigmentos	23
1.8.	Pigmentos perlescente	24
1.9.	Planchado y clasificación	24
1.10.	Servicios auxiliares	25
1.10.1.	Mantenimiento mecánico e industrial.....	25
1.10.2.	Almacenamiento y manejo de productos químicos	25
1.10.3.	Generación de vapor	25
1.10.4.	Manejo de combustibles.....	26
1.11.	Tratamiento de efluentes de curtiembre.....	26

CAPITULO II

2.	MARCO METODOLÓGICO	27
2.1.	Localización del experimento	27
2.2.	Unidades experimentales	27
2.3.	Materiales, equipos e instalaciones	28
2.3.1.	Materiales.....	28
2.3.2.	Equipos.....	29
2.3.3.	Productos químicos	29
2.4.	Tratamiento y Diseño experimental.....	30
2.5.	Mediciones experimentales	31
2.5.1.	Características físicas del cuero	31
2.5.2.	Análisis sensorial del cuero	31
2.5.3.	Económicas.....	31
2.6.	Diseño experimental	31
2.7.	Procedimiento experimental.....	32
2.7.1.	Recepción de pieles y pesaje	32

2.7.2.	Remojo.....	32
2.7.3.	Pelambre por embadurnado.....	33
2.7.4.	Pelambre en bombo.....	33
2.7.5.	Descarnado y desencalado	33
2.7.6.	Piquelado	34
2.7.7.	Desengrase.....	34
2.7.8.	Curtición.....	34
2.7.9.	Perchado y Rebajado.....	35
2.7.10.	Acabado en húmedo	35
2.7.10.1.	<i>Remojo y neutralizado</i>	35
2.7.10.2.	<i>Recurtido, teñido y engrase</i>	35
2.7.10.3.	<i>Aserrinado, ablandado y estacado</i>	36
2.7.11.	Pintado.....	36
2.7.12.	Prensado	36
2.7.13.	Lacado final.....	37
2.8.	Metodología experimental	37
2.8.1.	Resistencias físicas del cuero	37
2.8.1.1.	Resistencia a la tensión	37
2.8.1.2.	Porcentaje de Elongación.....	38
2.8.1.3.	Resistencia al frote en seco.....	39
2.8.2.	Calificaciones sensoriales del cuero	40
2.8.2.1.	Poder de Cobertura	40
2.8.2.2.	Efecto perlescente	40
2.8.2.3.	Brillantes.....	41
2.8.3.	Costos de producción USD y Relación beneficio costo.....	41

CAPITULO III

3.	MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	42
3.1.	Evaluación de las resistencias físicas del cuero perlescente acabado con diferentes niveles de ligante poliuretano en combinación con ligante acrílico	42
3.1.1.	Resistencia a la tensión.....	42
3.1.2.	Porcentaje de Elongación.....	44
3.1.3.	Resistencia al frote en seco.....	46
3.2.	Evaluación de las calificaciones sensoriales del cuero perlescente acabado con diferentes niveles de ligante poliuretano en combinación con ligante acrílico	48
3.2.1.	Efecto perlescente	49

3.2.2.	Brillantez	51
3.2.3.	Poder de cobertura	53
3.3.	Evaluación económica	55
CONCLUSIONES.....		57
RECOMENDACIONES.....		58
BIBLIOGRAFÍA.....		60
ANEXOS.....		65

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1: Diferencias entre los pigmentos orgánicos e inorgánicos.....	22
Tabla 1-2: Condiciones meteorológicas del cantón Riobamba.....	27
Tabla 2-2: Esquema del experimento.....	30
Tabla 3-2: Esquema del ADEVA.....	32
Tabla 1-3: Evaluación de las resistencias físicas del cuero perlescente acabado con diferentes niveles de ligante de poliuretano en combinación con ligante acrílico	42
Tabla 2-3: Evaluación de las calificaciones sensoriales del cuero perlescente acabado con diferentes niveles de ligante de poliuretano en combinación con ligante acrílico.	49
Tabla 3-3: Análisis económico de la producción del del cuero perlescente acabado con diferentes niveles de ligante de poliuretano en combinación con ligante acrílico.....	56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1: Micrografía electrónica de fibrillas intactas de colágeno obtenidas de la piel. La preparación fue sombreada con cromo.	4
Figura 2-1: Variaciones de carga posible en la cadena peptídica	6
Figura 1-2: Equipo para la medición de la resistencia a la tensión del cuero	38
Figura 2-2: Prototipo mecánico para la medición de la resistencia al frote en seco	40

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-3: Regresión de la resistencia a la tensión del cuero perlescente acabado con diferentes niveles de ligante de poliuretano en combinación con ligante acrílico.....	44
Gráfico 2-3: Porcentaje de elongación del cuero perlescente acabado con diferentes niveles de ligante de poliuretano en combinación con ligante acrílico.....	45
Gráfico 3-3: Regresión de la resistencia al frote en seco del cuero perlescente acabado con diferentes niveles de ligante de poliuretano en combinación con ligante acrílico.....	48
Gráfico 4-3: Regresión del efecto perlescente del cuero perlescente acabado con diferentes niveles de ligante de poliuretano en combinación con ligante acrílico.....	50
Gráfico 5-3: Regresión de la brillantez del cuero perlescente acabado con diferentes niveles de ligante de poliuretano en combinación con ligante acrílico.....	52
Gráfico 6-3: Regresión del poder de cobertura del cuero perlescente acabado con diferentes niveles de ligante de poliuretano en combinación con ligante acrílico.....	55

ÍNDICE DE ANEXOS

- Anexo A:** Resistencia a la tensión del cuero perlescente con la utilización de diferentes niveles de ligante poliuretano en combinación con ligante acrílico
- Anexo B:** Porcentaje de elongación del cuero perlescente con la utilización de diferentes niveles de ligante poliuretano en combinación con ligante acrílico
- Anexo C:** Resistencia al frote en seco del cuero perlescente con la utilización de diferentes niveles de ligante poliuretano en combinación con ligante acrílico
- Anexo D:** Efecto perlescente del cuero perlescente con la utilización de diferentes niveles de ligante poliuretano en combinación con ligante acrílico
- Anexo E:** Brillantes del cuero perlescente con la utilización de diferentes niveles de ligante poliuretano en combinación con ligante acrílico
- Anexo F:** Poder de cobertura del cuero perlescente con la utilización de diferentes niveles de ligante poliuretano en combinación con ligante acrílico
- Anexo G:** Receta del proceso de ribera de cuero caprino para la obtención de cuero perlescente con la utilización de diferentes niveles de ligante poliuretano en combinación con ligante acrílico
- Anexo H:** Receta para el proceso de desencalado, rendido y purgado, piquelado I, y desengrase de cuero caprino para la obtención de cuero perlescente con la utilización de diferentes niveles de ligante poliuretano en combinación con ligante acrílico
- Anexo I:** Receta para el piquelado II, curtido y basificado de cuero para la obtención de cuero perlescente con la utilización de diferentes niveles de ligante poliuretano en combinación con ligante acrílico
- Anexo J:** Receta para acabados en húmedo de cuero caprino para la obtención de cuero perlescente con la utilización de diferentes niveles de ligante poliuretano en combinación con ligante acrílico

- Anexo K.** Receta para acabados en seco de cuero caprino para la obtención de cuero perlescente con la utilización de diferentes niveles de ligante poliuretano en combinación con ligante acrílico con 150, 175 y 200 gr de ligante poliuretano en combinación con 200 gr de ligante acrílico
- Anexo L.** Evidencia fotográfica del proceso de ribera de las pieles caprinas en el Laboratorio de Curtiembre de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Anexo M.** Evidencia fotográfica del proceso de pelambre por embadurnado.
- Anexo N.** . Evidencia fotográfica del proceso de pelambre en bombo, descarnado, desencalado, piquelado y desengrase.
- Anexo O.** Evidencia fotográfica del proceso del curtido y perchado.
- Anexo P.** Evidencia fotográfica del proceso de rebaje de los cueros a un calibre de 1 mm.
- Anexo Q.** Evidencia fotográfica del proceso de acabado en húmedo.
- Anexo R.** Evidencia fotográfica del proceso de oreado, aserrinado y estacado de los cueros.
- Anexo S.** Evidencia fotográfica del proceso de acabado en seco
- Anexo T.** Evidencia fotográfica del proceso de las pruebas físicas de los cueros.

RESUMEN

El objetivo fue la obtención de cuero perlescente con la utilización de diferentes niveles de ligante poliuretano en combinación con ligante acrílico, se desarrolló en el Laboratorio de Curtiembre de Pieles de la Facultad de Ciencias Pecuaria de la ESPOCH. El número de unidades experimentales fue 18 pieles caprinas, que después de curtirlas y obtener cuero perlescentes se realizó las pruebas de resistencias físicas y calificaciones sensoriales y se determinó que los mayores resultados en resistencia a la tensión y al frote en seco se obtuvo al utilizar 175 g, de ligante de poliuretano T2 (175 g) con 2937.29 N/cm² y 125 ciclos respectivamente; para el porcentaje de elongación el mejor comportamiento presento el tratamiento T1 con 87.50 %; sin embargo todos estos valores son superiores a los mínimos exigidos por las normas de calidad de la Asociación Española en la Industria del Cuero. Se determinó la más alta calificación de tacto con 4.67 puntos en el tratamiento T3; lo mismo que para la brillantez con 4.83; y cobertura con 4.50 puntos y una calificación de excelente, luego de ser evaluado por un juez calificado. El menor costo de producción se obtuvo del tratamiento uno con un valor de 1.13 dólares y el mayor beneficio en el tratamiento tres con un valor de 1.26; es decir, que por cada dólar invertido se obtuvo una ganancia de 26 centavos. Se concluye que el nivel más adecuado es ligante poliuretano con 200 gramos combinado con 150 gramos de ligante acrílico, para la producción de cueros perlescentes para calzado o marroquinería de primera calidad. Por lo que se recomienda curtir con 200 gramos de ligante de poliuretano para obtener un material de primera calidad.

Palabras clave: < TECNOLOGÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS >, <ZOOTECNIA>, <CURTIEMBRE>, <CUERO PERLESCENTE>, <LIGANTE POLIURETANO>, <RESISTENCIA A LA TENSIÓN>. <PORCENTAJE DE ELONGACIÓN>, <LIGANTE ACRILICO>, <COBERTURA PRUEBA SENSORIAL >.



11-06-2020

0048-DBRAI-UPT-2020

SUMMARY

The objective was to obtain pearlescent leather with the use of different levels of polyurethane binder in combination with an acrylic binder, and it was developed in the Leather Tannery Laboratory of the Faculty of Livestock Sciences of ESPOCH. The number of experimental units was 18 goat skins. After tanning and obtaining pearlescent leather, carried out tests of physical resistance and sensory ratings and determined that the highest results in tensile strength and dry rub were obtained when using 175 g, of T2 polyurethane binder (175 g) with 2937.29 N / cm² and 125 cycles respectively. For the elongation percentage, the best behaviour was presented by T1 treatment with 87.50%. However, all these values are higher than the minimum required by the quality standards of the Spanish Association in the Leather Industry. The highest tact score was determined with 4.67 points in the T3 treatment, the same as for brilliance with 4.83 and coverage with 4.50 points and a rating of excellent, after being evaluated by a qualified judge. The lowest production cost was obtained from treatment one with a value of \$ 1.13 and the most significant benefit from treatment three with a value of 1.26; that is, for every dollar invested, a profit of 26 cents was obtained. It is concluded that the most suitable level is polyurethane binder with 200 grams combined with 150 grams of acrylic binder, for the production of premium pearl leathers for footwear or leather goods. So it is recommended to tan with 200 grams of polyurethane binder to obtain a top quality material.

Keywords: <AGRICULTURAL TECHNOLOGY AND SCIENCES>, <ZOOTECHNICS>, <CURTIEMBRE>, <PERLESCENT LEATHER>, <POLYURETHANE BINDING>, <TENSILE RESISTANCE>. <PERCENTAGE OF ELONGATION>, <ACRYLIC BINDING>, <SENSORY TEST COVERAGE>.

INTRODUCCIÓN

Existen multitud de tipos de acabado, en función del uso final del artículo y en base a las características sensoriales que se busca generar en los usuarios, quienes cada día demandan mayor innovación en dicho aspecto. Se puede realizar acabados basados en productos proteínicos o, por el contrario, basados en resinas, llamados termoplásticos.

En la actualidad el sector industrial referente a la producción de cuero terminado presenta su mayor producción dentro de países desarrollados. El Ecuador ha llegado a generar una alta competitividad eficaz como en países desarrollados, incluso llegando a abarcar el 60% de la producción mundial. (Villegas, 2007 pág. 45).

No obstante, dicho sector industrial en el contexto de Latinoamérica ha presentado un conjunto de complejidades, como lo es el caso de la alta competencia China, la informalidad, la revaluación, la baja inversión tecnológica y la baja oferta por parte de los consumidores, quienes exigen una renovación permanente. (Iglesias, 2008 pág. 68)

Es por ello que resulta menester la ejecución de investigaciones que busquen potenciar la innovación tecnológica y la producción de productos (cuero), con características que sean cada vez de mayor aceptación por los consumidores prestando mayor énfasis a las características sensoriales, en vista a que la mayoría de las veces dichas características son la razón de compra por parte de los consumidores, las cuales dependen en mayor medida por la manera en cómo se procesa en la etapa de terminado. (Zurita, 2012 pág. 68)

Propuestas en colores, procesos, texturas de vanguardia para usarse en la fabricación de calzado, bolsos, marroquinería, vestuario, y accesorios; diversidad de referencias en charoles, napas de diferentes calibres, nobuk, cueros en pelo y cueros para confección, se destacan. El acabado debe mejorar siempre la clasificación del cuero, esto es disimular o anular los defectos de la flor como lacras, rasguños o barros, eliminar los bajos de flor, proporcionar uniformidad de tonos, brillo adecuado, así como los contrastes precisos, en resumen, devolver al cuero caprino su aspecto y belleza natural. (Zurita, 2012 pág. 78)

También se pueden hacer acabados respetando el color natural del cuero o aplicando un colorante que no cubra, y entonces será un acabado tipo pura anilina; o bien aplicando pigmentos con la intención de cubrir el cuero y tapar defectos de flor. Los casos citados se pueden considerar extremos dentro de la gran cantidad de tipos de acabados existentes. El trabajo que debe realizar

un técnico en acabados es, a partir de la materia prima, que en nuestro caso es un cuero curtido, conseguir el acabado más adecuado a sus intereses, (Adzett, 2005 pág. 22).

Los ligantes de poliuretano son productos filmógenos, capaces de formar por secado una película de alta adherencia al cuero y constituyen un elemento fundamental de una formulación de acabados en seco, generalmente son sustancias orgánicas que se encuentran en forma de polímeros; son productos que dan poco relleno, elevada solidez a la luz, elevada solidez al agua, elevada adherencia, elasticidad muy alta, una blandura adecuada; así como, brillantez insuperable, tacto cálido, pero sobre todo naturalidad al cuero. Son ligantes termoplásticos que se utilizan en la industria de la transformación de piel en cuero en forma de emulsiones o dispersiones de color lechoso, cuya concentración en sólidos oscila entre 30 y 60%.

Los ligantes son productos que pega o aglutina a los pigmentos, colorantes y productos auxiliares a la superficie del cuero formando un film o película de acabado proporcionando adherencia a los productos de terminación del cuero. Los ligantes son capaces de englobar en su estructura una serie de productos sin modificar demasiado las propiedades. Es por ello que resulta justificada la ejecución de la presente investigación, en vista a que con la generación de un producto con un terminado perlescente se logrará innovar en las características sensoriales que registran los cueros, procurando de esta manera alcanzar a una mayor cantidad de usuarios que buscan artículos a la vanguardia de las tendencias actuales, las cuales se renuevan constantemente; razón suficiente para plantear los siguientes objetivos:

- Establecer el nivel adecuado de ligante poliuretano (150, 175 y 200 g), en combinación con ligante acrílico (150 g), para la producción de cueros para calzado o marroquinería de primera calidad.
- Evaluar las resistencias físicas de tensión (N/cm^2), porcentaje de elongación (%) y resistencia al frote en seco (ciclos), del cuero caprino, y que, al ser comparados con las exigencias de la Asociación Española en la Industria del Cuero, se cumpla con las normas establecidas para cada una de las pruebas.
- Ponderar de acuerdo con la escala de calificación propuesta por un juez calificado la calidad sensorial de efecto perlescente (puntos), brillantez (puntos), cobertura (puntos) del cuero caprino, para proyectar su aceptación en el mercado.
- Determinar los costos de producción y la relación beneficio costo de cada uno de los tratamientos.

CAPITULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. Curtición

Antiguamente la capacidad de observación del hombre prehistórico puso en evidencia lo siguiente: si una piel de animal (cuero crudo) entraba en contacto con algún tipo de corteza, madera u hojas de ciertas plantas, ésta se manchaba y, curiosamente, las partes afectadas resultaban resistentes a la putrefacción, (Hidalgo , 2004 pág. 54).

A consecuencia de esto, el hombre inició el desarrollo de la industria del curtido de cuero en base a la utilización del tanino. En nuestro país, una de las especies arbóreas con alto contenido de tanino es el Curupaú (conocido también como zumaqui en algunas regiones), el cual actualmente es utilizado en muchas curtiembres artesanales, (Prat, 2000 pág. 34).

La curtición es por definición una transformación de cualquier piel en cuero. Esta transformación está dada por una estabilización de la proteína. Las pieles procesadas en la ribera son susceptibles de ser atacadas por las enzimas segregadas por los microorganismos, y aunque esa putrescibilidad puede eliminarse por secado, no se consigue llegar a un material utilizable por cuanto las fibras se adhieren entre sí y dan un material córneo y frágil, (Thorstensen, 2002 pág. 45).

Además de carecer de resistencia hidrotérmica (por lo que calentándola en medio acuoso se gelatiniza). Por lo anterior queda claro que, salvo excepciones, no encuentra aplicación si no se modifican algunas de sus propiedades, (Jones, 2002 pág. 56).

La modificación para lograr dentro de las características de la piel al ser transformada en cuero implica que el producto a obtener, (Lampartheim, 2008 pág. 45):

- No se cornifique al secar.
- Sea resistente a la acción enzimática microbiana en húmedo.
- Sea estable a la acción del agua caliente.

Esa modificación de la piel para dar un producto que reúna esas propiedades se llama “curtición”, y al producto logrado se le llama cuero, este proceso de curtición involucra el tratamiento de la piel en tripa con un agente curtiente, que, por lo menos en parte, se combine irreversiblemente con el colágeno, (Churata, 2003 pág. 79).

1.1.1. Estabilización de la proteína

La estabilidad de la proteína, que mencionamos anteriormente, está dada por la formación de enlaces transversales, en los que participa el agente curtiente dando lugar a una reticulación de la estructura, (Vargas, 2011 pág. 45).

Como consecuencia de lo anterior, se nota una disminución de la capacidad de hinchamiento del colágeno, además de un aumento de la temperatura de contracción (TC) que es aquella en la que se inicia la gelatinización del colágeno, (Hidalgo , 2004 pág. 34).

Durante este último proceso tiene lugar una rotura de la estructura molecular ordenada, o sea una rotura principalmente de los puentes de hidrógeno dispuestos entre grupos peptídicos de las tres cadenas que constituyen una molécula de colágeno, como se muestra en la figura 1-1, (Bacardit, 2004 pág. 78).

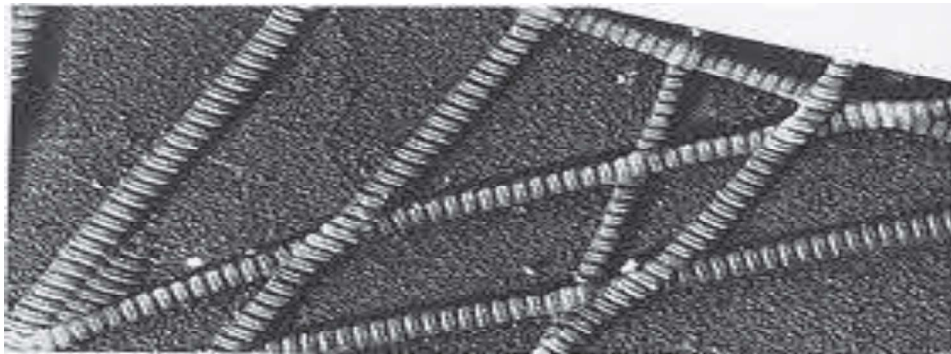


Figura 1-1: Micrografía electrónica de fibrillas intactas de colágeno obtenidas de la piel. La preparación fue sombreada con cromo.

Fuente: (Bacardit, 2004 pág. 78)

1.1.2. Características de la fibra de cuero

Como dato experimental, luego de la curtición se necesitan mayores temperaturas para iniciar la gelatinización del colágeno, vemos que en esa curtición hubo una reticulación, la cual además repercute en una elevada resistencia de la piel al ataque enzimático, (Artigas, 2007 pág. 78).

Sin duda que el aumento de la estabilidad de la piel frente a la acción de microorganismos es uno de los signos más evidentes de que hubo un efecto curtiente. El aumento de la firmeza de la estructura miscelar del colágeno está dado por la unión de cadenas peptídicas, Las moléculas de los agentes curtientes deben ser capaces no solamente de combinarse con uno de los grupos funcionales de la proteína de la piel, sino por lo menos con dos de ellos que pertenezcan a distintas cadenas, ya que de acuerdo con el tipo de curtiente se puede pensar en enlaces electrovalentes, covalentes, coordinados, por puentes de hidrógeno, por uniones bipolares, etc. (Balla, 2011 pág. 34).

En general y para no profundizar demasiado, diremos que los enlaces iónicos no son capaces de contribuir al establecimiento de uniones transversales en el proceso de reticulación, ya que se rompen fácilmente por la presencia de agua. Por otro lado, se ha demostrado que el aumento del carácter iónico de un agente curtiente disminuye su capacidad como curtiente (por ejemplo, una elevada bisulfitación del extracto de quebracho reduce el poder curtiente del producto), (Font, 2006 pág. 34)

1.1.3. *Enlace curtiente colágeno*

Los enlaces covalentes no iónicos entre la proteína del colágeno y el curtiente da una curtición llamada de condensación y sus enlaces se caracterizan por una estabilidad frente a los álcalis (es el caso de la curtición con formaldehído y parafinas sulfocloradas), (Adzett, 2005 pág. 89).

El enlace covalente semi-polar o coordinado es menos estable que la que tiene lugar por enlace covalente puro. Este tipo de enlace es el que da por ejemplo con sales trivalentes de cromo, aluminio, hierro y las tetravalentes de circonio. La estabilidad varía mucho de una sal metálica a otra, (Asociación Química Española del Cuero, 2002 pág. 1).

La reacción entre el colágeno y el producto curtiente influye directamente sobre la reactividad de los grupos funcionales del colágeno involucrados en la reacción química de curtición, modificándose en conjunto la capacidad de reacción de la sustancia piel. Prueba de ello es que los curtientes, al combinarse con la piel, desplazan el punto isoelectrico de ésta hacia valores más altos o más bajos y hacen a la carga superficial de las fibras de la piel más negativa y o más positiva, (Fontalvo, 2009 pág. 67).

Así, por ejemplo, por curtición con curtientes vegetales, curtidos sintéticos fenólicos, formaldehído o complejos de cromo enmascarados (aniónicos), el punto isoelectrico del colágeno

(pH 5.2 aprox.), se desplaza hacia la zona ácida y la carga superficial de las fibras pasa a ser negativa, mientras que por curtición con sulfato básico de cromo o curtientes a base de resinas (catiónicos), el punto isoeléctrico se desplaza hacia la zona alcalina y la carga superficial pasa a ser positiva. Las variaciones de carga posible en la cadena peptídica se muestran dentro de la figura 2-1: (Font, 2002 pág. 78).

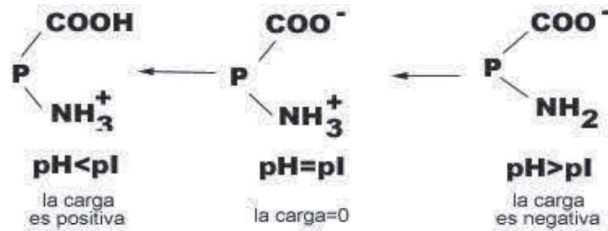


Figura 2-1: Variaciones de carga posible en la cadena peptídica

Fuente: (Font, 2002 pág. 78)

1.2. Proceso de curtido del cuero

En el proceso de curtido de cuero se emplean fundamentalmente dos métodos: uno en base de sales de cromo y otro a base de agentes vegetales. El 80 % de las industrias dedicadas a la actividad del curtido de pieles utiliza el proceso basado en las sales de cromo, (Casa Comercial Bayer, 2007 pág. 87).

En el proceso de curtido de cuero, tanto con sales de cromo como con agentes vegetales, se cumplen las siguientes etapas (Libreros, 2003 pág. 68):

- Recepción de la materia prima.
- Pre-tratamiento.
- Curado y desinfectado.
- Pelambre y calero.
- Descarnado.
- Desencalado.
- Desengrasado.
- Piquelado.
- Curtido (al cromo y con agentes vegetales).

- Acabados en seco.
- Engrasado.
- Secado.
- Acabados en seco.
- Planchado y clasificación.

1.2.1. Recepción de la materia prima

Las pieles crudas que son adquiridas en los centros de acopio luego del faenamiento de los animales tienen un alto contenido de humedad y pueden tener graves defectos por lo que inicialmente se realiza una inspección visual para asegurarse de que cumplan con los requisitos de calidad requeridos y de esta forma evitar su deterioro y productos, Se produce la recepción de los cueros que provienen de frigoríficos y mataderos y se recortan las partes inservibles. Si los cueros no van a usarse inmediatamente en el proceso, se los acondiciona para poder conservarlos. (Roch, 2004 pág. 68).

La grasa adherida del lado carne del cuero, y los restos de carne, son separados pasando la piel por una máquina descarnadora dotada de cilindros con cuchillas Durante la etapa de recepción de las pieles se genera agua residual, proveniente del escurrido de la humedad contenida en las pieles así como restos de grasa, sangre e impurezas que son contaminantes fuertes que deben ser tratados correctamente, (Soler, 2004 pág. 54).

1.2.2. Pretratamiento

Las pieles son pesadas y clasificadas por tamaño y por especie. Posteriormente se procede a recortar las partes del cuello, la cola y las extremidades. Las pieles son lavadas para su rehidratación, así como para eliminar residuos de sangre, excretas y otras suciedades contenidas. Para este lavado se utiliza hidróxido de sodio, hipoclorito de sodio y detergentes, Para el desarrollo de esta etapa del proceso se utiliza agua y sustancias químicas para el lavado de la piel. Como resultado, se generan aguas residuales, residuos sólidos (recortes de piel) y envases vacíos de las sustancias químicas utilizadas (Schubert, 2007 pág. 73).

1.2.3. Curado y desinfectado

Las pieles en bruto se curan, salándolas o secándolas. El método más frecuente es el uso de sal en las dos formas siguientes: la salazón húmeda o el curado con sal muera. Durante esta operación se emplean grandes volúmenes de agua que arrastran consigo tierra y materia orgánica, así como residuos de sangre y estiércol, (Yuste, 2002 pág. 79).

El curado con salmuera es un método más rápido y por ende, el más usado: las pieles se colocan en grandes cubas que contienen desinfectantes (bicloruro de mercurio y ácido fénico), bactericidas (sulfato de sodio y ácido bórico) y una solución de sal próxima a la saturación. Se procede a agitar para mejorar el contacto de la piel con la solución. Después de pasar unas 16 horas en la cuba las pieles absorben por completo la sal, (Iglesias, 2008 pág. 89).

Para el desarrollo de esta actividad se requiere de agua, energía eléctrica para el agitador, sal y sustancias químicas (desinfectantes y bactericidas). Como resultado de la actividad se generan aguas residuales, residuos sólidos de piel y los envases vacíos de los productos químicos, (Prat, 2000 pág. 89).

1.2.4. Pelambre

Las pieles escurridas pasan al proceso de pelambre donde se les elimina la epidermis y el pelaje que las recubre, sumergiéndolas en soluciones de sulfuro de sodio y cal, manteniendo una constante agitación. En esta etapa se produce al interior del cuero, el desdoblamiento de las fibras fibrillas que prepara el cuero para la posterior curtición. En este proceso se emplea un gran volumen de agua, cuyos efluentes poseen gran contenido de carga orgánica y un elevado pH (11-12), debido a la presencia de la cal y sulfuro de sodio, (Vargas, 2011 pág. 89).

Para el desarrollo de esta actividad se requiere de sustancias químicas (cal y sulfuro de sodio) y agua para la preparación de las soluciones. Durante esta etapa se generan aguas residuales y envases vacíos de los productos químicos, (Casa Comercial Bayer, 2007 pág. 32).

1.2.5. Descarnado

Antes de comenzar la etapa de curtido se procede al descarnado, donde se separan las grasas y carnazas que todavía permanecen unidas a la parte interna de la piel. Se procede a descarnar con

máquinas especiales, logrando así eliminar los tejidos subcutáneos y adiposos adheridos a la piel, con el fin de conseguir la correcta penetración de los productos químicos en las siguientes etapas del curtido. Luego son lavadas con abundante agua para eliminar los residuos que estén adheridos, y proceder posteriormente al desengrasado. (Casa Comercial Bayer, 2007 pág. 89)

Durante el desarrollo de esta etapa se consume energía eléctrica para el funcionamiento de las máquinas, agua para el lavado de la piel. Se generan residuos sólidos con un gran contenido de humedad, procedentes del descarte (tejido subcutáneo, adiposo) y aguas residuales producto del lavado de la piel. (Lampartheim, 2008 pág. 16)

1.2.6. Desencalado

Es el proceso en el cual se lava la piel para remover la cal y el sulfuro, empleando importantes volúmenes de agua para evitar posibles interferencias en las etapas posteriores del curtido. Es necesario utilizar sustancias químicas como ácidos orgánicos tamponados (sulfúrico, clorhídrico, láctico, fórmico, bórico), sales de amonio, bisulfito de sodio, peróxido de hidrógeno, azúcares y melazas. Inclusive, se emplea el ácido sulfofáltico para lograr la neutralización del agua y la piel (Lampartheim, 2008 pág. 16).

Esta etapa demanda de una gran cantidad de agua para el lavado de las pieles y para la preparación de las soluciones de los productos químicos (ácidos) para la neutralización del agua y piel, generándose un importante volumen de aguas residuales y los envases vacíos de las sustancias químicas utilizadas, (Fontalvo, 2009 pág. 25).

1.2.7. Piquelado

El proceso de piquelado comprende la preparación química de la piel para el proceso de curtido mediante la utilización principalmente de soluciones de ácido fórmico y ácido sulfúrico. Estos ácidos hacen un aporte de protones los cuales se enlazan con el grupo carboxílico, permitiendo la difusión del curtiente en el interior de la piel, sin que se fije en las capas externas del colágeno, y de esta manera mejorar su conservación. (Roch, 2004 pág. 18)

Esta operación es importante ya que la adición de ácidos permitirá que el curtiente adquiera una alta basicidad, lo que activara al curtiente al adquirir cargas positivas, además de que en esta etapa

se produce el ataque de las fibras del tejido adiposo (grasas) especialmente en pieles con poca grasa. las del tipo lanar, por lo que para estas pieles es importante realizar el piquel seguido de un desengrase, por acción de la adición de ácidos conjunta con las sales que se han añadido anteriormente se da la deshidratación de ,las fibras colagénicas, (Portavella, 2005 pág. 34).

1.2.8. Desengrasado

En el desengrasado utilizan detergentes, en dependencia de las características de la piel se puede usar percloroetileno (para pieles de ovejas). Se preparan soluciones, donde se sumerge la piel, dejándola en reposo por un tiempo determinado dependiendo del origen de la piel. Las descargas líquidas que contienen materias orgánicas, solventes y detergentes son tratadas posteriormente. Para la limpieza de los poros de la piel y para la eliminación de las proteínas no estructuradas se utiliza cloruro de amonio, logrando homogeneidad, tersura y mayor elasticidad en la superficie de la piel, (Libreros, 2003 pág. 21).

Para el desarrollo de esta etapa se requiere de agua para la preparación de las soluciones de los productos químicos utilizados en el desengrasado y productos químicos (solvente y/o detergente). Durante el proceso se generan aguas residuales y envases vacíos de los productos químicos. (Soler 2004, 67)

1.3. Curtido

A continuación, se describe el proceso de curtido, tanto a base de sales de cromo, como a base de agentes vegetales. (Artigas, 2007 pág. 67).

1.3.1. Proceso de curtido en base de sales de cromo

El proceso de curtido a base de sales de cromo es el más utilizado, pero el más contaminante por efecto tóxico del Cr. Este método permite estabilizar el colágeno de la piel mediante agentes curtientes minerales transformando la piel en cuero. (Bühler, 2009 pág. 45)

En los curtidos minerales se emplean diferentes tipos de sales de cromo en muy variadas proporciones. Antes de entrar al proceso de curtido se hace el escurrido de la piel para eliminar el mayor contenido de humedad. (Libreros, 2003 pág. 24)

Para desarrollar este proceso la piel es introducida en una máquina llamada divisora. La acción del cromo trivalente en un medio ácido (ácido clorhídrico), permite convertir a la piel en cuero (material estable), impidiendo su degradación. El tiempo de duración del proceso de curtido es de 8 a 24 horas. (Bühler, 2009 pág. 45)

El cromo que no es absorbido por el cuero es reutilizado. Una vez secos los cueros se someten a diversos procesos de ablandamiento, quedando listos para su terminación o acabado final. Allí, se les aplican diversos productos, que, en combinación con procesos mecánicos, hace que el cuero sea más durable y resistente, (Morera, 2015 pág. 24).

En la etapa de curtido se prepara el cuero mediante dos procesos: el primero es el proceso mecánico de postcurtición, el cual le da un espesor específico y homogéneo al cuero; el segundo es el proceso húmedo de postcurtición, que es el neutralizado, recurtido, teñido y engrasado del cuero. En esta etapa del proceso se utiliza energía eléctrica para el funcionamiento de la maquinaria, agua para la preparación de las sales de cromo y sustancias químicas. Como resultado de la etapa se generan aguas residuales y envases vacíos de los productos químicos. (Artigas, 2007 pág. 67).

1.3.2. *Proceso de curtido del cuero con agentes vegetales*

El curtido con agentes vegetales permite la conservación de la fibra del cuero y le proporciona ciertas características de morbidez al tacto y elasticidad que son consecuencia de los materiales curtientes y de los métodos de trabajo que se emplean. En este proceso de curtido se utilizan extractos vegetales (cortezas, maderas, hojas y raíces), en su mayoría de plantas tropicales o subtropicales como la mimosa, el quebracho o el castaño, roble o corteza de pino. (Lampartheim, 2008 pág. 68)

Los cueros se sumergen en un licor curtiente vegetal compuesto por agua, tanino, alumbre y sal, durante el tiempo necesario para que se impregne totalmente el agente curtiente. Como el proceso de curtido propiamente dicho se lleva a cabo en un medio ácido es importante controlar el pH de la solución, el cual debe mantenerse en un valor aproximado de pH 5. (Bacardit, 2004 pág. 37)

Para corregir las desviaciones del pH que puedan ocurrir, se agrega el alumbre que es una sal ácida y el cloruro de sodio (sal común), que es una sal básica. Si el pH se torna alcalino, deberá agregarse una sal ácida (alumbre), en el caso contrario, si el pH se desvía hacia la acidez, se agregará una sal básica (cloruro de sodio). En el desarrollo de esta etapa del proceso se requiere

energía eléctrica, agua, alumbre, sal y extractos vegetales de taninos. Como resultado de la actividad se generan aguas residuales con carga orgánica y envases de los productos químicos utilizados (Asociación Química Española del Cuero, 2002 pág. 78)

1.4. Acabado en húmedo

Como parte final existen las operaciones de acabado en húmedo y que sirven para dar las características finales del artículo que estamos produciendo, 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. El acabado en seco y engrasado se lo realiza con el objetivo de evitar el cuarteamiento del cuero, para convertirlo suave, fuerte y flexible. Este proceso consiste en la impregnación del cuero con aceites emulsionados, los cuales se depositan en las fibras del cuero, fijándose y dando el acabado deseado. En el engrasado hay que distinguir entre el engrasado sencillo, engrasado a mano o en tinas. En toda esta serie de tratamientos se va elevando la cantidad de aceite emulsionado y con ello la impermeabilidad y la "calidad" del cuero. (Artigas, 2007 pág. 67).

Durante el desarrollo de esta etapa se requiere de aceites engrasantes emulsionados (minerales y vegetales). Como resultado de la actividad existe el riesgo de potenciales derrames de aceites. Además, se generan envases de aceites. (Jones, 2002 pág. 187)

1.4.1. Secado

Finalizada la operación de ablandado es conveniente secar los cueros manteniéndolas planas hasta alcanzar un contenido final de humedad del orden del 10-12%, pero fundamentalmente para obtener el mayor rendimiento posible de superficie y retirar parte de su elasticidad, alcanzando una estabilidad de la forma, obteniendo un cuero más armado. En general se realiza mediante el sistema Toggling. (Villegas, 2007 pág. 25)

Esta etapa de trabajo depende del proceso anterior de curtición y de las propiedades que se desea proporcionar a los cueros procesados. La velocidad del secado es muy importante: A velocidades muy rápidas la superficie exterior puede secarse mientras las partes interiores se mantienen húmedas. El secado de los cueros se realiza, principalmente en los cueros de clase superior, según el procedimiento de la llamada desecación adhesiva, en la que se adhiere el cuero húmedo sobre platos de vidrio y se lo seca estirándolo, (Dellmann, 2009 pág. 21).

1.4.2. Recorte

El recorte de los cueros tiene como objetivo retirar pequeñas partes totalmente inaprovechables, eliminando marcas de secaderos de pinzas, zonas de borde endurecidas, puntas o flecos sobresalientes y para rectificar las partes desgarradas, buscando un mejor aprovechamiento de los procesos mecánicos y un mejor aspecto final. El recorte mejora la presentación de los cueros y también facilita el trabajo de las operaciones siguientes. (Yuste, 2002 pág. 125)

Evidentemente en los recortes realizados se retira lo estrictamente necesario, para no reducir considerablemente el área o el peso de los cueros. El recorte se realiza con tijeras, en pieles más duras con cuchillas más afiladas y también con máquinas. (Vargas, 2011 pág. 145)

1.4.3. Clasificación

Previo a las tareas de acabado, es necesario realizar una de clasificación de los cueros, que en realidad sería la segunda clasificación (la primera se hace en cromo). La misma debe ser realizada teniendo en cuenta, por ejemplo: la calidad, tamaño, el espesor, los daños de flor, ya sean los propios del cuero o por procesos mecánicos (mordeduras de máquinas) la firmeza, la uniformidad de tintura, la absorción de la flor, (Jones, 2002 pág. 45).

Se clasifica para destinar los cueros a los diferentes artículos: plena flor, nubuck, etc. y por lo tanto se determina a qué sección del acabado se enviarán. Es así que, por ejemplo, los cueros de flores flojas y dañadas serán desflorados (esmerilados) y luego impregnados para darles firmeza; a los que no están bien tintados podemos remontarles el color mediante la aplicación de tinturas a soplete. Otro ejemplo es si el cuero tiene poca absorción, se la podemos mejorar por medio de penetrantes. (Artigas, 2007 pág. 67).

1.4.4. Esmerilado

Consiste en someter a la superficie del cuero a una acción mecánica de un cilindro revestido de papel de esmerilar formado por granos de materias abrasivas tales como el carborundo o el óxido de aluminio. El esmerilado puede realizarse (Villegas, 2007 pág. 25):

- Por el lado carne de la piel con la intención de eliminar restos de carnazas y con ello homogeneizar y mejorar su aspecto, o bien la de obtener un artículo tipo afelpado.

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

Es común creer que con esta operación eliminan los daños del cuero. Pero no es así, es importante insistir en que sólo disimularemos los mismos cuando son superficiales. Para eliminar las lesiones profundas, habría que raspar con tanta profundidad que transformaríamos el cuero en un descarne. Podemos decir entonces que la finalidad es disimular pequeños daños de flor y mejorar el aspecto de está convirtiendo los poros grandes en poros finos y parejos. (Jones, 2002 pág. 25)

Si desfloramos por debajo del límite indicado (la profundidad viene dada en el límite inferior, por el poro de la piel) se corre el riesgo, por ejemplo, que cuando se arme el calzado el cuero tome aspecto de descarne en las partes de mayor estiramiento como ser la puntera del calzado. Para un desflorado uniforme es necesario que los cueros tengan uniformidad de espesor en toda la superficie. Los principales factores que influyen sobre el adecuado esmerilado de los cueros son (Villegas, 2007 pág. 25)

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

Las lijas se clasifican por el tamaño del grano en gruesas, medias y finas, los granos gruesos corresponden a los números bajos 50-120, los intermedios a 150-220 y los grados finos a 250-400 y valores superiores a los más finos. Un buen esmerilado y desempolvado garantiza una buena adherencia y uniformidad en la formación del film del acabado, disminuyendo algunos problemas durante la fabricación, como quiebres o rupturas del acabado. (Villegas, 2007 pág. 25)

1.4.5. Desempolvar

Consiste en retirar el polvo de la lija de las superficies del cuero, a través de un sistema de cepillos o de aire comprimido. En el cuero no desempolvado, el polvo está fijado al cuero por una carga

de estática, el polvo de la lija empasta, se acumula sobre el cuero dificultando las operaciones de acabado, no adhiriendo la tintura al sustrato. La máquina de desempolvar de cepillos desempolva cepillando la piel con dos cepillos que giran a contrapelo de la piel. El polvo se lo lleva un sistema de aspiración. Desempolvan bastante, pero son poco productivas(Villegas, 2007 pág. 25)

1.5. Acabo en seco de los cueros

El acabado de piel es un proceso que se realiza al cuero después de la tintura, el engrase y secado. El objetivo fundamental del acabado es mejorar las propiedades físicas y estéticas del material curtido. Como, por ejemplo, incrementar la protección frente a la humedad, la suciedad, también el aspecto del cuero cubriendo defectos naturales o producidos en las operaciones previas del proceso de fabricación, y aumentar las resistencias de solidez en pruebas físicas, como lo son la resistencia a la luz del sol, resistencia al mojar el artículo, resistencia al rasgado, adherencia, flexión, entre otras que se exigen para cada artículo. (Vargas, 2011 pág. 145)

Con la aplicación del acabado podemos conferir al cuero ciertas características tales como: coloración, tacto, solidez al color y uniformidad, brillo, duración, elegancia, así como resaltar más la naturalidad del artículo. En su aplicación se realiza normalmente sobre la superficie de la flor del cuero, con una mezcla de sustancias de naturaleza química variada que, mediante su secado, nos van a formar una película, la cual será mate o brillante, transparente o turbia, elástica la cual nos permitirán mayor elongación del cuero o dura según el artículo deseado. Los factores que interviene en el proceso de acabado son (Vargas, 2011 pág. 36):

- El tipo de cuero (vacuno, ovino, porcino, etc.)
- El artículo que se quiere fabricar con el cuero.
- El aspecto final que debe tener el cuero.
- Los requerimientos de calidad que debe cumplir el cuero según la normatividad que lo exige.
- Conocer bien las prestaciones de los productos químicos que intervienen en el acabado para lograr conseguir las características deseadas en el artículo.
- Conocer bien la maquinaria disponible para realizar las operaciones de acabado.
- Conocer los distintos tipos de acabados y sus características.

- Por estas razones se iniciará a hablar primero de los diversos productos que se utilizan en el acabado del cuero, y posteriormente en otras publicaciones se abordarán los distintos tipos de acabados que existen.

1.5.1. Tipos de acabado

Los Acabados según la cantidad de pigmento su clasificación está basada principalmente por su grado de transparencia y está su vez relacionada con la cantidad y el tipo de pigmento utilizado (Iglesias, 2008 pág. 45).

- Acabado anilina: La piel se recubre con una película transparente para lo cual se utilizan pigmentos orgánicos transparentes y ligantes protéicos, resínicos y otros productos que no aporten efectos de cobertura. Es una de las más finas al tacto, lo cual la hace una de las más delicadas. Este acabado se logra cuando el color de anilina penetra por el poro, teniendo como ventaja que no cambia la superficie ni la tapa. Las variantes del color son inevitables, ya que cada piel mantiene su estructura particular. Pero para satisfacción suya la piel conserva las huellas heredadas por la naturaleza y la vida del animal como pliegues de ensanche, picaduras de insectos, etc.
- Acabado semianilina: Acabado con cierto poder de cobertura conseguido por la adición de moderadas cantidades de pigmento y productos adecuados para mantener un efecto no totalmente cubriente de la flor. Usualmente este tipo de pieles son coloreadas con anilina y después se pigmentan. Llevan una capa de color para cubrirlas y protegerlas. Es común que sus superficies sean lisas y presenten cicatrices dependiendo del modelo y acabado.
- Acabado pigmentado: Estas pieles son por lo común bastante fuertes y muestran buena resistencia a la luz. El grano de la piel es cubierto con una capa elaborada a base de colores inorgánicos. A la superficie se le corrige de imperfecciones de limpieza. En ocasiones se graba a este tipo de pieles con el fin de darle una apariencia más atractiva. El pigmentado otorga a la piel buena resistencia a la luz y durabilidad, aunque aminora su terzura y suavidad al tacto. Durabilidad excelente con el mínimo de mantenimiento.

Los acabados según el tipo de ligante se describen a continuación (Villegas, 2007 pág. 56)

- Acabados proteicos: Es el que utiliza ligantes proteicos como la caseína.

- Acabados termoplásticos: Es un acabado que utiliza ligantes acrílicos, butadiénicos, de base poliuretano u otras resinas termodeformables. (Villegas, 2007 pág. 78)
- Los acabados de carácter especial se consideran a los siguientes (Libreros, 2003 pág. 56):
- Acabado abrillantable: Los ligantes protéicos y la operación de abrillantado dan a los acabados sus propiedades típicas de alta transparencia, brillo, tacto, aspecto natural, excelente brillo y transparencia.
- Acabado tipo charol: Es un acabado poliuretano con uno o dos componentes. Consiste en obtener sobre la superficie del cuero una gruesa capa de poliuretanos que proporciona el típico brillo de este artículo.
- Acabado tipo transfer: Es el acabado que recubre al cuero con una película pre-fabricada transferida mediante un proceso mecánico.
- Acabado florentique (novantique o brush off): Acabado de cobertura total que, por acción de cepillado, da efecto de contraste de color, relleno y brillo intenso.
- Acabado de tacto graso (oil pull up): Se logra por la impregnación de aceite y al doblarse el cuero experimenta aclaramiento reversible.
- Acabado cuero viejo: Se logra por la impregnación de ceras y se remueve suavemente con un cepillado. Es una variación estilo rústica de los acabados anilina o semianilina con una especial intensidad y reparto de color contraste.
- Acabado lúcido: El acabado se reduce a la aplicación de ceras. Los cueros tienen un aspecto totalmente natural, deben oscurecer y dar brillo en el cepillado.
- Acabado climax: Es la imitación del cuero de cabra plena flor, con cueros de flor corregida.

Los acabados de tipo afelpado se caracterizan por (Hidalgo , 2004 pág. 67):

- Nubuck: Afelpado por el lado flor que se da a cualquier cuero.
- Gamuza: Afelpado por el lado de la carne que se le da a un cuero de cabra, borrego o becerro.

- Gamuzón: Afelpado que se le da a un cuero o carnaza de bovino. Se diferencia de la gamuza por el tipo de fibra, el cual es más grueso. Cuando el afelpado se realiza sólo en el lado de la carne de un cuero, manteniendo o no el lado flor original, se denomina cuero volteado.

1.6. Ligantes

Son productos filmógenos, capaces de formar por secado una película y constituyen el elemento fundamental de una formulación de acabado. Pueden englobar en su estructura una serie de otros productos sin modificar demasiado las propiedades. Si no tuviéramos algo que adhiriera los productos de terminación no habría forma de mantener la terminación en forma durable sobre el cuero. Generalmente son sustancias orgánicas que se encuentran en forma de polímeros. Son productos que dan poco relleno, dan dureza, elevada solidez al agua, pero tienen la desventaja de la poca elasticidad. (Lampartheim, 2008 pág. 34)

Los pigmentos son materias colorantes se definen como sustancias de origen orgánico o mineral, que por su constitución química o por su estructura cristalina proporcionan color cuando son incorporadas a otros materiales, ya sea por dispersión o por disolución. Aún cuando hay materias colorantes de origen natural, la mayoría son obtenidas por síntesis, (Gili Bas, 2019 pág. 56).

1.6.1. Tipos de ligantes

Estos productos se pueden dividir en termoplásticos y no termoplásticos. Los termoplásticos están constituidos por polímeros sintéticos, los cuales se caracterizan por reblandecerse mediante la acción del calor, se deforman con el calor, y después al enfriarse vuelven a su forma normal. En los no termoplásticos no ocurre eso. (Avalos, 2009 pág. 56)

1.6.2. Ligantes no termoplásticos

Ligantes no termoplásticos son productos naturales de la familia de las proteínas de las que en la práctica interesan dos tipos: la albúmina y la caseína. Forman películas duras, no elásticas, ni flexibles muy transparentes y brillantes con un poder ligante moderado, presentan buena resistencia a los disolventes y excelente solidez al frote seco y el rascado. En presencia de formol reticular formando películas insolubles en agua y buena solidez al frote húmedo (Libreros, 2003 pág. 57).

Esta reticulación es relativamente lenta, por lo que los envases de solidez debieran hacerse a las 48 horas y repetirse a la semana de haber aplicado al formol. Su insensibilidad al calor permite someter las pieles durante el proceso de acabado o durante su manipulación posterior, a las operaciones de abrillantado pulido y planchado a la temperatura, consiguiéndose un brillo y aspecto característico, imitables, pero no igualables con otros esquemas y en especial buen comportamiento en el proceso de fabricación de calzado, conduciendo todo ello a la consecución de artículos de calidad especial, (Bacardit, 2004 pág. 27).

Se ha dicho que las películas formadas por ligantes protéicos son duras y de moderado poder ligante. Para evitar problemas que estas propiedades podrían derivarse, debemos respetar algunas condiciones de trabajo. (Roch, 2004 pág. 45)

- No pretender hacer acabados de fuerte poder cubriente con elevado contenido en pigmentos o rellenantes.
- Incorporar a la formulación de acabados ceras y plastificantes adecuados.
- Las formulaciones de acabado deberán ser poco concentradas de 2,5 a 5% de sólidos y aplicadas en capas ligeras. El espesor de la película de acabado deberá ser el menor posible.

Por sus propiedades próximas a las de albúmina y la caseína, se incluye en este grupo de ligantes algunos derivados poliamídicos. Desde hace unos años, este tipo de ligantes está imponiéndose con éxito. La razón de este éxito radica en que, a las propiedades generales atribuidas a las proteínas naturales, añaden su flexibilidad, importantísima cualidad dada cada vez con mayor tendencia a acabados suaves, blandos y muy flexibles al inestable bombeado en seco para un importante número de artículos. (Prat, 2000 pág. 45)

Los principales ligantes no termoplásticos que se utilizan en la industria de curtidos son las albúminas y la caseína. Ambos forman películas poco flexibles y elásticas, algo duras, pero que presentan una buena resistencia a los disolventes y una excelente solidez al frote seco y al rascado. Cuando se les aplica una solución de formaldehído reticulan formando una película de mayor solidez al frote húmedo. (Artigas, 2007 pág. 45).

El curtidor recibe estos productos en forma de unas soluciones viscosas translúcidas que también se conocen como brillos. Generalmente se usan varios ligantes, ya que es muy difícil que un solo ligante nos de todas las características requeridas. (Villegas, 2007 pág. 45).

Además, su flexibilidad hace menos necesario el uso de plastificantes en los acabados eliminando de esta manera los no raros problemas a posterior causados por una posible migración de estos de la película del acabado al interior de la piel. Finalmente conviene recordar que los ligantes no termoplásticos son insustituibles en los acabados abrillantes, pero están siempre presentes en cualquier acabado aportando sus excelentes propiedades. (Jones, 2002 pág. 56)

1.6.3. *Ligantes termoplásticos*

Su característica general básica es la de reblandecerse por la acción del calor para recuperar su dureza inicial al enfriarse, por lo que podemos influir en la adaptación de las moléculas de polímero al soporte, bajo la acción combinada de la presión y el calor de una operación prensado o grabado. Forman películas flexibles, más o menos blandas elásticas y con una fuente de poder ligante y por otras características y una clara intención de diferenciarlos de las proteínas, hemos incluido en este grupo el de los termoplásticos, todos los polímeros sintéticos que la industria química nos ha ido ofreciendo sucesivamente (Roch, 2004 pág. 46).

- Acrílicos: Tiene su base en el ácido acrílico, son bastante tenaces (capacidad de adherencia). Este tipo de ligantes son de partícula fina, con un poder de cobertura medio; tienen solidez a la luz bastante baja, por lo que se recomienda no utilizarlos en cueros con colores pasteles ya que tienden a amarillarse; son poco transparentes por lo que influyen sobre el color; tiene un tacto plastificado no agradable. Los ligantes acrílicos son sólidos a los solventes se los puede utilizar cuando se va a aplicar lacas al solvente, son muy económicos. El principal defecto que presentan este tipo de ligantes es que cuando el artículo de cuero se encuentra expuesto a temperaturas bajo 0°C el acabado se triza. Los ligantes acrílicos se los utiliza en artículos de baja calidad, pero que deban tener una cierta tenacidad y que sean flexibles, por ejemplo, para cueros de vestimenta y cueros de calzado escolar.
- Vinilos: tiene un alto poder de cobertura; baja solidez a la luz; tacto muy plástico y son bastante elásticos. Su principal utilidad es para plantas de PVC como para la suela del calzado.
- Epoxi: este tipo de ligantes no forman una película, sino que forman un entretejido que sirve para dar coloración a cueros afelpados como el cuero nubuck; estos ligantes son de partícula muy fina, son muy tenaces, pero no cubre las fallas.
- Poliuretánicos: Son ligantes de excelentes características, estos son más tenaces que cubriente, bastante flexibles, con un alto poder de cobertura, muy agradable al tacto ideal para cueros de vestimenta; son transparentes por lo que no van a influir sobre el color final, muy

sólidos a la luz, por lo cual se los puede utilizar para colores claros como el blanco; son muy elásticos por lo que se los utiliza para calzado, vestimenta, tapicería de automóviles y marroquinería.

- Butadiénicos: Los ligantes butadiénicos tienen un alto poder de cobertura, no son sólidos a la luz (cambian sus características en presencia de luz natural o artificial), bastante sólidos a solventes orgánicos, este tipo de ligantes se los utiliza para el cuero charol. (Villegas, 2007 pág. 89)

El estado típico en el que se presentan los ligantes es la emulsión; sin embargo, las influencias de los emulsionantes en las propiedades finales de acabado han provocado el desarrollo de técnicas que hacen posible la obtención de dispersiones coloidales, o la disolución en un solvente polar, de una emulsión concentrada del polímero, en un medio alcalino, todo ello conduce a minimizar al máximo la presencia de emulsionantes en el producto final. (Thorstensen, 2002 pág. 67)

Actualmente resulta arriesgado, a hablar de este tipo de ligantes, atribuirles propiedades generales específicas de acuerdo con su naturaleza sobre todo el establecer una relación entre determinadas características y el comportamiento. Por ejemplo, es tradicional deducir que un ligante si es más blando será más pegajoso más resistente a la flexión y dará acabados de aspectos más lisos; sin embargo, actualmente nos encontramos con ligantes de reciente desarrollo para los que blandura no es condición determinante de una buena flexometría y de su capacidad de dar un aspecto natural. (Vargas, 2011 pág. 67)

Las propiedades y características nos interesan tanto las relativas a la emulsión como las películas que la forman. Son productos que, al secar, forman películas más o menos duras, más o menos brillantes y con buena resistencia a los frotos. Se aplican como capa o capas finales de los acabados e influyen de forma determinante en el brillo, el tacto, el aspecto y en buena medida de sus solidez; frotos, luz, calor, sudor, impacto, etc. (Vargas, 2011 pág. 78)

Los principales tipos de ligantes termoplásticos que se utilizan en la industria del curtido son: Acrilatos, metacrilatos, acrilonitrilos, estireno, vinilo, butadieno y poliuretanos. El curtidor recibe estos productos en forma de emulsiones o dispersiones de color lechoso, cuya concentración en sólidos oscila entre un 30-60 por ciento. Encuentran su principal aplicación en el acabado de los cueros rectificadas si bien en la actualidad se aplican ligantes termoplásticos a cualquier tipo de cuero. (Soler, 2004 pág. 67).

1.7. Pigmentos

Los pigmentos son sustancias con color, que por clasificación consisten en una codificación compuesta por dos letras, un número de orden y número de 5 dígitos “color Index”, que esto nos refiere dependiendo de su clasificación, su color, su composición, su origen y aplicación industrial. Un pigmento es una materia colorante que se caracteriza por dar un tono específico (verde, amarillo, rojo, etc.) pero que tiene la propiedad de ser insoluble en la mayoría de los líquidos comunes (por ejemplo, agua). El efecto de un color específico ocurre porque el pigmento tiene la propiedad de absorber todos los colores de la luz menos uno, el cual refleja hacia el observador. Por ejemplo, el color azul absorbe el rojo, el verde, el amarillo, pero no el azul, el cual refleja hacia nuestro ojo, y por ello lo vemos de ese color. En la tabla 1-1 se indica las diferencias entre los pigmentos orgánicos e inorgánicos se enlistan, (Artigas, 2007 pág. 23)

Tabla 1-1: Diferencias entre los pigmentos orgánicos e inorgánicos.

Propiedades	Pigmentos Orgánicos	Pigmentos Inorgánicos
Color	Brillante	Mate
Resistencia a la luz	Variable	Excelente
Opacidad	Baja	Variable
Sangramiento en solvente	Variable	Excelente
Resistencia química	Variable	Buena
Resistencia al calor	Variable	Excelente
Migración PVC	Variable	Excelente

Fuente: (Bacardit, 2004 pág. 78)

1.7.1. Tipo de pigmentos

Hay dos tipos de pigmentos que son los inorgánicos y los orgánicos y cuyas características se describen a continuación (Hidalgo, 2004 pág. 78):

- Los pigmentos inorgánicos: Pueden ser tierras colorantes de origen natural o bien productos sintéticos obtenidos mediante reacciones químicas. Los pigmentos orgánicos incluyen: los óxidos de hierro, cromatos de plomo, óxidos de cromo, sulfitos de cadmio, azul ultramarino, dióxido de titanio y pigmentos metálicos nacarados y negro de carbón.

- Los pigmentos orgánicos: Se manufacturan a partir de hidrocarburos aromáticos que se obtienen de la destilación del petróleo, como también de productos lacados (que es un barniz protector que forma una película amarillenta) o a partir de colorantes básicos, mezclándolos con hidróxidos de aluminio. Entre estos podemos encontrar los pigmentos azoicos, pigmentos de ftalocianina, pigmentos antraquinonas y pigmentos quinacridones.

1.7.2. Características de los pigmentos

Los pigmentos tienen ciertas características y dependiendo de ellas uno elige determinados pigmentos para cumplir con requisitos del acabado deseado (Jones, 2002 pág. 46).

- **Tamaño de partícula.** El tamaño de partícula es el tamaño microscópico de las sustancias sólidas que contiene el pigmento que generalmente va desde 0.2 a 0.5 micras para los pigmentos micro dispersados y desde 2 hasta 10 micras para las dispersiones convencionales.
- **Dispersiones pigmentarias.** Las dispersiones en acabado es la manera en que se forma la película del pigmento en conjunto con algún producto la cual generalmente tiene un aspecto pastoso y además contienen ligantes que pueden ser: caseínas, resinas, poliuretanos, humectantes, protectores, plastificantes, nitrocelulosas y cargas.
- **Coloides protectores.** Los coloides protectores son soluciones de caseínas (proteínas) que son excelentes estabilizadores de las dispersiones de pigmento. Pero una alta cantidad de caseína proporciona demasiada dureza y no sería apto para un acabado flexible y el acabado se rompería. Por tanto, hay que buscar una estabilidad que se adapte al acabado requerido.
- **Poder cubriente.** El poder cubriente está relacionado con la capacidad de adsorción y dispersión de la luz. Esto depende el tamaño de partícula, del índice de refracción y del espesor de la capa de acabado.
- **Poder colorante:** El poder colorante es el rendimiento de una solución pigmentaria, es decir la facultad que su color prevalezca cuando se llega mezclar con otros pigmentos, es la capacidad de un pigmento de alterar la apariencia cromática de otro pigmento. El poder colorante aumenta al decrecer el tamaño de las partículas, y viceversa.
- **Brillo:** El brillo es la mayor o menor aproximación a un espejo. Cuan menos disperse la luz un cuerpo y los rayos luminosos que inciden en una dirección determinada se reflejan paralelamente entre sí, más brillo tendrá el cuerpo. Y mientras la superficie sea áspera y menos lisa menos brillará.

1.8. Pigmentos perlescente

Actualmente es muy importante el aspecto de los cueros que deberán competir entre si por la preferencia del consumidor, con el rápido desarrollo de la tecnología moderna y la maduración gradual de la tecnología de procesamiento, los pigmentos nacarados o perlescentes juegan un papel cada vez más importante en el procesamiento de cuero animal. Es por ello por lo que más y más personas, han valorado el efecto decorativo de los pigmentos nacarados, desde los zapatos de cuero hasta la ropa, desde varias bolsas hasta los sofás (Jones, 2002 pág. 46).

Para el cuero animal, debido a los diferentes usos del cuero y la piel, existen diferentes requisitos para las propiedades de la capa de color. En general, en la mayoría de los casos, la coloración de los pigmentos perlescente que se los llama nacarados o perlados se debe realizar durante la etapa final después del teñido. El pigmento nacarado se agrega a la pasta de pigmento de cuero en una proporción del 5% al 8%, y la lámina de pigmento nacarado se fija mecánica o químicamente a la superficie del cuero mediante la adhesión de la resina en la pasta de pigmento para formar una perla; revestimiento de superficie de cuero. También es posible agregar del 2% al 3% de pigmento nacarado al acabado de caseína, que también logra el efecto de la decoración nacarada, (Bacardit, 2004 pág. 78).

Los pigmentos perlescentes pertenecen al grupo llamado de efecto, son caseína láctica formada por enlaces de hidrógeno entre la película y el cuero, que se dividen en fuertes, no fáciles de caerse debido a la fricción. Además, la película formada por la caseína láctica es relativamente resistente al calor y se puede planchar, y la capa de perla formada tiene las ventajas de una fuerte permeabilidad al gas y una fuerte permeabilidad al agua. El recubrimiento no se erosiona con disolventes orgánicos, con agua como medio, sin contaminación, sin olor, y pasos de operación convenientes (Jones, 2002 pág. 46).

1.9. Planchado y clasificación

Se utilizan distintas máquinas según el tipo de terminación, la automatización del proceso de planchado de cuero consiste en realizar un control de temperatura mediante el uso de una termocupla la cual envía señales al PLC y este las interpreta controlando el accionamiento de la carga resistiva, ayudando a regular con precisión la temperatura necesaria por medio del uso de una pantalla HMI para el control y monitoreo del proceso. Éstas pueden ser rotativas, de mesa o de prensado, las cuales otorgan brillo o satinan el cuero. Terminada la operación del planchado

los cueros se clasifican por tamaño y calidad, pasando al área de almacenamiento. Para el desarrollo de esta actividad se requiere de vapor, (Adzett, 2005 pág. 21)

1.10. Servicios auxiliares

Para un buen desarrollo de las diferentes etapas del proceso de transformación de la piel en cuero se requiere de la presencia de servicios auxiliares, tales como, mantenimiento mecánico, bodegas de almacenamiento de productos químicos entre otros (Artigas, 2007 pág. 21)

1.10.1. Mantenimiento mecánico e industrial

En las estas actividades de mantenimiento tanto de los bombos como de cada uno de los equipos que forman parte de las operaciones mecánicas del proceso de curtido se requiere del uso de tubos aceites lubricantes, grasas, baterías plomo-ácido, fluorescentes, piezas de repuesto, waipes, etc. Estas actividades generan desechos, tales como: aceites, filtros y tubos fluorescentes usados, envases vacíos de químicos, waipes impregnados con hidrocarburos, chatarra, etc (Artigas, 2007 pág. 21).

1.10.2. Almacenamiento y manejo de productos químicos

En las industrias procesadoras de cueros se requiere del uso de una gran variedad de productos químicos: detergentes, desengrasantes, neutralizantes, desinfectantes, sales básicas, cal, agentes curtientes, engrasantes, pigmentos, solventes, etc. lo que genera una gran cantidad de envases y fundas vacías, que deben ser debidamente desechadas en contenedores de distinta naturaleza pero antes de ello se deberá verificar el adecuado etiquetado que contemple el tipo de producto, su toxicidad, prevención y sobre todo la fecha de elaboración y de expiración para evitar problemas no solo al personal sino también a la calidad del cuero (Artigas, 2007 pág. 21).

1.10.3. Generación de vapor

Para el tratamiento del agua de las calderas, se emplean productos químicos generando desechos sólidos (envases y fundas vacías). Durante la quema de combustibles en los calderos para la producción de vapor se generan gases de combustión, (Adzett, 2005 pág. 21) .

1.10.4. Manejo de combustibles

El combustible que se utiliza para la generación de vapor en los calderos es almacenado en tanques estacionarios, los cuales generan lodos de combustibles. Existe riesgo potencial de derrames no intencionales que pudieran provocar la contaminación de los suelos y/o las aguas superficiales (Jones, 2002 pág. 46).

1.11. Tratamiento de efluentes de curtiembre

El agua residual que en forma general es aquella que ha sufrido una alteración en sus características físicas, químicas o biológicas por la introducción de contaminantes como residuos sólidos, biológicos, químicos, municipales, industriales, agrícolas etc., afectando así los ecosistemas acuáticos y su entorno, (Yuste, 2002 pág. 25).

Los efluentes generados en las diferentes etapas del proceso (lavado de las pieles, limpieza de equipos y áreas de producción) son evacuados a través de canales, sumideros y cajas de registros al sistema de tratamiento de aguas residuales industriales para ser tratados antes de su descarga al sistema de alcantarillado o cuerpo hídrico receptor, (Hidalgo , 2004 pág. 21).

Para el tratamiento de las aguas residuales de las curtiembres se requiere una variedad productos químicos y procesos, generándose lodos del tratamiento, aguas residuales tratadas y envases vacíos de productos químicos. Un tema de especial interés es el tratamiento de los residuos de los curtientes en base a Cr6, lo que requiere de tratamientos terciario para evitar la toxicidad de esta sustancia, (Jones, 2002 pág. 46).

CAPITULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Localización del experimento

El presente trabajo experimental se desarrolló en el Laboratorio de Curtiembre de Pieles de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ubicado en el cantón Riobamba, Panamericana Sur km 1½ vía a Guayaquil. La unidad responsable de la investigación fue el laboratorio de Curtiembre de Pieles de la FCP de la ESPOCH. En la tabla 1-2 se establecen las condiciones meteorológicas del cantón Riobamba.

Tabla 1- 2: Condiciones meteorológicas del cantón Riobamba

CONDICIONES METEOROLÓGICAS	VALORACIÓN
Temperatura promedio (°C)	13,20
Temperatura mínima	5 °C
Temperatura máxima	22 °C
Humedad Relativa (%)	66,46
Precipitación (mm)	550,80

Fuente: Estación Agrometeorológica de la Facultad de Recursos Naturales ESPOCH (2018).

La presente investigación estuvo prevista a ser ejecutada en un período de tiempo de 64 días, comprendiendo las etapas de recolección de datos y procesamiento de estos.

2.2. Unidades experimentales

Las unidades experimentales fueron comprendidas por cada uno de los cueros perlescente obtenidos dentro de la experimentación, los cuales fueron sujetos a muestreo y a la ejecución de las mediciones.

2.3. Materiales, equipos e instalaciones

2.3.1. *Materiales*

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

2.3.2. Equipos

- Bombos
- Máquina descarnadora de piel.
- Ablandador.
- Raspadora.
- Toggling.
- Equipo de medición de la resistencia a la tensión.
- Equipo de medición del porcentaje de elongación.

2.3.3. Productos químicos

- Sal en grano.
- Formiato de sodio.
- Bisulfito de sodio.
- Ácido fórmico.
- Ácido sulfúrico.
- Ácido oxálico.
- Ríndente.
- Grasa Animal sulfatada.
- Lanolina.
- Grasa catiónica.
- Dispersante.
- Recurtiente de sustitución.

- Resinas acrílicas.
- Rellenante de faldas.
- Recurtiente neutralizante.
- Recurtiente acrílico.
- Alcoholes grasos.
- Bicarbonato de sodio.
- Ligante de poliuretano
- Ligante de butadeno
- Curtiente sintético.

2.4. Tratamiento y Diseño experimental

Para la evaluación estadística de las variables físicas y sensoriales se utilizó un diseño completamente al Azar, con la distribución de los tratamientos y las repeticiones por cada tratamiento en base a lo indicado en la tabla 2-2. La distribución de los tratamientos se describe a continuación:

Tabla 2-2: Esquema del experimento

TRATAMIENTO	CÓDIGO	REPETICIONES	T.U.E	TOTAL
T1: 150 g/kg de pintura de ligante de poliuretano + 150 g de ligante acrílico.	T1	6	1	6
T2: 175 g/kg de pintura de ligante de poliuretano + 150 g de ligante acrílico	T2	6	1	6
T3: 200 g/kg de pintura de ligante de poliuretano + 150 g de ligante acrílico	T3	6	1	6
			Total	18

Realizado por: TORRES, Alex 2020.

2.5. Mediciones experimentales

2.5.1. Características físicas del cuero

- Resistencia a la tensión N/cm²
- Porcentaje de Elongación, %
- Resistencia al frote en seco, ciclos

2.5.2. Análisis sensorial del cuero

- Efecto perlescente, (puntos)
- Brillantez (puntos)
- Poder de Cobertura (puntos)

2.5.3. Económicas

- Costos de producción USD
- Relación Beneficio - Costo

2.6. Diseño experimental

Para la determinación de la significancia de las variables paramétricas se aplicó un análisis de Varianza (ADEVA), para los resultados no paramétricos la prueba de significancia de Kruskal Wallis, y para la comparación de medias se aplicó la prueba de Tukey ($P < 0,01$), utilizando el software estadístico INFOSTAT y se ajustó al siguiente modelo lineal aditivo:

Ecuación 1-2:

$$Y_{ij} = \mu + T_i * E_{ij}$$

Donde:

- Y_{ij} = Valor del parámetro en determinación

- μ = Media general
- T_i = Efecto del nivel de ligante de poliuretano
- E_{ij} = Error experimental

En el tabla 3-2 se describe los principales parámetros estadísticos con que se trabajó en la formulación del ADEVA.

Tabla 3-2: Esquema del ADEVA

Fuente de Variación	Grados de Libertad
Total	17
Tratamiento	2
Error	15
N	18

Realizado por: TORRES, Alex 2020.

2.7. Procedimiento experimental

2.7.1. Recepción de pieles y pesaje

Las pieles llegan a la tenería acondicionadas con sal en grano como sustancia deshidratante que permite preservar la piel. Las pieles generalmente vienen sin previo lavado, debido a que aún presentan restos de sangre, heces, tierra y suciedad, por lo que es importante previo a cualquier procedimiento empezar por la etapa de remojo buscando con ello eliminar y acondicionar la piel para empezar los tratamientos posteriores.

Para la fase de pesaje de las pieles, se sacude a la piel, buscando con ello que todas las impurezas, como pueden ser restos de sal, tierra o basura en general, se desprendan de la piel, esperando llegar a un pesaje lo más asertivo posible ya que de él dependen todos los procedimientos restantes. Para el pesaje se utilizó una báscula de carácter industrial, con la que se obtuvo un peso de 16.60 Kg (6 pieles crudas).

2.7.2. Remojo

Como se dijo anteriormente, la fase de remojo es crucial, y tiene como función principal lavar las pieles de todos los restos que resultan perjudiciales para los posteriores procesos. Este

procedimiento se lo realizo en 2 etapas, la primera con una mezcla de agua al 300% y 0.1% de cloro de acuerdo al peso de las pieles que fueron valoradas al principio del proceso, para eliminar la sal de las pieles, a temperatura ambiente por un tiempo de 12 horas para luego remojar de manera estática con 200% de agua, 0,5% de tensoactivo (detergente) y 0,01% de cloro las mismas que reposaron, 12 horas para después botar el baño con una temperatura de 25° C.

2.7.3. Pelambre por embadurnado

Nuevamente se pesaron las pieles y en base a ese peso se preparó la pasta para embadurnar y depilar, el cual se utilizó sulfuro de sodio al 2.5%, en combinación con el 3,5 % de cal, disueltas en 5 % de agua; esta pasta se aplicará a la piel por el lado carne, con un dobles siguiendo la línea dorsal para colocarlas una sobre otra y dejar reposar durante 12 horas, para luego extraer el pelo de forma manual.

2.7.4. Pelambre en bombo

El proceso de pelambre – calero, permite eliminar el pelo restante de la piel y posteriormente hincharla y prepararla para el curtido, permitiendo el ingreso e incorporación de los agentes curtientes. Este procedimiento se lo realizó en 6 fases, todas las fases se realizaron a 24 °C, en la primera se usó agua al 100% y sulfuro de sodio al 0.7%, girando con las pieles dentro del bombo por 30 minutos.

En la segunda fase se añadió 0.5 % de cloruro de sodio, girando por 10 minutos. En la tercera fase se sumó sulfuro de sodio al 0.5 % más 1% de cal, girando por 30 minutos. En la cuarta fase se agregó 0.5 % de sulfuro de sodio, 50% de a y 1% de cal, girando por 30 minutos. En la quinta fase se añadió cal al 1%, girando por 3 horas. En la fase final se deja girar 10 minutos y descansar de 3 a 4 horas por 20 horas. Entonces se bota el baño y se ve a las pieles limpias de impurezas, eliminadas de pelo y con la hinchazón necesaria para pasar a la etapa del descarne y dividido.

2.7.5. Descarnado y desencalado

Inmediatamente se lavaron las pieles con 200 % de agua limpia a temperatura de 25 °C, girando por 30 minutos. Se bota el baño y con la ayuda de un cuchillo se procede a cortar y eliminar los residuos de carne existentes que no han podido ser expulsados durante este proceso. El desencalado es una la de las etapas cruciales de entre todos los procedimientos, ya que la cal utilizada en el proceso de pelambre impide una adecuada curtición, teñido y engrase, esto debido

a que la cal actúa como agente bloqueador de cromo, por lo cual un adecuado desencalado es vital. Se realizó en 4 fases, para la primera se usó agua al 100% a 30 °C más bisulfito de sodio al 0.1 %, donde rodó el bombo por 30 minutos. En la segunda fase se usó agua 1 % de formiato de sodio y 0,1% de producto rindente por 1 hora y finalmente 0.02% de producto rindente por 10 minutos para luego botar el baño. La cuarta fase es la de lavado, donde se usó agua a 25|° C y al 200% girando por 20 minutos antes de botar el baño.

2.7.6. Piquelado

El piquelado es el proceso que permite acidificar el baño, alcanzando niveles de pH en un rango de 2.8 a 3.5, dependiendo del tipo de cuero que se desee obtener, se lo realizó en 7 fases (sin botar el baño hasta la última). Para la primera fase se utilizó agua al 60 % y cloruro de sodio al 10 %, girando por 10 minutos. La inclusión del ácido fórmico se realizó en las siguientes 6 fases del proceso (se lo introdujo diluido por abertura lateral del bombo, sin estabilizar el bombo), la primera carga de ácido fórmico se divide en 3 etapas con una inclusión de 1 % por etapa, girando por 30 minutos las dos primeras y la última por 1 hora.

En las tres fases restantes, se repite el procedimiento anterior con el ácido fórmico al 0.4% por etapa, girando las 2 primeras durante 30 minutos y la última por 1 hora y se procede a botar el baño, repitiendo este proceso una vez más luego del desengrase con un reposo en la parte final de 12 horas para luego rodar por 10 minutos.

2.7.7. Desengrase

Se empleó un primer baño al 100 % de agua a 30 ° C, tensoactivo al 2 % y diésel al 4 %, donde giró el bombo por 1 hora para luego eliminar el baño. En el segundo baño se usó agua al 100% a 35 °C más tensoactivo al 1 %, girando por 40 minutos y botar el baño. Se efectuó el tercer baño con 200 % de agua a temperatura ambiente para eliminar el tensoactivo y la grasa extraída, para iniciar las operaciones posteriores de piquel – curtición para terminar finalmente con el proceso de eliminación del baño.

2.7.8. Curtición

Pasado el reposo se rodó el bombo durante 10 minutos y se añade cromo al 7 % donde rodó el bombo durante 1 hora, pasado ese tiempo se adicionó el 0.3 % de basificante; diluido 10 veces su

peso y dividido en 3 partes, girando el bombo por 1 hora las dos primeras y la última por 5 horas, finalmente se realizó un baño con 100 % de agua a 60 °C rotando el bombo por 30 minutos y se bota el baño.

2.7.9. *Perchado y Rebajado*

Consiste en tender el cuero sobre una superficie con caída, buscando con ello eliminar el exceso de agua presente en las pieles después del baño por un lapso de 24 horas. Luego se procede al rebajado que se lo realiza una vez oreado y sin exceso de agua en las pieles, va el proceso de rebajado, que es un maquinado que tiene como finalidad reducir el espesor de las pieles, en este caso a un espesor de 1, 2 mm. La máquina utilizada para este proceso tiene un juego de 18 cuchillas cilíndricas las cuales se encargan de ir rebajando el espesor. Posterior a ello, se pesó nuevamente las pieles para en base a ese nuevo peso seguir con los procedimientos.

2.7.10. *Acabado en húmedo*

2.7.10.1. *Remojo y neutralizado*

El remojo consistió en pesar las pieles y realizar un baño donde se utilizó 200 % de agua a 25 °C, tensoactivo 0.2 %, 0.2% de deslizante y ácido fórmico al 0.2 %, girando por 20 minutos para posteriormente botar el baño. El neutralizado se lo realizó en 2 etapas, en la primera se utilizó agua al 80 % a 40° C con 2% de cromo y 2% de glutaldehído, girando por 40 minutos para luego botar el baño. En la segunda etapa se añadió 100% de agua, 1% de formiato de sodio por 30 minutos y 1,5% de bicarbonato de sodio girando por 1 hora y antes de botar el baño, se debe verificar el nivel de PH con verde bromocresol de las pieles, si resulta ser adecuado entonces ahí finalmente se bota el baño. Luego se lavó a las pieles para eliminar restos de productos, se usó agua al 300 % a 40 °C, girando por 40 minutos, y se botó el baño.

2.7.10.2. *Recurtido, teñido y engrase*

Este es el proceso que requiere más productos que todos los anteriores, se realiza todo en un mismo baño, por lo que solo hasta el final, se vacía el bombo. Para el recurtido se utilizó agua al 50% a 40 °C más recurtiente dispersante al 2% girando juntos por 10 minutos. La fase de teñido consiste en adición de anilina, de color de preferencia al 3 %, rellente de faldas al 4 %, resina acrílica (1:10) al 2 y estireno maleico en un 4% la cual giró por 1 hora dentro del bombo. Finalizado el teñido, va la fase de engrase, donde se utilizará agua 150% a 70 °C con 3 diferentes

tipos de grasas diluidas en 1/10 partes de esterfosforico al 4 %, parafina sulfurosa al 6 % y lanolina al 2 % girando por una hora. Finalizado todo, viene la fase de fijación, para lo que se utilizó ácido fórmico, el cual se colocó cada 10 minutos en 3 etapas, al 0.7% cada pero la última etapa con 1,5% por 20 minutos y botar el baño, seguido de un lavado con agua al 200% por 30 minutos para finalmente botar el baño, quedando listo para el segundo perchado. Terminado el proceso anterior se dejarán los cueros caprinos reposar durante 1 día en sombra (perchados), luego se escurrirán y se dejaron secar durante 1 día.

2.7.10.3. Aserrinado, ablandado y estacado

Se procedió a humedecer ligeramente a los cueros caprinos con una pequeña cantidad de aserrín húmedo con la finalidad de que estos absorban humedad para una mejor suavidad, durante 12 horas. Los cueros caprinos se los ablandarán a mano y luego se los estacó a lo largo de todos los bordes del cuero con clavos de 1 pulgada, estirándolos poco a poco sobre un tablero de madera hasta que el centro del cuero tenga una base de tambor, y se dejaron todo un día para luego retirar los clavos.

2.7.11. Pintado

Para esta fase se empezó realizado la pintura. Para la preparación de 200 gr de ligante acrílico con 150 gr de ligante poliuretano para el T1, 200 gr de ligante acrílico con 175 gr de ligante poliuretano para el T2, y finalmente 200 gr de ligante acrílico con 200 gr de ligante poliuretano para el T3, sumándose a este proceso los aditivos necesarios para el acabado en seco y se realizaron 3 repeticiones por banda con un intervalo de secado de 10 minutos por repetición. Una vez secas, se procedió a sopletear laca al agua a las 24 pieles. Se usó la técnica en cruz para el sopleteado. Este proceso de lacado se lo realiza con la finalidad de preparar las pieles para el proceso de prensado, donde las pieles van a estar sometidas a altas temperaturas y presiones que puede dañar la pintura, por lo que la laca al agua funciona como agente protector para evitar la prensa ocasione algún daño a la capa de pintura.

2.7.12. Prensado

Es un proceso mecanizado, en el cual se pueden controlar tres variables temperaturas, presión y tiempo de presión, con la finalidad de dar un acabado superficial específico a las pieles. Para los 3 tratamientos, se utilizó temperatura a 100°C, por 4 segundos y 200 Bar de presión. Para los 3 tratamientos se utilizó la plancha “Lisa” para el grabado del acabo superficial

2.7.13. *Lacado final*

Para los 3 tratamientos se utilizó laca solvente brillo y estaba compuesta por laca al 30%, diluyente al 60%. Se realizó una repetición por banda con un intervalo de secado de 10 minutos. Se usó la técnica en cruz para el sopleado. Este último acabado a las 18 bandas actúa como sellante para evitar que las condiciones climáticas y demás afecciones ocasionen algún daño a la capa de pintura, garantizando así una vida útil del producto aceptable para el mercado actual con un acabado natural brillante.

2.8. Metodología experimental

2.8.1. *Resistencias físicas del cuero*

2.8.1.1. *Resistencia a la tensión*

Para los resultados de resistencia a la tensión en condiciones de temperatura ambiente, la metodología a seguir fue:

- Se dobló la probeta y se sujetó cada orilla para mantenerla en posición doblada en una máquina diseñada para flexionar la probeta.
- Una pinza es fija y la otra se mueve hacia atrás y hacia delante ocasionando que el doble en la probeta se extendió a lo largo de esta.
- La probeta fue examinada periódicamente para valorar el daño que ha sido producido, las probetas son rectángulos de 70 x 40 ml.
- Se midió el grado de daño que se produjo en el cuero caprino en relación a 20.000 flexiones aplicadas al material de prueba, como se ilustra en la figura 1-2.

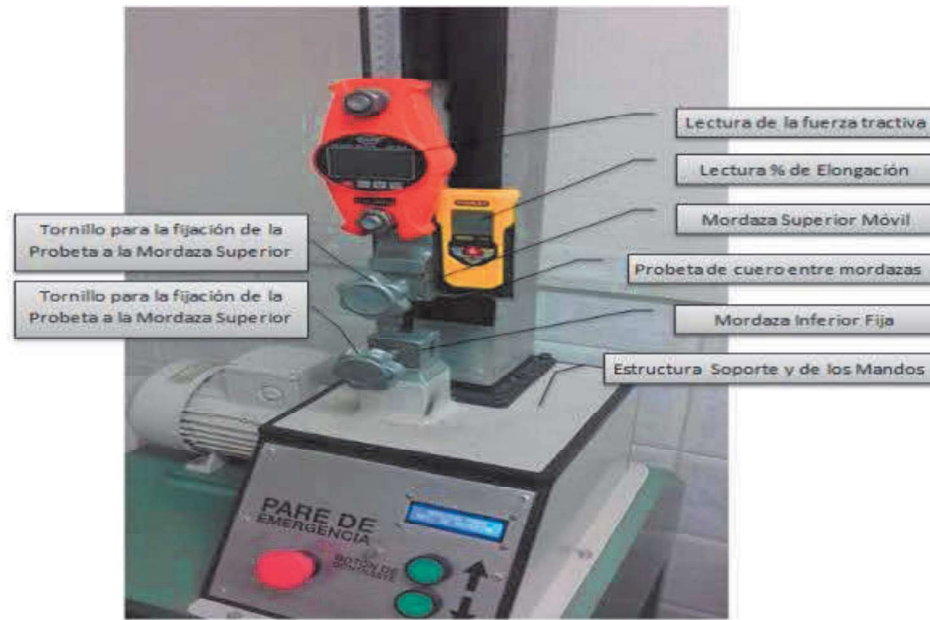


Figura 1-2: Equipo para la medición de la resistencia a la tensión del cuero

Fuente: (Laboratorio de Curtiembre de Pieles, 2019)

2.8.1.2. Porcentaje de Elongación

Existen varios procedimientos para medir este porcentaje pero el más utilizado es el método IUP 40 llamado desgarro de doble filo, conocido también como método Baumann, en el que se mide la fuerza media de desgarro y en IUP 44 se mide la fuerza en el instante en que comienza el desgarro, para lo cual :

- Se cortó una ranura en la probeta.
- Los extremos curvados de dos piezas en forma de "L" se introdujeron en la ranura practicada en la probeta.
- Estas piezas fueron fijadas por su otro extremo en las mordazas de un dinamómetro como el que se usa en el ensayo de tracción.
- Al poner en marcha el instrumento las piezas en forma de "L" introducidas en la probeta se separarán a velocidad constante en dirección perpendicular al lado mayor de la ranura causando el desgarro del cuero hasta su rotura total.
- Este método es prácticamente equivalente al ASTM D 2212 "Slit tear resistance of leather" y al UNE 59024. En todos ellos se toma la fuerza máxima alcanzada en el ensayo.

2.8.1.3. Resistencia al frote en seco

Para efectuar la prueba de resistencia al frote con fieltro en seco se utilizó un variador de frecuencia universal Siemens para redes trifásicas o monofásicas. Gracias a su diseño modular fue posible sumar a las nutridas funciones estándar las opciones más diversas. Y para ello no se precisan herramientas, ya que los paneles y los módulos de comunicación sólo tienen que enchufarse, presentan bordes de control sin tornillo para que simplifiquen al máximo las labores de conexión. El control de procesos y el ahorro de la energía son dos de las principales razones para el empleo de variadores de frecuencia. Una vez controlada la frecuencia se continuó con el procedimiento de manejo que incluye los siguientes pasos:

- Energizar para el funcionamiento de la máquina parte intermedia.
- Se realizó el encendido del equipo para lo cual fue necesario recordar que al girar la perilla el encendido es al lado izquierdo y el apagado al lado derecho.
- Se dejó girar el fieltro alrededor de la capa del acabado de la probeta, y finalmente se extrajo el fieltro en seco y se realizó la comparación con la escala de grises y la determinación de los ciclos utilizados.
- Una vez que se realizó el ensayo de resistencia al frote en seco del cuero se procedió a retirar la probeta, y observar que la resistencia del acabado este intacta, desenergizar para volver a empezar.
- La medición que se realizó esta en función de la escala de grises o también en función de 50 ciclos realizados en un minuto de acuerdo a las normas internacionales IUF 450, de la Asociación Española del Cuero, como se ilustra en la (figura 2-2)
- Finalmente, una vez realizadas las mediciones físicas correspondientes se procedió al llenado de los formatos que fueron creados para la entrega de los resultados de la medición de resistencia al frote en seco del cuero realizados en el prototipo mecánica

En la figura 2-2, se indica el formato físico para entrega de los resultados de las pruebas de resistencias al frote en seco realizado en el prototipo mecánico de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

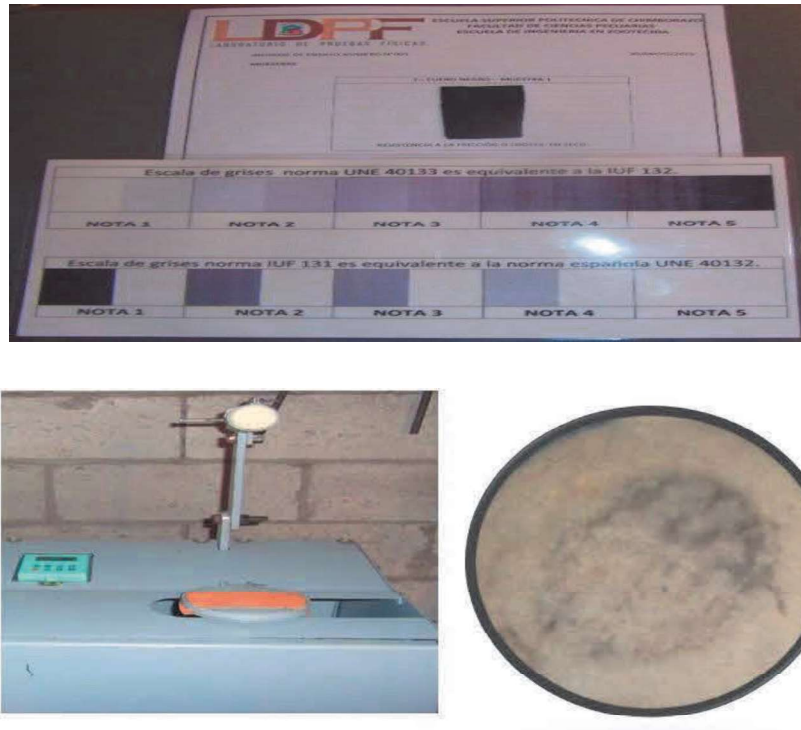


Figura 2-2: Prototipo mecánico para la medición de la resistencia al frote en seco
Fuente: (Laboratorio de Curtiembre de Pieles, 2019)

2.8.2. *Calificaciones sensoriales del cuero*

2.8.2.1. *Poder de Cobertura*

En vista al tipo de terminado que se dio al cuero, las valoraciones sensoriales representaron las características más importantes en la valoración de la calidad. El poder de cobertura está definido por el grado de penetración del pigmento, mientras más se ha introducido en el cuero mejor poder de cobertura presentara, observando la homogeneidad en la capa del acabado perlescente.

2.8.2.2. *Efecto perlescente*

El efecto perlescente fue valorado por medio de un experto en la cuantificación de las características sensoriales del cuero, quien valoró, por medio de la vista y en una zona de gran iluminación natural (exteriores en un día soleado) o bajo la luz de una lámpara LED, el efecto perlado de la capa de terminado del cuero, tanto en intensidad, uniformidad y extensión

2.8.2.3. *Brillantes*

Para calificar la brillantez del cuero terminado, el experto analista utilizó principalmente el sentido de la vista, para lo cual se fijó la visión sobre la superficie del cuero y se calificó el paso de la luz con una escala que va de sumamente brillante y que no deja pasar el haz de luz a poco brillantes y que deja pasar toda la luz de los cuerpos.

2.8.3. *Costos de producción USD y Relación beneficio costo*

Se determinó los costos de producción, por medio de la cuantificación de los costos directos e indirectos en la obtención de cada uno de los cueros terminados. Para el cálculo de la relación beneficio costo se aplicó la siguiente fórmula

$$\textit{Relacion beneficio costo} = \frac{\textit{Egresos totales}}{\textit{Ingresos totales}}$$

CAPITULO III

3. MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Evaluación de las resistencias físicas del cuero perlescente acabado con diferentes niveles de ligante poliuretano en combinación con ligante acrílico

3.1.1. Resistencia a la tensión

En la evaluación de la resistencia a la tensión del cuero perlescente se reportaron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre tratamientos, por efecto del acabado con diferentes niveles de ligante de poliuretano en combinación con ligante acrílico estableciéndose las mejores respuestas cuando se utilizó 175 g de ligante de poliuretano (T2), con valores de resistencia de 2937.29 N/cm², seguida del tratamiento T1, es decir donde se aplicó 150 g de ligante poliuretano, con un valor de 2734.26 Ncm², mientras que las respuestas más bajas de resistencia a la tensión fueron determinadas para el tratamiento T3, cuando se adicionó al acabado 200 g de ligante, con una ponderación de 1951.88 Ncm², como se indica en la tabla 1-3

Tabla 1-3: Evaluación de las resistencias físicas del cuero perlescente acabado con diferentes niveles de ligante de poliuretano en combinación con ligante acrílico

RESISTENCIAS FÍSICAS	NIVELES DE LIGANTE DE POLIURETANO (150, 175,200) g, + 150 gr DE LIGANTE ACRÍLICO.			EE	Prob.	Sign.
	150 gramos T1	175 gramos T2	200 gramos T3			
Resistencia a la tensión, Ncm ²	2734.26 a	2937.29 ab	1951.88 b	240.1	0.03	*
Porcentaje de Elongación, %	87.50 a	82.92 a	93.00 a	7.08	0.92	ns
Resistencia al frote en seco, ciclos	77.11 b	111.90 ab	122.39 a	4.73	0.01	*

abc; Promedios con letras diferentes en la misma fila difieren estadísticamente de acuerdo a Tukey $P < 0.01$.

EE: Error estadístico

Prob: Probabilidad

Sign: Significancia

Realizado por: Torres, Alex 2020.

Es decir, que al aplicar 175 g, de ligante poliuretano se consigue un mayor fortalecimiento del entretejido fibrilar y que es corroborado con lo expuesto por (Jimenez, 2018 pág. 87), quien menciona

que los ligantes unen fuertemente a las diferentes capas del acabado formando un complejo que resulta muy difícil de romperse aunque se ejerzan sobre ella fuerzas externas que son semejadas a las ejercidas en el momento del armado del calzado o ya en su uso diario, lo cual es indispensable ya que los cueros tienen que cumplir con las normas establecidas para poder ser comercializados.

Además (Churata, 2003 pág. 23), quien manifiesta que los ligantes de película de poliuretano proporcionan excelentes propiedades de revestimiento textil, al cuero, una de las funciones es avanzar en forma líquida, al tener solvencia transmitidas por el agua, para que se puedan introducir fácilmente entre las fibras de colágeno y de esta manera las refuercen para que no sufran daños en el cambio de la forma plana a la espacial ya que por su uso o manufactura requiere ser muy resistente para no sufrir daños prematuros que desmejorarían tanto la estructura con la parte estética del artículo.

Los resultados de resistencia a la tensión reportados en la presente investigación al ser cotejados con las Normas de Calidad de la (Asociación Española en la Industria del Cuero, 2002 pág. 91), que establece en la norma técnica NTE-IUP6, límites permisibles que van de 800 a 1200 N/cm², permiten afirmar que al aplicar en el acabado de las pieles caprinas los tres niveles de ligante de poliuretano se supera ampliamente con esta exigencia, pero esta diferencia es superior en las pieles que se utilizó 175 g, de ligante de poliuretano (T2).

Mediante el análisis de regresión de la resistencia a la tensión de los perlescente se determinó que los datos se ajustan a una tendencia cuadrática altamente significativa ($P < 0.003$), es decir que partiendo de un intercepto de 23441, la resistencia a la tensión inicialmente se eleva en 317.11 unidades al incluir en la fórmula 175 g (T2), de ligante poliuretánico para posteriormente decrecer en 0.95 unidades al agregar en el acabado 200 g, de ligante (T3), con un coeficiente de determinación R^2 del 58.51 %, mientras que el 41.49 % restante depende de otros factores no considerados en la presente investigación y que tienen que ver básicamente con la calidad de la materia prima y su conservación para evitar el proceso de putrefacción y los cambios en su estructura que se reflejan en la calidad final del cuero perlescente que requiere de condiciones de producción muy estrictas para provocar el efecto de perla, como se ilustra en el gráfico 1-3

Además se aprecia un creciente correlación ($r = 0.62$); que infiere que la asociación que existe entre la resistencia a la tensión y el nivel de ligante poliuretánico, registra una relación pasiva alta con lo que se infiere que con el incremento en el nivel de ligante existirá una disminución de la tensión del cuero perlescente.

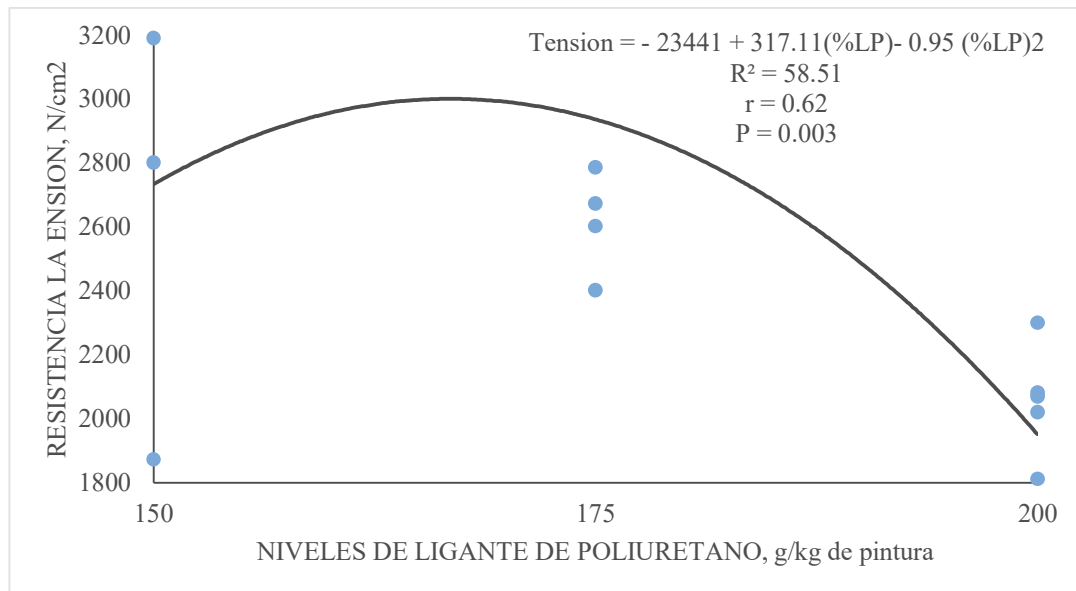


Gráfico 1-3: Regresión de la resistencia a la tensión del cuero perlescente acabado con diferentes niveles de ligante de poliuretano en combinación con ligante acrílico

Realizado por: TORRES, Alex 2020.

Las respuestas de resistencia a la tensión de la presente investigación son superiores al ser comparados con (Cevallos, 2013 pág. 56), quien obtuvo valores de 1611,33 N/cm² cuando aplicó en el acabado de tipo charol los cueros caprinos 50 g, de resina microdispersa, por lo tanto se afirma que es mejor adicionar la ligante poliuretano en el acabado, Así como de (Santana, 2016 pág. 65) quien registró que numéricamente se refleja repuestas ligeramente superiores en los cueros donde en su proceso de terminado se adicionó 300 g/kg de compacto (T1), ya que la resistencia a la tensión media fue de 1760,84 N/cm². , como también de (Orbe, 2007 pág. 49) quién al evaluar diferentes niveles caseína en el acabado de cueros caprinos registró al emplear 130 gr. de caseína valores promedios de 1640.07 N/cm², así como de (León, 2013 pág. 43) quién al evaluar diferentes niveles de ligante de butadieno confirmó que el nivel adecuado fue de 100 g, de ligante (T3), ya que las medias fueron de 1835, 0 N/cm²

Pero son inferiores a los registros de (Yumi, 2019 pág. 48) quien al realizar el análisis de varianza de la resistencia a la tensión no registro diferencias estadísticas ($P > 0,05$), por efecto de la inclusión a la fórmula del acabado de diferentes niveles de ligante poliuretano en combinación con ligante acrílico, sin embargo numéricamente se aprecia las respuestas más altas en el lote de cueros acabados con 200 g, de ligante con 3748,93 N/ cm²

3.1.2. Porcentaje de Elongación

El análisis del porcentaje de elongación de las pieles caprinas no reportó diferencias estadísticas ($P > 0,05$), entre medias por efecto de la utilización de diferentes niveles de ligante de poliuretano en combinación con un porcentaje fijo de ligante acrílico, sin embargo de carácter numérico se registran las mejores respuestas del tratamiento T3(200 gr) con valores de 93.0 %, y que descendieron en el tratamiento T1(150 g) con resultados de 83.33 %; mientras tanto que las respuestas más bajas se establecieron en las pieles caprinas acabadas con 175 gr. de ligante (T2) puesto que los reportes fueron de 82.92 %, como se ilustra en el gráfico 2-3.

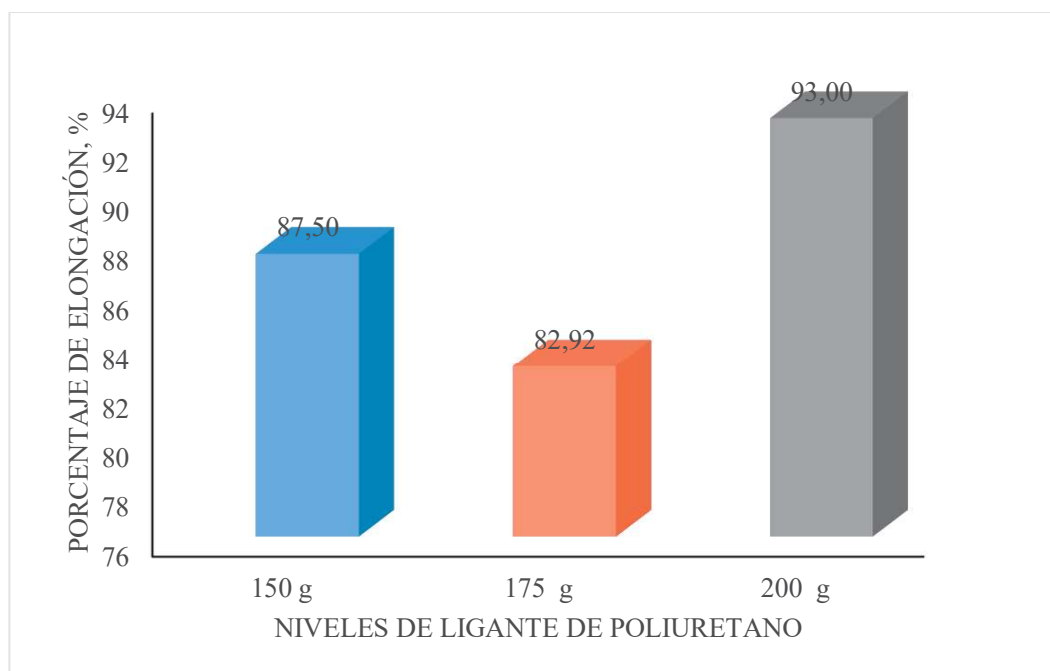


Gráfico 2-3: Porcentaje de elongación del cuero perlescente acabado con diferentes niveles de ligante de poliuretano en combinación con ligante acrílico

Realizado por: TORRES, Alex 2020.

Los resultados antes mencionados son corroborados con lo que manifiesta (Castellanos, 2005 pág. 44), quien indica que el poliuretano se utiliza principalmente como protección y decoración de textiles y cuero que requieran de un alto grado de flexibilidad como es el caso del cuero perlescente. Este producto puede producir sobre la superficie recubierta una mayor firmeza y extensibilidad, así mismo produce una sensación mucho más suave y lista al tacto. El poliuretano tiene propiedades de repelencia contra el agua y los hongos, también puede ocasionar que el sustrato sea más liso, suave y resistente al desgarro y con buen alargamiento de manera que se estire generosamente pero que al regresar a su estado inicial no exista rotura de las fibras de colágeno.

Así como (Dellmann, 2009 pág. 54), menciona que los ligantes de poliuretano presentan una alta calidad con excelentes solidez, el producto es apropiado para el acabado de todo tipo de cueros esmerilados, plena flor, lustrosos entre otros, está especialmente recomendado para el acabado de

serrajes de alta calidad destinados a la producción de empeines para el calzado. Debido a sus extraordinarias solidez, constituye asimismo un producto de primera calidad para el acabado de cueros empleados en la tapicería de automóviles. Los poliuretanos son compatibles con todos los ligantes aniónicos, poliuretanos agentes auxiliares y pigmentos o colorantes empleados habitualmente en sistemas de acabado acuoso, para formar películas muy lustrosas que puedan extenderse fácilmente sin romperse es decir las capas del acabado presentan una elongación muy alta de manera que pueden ser fácilmente moldeables y regresar a su estado actual sin sufrir quebraduras que desmejoren la calidad del cuero.

Las respuestas de la resistencia física de porcentaje de elongación de los cueros con acabado perlescente cumplen con las exigencias de calidad del cuero de la *(Asociación Nacional de Curtidores del Ecuador, 2002 pág. 2)* que en su Norma Técnica IUP 6 (2002), infiere como exigencias de calidad para cuero destinado a la confección de calzado, valores que se oscilen entre 40 y 80 % y que están siendo cumplidas al aplicar los diferentes niveles de ligante de poliuretano en combinación con ligante acrílico pero que es más amplia al utilizar 175 g por kg de pintura más un porcentaje fijo de ligante acrílico (150 g)

Los resultados del porcentaje de elongación del cuero perlescente, son similares a los obtenidos por *(Orbe, 2007 pág. 65)*, quién alcanzó promedios de 82.90 % al utilizar 130 g, de caseína en cueros caprinos destinados a la confección de calzado femenino, sin embargo son inferiores al ser comparados con los registros de *(León, 2013 pág. 67)* quién reportó valores promedios de 90.80 % al aplicar en el acabado de pieles caprinas 120 g, de ligante de butadieno. Pero son superiores a los reportados por *(Yumi, 2019 pág. 56)* quien reportó que los valores medios de elongación de los cueros caprinos con acabado lustroso no determinaron diferencias estadísticas ($P > 0,05$), sin embargo de carácter numérico se aprecia cierta superioridad en el lote de cueros del tratamiento T2 (175 g), ya que los resultados fueron de 68.75 %

3.1.3. Resistencia al frote en seco

Los valores medios determinados por la variable física resistencia al frote en seco, reportaron diferencias significativas ($P \geq 0,05$), entre tratamientos por efecto de la inclusión de diferentes niveles de ligante de poliuretano, en combinación con un porcentaje fijo de ligante acrílico (150 g), estableciéndose las respuestas más altas en el lote de cueros del tratamiento T3 (200 g), con medias de 122.039 ciclos, a continuación, se aprecian las respuestas alcanzadas por los cueros del tratamiento T2 (175 g), con resultados de 111.90 ciclos, mientras tanto que la resistencia al frote en seco más baja se aprecia en los cueros del tratamiento T1 (150 g), con respuestas de 77.11

ciclos. Es decir, que para conseguir una mejor resistencia al frote en seco se deberá utilizar mayores cantidades de ligante de poliuretano (200 g), que permite anclar fuertemente todas las capas del acabado perlescente para que al ser sometidas a fricciones continuas no se desprendan fácilmente.

Al respecto (Balseca, 2013 pág. 47), menciona que los ligantes 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, como pigmentos, productos auxiliares, anilinas, etc. El ligante acrílico proporciona un film que retícula a temperatura ambiente, con lo cual, se obtienen acabados resistentes a la fricción en seco y a los disolventes, con buena adherencia y excelente flexibilidad, en seco; lo que elevó la resistencia al frote seco, es conveniente no planchar a altas temperaturas lo que mejora la adherencia.

La resistencia al frote en seco del cuero perlescente destinado a la confección de calzado cumple con las exigencias de calidad de la (Asociación Nacional de Curtidores del Ecuador, 2002 pág. 1) que en su norma Técnica IUF 450 (2002), infiere un límite mínimo de 100 ciclos antes de provocarse el primer desprendimiento de la capa del acabado al ser frotado con un fieltro en seco, situación que es cumplida en los tres tratamientos especialmente en al utilizar mayores niveles de ligante en de poliuretano en combinación con ligante acrílico (150 g), pero esta diferencia es más amplia al utilizar mayores niveles de poliuretano (200 g).

El análisis de regresión que se aprecia para la resistencia al frote en seco del cuero perlescente; indica que los datos se ajustan hacia una tendencia lineal positiva altamente significativa es decir que partiendo de un intercepto de 54.861, la resistencia al frote en seco se eleva en 0.9167 por cada unidad de cambio en el nivel de ligante de poliuretano aplicado a la fórmula del acabado del cuero perlescente.

Se aprecia que el coeficiente de determinación fue de 40.15 %, mientras tanto que el 59.85 % restante depende de otros factores no considerados en la presente investigación y que tienen que ver con la calidad de los productos químicos que intervienen en cada uno de los procesos desde ribera hasta el acabado, y que por tener diferente procedencia (casa comerciales), pueden generar ciertos márgenes de error, como se ilustra en el gráfico 3-3

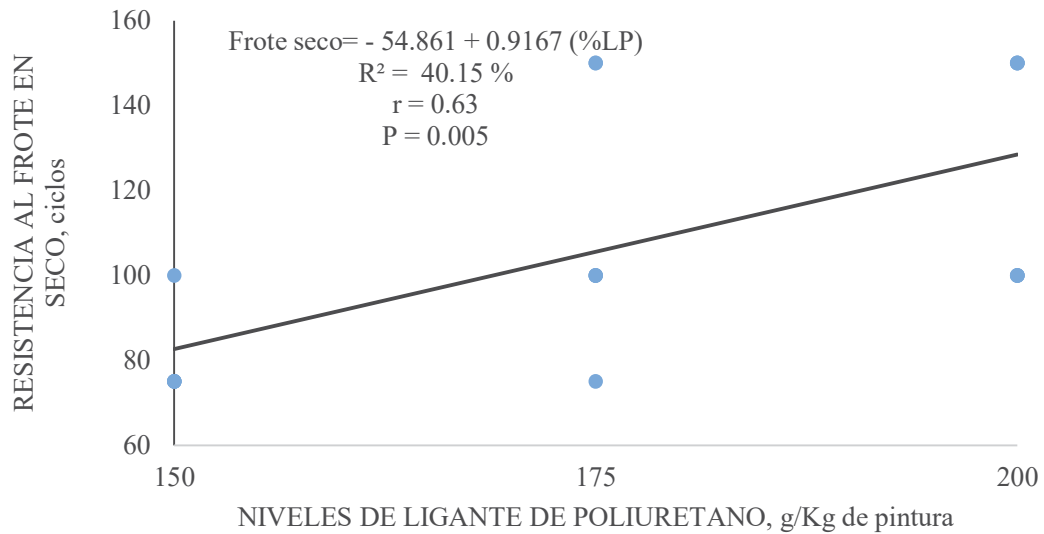


Gráfico 3-3: Regresión de la resistencia al frote en seco del cuero perlescente acabado con diferentes niveles de ligante de poliuretano en combinación con ligante acrílico

Realizado por: TORRES, Alex 2020.

Además se aprecia que existió un coeficiente de correlación de Pearson ($r = 0.63$) es decir que se aprecia una relación positiva permitiendo afirmar que con el incremento en la cantidad de ligante de poliuretano adicionado al acabado perlescente existirá una elevación en la resistencia de los cueros caprinos con acabado perlescente en forma altamente significativa ($P < 0.01$).

Los resultados de la resistencia al frote en seco son superiores a los reportados por (Chávez, 2010 pág. 54) quién al evaluar diferentes niveles de ligante de partícula fina, registró una media de 62.87 ciclos al utilizar 120 g de ligante, así como de (Romero, 2006 pág. 43), quién observó que el ligante primal – FB100 (Bayer), reportó una media de resistencia al frote en seco de 68,0 ciclos, y de (Yumi, 2019 pág. 58), quien registró para la resistencia al frote en seco de los cueros con acabado lustroso las respuestas más altas en el lote de cueros del tratamiento T1 (150 g), y T3 (200 g), puesto que las medias fueron de 143,75 ciclos en los dos casos enunciados.

Pero son inferiores a los reportados por (Guacho, 2017 pág. 50), quien estableció las mejores respuestas cuando añadió al acabado de cueros caprinos 300 g de ligante de butadieno, con resultados de 298.25 ciclos, así como de (Gúzman, 2016 pág. 53) quien registró valores de 471,88 ciclos, cuando adicionó al acabado de pieles caprinas 700 g de resinas poliuretánicas.

3.2. Evaluación de las calificaciones sensoriales del cuero perlescente acabado con diferentes niveles de ligante poliuretano en combinación con ligante acrílico

3.2.1. Efecto perlescente

Para la variable sensorial efecto precelente del cuero caprino se reportó diferencias estadísticas altamente significativas ($P < 0.01$); entre tratamientos, según el criterio Kruskall Wallis por efecto de la aplicación de diferentes niveles de ligante de poliuretano adicionado al acabado tipo perlescente en combinación con 150 g de ligante acrílico, con lo cual se determina la respuesta más alta al añadir 200 gr, de ligante (T3), con medias de 4.47 puntos y calificación excelente de acuerdo a la escala propuesta por (Hidalgo, 2020 pág. 1), como se indica en la tabla 2-3;

Por su parte los cueros a los que se le adicionó 175 g, (T2), reportaron valores de 3.78 puntos y calificación muy buena según la mencionada escala, en tanto que los valores más bajos se determinaron al trabajar con 150 g, (T1) de ligante de poliuretano con un valor de efecto perlescente de 2.77 puntos y calificación buena.

Tabla 2-3: Evaluación de las calificaciones sensoriales del cuero perlescente acabado con diferentes niveles de ligante de poliuretano en combinación con ligante acrílico.

Calificaciones Sensoriales	NIVELES DE LIGANTE DE POLIURETANO (150, 175, 200) gr + 150 gr LIGANTE DE ACRÍLICO			EE	Prob	Sign
	150 gramos T1	175 gramos T2	200 gramos T3			
Efecto Perlescente, puntos.	2.77 b	3.78 ab	4.47 a	0.166	0.0015	**
Brillantez puntos.	3.40 b	4.41 a	4.81 a	0.10	0.0002	**
Poder de cobertura puntos.	2.72 c	3.71 b	4.33 a	0.12	0.0002	**

abc; Promedios con letras diferentes en la misma fila difieren estadísticamente de acuerdo a Tukey $P < 0.01$.

EE: Error estadístico

Prob: Probabilidad

Sign: Significancia

Realizado por: TORRES, Alex, 2020.

Al respecto (Bacardit, 2004 pág. 27), manifiesta que la finalidad del acabado es proporcionar al cuero protección contra daños mecánicos, humedad y suciedad otorgando mayor durabilidad, lustrosidad y sobre todo resistencia, así como regulación de las propiedades de la superficie como por ejemplo color, brillo, tacto, solidez de la luz, etc, para proporcionar al cuero el efecto de moda deseado. El acabado perlescente proporciona lujo y glamour, rememora la opulencia de distinción de los palacios más lujosos con un estilo moderno y colores de tendencia.

Se trata de pigmentos perlescente en base a mica natural con efecto especial de superinterferencia, que se ha lanzado recientemente al mercado para ofrecer originales efectos y ampliar la gama existente. Se utiliza pigmentos perlescente que son partículas de mica recubiertas con una delgada capa de diferentes materiales normalmente óxidos metálicos y dióxido de titanio. Los tamaños de partícula pequeño dan opacidad y los tamaños grandes mejoran el brillo.

Tienen un excelente poder de dispersión, generalmente es necesario mezclar con una tinta de impresión de baja viscosidad con una ligera agitación, dado que la tinta perlescente es una estructura en capas, el pigmento solo se puede agitar ligeramente cuando se mezcla con la tinta para evitar la rotura del pigmento perlescente

La regresión que se determinó para la calificación de efecto perlescente registra una dispersaron de los datos hacia una tendencia lineal positiva altamente significativa de donde se desprende que partiendo de un intercepto de 3.97 la calificación de blandura del cuero perlescentese eleva en 0.04 por cada unidad de cambio en el nivel de ligante de poliuretano aplicado a la fórmula del acabado. A si mismo se aprecia que existió un coeficiente de determinación $R^2 = 58.01\%$ mientras tanto que el 41.99 % restante depende de factores que no pueden ser controlados y que provocan errores como es la precisión y calibración de los procesos mecánicos durante el curtido para obtener una calidad similar del cuero perlescente, como se ilustra en el gráfico 4-3

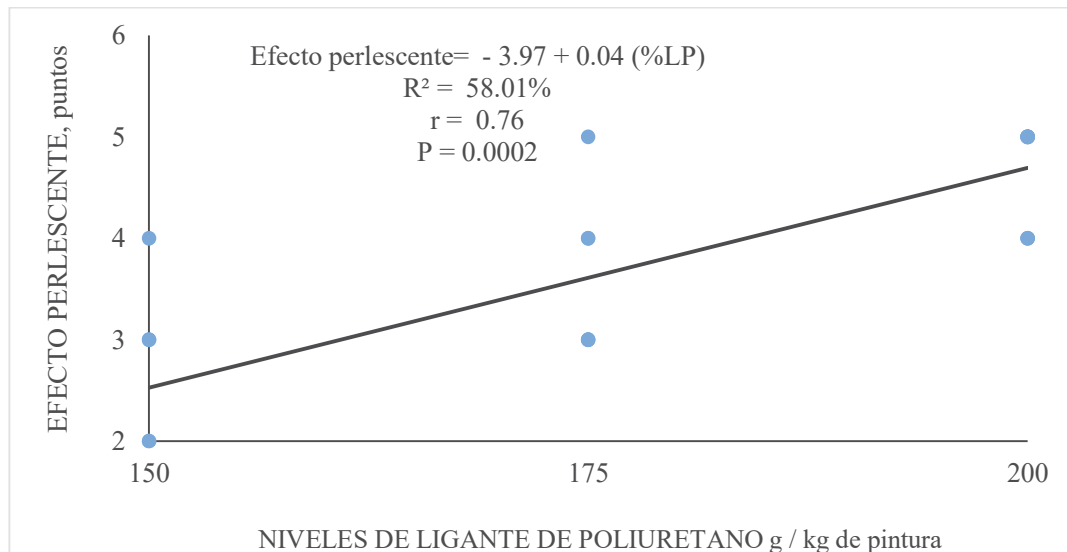


Gráfico 4-3: Regresión del efecto perlescente del cuero perlescente acabado con diferentes niveles de ligante de poliuretano en combinación con ligante acrílico

Realizado por: TORRES, Alex 2020

El grado de asociación que se aprecia entre la calificación de efecto perlescente de los cueros caprinos en función de los diferentes niveles de ligante de poliuretano determino una correlación positiva alta ($r = 0.76$), es decir que con el incremento del ligante de poliuretano aplicado al

acabado del cuero existirá una elevación en la calificación de la blandura del efecto perlescente en el cuero destinado a la confección de calzado en forma altamente significativa ($P < 0.01$).

3.2.2. Brillantez

Los valores medios reportados de la brillantez de los cueros caprinos con un acabado perlescente reportaron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$), de acuerdo al criterio Kruskal Wallis, por efecto de la utilización de diferentes niveles de ligante poliuretánico, en combinación con ligante acrílico, estableciéndose las mejores respuestas cuando se adicionó a las pieles caprinas 200 g, de ligante de poliuretano (T3), con apreciaciones medias de 4,81 puntos y calificación excelente de acuerdo a la escala propuesta por (Hidalgo, 2020 pág. 1).

A continuación, se ubicaron las calificaciones reportadas en el lote de pieles caprinas en las que se utilizó 175 g, de poliuretano (T2), con respuestas de 3,78 puntos y calificaciones de muy buena según la mencionada escala, mientras tanto que las respuestas más bajas fueron registradas al utilizar en las pieles caprinas 150 g, de ligante de poliuretano (T1), con medias de 2.77 puntos y calificación baja.

Es decir que al utilizar mayor cantidad de ligante de poliuretano (T3), en combinación con ligante acrílico (150 g), se obtienen mejor brillantes del cuero perlescente destinado a la confección de calzado, la determinación de la brillantes es la más representativa para evaluar la calidad del cuero ya que la característica principal de un cuero debe ser su brillantes que presente el aspecto de un espejo, muy liso y sin imperfecciones, con sus debido matices producto de los ligantes perlescente.

Los resultados obtenidos se pueden corroborar con lo que manifiesta (Soler, 2004 pág. 37), quien manifiesta que para que un cuero pueda ser brillante los procesos a los que deben ser sometidos son complejos ya que las pieles naturalmente son opacas y para lograr cambiar la composición química se debe utilizar químicos de alta calidad, ya que si un cuero es opaco no cumple la función para la que son confeccionados, para que las pieles tengan su brillo se debe utilizar lacas pero estas son muy costosas y en ocasiones no se logran adherir bien con lo cual este brillo puede durar poco tiempo y luego se perderá

Así mismo (Hidalgo, 2004 pág. 43) manifiesta que para conservar el brillo es importante adicionar protectores como son los biopolímeros, como los ligantes poliuretánicos ya que al tener similar enlaces que las lacas y que las fibras de colágeno logra ingresar en el seno de la reacción y

estabiliza el proceso de transformación con lo cual el enlace químico que se forma con la pintura, la piel y las lacas es muy estable. Los pigmentos perlados ayudan a crear una experiencia visual colorida debido a la transparencia de la luz y las propiedades de dispersión de la luz. Para algunos requisitos especiales, el tono de color se puede copiar siempre que esté formulado de acuerdo con los parámetros de la receta

Mediante el análisis de regresión para la variable sensorial brillantes se identificó que los datos se ajustan hacia una tendencia lineal positiva altamente significativa ($P < 0.0001$), donde se desprende que partiendo de un intercepto de 1.0278; la calificación de brillantes, se eleva en 0,03 por cada unidad de cambio en el nivel de ligante de poliuretano aplicado a la fórmula del acabado perlescente de los cueros caprino.

A si mismo se aprecia un coeficiente de determinación $R^2 = 60.75\%$ en tanto que el 39,55 % restante depende de otros factores no considerados en la presente investigación como pueden ser la precisión en el pesaje y dosificación de los diferentes productos químicos utilizados en los procesos de acabado del cuero perlescente, como se ilustra en el gráfico 5-3.

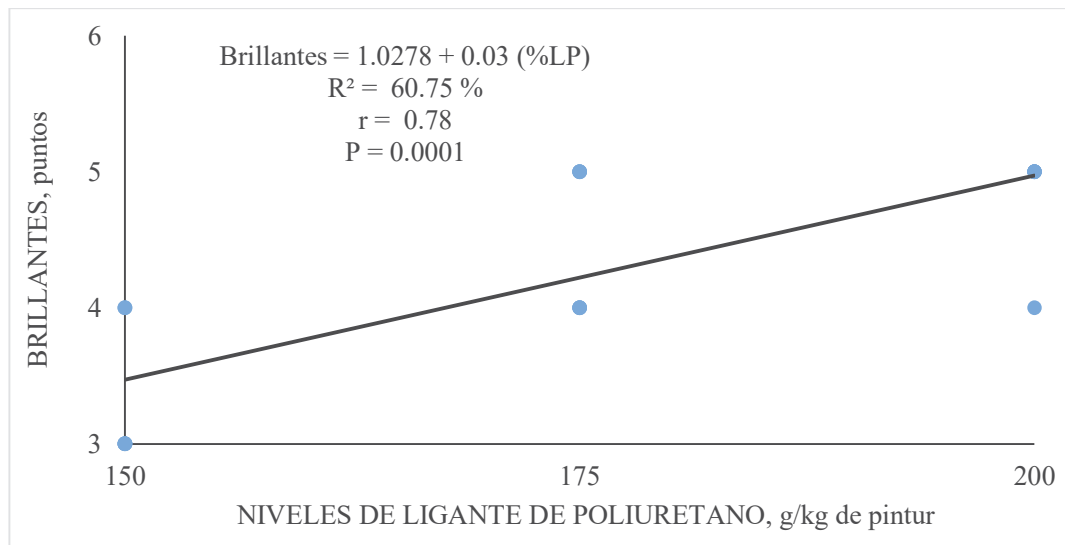


Gráfico 5-3: Regresión de la brillantez del cuero perlescente acabado con diferentes niveles de ligante de poliuretano en combinación con ligante acrílico

Realizado por: TORRES, Alex, 2020

El grado de asociación que se aprecia entre la calificación de brillantes en función de los diferentes niveles de ligante de poliuretano adicionado al acabado perlescente determinó una correlación positiva alta ($r = 0.78$), es decir que con el incremento del nivel de ligante de poliuretano aplicado al acabado del cuero caprino con efecto perlescente se aprecia una elevación

en la calificación de la brillantes del cuero destinado a la confección de calzado en forma altamente significativa ($P < 0.01$).

Las respuestas de la presente investigación son superiores al ser comparados con los reportes de (Cevallos, 2013 pág. 65) quien obtuvo valores de 4,57 puntos cuando dio un acabado lucido a las pieles caprinas con 50 gr. de resinas micro dispersas los cuales son inferiores a la presente investigación y que demuestra la calidad de los ligantes poliuretánicos para mejorar el tacto y caída del cuero y que los productos se introduzcan profundamente para que no se desprendan al mínimo frote.

Así como de (Gúzman, 2016 pág. 69), quien menciona que los valores medios reportados de la brillantes de los cueros caprinos con un acabado tipo charol acuoso destinados a la confección de calzado reportaron las mejores respuestas, cuando se adicionó a las pieles caprinas 500 g. de resina poliuretánica (T3), con 4,63 puntos y calificación excelente. Lo mismo sucede con los registros de (López, 2010 pág. 23), quien menciona que las medias registradas de brillantes del cuero florentique registraron los mejores resultados en los cueros a los que se aplicó 300 gramos de laca pulible (T3), con medias de 4.67 puntos y condición excelente.

3.2.3. Poder de cobertura

En el análisis estadístico de los valores medios reportados por la calificación sensorial poder de cobertura del cuero perlescente se reportaron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$), entre medias, de acuerdo al criterio Kruskal Wallis, por efecto de los diferentes niveles de ligante poliuretánico, registrándose las mayores respuestas en los cueros del tratamiento con mayor contenido de ligante de poliuretano 200 g/kg(T3), con medias de 4,33 puntos, es decir cueros con un excelente poder de cobertura del acabado y calificación excelente según la escala propuesta por (Hidalgo, 2020 pág. 1),

A continuación se ubicaron las respuestas alcanzadas por los cueros del tratamiento T2 (175 g/kg, de ligante), con una calificación sensorial 3,71 puntos y condición muy buena según la mencionada escala. Finalmente la calificación de poder de cobertura más baja fue la reportada en los cueros del tratamiento T1 (150 g/kg), con un promedio final de 2.72 puntos, y calificación buena y que son indicativos de una baja calidad en el aspecto visual y uniformidad de la superficie del acabado, lo que conlleva a relacionar al usuario con un cuero y artículo final de baja calidad. Es decir que el mejor poder de cobertura de los cueros se aprecian al utilizar mayores niveles de compacto poliuretánico, lo que es corroborado con las apreciaciones de (Bacardit, 2004 pág. 29),

quien manifiesta que los ligantes de poliuretano han recibido atención desde el punto de vista académico e industrial por las propiedades físicas, químicas y sensoriales superiores comparados con otros sistemas poliméricos tradicionales, cuando el polímero se deposita en la manera antes citada, refuerza la unión de ambas capas y rellena el entramado colagénico, favoreciendo el poder de cobertura del cuero, aumentando la uniformidad de la capa flor, y mejora la apariencia de la superficie de flor.

Además, (Artigas, 2007 pág. 39) al utilizar polímeros se minimizan los daños del cuero a través de un esmerilado más uniforme y la absorción más homogénea de las capas de acabado, como resultado de la deposición del polímero de impregnación dentro de los espacios inter-fibrilares en la unión flor corium. La adherencia formada entre el polímero acrílico profundamente penetrado durante la impregnación y los compactos poliuretánicos para formar la capa del acabado mejora la durabilidad del acabado.

La fibra soportada por el polímero también exhibe mejor resistencia al rasguño, la uniformidad superficial mejorada, usualmente permite aplicar capas de acabado más ligeras, ya que la impregnación también sirve para sellar el cuero. Esto no solo reduce el costo del acabado sino también beneficia la durabilidad y la apariencia natural.

La razón del éxito de combinar ligantes de poliuretano con acrílicos radica en que a las propiedades generales atribuidas a las proteínas naturales, añaden su flexibilidad y facilidad de recepción de todos los productos que forman la capa del acabado para mejorar el poder de cobertura, importantísima cualidad dada cada vez con mayor tendencia a acabados suaves, blandos, con mucha cobertura y muy flexibles al inestable bombeado en seco para un importante número de artículos.

Los resultados expuestos en la presente investigación de la cualidad sensorial de blandura son similares al ser comparados con lo que registra (León, 2013 pág. 76) quien estableció las respuestas más altas en los cueros a los que se aplicó en el acabado 100 g, de ligante de butadieno, ya que las medias fueron de 5,0 puntos, pero son superiores a los reportes de (Yumi, 2019 pág. 58), quien reporta que para la variable poder de cobertura de los cueros con acabado lustroso determino las respuestas más altas en el lote de cueros del tratamiento T3 (200 g), con promedios de 4,63 y calificación excelente

Al realizar el análisis de regresión se determinó que la dispersión de los datos de la calificación de brillantes se ajusta a una tendencia lineal positiva altamente significativa ($P = 0.0004$), es decir

que partiendo de un intercepto de 1.0278, el poder de cobertura se eleva en 0,03 por cada unidad de cambio en el nivel de ligante de poliuretano agregado a la fórmula del acabado perlescente, como se ilustra en el gráfico 6-3.

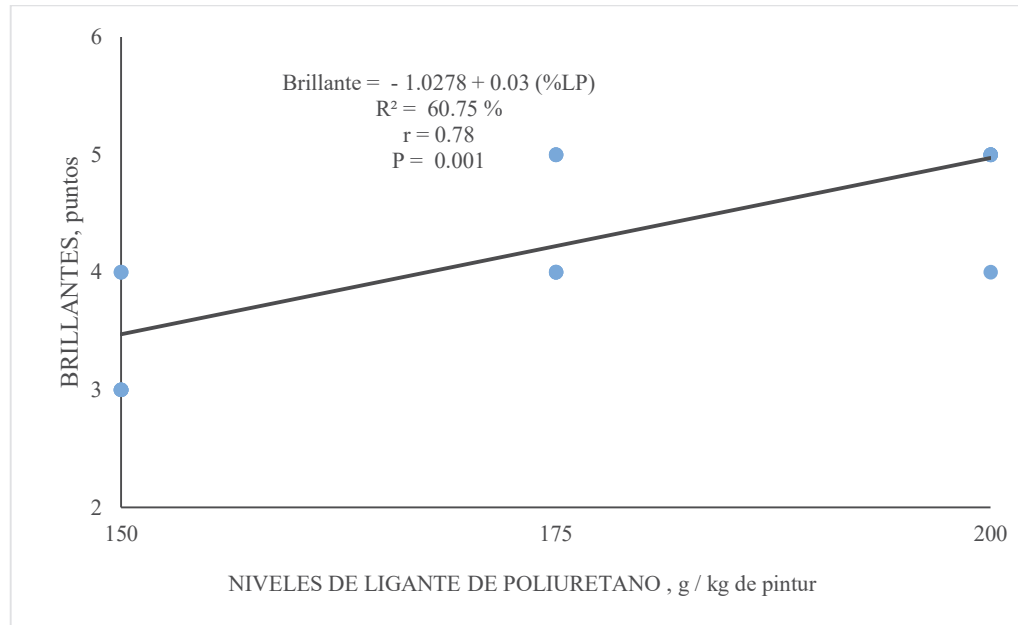


Gráfico 6-3: Regresión del poder de cobertura del cuero perlescente acabado con diferentes niveles de ligante de poliuretano en combinación con ligante acrílico

Realizado por: TORRES, Alex 2020

Además, se aprecia un coeficiente de determinación R^2 del 60.75%, mientras tanto que el 39.25 % restante depende de otros factores no considerados en la presente investigación y que pueden deberse al tipo e aplicación de las capas de acabado que debe ser la precisa para permitir el anclaje adecuado que logre resaltar la belleza del acabado perlado o perlescente

Al relacionar la variable sensorial brillantes de los cueros caprinos con acabado perlescente en función de los diferentes niveles de ligante poliuretano se aprecia un coeficiente correlacional de Pearson ($r = 0.78$), con lo que se afirma que con el incremento en la fórmula del acabado perlescente de ligante de poliuretano existirá una elevación de la calificación de brillantes en forma altamente significativa ($P < 0.01$)

3.3. Evaluación económica

Al realizar la evaluación económica de la producción de 18 pieles caprinas a las que se aplicó en el acabado diferentes niveles de ligante de poliuretano (150; 175 y 200 g/Kg pintura), se aprecia que los egresos producto de la compra de pieles caprinas, productos químicos para cada uno de los procesos de transformación en cuero desde el remojo hasta el acabado, los valores fueron de \$ 108; \$ 126 y \$ 129.65; en el caso del acabado con 150; 175 y 200 g, de ligante de poliuretano en combinación con un porcentaje fijo de ligante acrílico (150 g), en su orden, como se indica en la tabla 3-3.

Tabla 3-3: Análisis económico de la producción del del cuero perlescente acabado con diferentes niveles de ligante de poliuretano en combinación con ligante acrílico

CONCEPTO	NIVELES DE LIGANTE DE POLIURETANO (150, 175,200) gr + 150gr DE LIGANTE ACRILICO		
	150%	175%	200%
	T1	T2	T3
Compra pieles Caprinas (unidades)	6	6	6
Costo por piel de Cabra, \$.	3.50	3.50	3.50
Valor de pieles de Cabra, \$.	21	21	21
Productos para el remojo, \$.	13	13	13
Productos para descarnado y curtido, \$.	17.5	17.5	17.5
Productos para engrase, \$.	14	19.50	21.45
Productos para acabado, \$.	12.5	18.5	20.2
Alquiler de Maquinaria, \$.	6.50	6.50	6.50
Costo de confección de artículos	30	30	30
TOTAL DE EGRESOS	108	126	129.65
INGRESOS			
Total de cuero producido, pie ²	42	39	40
Costo cuero producido, pie ²	0.39	0.31	0.31
Cuero utilizado en confección , pie ²	4	4	4
Excedente de cuero, pie ²	38	35	36
Venta de excedente de cuero, \$.	52.5	58.5	68
Venta de artículos confeccionados, \$.	70.00	90.00	95.00
Total, de ingresos, \$.	122.50	148.50	163.00
Beneficio costo	1.13	1.18	1.26

Realizado por: TORRES, Alex, 2020

Una vez que se obtienen los cueros con efecto perlescente se procedió a la confección de diferentes artículos y la venta de excedente de cuero reportando valores de \$122.50; \$148.50 y \$163.00; para los tratamientos T1 (150 g); T2 (175 g); y T3(200 g); respectivamente.

Después del cálculo de los egresos e ingresos se procedieron al cálculo de la relación beneficio costo que fue la más eficiente al trabajar con 200 g, de ligante de poliuretano puesto que los valores fueron de 1.26 es decir que por cada dólar invertido se espera una rentabilidad de 26 centavos y que corresponde a una utilidad del 26 %; y que desciende a 1.18 en los cueros el tratamiento T2 (175 g), es decir una rentabilidad del 18 %; mientras tanto que los resultados más bajos fueron reportados por el lote de cueros del tratamiento T1 (150 g), ya que la relación beneficio costo fue de 1.13 es decir una rentabilidad de 13 centavos por cada dólar invertido.

Al determinarse rentabilidades que van del 26 % al 11 % , se afirma que incursionar en este tipo de actividades industriales resulta muy alentadoras debido a que superan ampliamente con las utilidades que brindan algunas entidades bancarias, sin embargo es necesario considerar que el dinero invertido en la banca tiene un alto grado de devaluación por lo tanto no es conveniente invertir el dinero , más bien se debería producir este tipo de artículos que son muy novedosos , para generar fuentes de empleo y sobre todo multiplicar su utilidad generando el progreso de la provincia y de todo el país.

CONCLUSIONES

- El nivel más adecuado de ligante poliuretano fue de 200 gramos más 150 gramos de ligante acrílico (150 g), para la producción de cueros perlescentes para calzado o marroquinería de primera calidad.
- Los resultados más altos de resistencia a la tensión (2937.29 N/cm²), se consiguen al utilizar 175 g, de ligante de poliuretano T2 (175 g), en tanto que el mayor porcentaje de elongación (93.0 %), fue registrado y la mayor resistencia al frote en seco (122.39 ciclos), se obtuvo en el cuero caprino del tratamiento T3 (200 g), y que, al ser comparados con las exigencias de la Asociación Española en la Industria del Cuero, se cumpla con las normas establecidas para cada una de las pruebas.
- La mayor ponderación de acuerdo con la escala de calificación de la calidad sensorial fue al utilizar 200 g de ligante de poliuretano en combinación con 150 g, de ligante acrílico (T3), puesto que se consiguió la calificación de excelente en lo referente al: efecto perlescente (4.47 puntos), brillantez (4.81 puntos), y cobertura (4.33 puntos) del cuero, para proyectar su aceptación en el mercado.
- La relación beneficio costo que tuvo mejor rentabilidad fue de 1.26, se registró en los cueros del tratamiento T3 (200 g), que quiere decir que por cada dólar invertido se obtendrá una ganancia del 26% en tanto que la ganancia menor fue registrada en los cueros del tratamiento T1 (175 g), con una relación beneficio costo de 1.13 es decir que por cada dólar invertido se espera una utilidad de 13 centavos de dólar

RECOMENDACIONES

- Realizar el acabado de los cueros caprinos con efecto perlescente utilizando 200 gramos de ligante poliuretano (T3), en combinación con ligante acrílico (150 g), puesto que se consiguen cueros de un acabado de muy buena calidad de clasificación de primera, y sobre todo un material innovador como es el cuero perlescente.
- Para mejorar tanto las resistencias físicas como las calificaciones sensoriales de los cueros caprinos es recomendable aplicar en el acabado 200 gramos de ligante de poliuretano (T3), puesto que se consigue una mayor resistencia a fuerzas externas y sobre todo una mejor calidad sensorial
- Para elevar la rentabilidad de la producción de cueros caprinos con efecto perlescente utilizar en el acabado 200 gramos de ligante acrílico puesto que la rentabilidad fue alta superando ampliamente al de otras actividades similares.
- Replicar los resultados de la presente investigación, pero en otro tipo de pieles como puede ser ovina, bovina para validar los resultados de la investigación y ser promulgados hacia los sectores de interés.

BIBLIOGRAFÍA

1. **ADZETT, J.** *Química Técnica de Tenería*. Segunda edición Madrid, España : Edit. UPC, 2005. pp 23 -45
2. **ALTAMIRANO, W.** *Curtición de pieles ovinas con la combinación de Caesalpinia Spinosa (tara) más un tanino sintético*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba: 2017.pp 43-67.
Disponible en : <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/7193/1/27T0356.pdf>
3. **ARTIGAS, M.** *Manual de Curtiembre. Avances en la curtición de pieles*. Segunda edición. Barcelona, España: Latinoamericana, 2007. pp 43-78
4. **ASOCIACIÓN ESPAÑOLA EN LA INDUSTRIA DEL CUERO** . Normas Técnicas del cuero y calzado. *Normas técnicas en la industria del cuero* . Igualada, España : AQUIC, 2002. pp 2-5
5. **ASOCIACION NACIONAL DE CURTIDORES DEL ECUADOR.** *Conferencias sobre procesos de curtición de la Asociación*. Ambato : ANCE, 2002. pp 1 -2
6. **ASOCIACIÓN QUÍMICA ESPAÑOLA DEL CUERO.** *Manual de Acabado de Pieles*. Segunda Edición Madrid, España : Edit. AQEIC, 2002. pp 37- 49
7. **AVALOS, A.** *Curtición de pieles caprinas con la utilización de tres niveles de curtiente vegetal, Quebracho Sulfatado ATS*. Escuela Superior Politecnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador :ESPOCH. 2009. pp 34 -78. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1602/1/17T0842.pdf>
8. **BACARDIT, A.** *El acabado del cuero*. Segunda edición. Igualada, España : Edit. CETI, 2004. pp 52- 78
9. **BALLA, J.** *Comporación del Sistema de Curtición Tradicional Versus un Sistema de Curtición Ecológica en Pieles Caprinas*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador :ESPOCH : 2011. pp 43- 59

10. **BALSECA, A** *Ficha Informativa Procesamiento de Cuero*. Segunda edición. Quito, Ecuador : Corporación Financiera Nacional (CFN)., 2013. pp 52- 78
11. **BÜHLER, B.** *Como hacer trabajos en cuero para talabartería*. Segunda edición. Edit. Kapelusz. Barcelona, España : UPC, 2009. pp. 42, 53, 69,87.
12. **CASA COMERCIAL BAYER.** *Curtir, teñir, acabar*. Segunda edición. Munich, Alemania : BAYER, 2007. pp. 21, 46, 61, 82.
13. **CEVALLOS, E.** “*Evaluación De Un Acabado Lúcido Utilizando Diferentes Niveles De Resina Micro Dispersa En Cuero Nobuck Para La Elaboración De Calzado*”. Escuela Superior Politécnica De Chimborazo, Riobamba, Ecuador ESPOCH, 2013. pp. 23, 44, 51, 63, 82.
14. **CHASIQUIZA, A.** *Comparación de la curtición con extracto de poli fenoles vegetales de Caesalpinia Spinosa, con una curtición mineral con sulfato de cromo para pieles caprinas*. Facultad de Ciencias Pecuarias, Riobamba, Ecuador: ESPOCH : 2014. pp 43- 78
15. **CHÁVEZ, F.** *Acabado de cueros caprinos con tres niveles de liganes proteínicos para la elaboración de vaqueta*. . Tesis para obtener el título de Ingeniero Zootecnista , Riobamba, Chimborazo, Ecuador : ESPOCH , 2010. pp 32- 68
16. **CHURATA, M.** *Curticion de pieles*. Tacna, Perú : Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, 2003. pp 37- 61
17. **DELLMANN, H.** *Histología Veterinaria*. Segunda edición. Zaragoza, España : Acribia., 2009. pp 43- 54.
18. **CASTELLANOS, G.** *Estructura histológica normal de la piel*. Revista de Medicina Veterinaria, Vol. No 10. Barcelona, España. pp. 109-122.
19. **FONT, J.** *Análisis y ensayos en la industria del curtido*. Igualada, España : Escola Superior d’ Adoberia d’ Igualada, 2002. pp 47- 61
20. **FONTALVO, J** *Características de las películas de emulsiones*. Medellín. Colombia : Rohm and Hass, 2009. pp 22- 55

21. **FONT, J. & MARSA, I.** *Libro de calidad para la producción de piel y cuero libre de cromo (VI).*, pp 51- 62
22. **GILI BAS, E.** *Coloración de Materias Plásticas.* : Centro. [ed.] 1era. 1a ed. Barcelona : Centro de arte y cultura, 2019. pp 46- 59
23. **GUACHO, C.** *Utilización de diferentes niveles de butadieno en el acabado en seco de cueros caprinos para tapicería de automóvil.* Escuela Superior Politecnica de Chimborazo., Riobamba, Chimborazo, Ecuador : ESPOCH, 2017. pp 22- 58
24. **GÚZMAN, H.** *Aplicación De Un Acabado Tipo Charol Acuoso Con Diferentes Niveles De Resinas De Poliuretano En Combinación Con Caseína Para Cuero De Calzado.* Escuela Superior Politécnica De Chimborazo, Riobamba, Chimborazo , Ecuador : ESPOCH, 2016. pp 41- 60
25. **HIDALGO, L.** *Comparación de la curtición con harina de Caesalpinia spinosa, con una curtición mineral con sulfato de cromo para pieles caprinas.* Riobamba, Chimborazo , Ecuador : ESPOCH, 2004. pp 100-108.
26. **HIDALGO, L.** *Ecala de calificacion sensorial del cuero prlescente aplicando al acabado difernetes nivles de ligante de poliuretano en combinacion con un porcentaje fijo de ligante acrilico. Escala sensorial.* Riobamba, Chimborazo, Ecuador : ESPOCH, 12 de Febrero de 2020. 1p
27. **IGLESIAS, E.** *Las industrias del cuero y del calzado en México.* México DF, Mexico: Instituto de Investigaciones Económicas, 2008. pp 22- 55
28. **JIMENEZ, H.** *Manual para la cría de ovinos.* [En línea] 2018. [Citado el: 13 de Julio de 2018.] Recuperado de: http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_ovina/produccion_ovina/146-MANUAL_DE_OVINOS.pdf. 1 p
29. **JONES, C** *Manual de Curtición Vegetal.* Buenos Aires, Argentina : American ediciones, 2002. pp 22- 55

30. **LAMPARTHEIM, G.** *Curtición de pieles de animales domésticos*. Lima, Perú : El Inca, 2008.
31. **LEÓN, A.** *Evaluación de tres niveles de ligante butadieno en el acabado de alta cobertura para cuero destinado a la confección de calzado*. Escuela Superior Politecnica de Chimborazo, Riobamba, Chimborazo, Ecuador : ESPOCH, 2013 . pp 53- 65
32. **MORERA, J.** *Química Técnica de la Curtición*. Igualada, España : CETI, 2015. pp .91,234,263.
33. **ORBE, A.** *obtención de cuero pulible acabado con diferentes niveles de caseína en pieles caprinas para la fabricación de calzado femenino*". Escuela De Ingeniería Zootécnica . Escuela Superior Politecnica de Chimborazo , Riobamba, Chimborazo , Ecuador : ESPOCH, 2007 .
34. **PORTAVELLA, M.** *Tenería y medioambiente, aguas residuales*. Barcelona, España : Edit CICERO. , 2005. Vol 4. pp 44- 69
35. **PRAT, J** *Química técnica de curtición*. Catalunya, España : Escola Universitària d'Enginyeria Tècnica Industrial d'Igualada, 2000. pp 51- 62
36. **ROCH, A.** *Curtición de pieles de animales de granja*. Segunda edición. Lima, Perú : El Inca, 2004. pp 44- 61
37. **ROMERO, R.** *Evaluación de diferentes tipos de ligantes de partícula fina para cuero vestimenta* . Tesis para obtener el grado de Ingeniero en Industrias Pecuarias , Riobamba, Chimborazo, Ecuador : ESPOCH, 2006. pp 44- 69
38. **SANTANA, M.** *“Evaluación de un acabado pigmentado con diferentes niveles de compacto poliuretánico en la obtención de cuero para vestimenta*. Escuela Superior Politecnica de Chimborazo, Riobamba, Chimborazo, Ecuador : ESPOCH, 2016.
39. **SCHUBERT, Y.** *Procesos de tratamiento de los baños de depilado para reducir la polución de las aguas residuales*. Segunda edición. Munich : Technologist, 2007. pp 51- 62

40. **SOLER, J.** *Procesos de curtidos*. Segunda edicion. Catalunya, España : CETI, 2004. pp 32- 45
41. **THORSTENSEN, E** *El cuero y sus propiedades en la industria*. Génova, Italia : Interamericana, 2002. pp 44- 69
42. **VARGAS, J.** *Curtición de Pieles de Cuy para Peletería con Utilización de Diferentes Niveles de Alumbre*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba : 2011. pp 44- 61
43. **VILLEGAS, D. & ZAPATA, H.** *Competitividad sectorial internacional Caso: sector del cuero y del calzado*. Cuatro, Barcelona, España: Entramado, Vol. 1, pp. 24-49.
44. **YUMI, F.** *Utilización De Diferentes Niveles De Ligante Poliuretano En Combinación Con Un Ligante Acrílico, Para La Obtención De Cuero Con Acabado Lustrado Para Calzado Masculino* . Escuela Superior Politécnica De Chimborazo, Riobamba , Chimborazo , Ecuador : ESPOCH, 2019. pp 44- 69.
45. **YUSTE, N.** *Utilización de ligantes de partícula fina en el acabado de pieles finas*. Segunda edición. Barcelona, España : UPC, 2002. pp 51- 72
46. **ZURITA, G.** *Análisis descriptivo de la sustentabilidad económica, social y ambiental de la industria del cuero del Ecuador. Análisis de caso*. Universidad San Francisco De Quito, Quito, Ecuador : 2012. pp 52 - 64

ANEXOS

Anexo A: Resistencia a la tensión del cuero perlescente con la utilización de diferentes niveles de ligante poliuretano en combinación con ligante acrílico

BASE DE DATOS

Niveles de Ligante poliuretano	REPETICIONES						Suma	Promedio
	I	II	III	IV	V	VI		
150 gramos	1873.33	1622.22	2802.22	3192.22	3552.22	3363.33	16405.56	2734.26
175 gramos	3864.29	2786.57	2674.29	2602.86	3292.86	2402.86	17623.71	2937.29
200 gramos	2301.25	1423.75	2021.25	1812.50	2070.00	2082.50	11711.25	1951.88
							45740.52	2541.14

CV: 23.14 %

CV ajustado : 2.35

ANÁLISIS DE VARIANZA

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	Fisher Calculado	p-valor
Niveles	3248764.74	2	1624382.37	4.7	0.0261
Error	5188303.96	15	345886.93		
Total	8437068.7	17			

SEPARACIÓN DE MEDIAS

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=881.97653 Error: 345886.9309 gl: 15

Niveles de Ligante poliuretano	Medias	Rango	E.E.
200 gramos	1951.88	b	240.1
150 gramos	2734.26	ab	240.1
175 gramos	2937.29	a	240.1

ANÁLISIS DE LA REGRESIÓN

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0.47
Coefficiente de determinación R ²	0.22
R ² ajustado	0.17
Error típico	642.29
Observaciones	18

ANÁLISIS DE VARIANZA

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	1836375.39	1836375.39	4.45	0.1
Residuos	16	6600683.16	412542.698		
Total	17	8437058.55			

	Coefficiente	Error típico	Estadístico t	Prob.	Inferior r 95%	Superior r 95%	Inferior 95.0%	Superior r 95.0%
		1306.7			2509.4	8049.5	2509.4	8049.5
Intercepción	5279.48	0	4.04	0.00	0	7	0	7
Variable X 1	-15.65	7.42	-2.11	0.05	-31.37	0.07	-31.37	0.07

Anexo B: Porcentaje de elongación del cuero perlescente con la utilización de diferentes niveles de ligante poliuretano en combinación con ligante acrílico

BASE DE DATOS

Niveles de Ligante poliuretano	REPETICIONES						Suma	Promedio
	I	II	III	IV	V	VI		
150 gramos	62.50	70.00	70.00	105.00	112.50	105.00	525.00	87.50
175 gramos	97.50	92.50	75.00	80.00	97.50	55.00	497.50	82.92
200 gramos	87.50	80.00	97.50	105.00		95.00	465.00	93.00
							1487.50	87.81
CV: 25.56 %		C Ajustado: 4.58						

ANÁLISIS DE VARIANZA

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Fisher	p-valor
Modelo	277.29	2.00	138.65	0.46	0.64
Niveles	277.29	2.00	138.65	0.46	0.64
Error	4210.21	14.00	300.73		
Total	4487.50	16.00			

SEPARACIÓN DE MEDIAS

Test: Tukey Alfa=0,01 DMS = 35,78807

Error: 300,7292 gl: 14

Niveles	Medias	n	E.E.	
200 gramos	93.00	5.00	7.76	a
150 gramos	87.50	6.00	7.08	a
175 gramos	82.92	6.00	7.08	a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo C: Resistencia al frote en seco del cuero perlescente con la utilización de diferentes niveles de ligante poliuretano en combinación con ligante acrílico

BASE DE DATOS

Niveles de Ligante poliuretano	REPETICIONES						Suma	Promedio
	I	II	III	IV	V	VI		
150 gramos	71.63	74.02		76.78	79.83	83.27	385.53	77.106
175 gramos	92.28	100.24	106.69	115.99	125.79	130.39	671.38	111.896667
200 gramos	131.37	130.39	126.84	121.02	115.03	109.69	734.34	122.39
							1791.25	

CV: 23.15 % CV ajustado 3.10

ANÁLISIS DE VARIANZA

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	Fisher Calculado	p-valor
Modelo	5988.23	2	2994.11	26.75	<0,0001
Niveles	5988.23	2	2994.11	26.75	<0,0001
Error	1566.75	14	111.91		
Total	7554.98	16			

SEPARACIÓN DE MEDIAS

Test: Tukey Alfa=0,01 DMS=21,83166

Error: 111,9110 gl: 14

Niveles	Medias	n	E.E.	
200 gramos	122.39	6	4.32	A
175 gramos	111.9	6	4.32	A
150 gramos	77.11	5	4.73	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

ANÁLISIS DE LA REGRESIÓN

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0.63
Coefficiente de determinación R ²	0.40
R ² ajustado	0.36
Error típico	24.23
Observaciones	18

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	6302.08	6302.08	10.74	0.005
Residuos	16	9392.36	587.02		
Total	17	15694.44			

		Coeficientes	Error típico	Estadístico t	Prob	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95.0%	Superior 95.0%
Intercepción	-	54.861	49.291	1.113	0.282	159.354	49.632	159.35	49.632
Variable X ¹		0.917	0.280	3.277	0.005	0.324	1.510	0.324	1.510

Anexo D: Efecto perlescente del cuero perlescente con la utilización de diferentes niveles de ligante poliuretano en combinación con ligante acrílico

BASE DE DATOS

Niveles de Ligante poliuretano	REPETICIONES						Suma	Promedio
	I	II	III	IV	V	VI		
150 gramos	1.86	2.32	2.77	3.22	3.67	3.83	17.67	2.95
175 gramos	3.82		3.74	3.62	3.67	3.99	18.84	3.77
200 gramos	4.32	4.52	4.56	4.53	4.48	4.40	26.81	4.47
							63.32	3.73

CV: 22.8 % CV ajustado: 2.35

ANÁLISIS DE VARIANZA

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	Fisher Calculado	p-valor
Modelo	7.92	2	3.96	25.46	<0,0001
Niveles	7.92	2	3.96	25.46	<0,0001
Error	2.18	14	0.16		
Total	10.1	16			

SEPARACIÓN DE MEDIAS

Test: Tukey Alfa=0,01 DMS=0,49190

Error: 0,0621 gl: 15

Niveles	Medias	n	E.E.	
200 gramos	4.47	6	0.16	A
175 gramos	3.78	6	0.16	A
150 gramos	2.77	5	0.18	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

ANÁLISIS DE LA REGRESIÓN

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0.76
Coefficiente de determinación R ²	0.58
R ² ajustado	0.55
Error típico	0.80
Observaciones	18

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	14.08	14.08	22.10	0.0002
Residuos	16	10.19	0.64		
Total	17	24.28			

	<i>Coefficiente s</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Prob.</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95.0%</i>	<i>Superior 95.0%</i>
Intercepción								
n	-3.97	1.62	-2.45	0.03	-7.41	-0.53	-7.41	-0.53
Variable X								
1	0.04	0.01	4.70	0.00	0.02	0.06	0.02	0.06

Anexo E: Brillantes del cuero perlescente con la utilización de diferentes niveles de ligante poliuretano en combinación con ligante acrílico

BASE DE DATOS

Niveles de Ligante poliuretano	REPETICIONES						Suma	Promedio
	I	II	III	IV	V	VI		
150 gramos	3.21	3.33	3.45	3.58	3.75	20.41	3.40	3.09
175 gramos	4.11	4.33	4.56	4.73	4.82	26.46	4.41	3.91
200 gramos	4.84	4.83	4.81	4.79	4.77	28.87	4.81	4.83
							75.74	4.21
CV : 17.76		CV ajustado : 3.29						

ANÁLISIS DE VARIANZA

Fuente de Variación	Suma Cuadrados	de Grados de Libertad	Cuadrado Medio	Fisher Calculado	p-valor
Modelo	6.35	2	3.18	51.15	<0,0001
Niveles	6.35	2	3.18	51.15	<0,0001
Error	0.93	15	0.06		
Total	7.28	17			

SEPARACIÓN DE MEDIAS

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS= 0.74145 Error: 0.2444gl: 15

Niveles de Ligante poliuretano	Medias	Rango	E.E.	
200 gramos	4.81	6	0.1	A
175 gramos	4.41	6	0.1	A
150 gramos	3.4	6	0.1	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

ANÁLISIS DE LA REGRESIÓN

Estadísticas de la regresión

Coefficiente de correlación múltiple	0.78
Coefficiente de determinación R ²	0.61
R ² ajustado	0.58
Error típico	0.52
Observaciones	18

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	6.750	6.750	24.764	0.0001
Residuos	16	4.361	0.273		
Total	17	11.111			

	Coeficientes	Error típico	Estadístico t	Prob	Inferio			
					Inferior 95%	Superior 95%	r 95.0%	Superior 95.0%
Intercepción	-1.03	1.06	-0.97	0.35	-3.28	1.22	-3.28	1.22
Variable X ¹	0.03	0.01	4.98	0.00	0.02	0.04	0.02	0.04

Anexo F: Poder de cobertura del cuero perlescente con la utilización de diferentes niveles de ligante poliuretano en combinación con ligante acrílico

BASE DE DATOS

Niveles de Ligante poliuretano	REPETICIONES						Suma	Promedio
	I	II	III	IV	V	VI		
150 g	2.18	2.4	2.61	2.82	3.05	3.22	16.28	2.71
175 g	3.34	3.44	3.59	3.77	3.97	4.14	22.25	3.71
200 g	4.28	4.4	4.39	4.36	4.31	4.24	25.98	4.33
							64.51	3.58

CV: 17.76 % cv ajustado 5.72

ANÁLISIS DE VARIANZA

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	Fisher Calculado	p-valor
Modelo	7.95	2	3.98	46.14	<0,0001
Niveles	7.95	2	3.98	46.14	<0,0001
Error	1.29	15	0.09		
Total	9.24	17			

SEPARACIÓN DE MEDIAS

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS= 0.96154 Error: 0.4111 gl: 15

Niveles	Medias	n	E.E.	
200	4.33	6	0.12	A
175	3.71	6	0.12	B
150	2.72	6	0.12	C

ANÁLISIS DE LA REGRESIÓN

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0.79
Coefficiente de determinación R ²	0.62
R ² ajustado	0.60
Error típico	0.62
Observaciones	18

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	10.08	10.08	26.04	0.0001
Residuos	16	6.19	0.39		
Total	17	16.28			

	Coefficiente	Error	Estadístic	Prob	Inferio	Superio	Inferio	Superio
	s	típico	o t		r 95%	r 95%	r 95.0%	r 95.0%
Intercepció								
n	-2.81	1.27	-2.22	0.04	-5.49	-0.12	-5.49	-0.12
Variable								
X 1	0.04	0.01	5.10	0.00	0.02	0.05	0.02	0.05

Anexo G: Receta del proceso de ribera de cuero caprino para la obtención de cuero perlescente con la utilización de diferentes niveles de ligante poliuretano en combinación con ligante acrílico

Proceso	Oper.	Producto	%	Cantida d	En Gr/Kg	T°	Tiempo
w (50)kg	BAÑO	Agua	300	150	kg	25	12 horas
Remojo		Tenso activo deja	0,5	250	gr		
		1 sachet de Cloro	0,01	5	gr		
Botar baño							
Pelambre / Embadurnado	BAÑO	Agua	5	2,5	kg	40	12 horas
		Carbonato de calcio	3,5	1750	gr		
		Sulfuro de sodio	2,5	1250	gr		
Botar baño							
w(45)kg	BAÑO	Agua	100	45	kg	25	30 min.
Pelambre bombo		Sulfuro de sodio	0,7	315	gr		10 min.
		Sulfuro de sodio	0,7	315	gr		
		Cloruro de sodio	0,5	225	gr		
		Sulfuro de sodio	0,5	225	gr		30 min.
		Agua	50	225	kg		30 min.
		Sulfuro de sodio	0,5	225	gr		
		Carbonato de calcio	1	450	gr		
		Carbonato de calcio	1	450	gr		30 min.
		Reposo					
Girar 10 min. Y descanso 3 – 4 horas por 20 horas							
Botar baño							

Anexo H: Receta para el proceso de desencalado, rendido y purgado, piquelado I, y desengrase de cuero caprino para la obtención de cuero perlescente con la utilización de diferentes niveles de ligante poliuretano en combinación con ligante acrílico

PROCESO W (39 kg)	OPER.	PRODUCTO	%	CANTIDAD	En gr/kg	T°	TIEMPO	
Desencalado		Agua	200	78	kg	30	30 min.	
		Bisulfito de Sodio	0,2	78	gr			
	BOTAR BAÑO							
			Agua	100	39	kg	30	30 min.
			Bisulfito de sodio	1	390	gr		
			Formiato de Sodio	1	390	gr		60 min.
			Rindente	0,1	39	gr		
	Rindente	0,02	7.8	gr	10 min			
	Botar baño							
	BAÑO	Agua	200	78	kg	25	30 min.	
Botar baño								
Piquelado I	BAÑO	Agua	60	23.4	kg	Ambiente	10 min.	
		Sal	10	3.9	kg			
		Acido Fórmico	1	1300	gr		30 min.	
		1 parte (Diluida)						
		2 parte						
		3 parte		1300	gr		60 min.	
		HCOOH1:10(Ac. Fórmico)	0,4					
		1 parte (Diluida)		520	gr		30 min.	
		2 parte						
		3 parte						
Botar baño								
Desengrase	BAÑO	Agua	100	39	kg	35	60 min.	
		Tenso activo deja	2	780	gr			
		Diésel	4	1560	gr			
	Botar baño							
	BAÑO	Agua	100	39	kg	35	40 min.	
		Tenso activo deja	1	390	gr			
LAVAR	Agua	200	78		Ambiente	20 min		
Botar baño								

Anexo I. Receta para el piquelado II, curtido y basificado de cuero para la obtención de cuero perlescente con la utilización de diferentes niveles de ligante poliuretano en combinación con ligante acrílico

Proceso	Oper.	Producto	%	Cantidad	En Gr/Kg	T°	Tiempo	
Piquelado II	BAÑO	Agua	60	23.4	kg	Ambiente	30 min.	
		Cloruro de sodio	10	3.9	kg			
		HCOOH1:10(Ac. Fórmico)	1	1300	gr			
		1 parte (Diluida)						
		2 parte					1300	gr
		3 parte		1300	gr		60 min.	
		Ácido Fórmico 1/ 10	0,4					
		1 parte		520	gr		30 min	
		2 parte		520	gr		30 min	
		3 parte		520	gr		30 min	
Reposo							12 horas	
Rodar 10 minutos								
Curtido		Cromo	7	2730	gr		1 hora	
		Basificante diluido 1/10	0,3					
		1 parte		390	gr	1 hora		
		2 parte		390	gr	1 hora		
		3 parte		390	gr	5 horas		
Lavar		Rodar 3 Horas						
		Agua	200	78	kg	60	30 min	
Botar Baño								
Perchar 24 horas y Raspar Calibre 1,2 mm.								

Anexo J: Receta para acabados en húmedo de cuero caprino para la obtención de cuero perlescente con la utilización de diferentes niveles de ligante poliuretano en combinación con ligante acrílico

PROCESO	OPER.	PRODUCTO	%	CANTIDAD	En g/kg	T°	TIEMPO
w(14)kg	BAÑO	Agua	200	28	kg	Ambiente	25 min.

REMOJO		Tenso activo (deja)	0,2	28	gr		
		HCOOH (Ac. Fórmico)	0,2	28	gr		
		Deslizante	0,2	28	gr		
	Botar baño						
Recurtir	BAÑO	Agua	80	11.2	kg	40	40 min.
		Cromo	3	420	gr		
		Recurtiente Fenólico	2	280	gr		
	Botar baño						
Neutralizado	BAÑO	Agua	100	14	kg	40	30 min.
		NaCOOH (Formiato de Na)	1	140	gr		60 min.
		Recurtiente neutral Pak	3	420	gr		
	Botar baño						
	BAÑO	Agua	300	42	kg	Ambiente	40 min.
Botar baño							
Recurtido	BAÑO	Agua	50	7	kg	40	
		Rellenante de faldas	4	560	gr		60 min.
		Resina acrílica 1/10	2	280	gr		40 min.
		Estireno maleico	4	560	gr		
		Anilina	3	420	gr		
	MEZCLAR 1/10 DILUIR	Agua	150	21	kg	70	60 min.
		Ester fosfórico	10	1400	gr		
		Parafina sulfoclorada	4	560	gr		
		Lanolina	2	280	gr		
	BAÑO	HCOOH (Ac. Fórmico) 1:10	0,7	326.66	gr	10 min.	
		HCOOH (Ac. Fórmico) 1:10	0,7	326.66	gr	10 min.	
		HCOOH (Ac. Fórmico) 1:10	0,7	326.66	gr	20 min.	
	Botar baño						
	BAÑO	Agua	200	28	kg	Ambiente	20 min.
Botar baño							
Perchar (apilar flor con flor y tapar con fundas negras)							
Secar y perchar							

Anexo K. Receta para acabados en seco de cuero caprino para la obtención de cuero perlescente con la utilización de diferentes niveles de ligante poliuretano en combinación con ligante acrílico con 150, 175 y 200 gr de ligante poliuretano en combinación con 200 gr de ligante acrílico

PROCESO (15kg)	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	20 gr	Mezclar	
	Complejo rojo	5 gr		
	Complejo amarillo	5 gr		
	Penetrante	20 gr		
	Agua	500 gr	Mezclar	
	Ligante acrílico	200 gr		
	Ligante poliuretano partícula media	150, 175 y 200 gr específicamente para cada T.		
	2 a 3 Aplicaciones			
	Secar			
	Hidrolaca	300 gr	Mezclar	
	H2O	680 gr		
	Cera de Tacto	20 gr		
1 aplicación				

Anexo L. Evidencia fotográfica del proceso de ribera de las pieles caprinas en el Laboratorio de Curtiembre de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.



Anexo M. Evidencia fotográfica del proceso de pelambre por embadurnado.



Anexo N. . Evidencia fotográfica del proceso de pelambre en bombo, descarnado, desencalado, piquelado y desengrase.



Anexo O. Evidencia fotográfica del proceso del curtido y perchado.



Anexo P. . Evidencia fotográfica del proceso de rebaje de los cueros a un calibre de 1 mm.



Anexo Q. Evidencia fotográfica del proceso de acabado en húmedo.



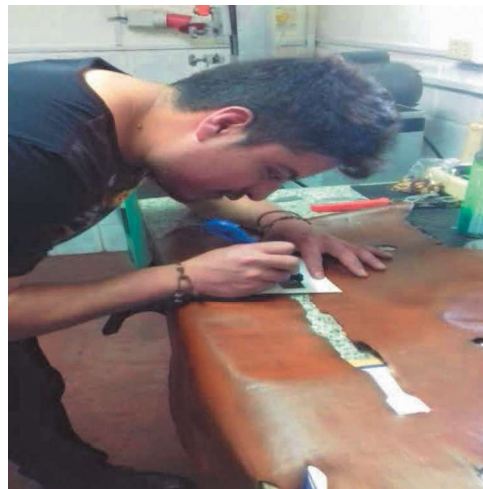
Anexo R. . Evidencia fotográfica del proceso de oreado, aserrinado y estacado de los cueros.



Anexo S. Evidencia fotográfica del proceso de acabado en seco



Anexo T. Evidencia fotográfica del proceso de las pruebas físicas de los cueros.



CHIMBORAZO

**DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS Y RECURSOS
PARA EL APRENDIZAJE Y LA INVESTIGACIÓN**

UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 15 / 06 /2020

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: Alex Bolívar Torres Núñez
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Facultad de Ciencias Pecuarias
Carrera: Ingeniería Zootécnica
Título a optar: Ingeniero Zootecnista

f. Analista de Biblioteca responsable: Lic. Luis Caminos Vargas Mgs.



15-06-2020

0048-DBRAI-UPT-2020