



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**

**ESCUELA DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA**

**“ACABADO DE CUEROS CAPRINOS CON TRES NIVELES DE LIGANTES  
PROTEÍNICOS PARA LA ELABORACIÓN DE VAQUETA”**

**TESIS DE GRADO**

**Previa a la obtención del título de:**

**INGENIERO ZOOTECNISTA**

**AUTOR**

**FABIÁN XAVIER CHÁVEZ ARELLANO**

**Riobamba- Ecuador**

**2010**

Esta tesis fue aprobada por el siguiente Tribunal

---

Ing. M. C. Hugo Estuardo Gavilánez Ramos.  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

---

Ing. M.C. Luis Eduardo Hidalgo Almeida.  
**DIRECTOR DE TESIS**

---

Dr. M.C. Sonia Eliza Peñafiel Acosta.  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

Riobamba, 14 de Octubre del 2010

## **AGRADECIMIENTO**

El despertar de cada día me da la oportunidad de agradecer al Todopoderoso por las oportunidades que nos brinda.

El apoyo incondicional de mi madre María de Lourdes para superar cada etapa de mi vida y demostrarme que todo es posible con voluntad y constancia, a ella mi agradecimiento y amor infinito.

Al Ingeniero Luis Hidalgo y a la Doctora Sonia Peñafiel que con constancia y paciencia me ayudaron para poder culminar este trabajo investigativo.

A mis hermanas Anabel y Fernanda que siempre me ayudan para cada nueva meta.

A mis sobrinos Janito y Matteo que con su alegría me hicieron olvidar de los inconvenientes del día a día.

Y por ultimo pero no menos importante a mis amigos Danny, Francisco, Gabriel, Mario, Gaby, Diego, Fabián y Mónica que nos apoyamos y pudimos salir adelante.

Fabián.

## **DEDICATORIA.**

A mi Dios, a mi madre Lourdes, a mi Padre Alfonso, a mis hermanas Anabel y Fernanda, a mis queridos sobrinos Alejandro y Matteo, a mi Tío Luis y a mi abuelita, mi sagrada familia que siempre están junto a mí.

Fabián.

## CONTENIDO

Resumen	v
Abstract	vi
Lista de Cuadros	vii
Lista de Gráficos	viii
Lista de Anexos	ix
	Pg.
<b>I</b>	
<b><u>INTRODUCCIÓN</u></b>	1
<b>II</b>	
<b><u>REVISIÓN DE LITERATURA</u></b>	3
<b>A. PIELS DE CABRA</b>	3
<b>B. CURTICIONES CON PRODUCTOS ORGÁNICOS</b>	4
<b>C. EXTRACTOS CURTIENTES VEGETALES</b>	5
<b>1. <u>Componentes</u></b>	6
<b>a. Insolubles</b>	6
<b>2. <u>Taninos</u></b>	7
<b>3. <u>Tipos de extractos tánicos</u></b>	8
<b>4. <u>Estudio químico físico</u></b>	9
<b>D. CURTICIÓN VEGETAL</b>	9
<b>1. <u>Tratamientos previos de la piel</u></b>	9
<b>2. <u>Teorías sobre la fijación</u></b>	9
<b>3. <u>Practica de la curtición vegetal</u></b>	13
<b>a. Curtición en bombo</b>	14
<b>b. Curtición en bombo con baño</b>	14
<b>c. Precurtición con sulfato sódico</b>	15
<b>d. Precurtición con sintanes</b>	15
<b>3. <u>Ligantes no termoplásticos</u></b>	16
<b>a. La albúmina</b>	17
<b>b. La caseína</b>	17
<b>c. <b>Química y física de las caseínas</b></b>	18

d.	Usos y aplicaciones	20
III.	MATERIALES Y METODOS	22
A.	LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO.	22
B.	UNIDADES EXPERIMENTALES	22
C.	MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES	23
1.	<u>Materiales</u>	23
2.	<u>Equipos</u>	24
3.	<u>Productos químicos</u>	24
D.	TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL.	25
1.	<u>Esquema del experimento</u>	26
E.	MEDICIONES EXPERIMENTALES	27
1.	<u>Físicas</u>	27
2.	<u>Sensoriales</u>	27
F.	ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA.	27
G.	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	28
1.	<u>Remojo</u>	28
2.	<u>Pelambre y desencalado</u>	28
3.	<u>Rendido y piquelado</u>	29
4.	<u>Curtido</u>	30
5.	<u>Fase final</u>	31
H.	METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN	31
1.	<u>Análisis físicos</u>	31
a.	Resistencia al frote en húmedo (ciclos)	31
b.	Resistencia al frote en seco (ciclos)	32
c.	Porcentaje de elongación a la ruptura (%)	32
IV	RESLTADOS Y DISCUSION	34
A.	EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL CUERO CAPRINO ACABADO CON DIFERENTES NIVELES DE LIGANTE PROTEÍNICO PARA LA ELABORACIÓN DE	34

## **VAQUETA.**

1.	<b><u>Resistencia al frote en seco</u></b>	34
2.	<b><u>Resistencia al frote en húmedo</u></b>	37
3.	<b><u>Porcentaje de elongación</u></b>	42
B.	<b>EVALUACIÓN DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DEL CUERO CAPRINO ACABADO CON DIFERENTES NIVELES DE LIGANTE PROTEÍNICÓ PARA LA ELABORACIÓN DE VAQUETA.</b>	44
1.	<b><u>Brillantez</u></b>	44
2.	<b><u>Transparencia</u></b>	47
3.	<b><u>Solidez al envejecimiento</u></b>	52
C.	<b>EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL CUERO TIPO VAQUETA ACABADO CON DIFERENTES NIVELES DE LIGANTE PROTEÍNICÓ POR EFECTO DE LOS ENSAYOS</b>	57
1.	<b><u>Resistencia al frote en seco</u></b>	57
2.	<b><u>Resistencia al frote en húmedo</u></b>	57
3.	<b><u>Porcentaje de elongación</u></b>	60
D.	<b>EVALUACIÓN DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DEL CUERO TIPO VAQUETA ACABADO CON DIFERENTES NIVELES DE LIGANTE PROTEÍNICÓ POR EFECTO DE LOS ENSAYOS.</b>	62
1.	<b><u>Brillantez</u></b>	62
2.	<b><u>Transparencia</u></b>	62
3.	<b><u>Solidez al envejecimiento</u></b>	65
D.	<b>EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL CUERO TIPO VAQUETA POR EFECTO DE LA INTERACCIÓN ENTRE LOS DIFERENTES NIVELES DE LIGANTE PROTEÍNICÓ Y LOS ENSAYOS</b>	67
1.	<b><u>Resistencia al frote en seco</u></b>	67
2.	<b><u>Resistencia al frote en húmedo</u></b>	67

3.	<u>Porcentaje de elongación</u>	70
E.	<b>EVALUACIÓN DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DEL CUERO TIPO VAQUETA POR EFECTO DE LA INTERACCION ENTRE LOS DIFERENTES NIVELES DE LIGANTE PROTEÍNICO Y LOS ENSAYOS</b>	72
1.	<u>Brillantez</u>	72
2.	<u>Transparencia</u>	72
3.	<u>Solidez al envejecimiento</u>	75
V.	<u>CONCLUSIONES</u>	81
VI.	<u>RECOMENDACIONES</u>	82
VII.	<u>LITERATURA CITADA</u>	83
	<b>ANEXOS</b>	

## LISTADE CUADROS

N°		Pág
1.	CONTENIDO PROTEICO Y CASEÍNICO DE LA LECHE DE ALGUNAS ESPECIES ANIMALES.	17
2.	ALGUNAS DE LAS CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DE LAS CASEÍNAS BOVINAS.	19
3.	ALGUNOS USOS TECNOLÓGICOS DE LA CASEÍNA.	21
4.	HOJA PLENA FLOR – ANILINA – ABRILLANTADO.	21
5.	CONDICIONES METEOROLÓGICAS DEL CANTÓN RIOBAMBA.	22
6.	TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL.	26
7.	ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA.	27
8.	EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL CUERO CAPRINO ACABADO CON DIFERENTES NIVELES DE LIGANTE PROTEÍNICO PARA LA ELABORACIÓN DE VAQUETA.	35
9.	EVALUACIÓN DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DEL CUERO CAPRINO ACABADO CON DIFERENTES NIVELES DE LIGANTE PROTEÍNICO PARA LA ELABORACIÓN DE VAQUETA.	46
10.	EVALUACIÓN DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS DEL CUERO CAPRINO ACABADO CON DIFERENTES NIVELES DE LIGANTE PROTEÍNICO PARA LA ELABORACIÓN DE VAQUETA POR EFECTO DE LOS ENSAYOS.	58
11.	EVALUACIÓN DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DEL CUERO TIPO VAQUETA ACABADO CON DIFERENTES NIVELES DE LIGANTE PROTEÍNICO POR EFECTO DE LOS ENSAYOS.	63
12.	EVALUACIÓN DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS DEL CUERO TIPO VAQUETA POR EFECTO DE LOS DIFERENTES NIVELES DE LIGANTE PROTEÍNICO Y LOS ENSAYOS.	68

13. DEVALUACION DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DEL CUERO TIPO VAQUETA POR EFECTO DE LA INTERACCION ENTRE LOS DIFERENTES NIVELES DE LIGANTE PROTEÍNICO Y LOS ENSAYOS.	73
14. ANÁLISIS DE CORRELACION DEL CUERO CAPRINO ACABADO CON DIFERENTES NIVELES DE LIGANTE PROTEÍNICO PARA LA ELABORACION DE VAQUETA.	78
15. ANÁLISIS ECONÓMICO.	80

## LISTA DE GRÁFICOS

N°		Pág
1.	Ejemplo de la curva de sedimentación de un extracto curtiente.	7
2.	Comportamiento de la resistencia al frote en seco del cuero caprino acabado con diferentes niveles de ligante proteínico para la elaboración de vaqueta.	36
3.	Regresión de la resistencia al frote en seco de los cueros caprinos acabado de con diferentes niveles de ligantes proteínicos para la elaboración de vaqueta.	38
4.	Comportamiento de la resistencia al frote en húmedo del cuero caprino acabado con diferentes niveles de ligante proteínico para la elaboración de vaqueta.	39
5.	Regresión de la resistencia al frote en húmedo de los cueros caprinos acabado de con diferentes niveles de ligantes proteínicos para la elaboración de vaqueta.	41
6.	Comportamiento del porcentaje de elongación del cuero caprino acabado con diferentes niveles de ligante proteínico para la elaboración de vaqueta.	43
7.	Regresión del porcentaje de elongación de los cueros caprinos acabado de con diferentes niveles de ligantes proteínicos para la elaboración de vaqueta.	45
8.	Comportamiento de la brillantez del cuero caprino acabado con diferentes niveles de ligante proteínico para la elaboración de vaqueta.	48
9.	Regresión de la brillantez de los cueros caprinos acabado de con diferentes niveles de ligantes proteínicos para la elaboración de vaqueta.	49
10.	Comportamiento de la transparencia del cuero caprino acabado con diferentes niveles de ligante proteínico para la elaboración de vaqueta.	51
11.	Regresión de la transparencia de los cueros caprinos acabado de	53

	<b>con diferentes niveles de ligantes proteínicos para la elaboración de vaqueta</b>	
12.	<b>Comportamiento de la solidez al envejecimiento del cuero caprino acabado con diferentes niveles de ligante proteínico para la elaboración de vaqueta.</b>	54
13.	<b>Regresión de la solidez al envejecimiento de los cueros caprinos <i>acabado de con</i> diferentes niveles de ligantes proteínicos <i>para la</i> elaboración de vaqueta.</b>	56
14.	<b>Comportamiento de la resistencia al frote en húmedo y seco del cuero caprino acabado con diferentes niveles de ligante proteínico para la elaboración de vaqueta.</b>	59
15.	<b>Comportamiento del porcentaje de elongación del cuero caprino acabado con diferentes niveles de ligante proteínico para la elaboración de vaqueta, por efecto de los ensayos .</b>	61
16.	<b>Comportamiento de la brillantez y transparencia del cuero caprino acabado con diferentes niveles de ligante proteínico para la elaboración de vaqueta por efecto de los ensayos.</b>	64
17.	<b>Comportamiento de la resistencia al envejecimiento del cuero caprino acabado con diferentes niveles de ligante proteínico para la elaboración de vaqueta por efecto de los ensayos.</b>	66
18.	<b>Comportamiento de la solidez al frote en seco del cuero caprino por efecto de la interacción entre los diferentes niveles de ligante proteínico y los ensayos.</b>	69
19.	<b>Comportamiento del porcentaje de elongación del cuero caprino por efecto de la interacción entre los diferentes niveles de ligante proteínico y los ensayos.</b>	71
20.	<b>Comportamiento de la brillantez del cuero caprino por efecto de la interacción entre los diferentes niveles de ligante proteínico y los ensayos.</b>	74
21.	<b>Comportamiento de la resistencia al envejecimiento del cuero caprino por efecto de la interacción entre los diferentes niveles</b>	76

**de ligante proteínico y los ensayos.**

## LISTA DE ANEXOS

N°

1. Resistencia al frote en seco del acabado de cueros caprinos con tres niveles de ligantes proteínicos para la elaboración de vaqueta.
2. Resistencia al frote en húmedo del acabado de cueros caprinos con tres niveles de ligantes proteínicos para la elaboración de vaqueta.
3. Porcentaje de elongación del acabado de cueros caprinos con tres niveles de ligantes proteínicos para la elaboración de vaqueta.
4. Brillantez del acabado de cueros caprinos con tres niveles de ligantes proteínicos para la elaboración de vaqueta.
5. Transparencia del acabado de cueros caprinos con tres niveles de ligantes proteínicos para la elaboración de vaqueta.
6. Envejecimiento del acabado de cueros caprinos con tres niveles de ligantes proteínicos para la elaboración de vaqueta.
7. Kruskal \_ Wallis de la brillantez del acabado de cueros caprinos con tres niveles de ligantes proteínicos para la elaboración de vaqueta.
8. Kruskal \_ Wallis de la transparencia del acabado de cueros caprinos con tres niveles de ligantes proteínicos para la elaboración de vaqueta.
9. Kruskal \_ Wallis del envejecimiento del acabado de cueros caprinos con tres niveles de ligantes proteínicos para la elaboración de vaqueta.
10. Resultados de los análisis Físicos.

## RESUMEN

En la provincia de Chimborazo, laboratorio de Curtiembre de Pieles, de la Facultad de Ciencias Pecuarias, ESPOCH, se realizó la evaluación de la utilización de tres niveles de ligante proteínico, (100, 110 y 120 g/kg pintura), modelados bajo un Diseño Completamente al Azar, en arreglo bifactorial, con 3 tratamientos, 5 repeticiones y en 3 ensayos consecutivos, dando un total de 45 unidades experimentales. En el análisis de la resistencia tanto al frote en seco, (62,87 ciclos) como en húmedo (44,73 ciclos) y porcentaje de elongación (52,40%), las mejores respuestas fueron registradas con la aplicación de mayores niveles de ligante proteínico T3 (120 g/kg pintura). La evaluación sensorial de brillantez (4,47 puntos) y transparencia (4,67 puntos) registra las calificaciones más altas con la aplicación del T3. El beneficio costo más alto fue identificado en los cueros del tratamiento T3, con 1.32, y la mayor resistencia al envejecimiento fue registrada con 110 g de ligante, (T2). Por lo que se recomienda aplicar al acabado tipo vaqueta 120 g/Kg de ligante proteínico, ya que se obtienen cueros con excelentes cualidades físicas, sensoriales y económicas.

## **ABSTRACT.**

In the Chimborazo Province, Skin Tanning Lab of the Cattle and Livestock Science Faculty; ESPOCH, the evaluation of the use of three protein link levels (100, 110 and 120 g/kg paint) modeled under a completely at random design in a bi-factorial arrangement, with 3 treatments, 5 replications and 3 consecutive essays, and 45 experimental units, was carried out. In the resistance analysis, dry rubbing (62.87 cycles as well as the humid one (44.73 cycles) and elongation percentage (52.40%) the best responses were recorded with the application of higher protein link levels; T3, (120g/kg paint). The brightness sense evaluation (4.47 points) and transparency (4.67 points) yielded the highest marks with the application of T3. The highest benefit-cost was identified in leather with treatment T3, with 1.32 USD and the highest aging resistance was recorded with 110g link, (T2). It is therefore recommended to apply to the leather type finishing 120 g/kg protein link as leather with excellent, sense and economic quality is obtained.

## **I. INTRODUCCIÓN**

La curtiembre como actividad artesanal, data de siglos pasados desde la época del hombre primitivo en la que la necesidad de abrigo y protección, hizo que se busque buenas formas y maneras de cubrir su cuerpo, con pieles de animales que luego de su aprovechamiento en el consumo de su carne, se trató a la piel mediante secado al aire y bajo sombra para modelar indumentaria y calzado, esto demuestra que el hombre siempre miró en la piel de los animales como una alternativa de mejorar su supervivencia. Si sometemos a la piel caprina a los diferentes procesos de curtición obtenemos muchas ventajas en comparación con otras pieles debido a su bajo costo de producción, rusticidad y sobre todo la calidad en su producto final que ha hecho que la demanda de piel caprina se vaya incrementando a pasos acelerados.

El conjunto de las operaciones de acabado es la parte más complicada de toda la fabricación, y hay que tomar en cuenta que los productos que empleamos con este fin deberán ser los más adecuados para no desmejorar la calidad que hasta este momento se ha cuidado y es por eso que escogimos en la presente investigación los ligantes proteínicos que son conocidos también como termoestables, son los que proporcionan mayor brillo, al cuero caprino, dándole un aspecto natural permitiendo ver bien el poro, los ligantes proteínicos no son termoplásticos, tiene estabilidad térmica, forman películas poco flexibles y elásticas, algo duras y presentan buena resistencia a los disolventes y una excelente resistencia al frote seco y al rascado.

Para aumentar la resistencia al frote en húmedo es aconsejable aplicarlos con una solución de formaldehído para que reticulen formando una película de mayor resistencia. La mayor parte de las formulaciones de acabado contienen plastificantes o productos para ablandar que aseguran al film la debida elasticidad, pero con el tiempo los plastificantes no bien retenidos o en exceso por el ligante pueden migrar hacia el interior del cuero dando de esta manera capas de acabado duras y frágiles que no son utilizadas para la confección de vaqueta en donde los requisitos indispensables son la blandura, la caída, la elasticidad y

sobre todo la resistencia al lavado y a la gota de agua. Además se necesita proponer diferentes opciones que sean ecológicas y económicas para realizar el proceso de curtición debido a que los productores de nuestra provincia no cuentan con numerosas alternativas para mejorar la calidad de la materia prima.

Dentro de la utilización del cuero de cabra se ha identificado que mediante la utilización tradicional de productos en el cuero se ha obtenido una baja calidad en la materia prima para la elaboración de vaquetas y otros productos relacionados, dándonos una baja resistencia, poca elasticidad, baja resistencia a la gota y escasa durabilidad. Además con la utilización de los productos tradicionales se ha comprobado que sus residuos son altamente contaminantes ocasionando daños irreversibles al ecosistema. De acuerdo a lo anteriormente expuesto en el presente estudio se evaluará los ligantes proteínicos, que permitirá mejorar las variantes del cuero para la elaboración de vaquetas y subproductos como billeteras y cinturones. Estos ligantes proteicos actuará directamente sobre la flor del cuero formando un film de protección externa que además de darnos durabilidad, elasticidad, permeabilidad y fortaleza nos dará un atractivo aspecto y de esta forma se busca dar alternativas ecológicas, económicas y sociales a los productores de cueros de la provincia y de nuestro país, Por lo anotado anteriormente se exponen los siguientes objetivos:

- Determinar el nivel más adecuado de ligantes proteínicos (100, 110 y 120 g/Kg de pintura.), para la obtención de un cuero de alta calidad para la confección de vaqueta.
- Aplicar un acabado de origen natural totalmente transparente para resaltar la belleza del grano de flor de los cueros caprinos, que será evaluado al realizar los análisis físicos y sensoriales del cuero caprino.
- Valorar el comportamiento a la confección del acabado del cuero caprino a diferentes niveles de ligante proteínico en la fabricación de vaqueta.
- Evaluar la rentabilidad de la Curtición de pieles caprinas, a través del indicador económico Beneficio/costo y determinar los costos de producción.

## **II. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **A. PIELES DE CABRA**

Vanvlimer, P. (1996), nos dice que la cabra es un animal muy resistente que puede vivir con sobriedad de alimentos, y de la que se pueden aprovechar su carne y su leche, se adapta fácilmente a climas rigurosos y son muy comunes en Asia, África y Sudamérica. Las pieles de cabra muchas veces son originarias de pequeñas aldeas que se encuentran en zonas muy diversas, por tanto su calidad varía considerablemente; otro factor importante, además de tipo del animal, es el método de conservación que se haya seguido. En España, las pieles de cabra se clasifican de acuerdo con la edad del animal:

- Cabritos: se refiere a las crías que se mantienen mamando hasta la edad de unos 2 meses.
- Pastones: son los animales de 2 – 4 meses de edad que ya comienzan a pastar, no se distingue sexo.
- Cabriolas: son los machos de 4 – 6 meses de edad.
- Cegajos: son las hembras de 4 – 6 meses de edad.
- Cabras: hembras de más de 6 meses.
- Machetes: machos de más de 6 meses.

Hidalgo, L. (2004), reporta que la piel fresca de cabra, en algunos aspectos, se parece a la vacuna, en otros a la piel de oveja. Sin embargo, en conjunto, la piel de cabra tiene una estructura característica. La epidermis es muy delgada, tan solo de algunas décimas de espesor. La capa de flor ocupa más de la mitad del espesor total de la dermis. Las glándulas y las células grasas, que son las responsables de la esponjosidad del cuero de oveja, son mucho menos

abundantes en las pieles de cabras. La cabra, como la ternera, tiene a causa del menor desarrollo de las glándulas, los folículos pilosos rectos y por esta razón el pelo también crece recto. Los haces de fibras de las capas de flor y reticular son parecidos a los de oveja, en cuanto a tamaño y ángulo de fibra, pero son mucho más compactos. Esta particularidad se acentúa en la capa de flor cuya estructura compacta y muy cerrada está atravesada por numerosas fibras elásticas, la que hace que la flor de cabra sea muy dura y muy resistente al uso.

## **B. CURTICIONES CON PRODUCTOS ORGÁNICOS**

Adzet, J. (1995), indica que bajo esta denominación hay que incluir las curticiones realizadas con productos orgánicos tales como son los numerosos extractos vegetales y sintanes, diversos aldehídos y quinonas, así como las parafinas sulfocloradas y múltiples resinas. La curtición al aceite y la curtición con extractos vegetales se conocen desde la más remota antigüedad. Desde la prehistoria los productos naturales tales como los aceites y extractos vegetales se utilizaban para curtir las pieles de los animales y de esta forma hacerlas imputrescibles, darles una cierta flexibilidad y poderlas utilizar como vestidos. En cuanto a la importancia económica la curtición con extractos vegetales es la más importante de todas ellas, se utiliza como curtición única y proporciona un tipo de cuero con identidad propia, del cual no se conoce que produzca alergias, y ello se atribuye a que los extractos vegetales son productos naturales.

Graves, R. (1997), señala que los aldehídos y las quinonas reaccionan con el colágeno formando enlaces covalentes que estabilizan la estructura de la piel mientras que los demás productos se unen al colágeno por enlaces del tipo puentes de hidrogeno y por enlaces salinos, los cuales son menos estables y por consiguientes más reversibles. El cuero de curtición vegetal se distingue de los demás por la cantidad de agente curtiente que incorpora a la piel, que en el caso del cuero para suela puede llegar a ser del 100% calculado sobre substancia piel. La temperatura de concentración del cuero de curtición vegetal varía según el extracto utilizado, pero se encuentra entre 70 – 85°C, aunque si el cuero de curtición vegetal se trata con sales metálicas se pueden alcanzar temperaturas de

concentración superiores a los 100°C. La fibra del cuero vegetal es bastante dura y terca, dejándose cortar bien en el esmerilado. El cuero de curtición vegetal tiene poca resistencia a la luz. La principal aplicación del cuero de curtición vegetal y en la cual resulta insustituible es como cuero para suela de zapato. En tiempo lluvioso, al humedecerse con agua las fibras del cuero aumenta de diámetro y se reducen los espacios interfibrilares impidiendo que el agua pase a su través. Mientras que en tiempo seco presenta una gran capacidad de absorción de sudor, lo que proporciona un buen confort al zapato fabricado íntegramente de cuero. El cuero de curtición vegetal fabricado con pieles de cordero y cabra encuentra aplicación como forro de zapatos, para marroquinería, y otros objetos.

Según <http://www.curticion.com>.(2010), la curtición al aceite, sola o bien aplicada conjuntamente con aldehídos o parafinas sulfocloradas en el tratamiento de pieles de cordero desflorada permite fabricar pieles para gamuza. Este tipo de pieles presenta como característica esencial su elevada absorción de agua, lo cual las hace útiles para la limpieza. Los extractos vegetales, los sintanes y las resinas se utilizan como precurticiones o recurticiones para rellenar las partes fofas de las pieles curtidas al cromo. Los sintanes, aldehídos, quinonas y parafinas sulfocloradas pueden emplearse para modificar las características del cuero de curtición al cromo. La principal aplicación de los taninos sintéticos o sintanes es la precurtición, recurtición y blanqueo del cuero de curtición vegetal, así como la mezcla de los extractos tánicos utilizados en las tinas para disminuir la cantidad de insolubles o sedimentos que pueden presentar estos productos naturales.

### **C. EXTRACTOS CURTIENTES VEGETALES**

Bacardit, A. (2005), indica que los taninos vegetales, que son las sustancias realmente curtientes, se encuentran ampliamente distribuidos entre las plantas del reino vegetal. Pudiéndose hallar tanto en los árboles de nuestros bosques, de estructura relativamente complicada, tales como la encina, el castaño y el pino, así como en los vegetales inferiores, como hongos y algas. Por extracción con agua y posterior concentración se obtienen los llamados extractos curtientes vegetales cuyas características dependerán del vegetal que procedan.

## 1. Componentes

Para <http://www.meiga.web>.(2010), el estado de agregación del soluto contenido en una solución acuosa de un extracto tánico tiene mayor importancia que su propia composición química. Las soluciones de extractos tienen una gama de partículas de diferentes tamaños:

- Moléculas realmente disueltas.
- Micelas o agregados en estado coloidal.
- Partículas o agregados más groseros capaces de sedimentarse.

Según <http://www.fao.org>.(2009), la cantidad de cada uno de estos tipos de partículas se modifica al variar la concentración, temperatura, pH y al añadir ácidos o sales neutras. Por simple observación de un extracto curtiente poco puede decirse sobre sus características, las cuales podremos determinar mediante un análisis tánico, que nos permita obtener los porcentajes de humedad insolubles, no-taninos, taninos, y los valores del pH y acidez, y sales.

### **a. Insolubles**

Bühler, B. (1990), menciona que las soluciones de extractos curtientes acostumbran a contener un porcentaje más o menos elevado de sustancias insolubles en agua que pueden encontrarse en forma de suspensión o precipitado. Estas sustancias pueden proceder de materia vegetal extraída, formarse durante el proceso de extracción o durante la fabricación del cuero. En el primer caso son taninos de elevado grado de polimerización, incapaces de mantenerse en suspensión por el efecto peptizante de los restantes componentes del extracto. Las gomas o resinas pueden influir en la formación de precipitados que entorpecen la difusión del tanino hacia el interior de la piel. Cuando los sedimentos se originan en la curtición proceden de la hidrólisis de los taninos por precipitación de proteínas solubles o por floculación debido a cambios en las condiciones físico-químicas originadas por la incorporación de sales de ácidos e

incluso por una mezcla inadecuada de extractos. Las modificaciones de características del sistema tanto pueden ocasionar una precipitación, como una disolución de las moléculas de tanino. Para un extracto tánico determinado existe una concentración crítica para la precipitación de insolubles es máxima y por encima y por debajo de dicha concentración se produce una redisolución del precipitado. La concentración crítica de los taninos hidrolizables suele estar comprendida entre 4 y 6°Bé, como se ilustra en el gráfico 1.

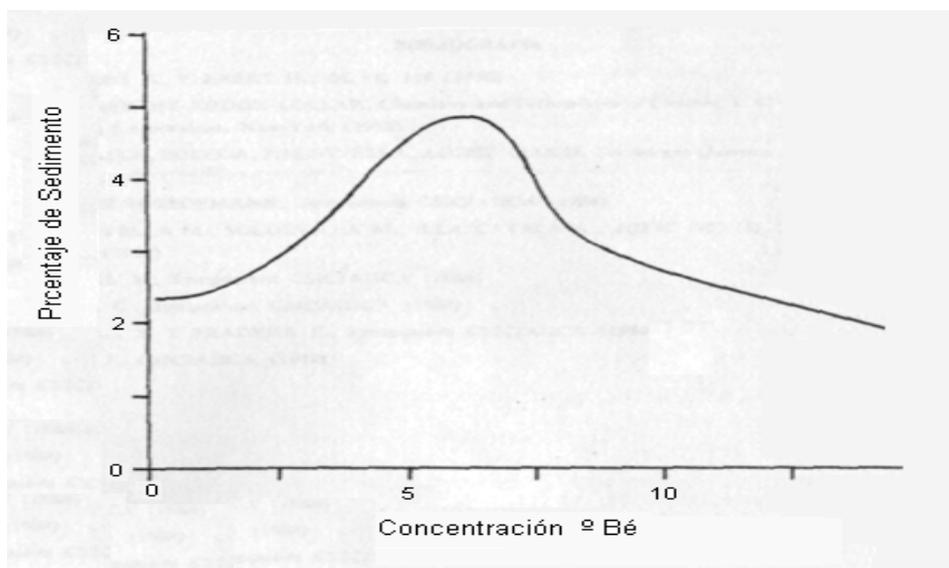


Gráfico 1. Ejemplo de la curva de sedimentación de un extracto curtiente.

Para <http://www.cuernet.com>.(2009), en general es más perjudicial una dispersión muy fina de los sedimentos de forma que se encuentren en el límite de la floculación pero sin llegar a flocular que se trata de sedimentos de precipitación rápida que se eliminan fácilmente.

## 2. Taninos

La Casa Comercial Bayer.(1997), menciona que el componente fundamental de los extractos curtientes es el tanino cuya característica principal es la de transformar las pieles de los animales en cuero. Los taninos son compuestos de carácter fenólico de gran complejidad, que según su procedencia pueden tener composiciones y estructuras muy diversas. Los Taninos son solubles en agua fría y caliente, y como reacciones diferenciales podemos citar las siguientes:

- Con los alcaloides dan precipitados cristalinos o amorfos.
- Con sales férricas forman lacas de color oscuro de tonalidad azulada o verdosa.
- Precipitan con los metales pesados.
- Precipitan con las soluciones de gelatinas.

Hidalgo, L. (2004), asegura que si bien todos los taninos dan estas reacciones, éstas no bastan para poder decir que una determinada materia es un tanino ya que lo fundamental de éstos es curtir las pieles.

### **3. Tipos de extractos tánicos**

Córdova, R. (1999), señala que químicamente los extractos tánicos son mezclas de gran complejidad formadas por sustancias polifenólicas que podemos clasificar en dos grandes grupos. Los extractos tánicos hidrolizables o pirogálicos que son aquellos que por hidrólisis en medio ácido y a ebullición forman productos solubles en agua y los extractos tánicos condensados o catequínicos que en las mismas condiciones forman precipitados. Un método simple para diferenciar los extractos hidrolizables de los condensados consiste en calentar a ebullición la solución de extracto fuertemente acidificada con ácido clorhídrico previa la adición de una poco de formaldehído.

Gratacos, E. (1992), señala que en estas condiciones los extractos hidrolizables permanecen solubles mientras que los condensados precipitan. El ácido clorhídrico en caliente actúa hidrolizando las moléculas de los extractos hidrolizables, dando moléculas más pequeñas que aunque lleguen a condensar con el formaldehído continúan siendo solubles. En los extractos condensados en formaldehído forma puentes metilénicos entre dos o más moléculas, lo que hace disminuir su solubilidad y llegan a precipitar. En los extractos condensados no existen enlaces tipo éster que puedan hidrolizarse por los ácidos. Otra manera de diferenciar los dos grupos de extractos se basa en que los taninos hidrolizables poseen grupos carboxílicos que poseen un carácter más ácido que los grupos

fenólico de los taninos catequínicos. Este hecho se pone de manifiesto realizando una valoración potenciométrica de la solución de extracto. Los extractos vegetales forman lacas con las sales férricas de oscuros. En general los taninos hidrolizables dan lacas de color negro verdosos y los taninos condensados de color negro azulado.

#### **4. Estudio químico físico**

Frankel, A. (1999), indica que los extractos vegetales forman un grupo heterogéneo de sustancias que poseen la capacidad común, de transformar las pieles de los animales en cuero y cuyos agentes curtientes son principalmente mezclas de sustancias de tipo fenólico, pudiéndose encontrar en solución, desde partículas realmente disueltas hasta sustancias de tamaño coloidal y hasta micelas formadas por agregados moleculares de tamaños relativamente grandes.

#### **D. CURTICIÓN VEGETAL**

Para <http://www.cueronetcurticionvegetal.com>. (2009), el proceso de curtición con extractos vegetales puede considerarse que comprende 2 etapas que son dos hechos fundamentales que comprende la marcha total del proceso de curtición vegetal:

- Hacer penetrar la solución curtiente hacia el interior de la piel.
- Que tenga lugar la fijación del tanino sobre el colágeno.

#### **1. Tratamientos previos de la piel**

Jones, C. (1984), indica que luego de ser faenados los animales, los cueros son tratados con sal por el lado carne, con lo que se evita la putrefacción y se logra una razonable conservación, es decir, una conservación adecuada para los procesos y usos posteriores a que será sometido las pieles. Además todos los

tratamientos previos que haya recibido la piel hasta el momento de empezar la curtición ayudan a modificar la estructura y propiedades del colágeno. Cuando más fuerte y prolongada sea la acción de las operaciones de pelambre, calero, desencalado y rendido más se aflojara la estructura de la piel y mayor será la cantidad de taninos que se fijaran en la operación de la curtición. Estas operaciones actúan hidrolizando proteínas interfibrilares y rompiendo puentes de hidrógeno, cuyo efecto se manifiesta vaciando la piel y desfibrando las fibras de la piel. Al tratar la piel con agentes que bloquean de forma irreversible los grupos reactivos del colágeno disminuirán la fijación de taninos. Los sintanes y los tensoactivos del tipo arilsulfonatos son sustancias de estructura aromática que pueden fijarse al colágeno y que disminuyen la cantidad de tanino que pueden fijar la piel posteriormente. Si la piel se trata con productos de tipo catiónico existe la posibilidad que la piel absorba mayor cantidad de taninos después de este tratamiento.

## **2. Teorías sobre la fijación**

Adzet, J. (1995), señala que es un hecho comprobado que el cuero de curtición vegetal contiene mayor cantidad de curtiente, en relación a la cantidad de colágeno que cualquier otro tipo de cuero. La cantidad de tanino retenido en el cuero para suela puede llegar a ser de 70 – 75% sobre la sustancia piel. No hay posibilidad material de que exista una forma única de enlace, ni si quiera que todo el curtiente se encuentre unido por enlaces de tipo químico más o menos fuertes, debido a que no existen suficientes grupos reactivos en las cadenas proteínicas para imaginar una tal unión. Un tanino unido a la piel comprende desde el que ha sido incorporado de una forma puramente física al secarse la solución que impregnaba en la piel y que por lo tanto es un tanino lavable con facilidad hasta el tanino que ha conseguido difundir hacia los grupos reactivos de las protofibrillas formando enlaces químicos más o menos fuertes.

Para <http://www.podoortosis.com>.(2009), tratando el cuero de curtición vegetal con cantidad suficiente de agua de lavado es posible eliminar casi todo el curtiente retenido por la piel. Estudiando el factor espacio en el sistema proteína-

tanino se puede observar que las moléculas de taninos catequínicos están constituidas por unidades planas de anillos bencénicos y piránicos, los cuales pueden girar los unos con relación a los otros por enlaces simples entre carbonos. El volumen máximo ocupado por una molécula de este tipo corresponde a un paralelepípedo de un espesor de unos 3 Å y un área del orden de  $4 \times 10^3$  Å<sup>2</sup>. Las Moléculas de los taninos pirogálicos pueden tener varias formas, pero en el caso de las moléculas de glucosa esterificada con 5 grupos digalóilos forman un volumen de unos  $5 \times 5 \times 12$  Å<sup>3</sup>. Por parte del colágeno, las zonas del mismo con estructura ordenada o cristalina tienen unas dimensiones entre cadenas adyacentes del orden de 16 -17 Å por una anchura de unos 10 Å. Por consiguiente resulta factible que las moléculas individuales de los taninos alcancen la estructura fina del colágeno, hasta llegar a ponerse en contacto con sus grupos reactivos especialmente en la zona cristalina, lo cual no debe ocurrir con tanta facilidad en las zonas desordenadas ya que los espacios libres son menos regulares.

Para <http://www.cueronet.com>.(2009), en relación a los grupos reactivos del colágeno, éste contiene principalmente grupos neutros de tipo hidroxilo y peptídicos, grupos ácidos formados por carboxílicos y los grupos básicos del tipo amino y guanidino. Las micelas de todos los taninos poseen muchos grupos fenólicos y algunos tipos contienen grupos carboxílicos en pequeña proporción. A pH 3,5 – 4,5 los grupos carboxílicos se encuentran parcialmente ionizados y los grupos hidroxílicos sin ionizar. A parte de estos grupos las moléculas de tanino contienen estructuras con dobles enlaces conjugados y sustituyentes capaces de entrar en resonancia, que forman dipolos débiles pero que al existir en gran cantidad son capaces de múltiples enlaces. Una propiedad característica de los taninos es su multifuncionalidad que le permite reaccionar al mismo tiempo con varios grupos reactivos del colágeno. De esta manera se estabiliza la estructura de la proteína y se le confiere una cierta estabilidad hidrotérmica.

En <http://www.definicion.org>.(2009), se indica que al tratar, antes de la curtición, el colágeno con agentes liotrópicos, se rompen los puentes de hidrógeno existentes entre los propios grupos de de la proteína y se liberan grupos reactivos

observándose un aumento notable de la cantidad de taninos fijados. Cuando se curte una piel desaminada con soluciones de extractos tánicos a valores de pH inferiores al punto isoeléctrico del colágeno desaminado, se observa una disminución de la capacidad de fijación de taninos. Otro motivo de la participación de los grupos básicos en la curtición vegetal es la capacidad del tanino de desplazar el ácido clorhídrico combinado con la piel. Los grupos básicos intervienen en la curtición vegetal ya que el colágeno con estos grupos bloqueados, una vez curtido, presenta un punto isoeléctrico desplazado hacia valores de pH más bajos. Las fuerzas de enlaces entre taninos y el colágeno con de un tipo lábil al agua, es decir, que se hidrolizan fácilmente. Las mezclas de disolventes orgánicos y agua presentan su máxima acción descurtiente a una determinada concentración. Si el cuero curtido al vegetal se extrae con soluciones de urea y posteriores lavados con agua, la temperatura de la concentración de la piel disminuye notablemente.

En <http://www.curtiem@data.com>.(2009), se indica que a pesar de que puede haber discrepancias, la teoría de curtición vegetal más aceptable en la actualidad es que los taninos y el colágeno se unen por enlaces múltiples del tipo puentes de hidrógeno y por enlaces dipolares, es decir por enlaces no covalentes y por consiguiente son reversibles con cierta facilidad. Estos enlaces se forman principalmente entre los grupos hidroxílicos de los taninos y los grupos peptídicos o amídicos de la proteína, pero no se descarta la posibilidad de que se puedan formar enlaces por puentes de hidrógeno en los cuales intervengan otros grupos reactivos tanto por parte de la sustancia piel como de los taninos. Si bien los grupos ácidos y básicos de la proteína intervienen en la curtición vegetal, ya que pueden formar enlaces por puentes de hidrógeno, debido a su cantidad no son un factor decisivo en este tipo de curtición. Los catiónicos facilitan la unión salina con las moléculas de tanino que contienen grupos carboxílicos enlaces que una vez formados se pueden completar con puentes de hidrógeno y con enlaces dipolares que estabilizan al enlace salino.

Para <http://www.uqtic@cueronet.com>.(2009), la cantidad de tanino que es capaz de penetrar hasta las protofibrillas y formar uniones transversales que estabilicen

la proteína es muy escasa. Las moléculas de taninos o no-taninos unidas a un solo punto reactivo de las cadenas colagénicas impiden que este grupo intervengan en los enlaces transversales. El curtiente depositado entre las fibras evita que durante el secado se unan entre ellas por simple interposición, por lo cual las fibras quedan sueltas y el cuero resulta flexible. El curtiente no combinado proporciona al cuero la curtición vegetal sus características propias. Naturalmente es posible la formación de agregados superiores unidos a otros que ya están fijados sobre el colágeno, por puentes de hidrógeno a la manera de formación de una serie de micelas semejantes a las existentes en la solución tánica, siendo por ello indeterminada la cantidad de tanino que pueden fijarse a la piel.

### **3. Practica de la curtición vegetal**

Para <http://www.quiminet.com>.(2010), expresa que en la actualidad el proceso de curtición vegetal se utiliza en la práctica industrial para la fabricación de diversos artículos tales como:

- Cuero para suela de zapato.
- Cuero para empeine de zapato.
- Cuero o cerrajes para plantillas.
- Cueros pesados para correas de transmisión.
- Pieles lanares, cabrias o de cerdo para forro.
- Cuero vaqueta para marroquinería.
- Pieles para tapicería.

Lacerca, M. (1993), expresa que cuando se han realizado los diversos procedimientos de curtición vegetal se han experimentado profundos cambios en el transcurso del tiempo, habiéndose pasado de los procesos lentos en tinajas que utilizan cortezas o extractos a las curticiones modernas del tipo tina-bombo o a las curticiones solo en bombo, procesos que a continuación se describe:

### **a. Curtición en bombo**

Palomas, S. (1995), manifiesta que la curtición vegetal de los cueros para suela única y exclusivamente en bombo nos permite reducir la duración de la curtición a 1 – 3 días, debido a la fuerte acción mecánica que tiene el bombo. Este tipo de curtición puede realizarse con baño o en seco.

### **b. Curtición en bombo con baño**

Lampartheim, G. (1998), explica que este sistema se utiliza a escala industrial y consiste en realiza una rivera normal y después desencolar las pieles a un pH de 6,5 que debe controlarse con indicadores. Las pieles desencalcas se cubren de agua y se ruedan una hora con el 1% del peso tripa de una sintan auxiliar de precurtición. Se escurre el baño se pone nuevo y se ajusta el pH a 6,5 con el sulfito, añadiendo un 3% de extracto de quebracho soluble en frío, que se hace rodar durante una hora. La piel adquiere un color uniforme y pálido quedando la flor lisa. Se añade al bombo un 10% de licor residual de la anterior curtición, que aproximadamente tiene 13° Bé y pH 4,0, se rueda 2 – 3 horas para agotar los taninos y se tira el baño, este tratamiento es un acondicionado o precurtición

Para <http://www.meiga.web>.(2009), la partida de pieles se pasa al bombo de curtición que contiene el licor residual de la partida anterior, se añade el 10% de agua obteniéndose una concentración de 11 – 12° Bé y se rueda el bombo hasta que la concentración se haya reducido a 9° Bé. Entonces se aumenta la concentración añadiendo la mezcla de extractos atomizados adecuada hasta alcanzar unos 11° Bé. Esta concentración se mantiene mediante la adición gradual de extractos en polvo hasta que se complete la penetración, la cual se logra en 2 – 4 días. Cuando el cuero está atravesado el licor se refuerza a 13° Bé con extracto atomizado y se puede activar con ácido fórmico hasta un pH de 3,9 – 4,0 para aumentar la fijación de taninos. Si el bombo está provisto de una resistencia calefactora se puede elevar la temperatura a 39 – 40 °C con la misma finalidad anterior.

### **c. Precurtición con sulfato sódico**

Hidalgo, L. (2004), reporta que después de un piquel homogéneo a pH 3,2 – 3,3, las pieles se escurren a fondo y se tratan con 10% de Sulfato Sódico anhídrido durante 5 – 8 horas para que atravesase la piel, quedando la piel acondicionada para iniciar la curtición.

### **d. Precurtición con sintanes**

En <http://www.euroleather.com>.(2009), se especifica que después de haber obtenido un desenclado y rendido regular las pieles se tratan con 4- 6% de Sintan auxiliar de precurtición y si es necesario ácido fórmico para que después de rodar 4 – 5 horas las pieles se encuentren atravesadas a una valor de pH uniforme de 3,3 – 3,5. Una vez logrado se lava con agua durante 10 – 15 minutos, se escurre el baño y las pieles se encuentran preparadas para la curtición vegetal en seco. En los sistemas de curtición vegetal en seco, a más de precurtir la piel es conveniente cuidar las adiciones de extractos. La primera adición debe ser en cantidad reducida y una vez ha penetrado en la piel, se realiza otra adición en mayor cantidad y así sucesivamente. Si inicialmente se añaden grandes cantidades de extracto, este puede quedar demasiado concentrado y muy viscoso, lo cual dificulta el movimiento de las pieles y la penetración del extracto hacia el interior de la piel no progresa.

Para <http://www.curtientesvegetales.htm>.(2009), la duración del proceso de curtición depende de la cantidad de extracto que se debe incorporar a la piel, pero en general es inferior a unas 24 horas. La cantidad de extracto vegetal que se proporciona a la piel es del 15 – 40%. El porcentaje inferior corresponde a artículos de curtición vegetal para marroquinería y los porcentajes superiores para cuero de suela de zapato. Al trabajar sin baño y debido al rozamiento mecánico que se produce al girar el bombo las pieles se calientan. En la curtición vegetal la temperatura no debe sobrepasar los 39 – 40 °C y esta puede regularse variando la velocidad del bombo o la carga del mismo. Los pliegues que se producen en el

cuero cuando el bombo gira, también se forman cuando se realiza la curtición en seco. Este defecto puede reducirse haciendo dos o tres cortes en la línea del espinazo, cada uno de ellos de unos 20cm. y con una separación de 30 – 35cm.

### **3. Ligantes no termoplásticos**

Graves, R. (1997), indica que son productos naturales de la familia de las proteínas las que prácticamente interesan 2 tipos: La Albúmina y la Caseína. Estos ligantes Forman películas duras de buena resistencia, no elásticas, ni flexibles, muy transparentes y brillantes, con un poder ligante moderado, presentan buena resistencia a los disolventes y excelente solides al frote seco y al rascado. En presencia de formol reticulan formando películas insolubles en agua de buena resistencia al frote húmedo. Esta reticulación es relativamente lenta por lo que los ensayos de resistencia deberían hacerse a las 48 horas y a la semana después de la aplicación del acabado.

Hidalgo, L. (2004), reporta que su insensibilidad al calor permite someter las pieles durante el proceso de acabado a las operaciones de abrillantamiento y planchado a alta temperatura consiguiéndose un brillo y aspecto característico, imitable pero no igualable con otros sistemas y un especial buen comportamiento en el proceso de fabricación del calzado conduciendo todo ello a consecución de artículos de especial calidad. Siendo las películas formadas por los ligantes proteicos son duras, no elásticas, no flexibles y de moderado poder ligante.

Según <http://www.cuernet.curticion.com>.(2009), para poder evitar los problemas que de estas propiedades podrían derivarse, necesariamente deberemos respetar algunas condiciones de trabajo: no pretender hacer acabados de fuerte poder cubriente con elevado contenido de pigmentos, rellenantes; incorporar a la preparación de acabado ceras y plastificantes adecuados, en proporciones que deberán determinarse siempre por ensayo; las formulaciones de acabado deberán ser poco concentrados de 2,5 – 5% de sólidos y aplicadas en capas ligeras; el espesor total de la película de acabado deberá ser el menor posible.

### a. La albúmina

Jones, C. (1984), nos explica que la albumina es una proteína soluble en agua fría. Temperaturas próximas a los 50°C, provocan su coagulación. La más usada es la albúmina de huevo. La sangre fresca de vacuno continúa utilizándose con ventaja para el acabado negro abrigantadle por su riqueza en albumina.

### b. La caseína

<http://www.es.wikipedia.org>.(2010), nos dice que la palabra caseína viene del latín caseus, que significa queso; es una fosfoproteína presente en la leche y en algunos de sus derivados. En la leche, se encuentra en la fase soluble asociada al calcio (fosfato de calcio) en un complejo que se ha denominado caseinógeno. En el cuadro 1, se indica el contenido proteínico de la leche:

Cuadro 1. CONTENIDO PROTEICO Y CASEÍNICO DE LA LECHE DE ALGUNAS ESPECIES ANIMALES.

Componente	Especie			
	humana	bovina	ovina	Caprina
proteínas (% del total lácteo)	1,3-1,5	3,2-3,5	5,4-6,0	3,1-4,0
caseínas (% del total proteico)	44,9	82,5	84,8	81,3

Fuente: <http://wwwes.wikipedia.org>.(2010).

Lacerca, M. (1993), manifiesta que las caseínas son un conjunto heterogéneo de proteínas por lo que es difícil fijar una definición. Sin embargo, todas las proteínas englobadas en lo que se denomina *caseína* tienen una característica común: precipitan cuando se acidifica la leche a pH 4,6. Por ello, a la caseína también se le suele denominar *proteína insoluble* de la leche. Por otra parte, y aunque las proteínas que se denominan caseínas son específicas de cada especie, se

clasifican en los siguientes grandes grupos de acuerdo con su movilidad electroforética:  $\alpha_{s1}$ -caseína,  $\alpha_{s2}$ -caseína,  $\beta$ -caseína y  $\kappa$ -caseína. Esta última es de especial interés en la industria quesera, ya que su hidrólisis enzimática por el cuajo genera una nueva proteína, denominada para- $\kappa$ -caseína. Cuando esta última reacciona con el calcio genera para-caseinato de calcio. Durante el proceso de maduración del queso, y a partir de la para- $\kappa$ -caseína, se forman unos macropéptidos denominados  $\gamma$ -caseínas, responsables de las características reológicas (movimiento de los fluidos) y organolépticas de los quesos.

### **c. Química y física de las caseínas**

Lampartheim, G. (1998), menciona que a diferencia de muchas otras proteínas, incluso de la leche, las caseínas no precipitan por acción del calor. Por el contrario, precipitan por la acción de una enzima proteasa presente en el estómago de los mamíferos llamada renina y forma un precipitado denominado paracaseína. Si la precipitación se realiza por la acción de ácidos, se le llama caseína ácida. En la elaboración de los quesos tienen lugar ambos tipos de precipitaciones. Cuando se emplea la enzima tripsina, la caseína se hidroliza a una molécula fosfatada llamado peptona. Las características de las caseínas de la leche de vaca se resumen en la siguiente Tabla. La secuencia aminoacídica de la caseína contiene un número inusual de residuos del aminoácido prolina: entre 10 en la  $\alpha_{s2}$ -caseína y 35 en la  $\beta$ -caseína.

Schubert, M. (1977), reporta que como resultado, las caseínas son relativamente hidrofóbicas (poco soluble en agua), y carecen de estructura secundaria o terciaria bien definidas. En la leche se encuentra como suspensión de partículas que asemeja a las micelas de surfactantes (pequeñas esferas hidrofílicas en el exterior e hidrofóbicas en el interior). Estas micelas de caseína se estabilizan por iones de calcio e interacciones hidrofóbicas. Otro dato interesante, utilizado para separar las caseínas del resto de las proteínas lácteas mediante su precipitación, es que su punto isoeléctrico (pI) promedio es de 4,6. A este pH, las caseínas se encuentran en su punto de menor solubilidad debido a la reducción de las repulsiones intermoleculares, por lo que precipitan (vulgarmente se dice que

coagulan). Ahora bien, el *pI* es diferente para cada una de las fracciones caseínicas, ya que varía entre el 4,44 - 4,97 para la  $\alpha_{s1}$ -caseína y el 5,3 - 5,8 en la variante genética B de la  $\kappa$ -caseína. En el cuadro 2, se indica algunas características físico-químicas de las caseínas:

Cuadro 2. ALGUNAS DE LAS CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DE LAS CASEÍNAS BOVINAS.

CARACTERÍSTICA	CASEÍNA			
	$\alpha_{s1}$	$\alpha_{s2}$	B	$\kappa$
Concentración en leche (g/L)	12-15	3-4	9-11	2-4
Variantes genéticas	B y C	A	A <sup>1</sup> y A <sup>2</sup>	A y B
Masa molecular	23.545 - 23.615	25.226	23.983 - 24.023	19.006 - 19.037
Punto isoelectrico ( <i>pI</i> )	4,44 - 4,76	...	4,83 - 5,07	5,45 - 5,77
Restos de aminoácidos (n°)	199	207	209	169

Fuente: Schubert, M. (1977).

Vanvlimer, P. (1976), reporta que las caseínas interaccionan entre sí formando una dispersión coloidal que consiste en partículas esféricas llamadas micelas con un diámetro que suele variar entre 60 a 450nm poseyendo un promedio de 130nm. A pesar de la abundante literatura científica sobre la posible estructura de una micela, no hay consenso sobre el tema. Se han propuesto diversos modelos fisicoquímicos de organización de las micelas, en los que estas se encuentran a su vez constituidas por subunidades (submicelas), con un diámetro de entre 10 y 20nm. En tales modelos se considera que las subunidades se enlazan entre sí gracias a los iones de calcio. Se sugiere que el fosfato de calcio se une a los grupos  $\text{NH}_2^-$  de la lisina; el calcio interacciona con el grupo carboxilo ionizado ( $\text{COO}^-$ ). Las submicelas se constituyen a partir de la interacción constante entre las caseínas  $\alpha$ ,  $\beta$  y  $\kappa$ . Hay que resaltar la función de la  $\kappa$ -caseína para estabilizar las micelas, especialmente contra la precipitación de las otras fracciones

proteínicas por la acción del calcio o de los enzimas. En todos estos se establece que las unidades hidrófobas entre las moléculas de proteínas aseguran la estabilidad de la micela. La caseína se obtiene de la leche por tres procedimientos distintos que son:

- La leche previamente descremada se deja en reposo y con el tiempo se coagula debido a que tiene lugar una fermentación láctica, el coagulo se filtra, se seca y pulveriza, la caseína obtenido de este proceso se denomina caseína láctica.
- La leche fresca descremada se coagula con enzimas, el coagulo se filtra, se seca y se pulveriza, y el producto se llama caseína enzimática.
- La caseína al ácido se obtiene tratado la leche fresca descremada con un ácido, de forma que produzca la coagulación de la caseína que se separa por filtración, se seca y se pulveriza

#### **d. Usos y aplicaciones**

Siegel, N. (1982), explica que la caseína además de usarse directamente en la elaboración de productos alimentarios, se utiliza en la elaboración de productos no alimentarios: pegamentos y pinturas, cubiertas protectoras, plásticos, como se muestra en la siguiente tabla. Otros usos tecnológicos son la clarificación de vinos o como ingrediente en preparados de biología molecular y microbiología (medios enriquecidos para el cultivo microbiano). En la alimentación especial, la caseína sirve para la elaboración de preparados médicos y concentrados proteicos destinados a la alimentación de los deportistas, especialmente después de su entrenamiento. Así, se ha observado que la digestión de las caseínas es más lenta que la de las lactoproteínas solubles y, por ello, más apropiada para reparar el anabolismo de los aminoácidos durante el período que sigue a una comida. En el cuadro 3, se indica algunos usos tecnológicos que se da a la caseína.

Cuadro 3. ALGUNOS USOS TECNOLÓGICOS DE LA CASEÍNA.

Producto	Propiedad	Aplicación
Envoltura	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de formar películas</li> <li>• Adherencia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pintura, tinta</li> <li>• Papel</li> <li>• Acabado del cuero</li> <li>• Envoltura textil</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manejabilidad</li> </ul>
Adhesivo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fuerza de adhesión</li> <li>• Resistencia al agua</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cola con base acuosa</li> </ul>
Plástico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Buen procesado</li> <li>• Resistencia mecánica</li> <li>• Resistencia al agua</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plástico rígido</li> <li>• Plástico desechable</li> <li>• Fibra</li> </ul>
Surfactante	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tensión superficial</li> <li>• Estabilidad de interface</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Emulgente, detergente</li> </ul>

Fuente: <http://www.cueronet.net>.( 2009).

Shreve, R. (1984), reporta una posible formulación para la obtención de un cuero plena flor anilina que se describe en el cuadro 4.

Cuadro 4. HOJA PLENA FLOR – ANILINA – ABRILLANTADO.

PRODUCTO	PORCENTAJE	PROCEDIMIENTO
Fondo	2	3 pistolas
Ligante proteínicos	15	Formol 1:3 : 1 pistola
Cera	3,5	
Plastificante	4,5	
Completar con agua a	1000	
Apresto		1 pistola
Ligante proteínicos	30	Formol 1:3 : 1 pistola
Completar con agua a	1000	Apresto : 1 pistola
		Abrill./Planch. 110°C.

Fuente: Shreve, R. (1984).

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

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

El siguiente trabajo investigativo se desarrolló en el Laboratorio de Curtiembre de Piel de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo, ubicada en el kilómetro 1 ½ de la Panamericana sur, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo, país Ecuador, a una altitud de 2.740 m. s. n. m. con una latitud de 01° 38' s y una longitud de 78° 40' W. El experimento se realizó en un período de 129 días (19 semanas aproximadamente). Las condiciones meteorológicas que presenta el lugar donde se ejecutó la investigación se describen en el cuadro 5.

Cuadro 5. CONDICIONES METEOROLÓGICAS DEL CANTÓN RIOBAMBA.

Parámetros	Valores
Temperatura (°C).	13.45
Precipitación (mm/año).	42.8
Humedad relativa (%).	61.4
Viento / velocidad (m/s).	2.50
Heliofania (horas/ luz).	1317.6

Fuente: Estación Meteorológica de la Facultad de Recursos Naturales ESPOCH. (2008).

#### **B. UNIDADES EXPERIMENTALES**

El número de unidades experimentales fue de 45 pieles caprinas de animales adultos, divididas en 3 tratamientos con 5 repeticiones en 3 ensayos consecutivos es decir 15 pieles para cada uno de los ensayos y con un tamaño de la unidad experimental de 1, las pieles fueron adquiridas en el Camal Municipal de la ciudad de Riobamba.

## **C. MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES**

Los materiales, equipos e instalaciones que se utilizaron en este experimento con las que cuenta la Facultad de Ciencias Pecuarias en su Laboratorio de Curtición de Pieles y de las empresas que se alquilaron fueron las siguientes

### **1. Materiales**

- 45 pieles caprinas.
- Baldes de distintas dimensiones.
- Botas de caucho.
- Clavos.
- Cronómetro.
- Cuchillos de diferentes dimensiones.
- Felpas.
- Guantes de hule.
- Mandiles.
- Mascarillas.
- Mesa.
- Peachimetro
- Plásticos para tapar las pieles.
- Reloj.
- Tableros para el estacado.
- Tijeras.
- Tinas.
- Cocina.
- Calefón.

### **2. Equipos**

- Abrazaderas.

- Bombos de remojo, curtido y recurtido.
- Bombos de teñido.
- Máquina ablandadora.
- Máquina de elongación.
- Máquina de estiramiento al vacío.
- Máquina de flexometría.
- Máquina descarnadora de piel.
- Máquina divididora.
- Máquina escurridora.
- Máquina escurridora de teñido.
- Máquina raspadora.
- Pinzas superiores sujetadoras de probetas.
- Probeta.
- Toggling.

### 3. **Productos químicos**

- Ácido fórmico (HCOOH).
- Ácido Oxálico (H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>).
- Ácido Sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>).
- Alcoholes grasos.
- Anilinas.
- Aserrín.
- Bicarbonato de sodio Na (HCO<sub>3</sub>).
- Bisulfito de sodio ( NaHSO<sub>3</sub>).
- Caseína.
- Cloruro de sodio (NaCl o sal en grano).
- Dispersante.
- Formiato de sodio (NaCOOH).
- Grasa animal sulfatada.
- Grasa cationica.
- Lanolina.

- Ligantes proteicos.
- Mimosa.
- Pigmentos.
- Recurtiente acrílico.
- Recurtiente de sustitución.
- Recurtiente neutralizante.
- Rellenante de faldas.
- Resinas acrílicas.
- Ríndente.
- Sal de cromo autobasificante.
- Sulfato de amonio [  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  ].

#### **D. TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL.**

Para realizar la evaluación tanto sensorial como física del cuero tipo vaqueta obtenida con diferentes niveles de ligante proteico, se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA), en arreglo bifactorial, con 3 tratamientos (factor A), 5 repeticiones por tratamientos y en 3 ensayos consecutivos (Factor B), para el diseño descrito la ecuación de rendimiento fue la siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + B_j + (T_i \cdot B_j) + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

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

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

$T_{ij}$  = Efecto de los tratamientos (Factor A).

$B_{ij}$  = Efecto de los ensayos (Factor B).

$T_i B_j$  = Efecto de la interacción.

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

Para la determinación de la significancia de las variables sensoriales se utilizó la prueba de Kruskal – Wallis, cuya fórmula fue la siguiente:

$$H = \left[ \frac{15}{nT(nT + 1)} + \frac{\sum RT 1^2}{nRT 1} + \frac{\sum RT 2^2}{nRT 2} + \frac{\sum RT 3^2}{nRT 3} - 3 \frac{(nT + 1)}{nRT 2} \right]$$

### 1. Esquema del experimento

Tratamiento 1 (T1) = 100 g/Kg de ligante proteico.

Tratamiento 2 (T2) = 110 g/Kg de ligante proteico.

Tratamiento 3 (T3) = 120 g/Kg de ligante proteico.

El esquema del experimento que se utilizó en la investigación fue el que se describe en el cuadro 6.

Cuadro 6. TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL.

Niveles de ligantes proteicos	Repetí.	Ensayo	T.U.E	Código	Nº pieles
100g/Kg pintura, (T1)	5	1	1	T1E1	5
100g/Kg pintura, (T1)	5	2	1	T1E2	5
100g/Kg pintura, (T1)	5	3	1	T1E3	5
110g/Kg pintura, (T2)	5	1	1	T2E1	5
110g/Kg pintura, (T2)	5	2	1	T2E2	5
110g/Kg pintura, (T3).	5	3	1	T2E3	5
120g/Kg pintura, (T1)	5	1	1	T3E1	5
120g/Kg pintura, (T1)	5	2	1	T3E2	5
120g/Kg pintura, (T3)	5	3	1	T3E3	5
TOTAL					45

Elaboración: Chávez, F. (2009).

## **E. MEDICIONES EXPERIMENTALES**

### **1. Físicas**

- Resistencia al frote en seco ( ciclos)
- Resistencia al frote en húmedo (ciclos)
- Porcentaje de elongación a la ruptura (%)

### **2. Sensoriales**

- Brillantes (puntos).
- Transparencia (puntos).
- Resistencia al envejecimiento (puntos).

## **F. ANALISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA.**

Los análisis estadísticos y pruebas de significancia se dieron en base a los grados de libertad que tiene el experimento separados según su Fuente de Variación, están detallados en el cuadro 7:

Cuadro 7. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA.

Fuente de Variación	Grados de libertad
Total	44
Tratamientos	8
Factor A	2
Factor B	2
Interacción A*B	4
Error	36

Elaboración: Chávez, F. (2009).

## **G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL**

Para la presente investigación se adquirió 15 pieles caprinas de animales adultos, estas pieles tenían pesos de 1.3 Kg, 2.6 Kg, 1.9 Kg, 2.8 Kg, 1.4 Kg dándonos así una media de peso de 2.0 Kg. El peso total de las 15 pieles fue de 30 Kg. Estas pieles fueron sometidas al siguiente procedimiento:

### **1. Remojo**

- Se pesó las pieles caprinas frescas y en base a este peso se trabajó realizando un baño con agua (H<sub>2</sub>O) al 200%, que resulta 60 Kg de agua a temperatura ambiente.
- Se disolvió 5 gramos de cloro más 0.3% de tensoactivo, este valor corresponde a 90 gr, se mezcló y se dejó 30 minutos girando el bombo y eliminamos el baño.
- Se preparó un nuevo baño con agua (H<sub>2</sub>O) al 200% es decir 60Kg, a temperatura ambiente, se añadió el 0.5% de tensoactivo que es 150 gr y el 2% de cloruro de sodio (600g) y se dejó rodando en el bombo por 3 horas.

### **2. Pelambre y desencalado**

- Se preparó una pasta para el pelambre compuesta por el 2,5% de sulfuro de sodio (750 gr), 3,5% de hidróxido de calcio (1050gr) y 5% de agua (1.50Kg) Aplicamos esta pasta por embadurnado por el lado carnes de la piel, dejándolas en reposo durante 12 horas; para posteriormente con la mano separar el pelo de la piel.
- Después de sacar el pelo el peso de las pieles fue de 21.2 Kg. Continuamos preparando un baño con 100% de agua (21.2 Kg), y 0.4% de Sulfuro de Sodio (84.8gr) y rodamos el bombo por 10 minutos. Seguidamente añadimos otra vez el 0.4% de sulfuro de sodio (84.8gr) y rodamos por otros 10 minutos,

posteriormente añadimos el 50% de agua (10.6 kg) y el 0.2% de cloruro de sodio (42.4gr) rodamos en el bombo por 10 minutos, terminado este tiempo añadimos el 0.5% de Sulfuro de Sodio (106gr) y rodamos por 30 minutos. Después de este tiempo añadimos un 1% de Hidróxido de de Calcio (212 gr) y rodamos en el bombo por 30 minutos. Después de este tiempo añadimos otra vez un 1% de hidróxido de de calcio (212 gr) y ahora rodamos en el bombo por 3 horas. Después de este tiempo añadimos una vez más el 1% de hidróxido de de calcio (212 gr) rodamos en el bombo por 5 minutos y dejamos descansar a las pieles por 20 horas, para posteriormente eliminar el baño.

- Preparamos un baño con 200% de agua (42.4Kg) y lavamos por 30 minutos y botamos el baño, Luego se preparo un baño con el 100% de agua (21.2 Kg) y el 1% de hidróxido de calcio (212 gr.) lavamos por 30 minutos y desechamos el baño.
- Pesamos otra vez las pieles para desde ahora trabajar con ese peso. El nuevo peso fue de 23Kg, con este peso preparamos un baño con el 200% de agua (46Kg) a 30°C y 0.2% de Formiato de Sodio (46 gr) rodamos por 30 minutos.
- Seguidamente de esto añadimos el 200% de agua otra vez (46Kg) a 30°C y lavamos por 30 minutos. Añadimos al baño el 100% de agua que son 23Kg a 35°C con un 1% de Bisulfito de Sodio (230gr) y un 1 % de Formiato de Sodio (230gr) y rodamos el bombo por 90 minutos. Después de transcurrido este tiempo tenemos que poner otra vez el 200% de agua que son 46Kg y dejamos rodar por 20 minutos.

### **3. Rendido y piquelado**

- Se peso nuevamente las pieles y el peso ahora es de 23.8 Kg, sin eliminar el baño aumentamos el 100% de agua que es 23.8 Kg a 35°C y el 0.05% de Rindente que nos da 11.9 gr y rodamos por 30 minutos.
- Desechamos el baño y preparamos otro con 200% de agua que fue 47.6Kg a temperatura Ambiente, rodamos y luego eliminamos el baño.

- Seguidamente preparamos otro baño, con el 60% de agua que fue 14.28Kg a temperatura ambiente, incluimos en este un 5% de Cloruro de Sodio que fue 1190gr, y un 1% de ácido fórmico (238gr) diluido al 1:10, esta dilución la dividimos en 3 partes iguales, ponemos la primera y dejamos rodar al bombo por 20 minutos, seguidamente ponemos la segunda parte y dejamos rodar por otros 20 minutos, y al final ponemos la tercera parte y rodará por 60 minutos.
- A continuación preparamos otra dilución de Ácido fórmico al 1:10, esta vez de 0.4% que fue 95.2 gr, e igualmente la dividimos en 3 partes, ponemos la primera parte y rodamos el bombo por 20 minutos, luego la segunda parte y rodamos otros 20 minutos y por último la tercera parte y rodamos por 20 minutos. Después de esto botamos del baño.
- Ahora preparamos un baño con el 100% de agua que es 23.8 Kg a 35° C, el 2% de tensoactivo que resultó 476 gr y un 4% de diesel que fue 952 gr y dejamos rodar por 60 minutos y nos desharemos del baño.
- Preparamos un baño con el 100% de agua que es 23.8 Kg a 35°C y el 2% de tensoactivo que fue 476 gr y rodamos en el bombo por 30 minutos.
- Seguidamente de esto pesamos nuevamente las pieles y nos dio un peso total de 20Kg que fue el peso con que vamos a trabajar. Luego botamos  $\frac{3}{4}$  del baño, para quedarnos con el 25% del baño.

#### 4. Curtido

- Agregamos el 25% de quebracho que resulta 5 Kg e incorporamos al baño de 5% en %5 y rodamos por 30 minutos cada vez hasta que se complete el 25%, después dejamos rodar el bombo por 3 horas. En este punto debemos de notar que toda la piel este de un color uniforme sin líneas blancas, de estar con líneas o si no ha absorbido toda la piel el color debemos rodar mas el bombo.
- Botamos el baño, y perchamos por 48 horas cubriéndolas con un plástico para que no se manchen.

## **5. Fase final**

- Pesamos nuevamente las pieles, (18Kg), ponemos en el bombo con un baño del 50% de agua (9 Kg) a 25 ° C, con el 1% de Acido Oxálico que es 180 gr y dejamos rodando por 30 minutos.
- Preparamos otro baño con el 50% (9 Kg,) de agua a 40 ° C, añadimos el 4% rellente de faldas, que es 720gr y rodamos por 1 hora.
- Agregamos el 100% de agua a 60°C la cantidad de agua ahí utilizada es 18Kg, añadimos 2% de aceite mineral lo cual nos da 360gr, mezclado con el 8% de parafina sulfoclorada que es 1440 gr, rodamos por 60 minutos. Añadimos 1% de ácido fórmico (180gr) diluido de 1 a 10 y rodamos por 20 minutos.
- Nuevamente añadimos 1% de Acido Fórmico (180gr) diluido de 1 a 10 y rodamos por 20 minutos, después botamos el baño. Lavamos con el 100% de agua a temperatura ambiente por 20 minutos, la cantidad de agua es de 18 Kg. Se espera que seque un poco las pieles y perchamos por 12 horas y luego estacamos.

## **H. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN**

### **1. Análisis físicos**

Los análisis de las resistencias físicas del cuero caprino se los realizo en el Laboratorio de Control de Calidad de “Curtipiel Martínez”, de la ciudad de Ambato de acuerdo al siguiente procedimiento:

#### **a. Resistencia al frote en húmedo (ciclos)**

La resistencia al frote es una de las propiedades más importantes del cuero y una de las más difíciles de satisfacer en húmedo. En el método IUF 450, la muestra de piel se fija con la cara a ensayar hacia arriba sobre una plataforma horizontal

capaz de desarrollar un movimiento de vaivén con un recorrido de 3'5 cm y una frecuencia de 40 ciclos por minuto. La muestra se estira un 10 % de su longitud en la misma dirección en que se accionará el movimiento. El fieltro húmedo, de lana y de forma cuadrada, se aplica sobre la superficie del cuero con una carga ajustable. La carga mínima es de 500 g de peso, aunque esta carga sólo se aplica en el ensayo de cueros afelpados. La carga normal es de 1 kg. El número de ciclos a aplicar depende de las exigencias del artículo concreto. Puede oscilar entre los 20 de la napa para confección hasta los 2000 para tapicería de automóvil.

#### **b. Resistencia al frote en seco (ciclos)**

La resistencia del cuero al frote en seco es notablemente superior que en húmedo. La experiencia muestra que en general el cuero se comporta peor en la valoración del manchado que en la de la propia degradación del color. A menudo se ensayan cueros que tras 25 frotos en húmedo no muestran ningún defecto apreciable ni variación en su color. La mejora de la resistencia al frote comprende alternativas físicas como el aumento del espesor del acabado o la disminución del coeficiente de fricción de la superficie, y químicas como conseguir un mayor reticulado del acabado, o el uso de lacas en solvente orgánico en lugar de las acuosas para obviar la hidrofilia de los emulsionantes. Naturalmente, la resistencia al frote también depende del grado de fijación de la tintura, y en los afelpados del orden en que se ha efectuado el esmerilado con respecto de la operación de teñido. Los fieltros que cumplen las especificaciones de la norma IUF 450 pueden solicitarse a AQEIC

#### **c. Porcentaje de elongación a la ruptura (%)**

El ensayo del cálculo del porcentaje de elongación a la rotura se utilizó para evaluar la capacidad del cuero para aguantar las tensiones multidireccionales a que se encuentra sometido en sus usos prácticos. La elongación es particularmente necesaria en los cosidos, en los ojales, y en todas las piezas con

orificios o entalladuras sometidas a tensión. Las normas y directrices de calidad de la mayor parte de curtidos especifican el cumplimiento de unos valores mínimos del porcentaje de elongación. La característica esencial del ensayo es que a diferencia del ensayo de tracción la fuerza aplicada a la probeta se reparte por el entramado fibroso del cuero a las zonas adyacentes y en la práctica la probeta se comporta como si sufriera simultáneamente tracciones en todas las direcciones y se realizó el siguiente procedimiento:

- Se cortó una ranura en la probeta del cuero. Los extremos curvados de dos piezas en forma de "L" se introducirán en la ranura practicada en la probeta.
- Estas piezas estarán 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 separaran a velocidad constante en dirección perpendicular al lado mayor de la ranura causando la elongación del cuero hasta su rotura total.

#### **IV. RESULTADOS Y DISCUSION**

##### **A. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL CUERO CAPRINO ACABADO CON DIFERENTES NIVELES DE LIGANTE PROTEÍNICO PARA LA ELABORACIÓN DE VAQUETA**

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

Los valores medios obtenidos de la resistencia al frote en seco de los cueros caprinos registraron diferencias altamente significativas por efecto del nivel de ligante proteínico para la elaboración de vaqueta. Registrándose según la separación de medias por Tukey ( $P < 0.05$ ), los mejores resultados en las vaquetas acabadas con el 120 g/kg de pintura (T3), con medias de 62.87 ciclos, en tanto que los valores más bajos fueron los reportados por las vaquetas con 110 g/kg de pintura (T2), mientras que valores intermedios fueron los registrados por las vaquetas aplicadas 100 g/kg de pintura con 56.60 ciclos, como se reporta en el cuadro 8 y Gráfico 2.

Al cotejar los reportes indicados con las exigencias de calidad para vaquetas de la Asociación Española de Normalización del Cuero en su Norma Técnica IUF 401 (2002), que infiere un mínimo de 50 ciclos podemos indicar que los 3 tratamientos superan ampliamente con esta exigencia pero especialmente en los cueros curtidos con mayores niveles de ligante proteínico ya que de acuerdo a Bacardit, A. (2005), los ligantes proteínicos interaccionan entre sí formando una dispersión coloidal muy consistente, formado por partículas esféricas llamadas micelas con un diámetro que suele variar entre 60 a 450 micras. Dando una buena resistencia al frote que nos sirve para prevenir que las prendas o materiales que estén en contacto con la vaqueta se ensucien, y que permite una mayor aptitud para la limpieza en seco. En todos los casos se valora junto al deterioro del acabado, la pérdida de color producida, estimándose muy desfavorable el que aparezca un fuerte contraste de color, por lo que tiene gran importancia que la tintura de fondo del cuero, sea de matiz igual o muy parecido,

Cuadro 8. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL CUERO CAPRINO ACABADO CON DIFERENTES NIVELES DE LIGANTE PROTEÍNICOS PARA LA ELABORACIÓN DE VAQUETA.

VARIABLES	NIVELES DE LIGANTE PROTEINICO			$\bar{x}$	CV	SX	Prob.	Sign.
	100 g/Kg	110 g/Kg	120 g/Kg					
Resistencia frote en seco , (ciclos)	56,60 b	54,20 b	62,87 a	57,89	5,20	0,74	0,001	**
Resistencia frote en húmedo, (ciclos).	34,93 c	39,67 b	44,73 a	39,78	3,70	0,90	0,001	**
Porcentaje de Elongación, (%).	38,47 b	43,20 b	52,40 a	44,69	5,93	0,86	0,001	**

Fuente: Chávez, F. (2010).

$\bar{x}$  : Media general.

CV: Coeficiente de variación.

Sx: Desviación estándar.

Prob Probabilidad.

Sign: significancia.

\*\* : Promedios con letras diferentes en la misma fila difieren estadísticamente según Tuckey (P<0.01).

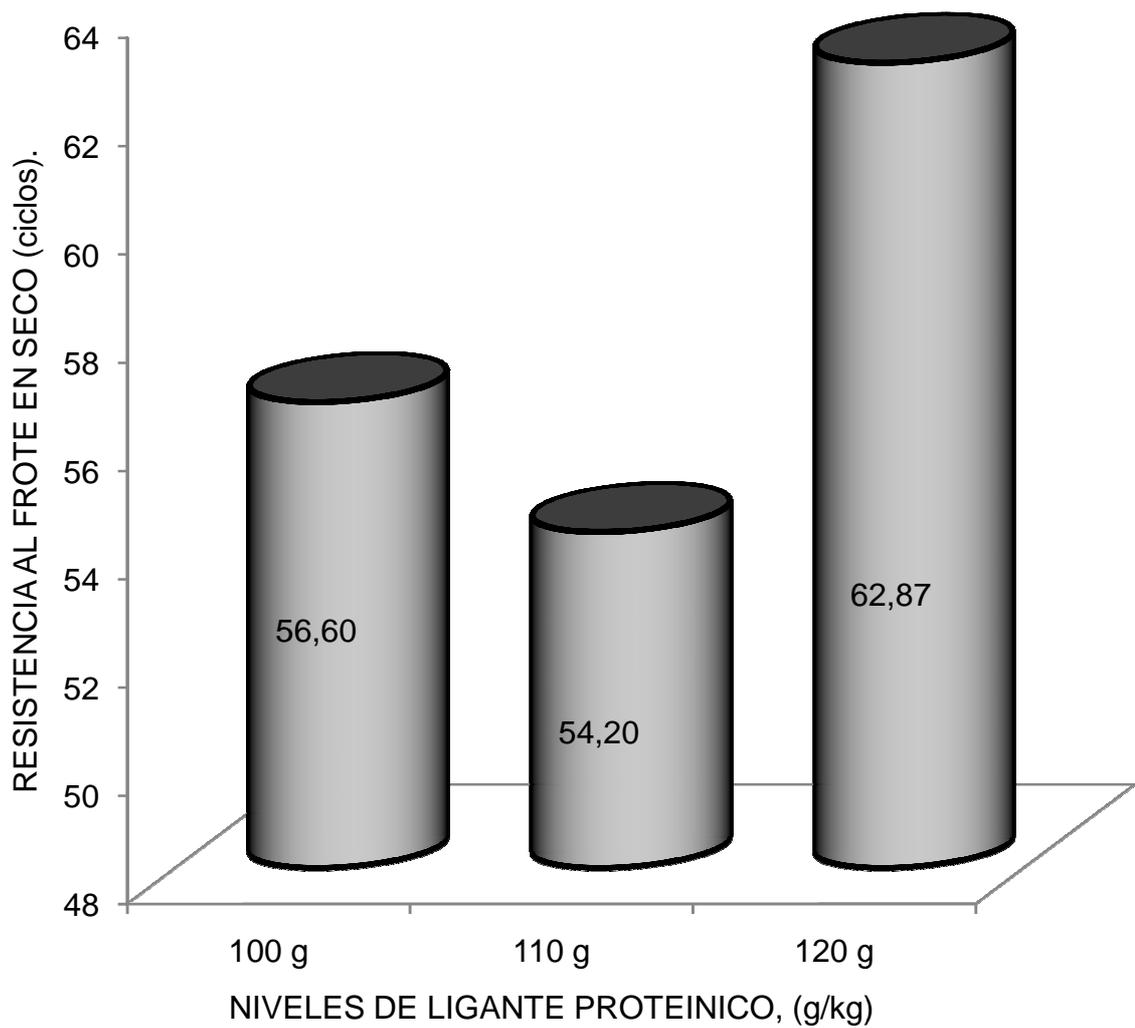


Gráfico 2. Comportamiento de la resistencia al frote en seco del cuero caprino acabado con diferentes niveles de ligante proteínico para la elaboración de vaqueta.

al final del artículo. Esto es fundamental en ensayos de arañazo y abrasión, en las restantes manufacturas de cuero se contempla una situación análoga, pues si bien la evolución tecnológica es menor, también se recogen unas mayores exigencias por parte de los consumidores finales, exigencias que se ven perturbadas por la introducción de modas, de evolución cada vez más rápida. Si a lo anterior sumamos las crecientes y necesarias exigencias de mejora medioambiental, se comprende que el sector de curtidos se encuentra en un continuo plan de investigación (desarrollo tecnológico), para conseguir y afirmar los grados necesarios de calidad en todos los aspectos, y con inconvenientes derivados de la enorme rapidez con que a veces se adoptan nuevos procesos sin tiempo para analizarlos y equilibrarlos.

Las dispersiones de las mediciones experimentales nos permiten inferir una tendencia cuadrática altamente significativa con una ecuación para regresión de Frote en seco =  $64.25 - 11.86x + 0.055x^2$ , es decir que partiendo de un intercepto de 64.25 el frote en seco inicialmente tiende a disminuir en 11.86 unidades al emplear 110 g/kg de ligante proteínico para posteriormente elevarse con el incremento de este producto en 0.055 centésimas, por cada unidad de cambio del nivel de ligante proteínico adicionado a la obtención del cuero tipo vaqueta, como se ilustra en el Gráfico 3. El grado de asociación que existe entre la variable dependiente en relación a la independiente es de 68.26% mientras que el 31.74% restante depende de otros factores no considerados en la investigación.

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

En las valoraciones medias de la resistencia al frote en húmedo de los cueros tipo vaqueta se registró una media general de 39.78 ciclos y un coeficiente de variación de 3.70, que demuestra homogeneidad entre la dispersión de los datos. En la separación de medias según Tuckey ( $P < 0.05$ ), indica que los mejores resultados de resistencia se consiguieron con la aplicación del tratamiento T3 que reporta una media de 44.73 ciclos, mientras que las resistencias más bajas fueron las alcanzadas en los cueros tipo vaqueta del tratamiento T1, con medias de 34.93 ciclos, como se ilustra en el Gráfico 4, mientras valores intermedios fueron

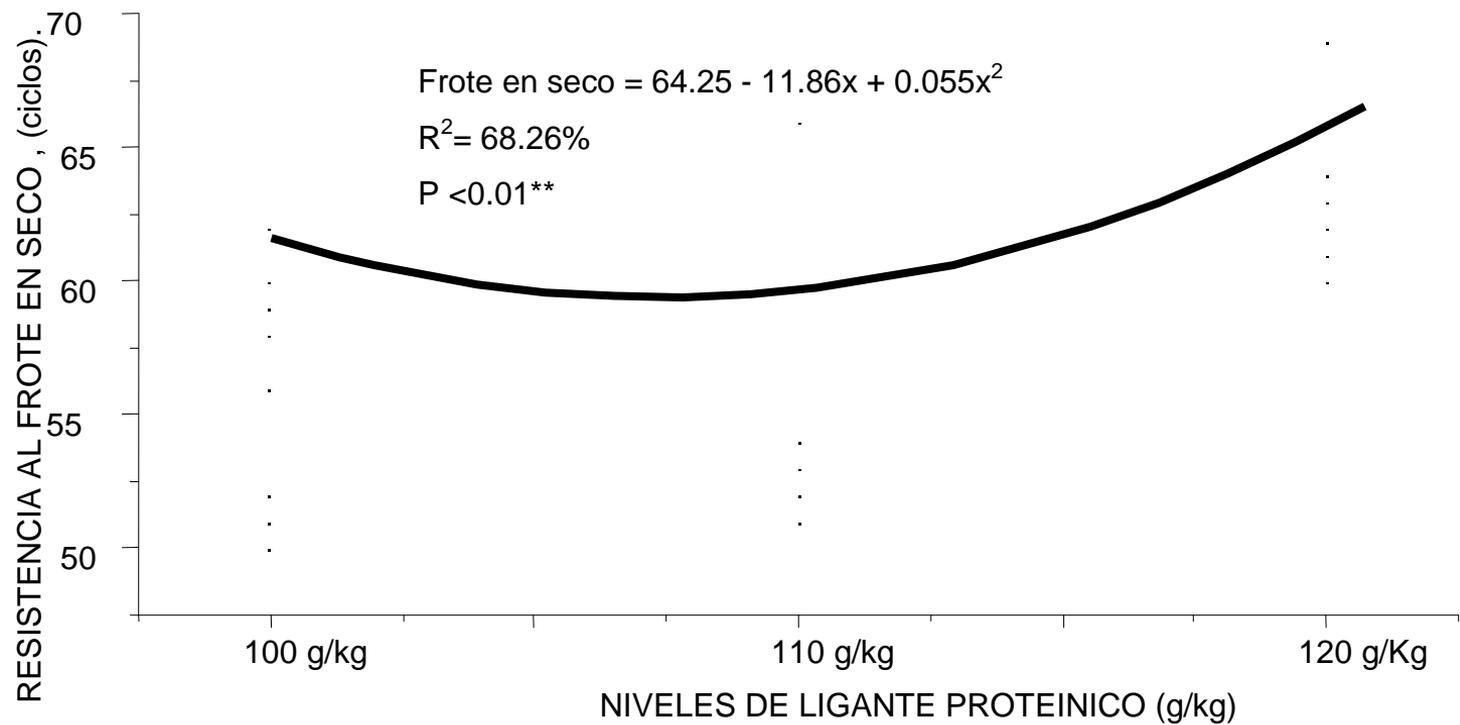


Gráfico 3. Regresión de la resistencia al frote en seco de los cueros caprinos acabado de con diferentes niveles de ligantes proteínicos para la elaboración de vaqueta.

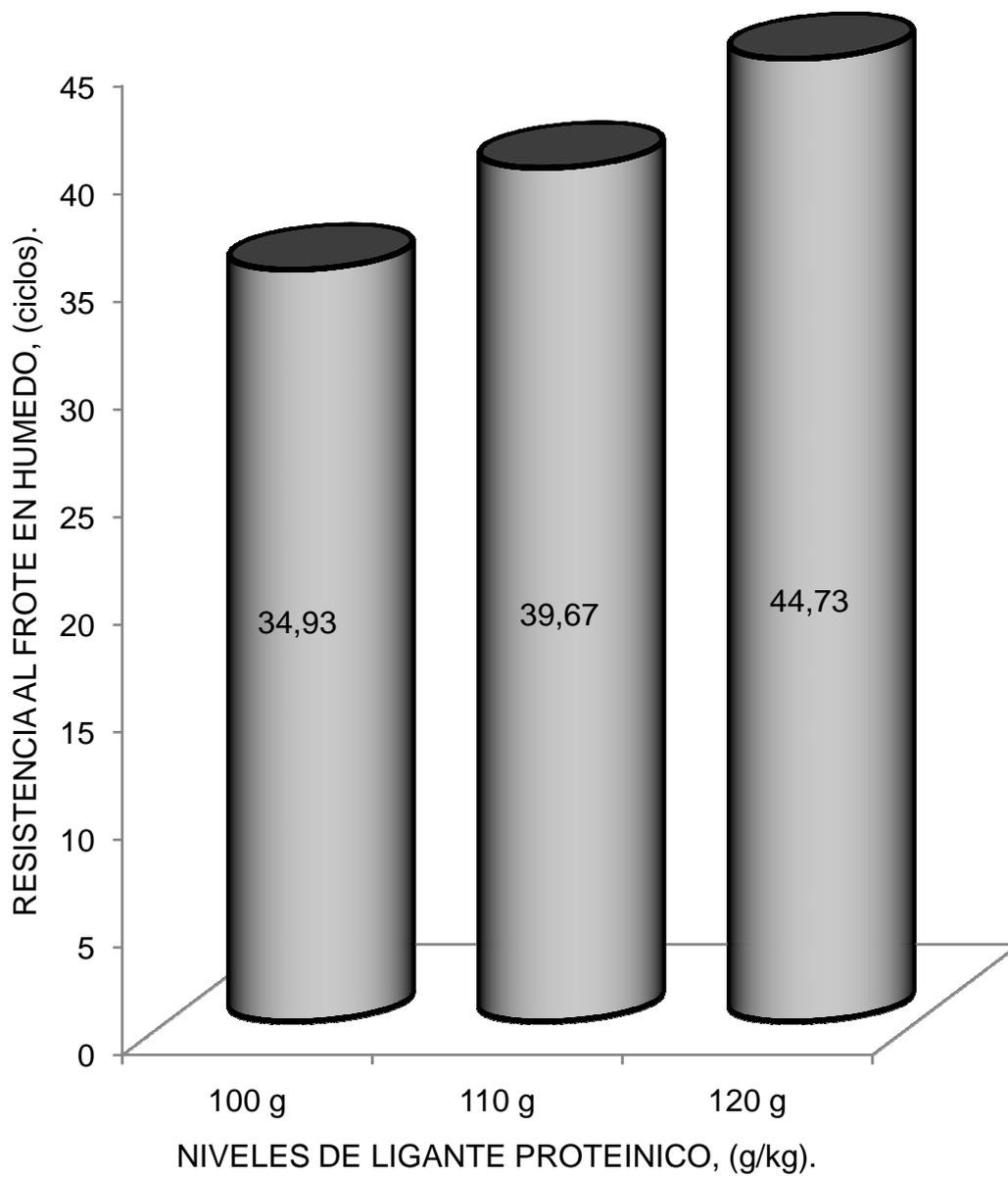


Gráfico 4. Comportamiento de la resistencia al frote en húmedo del cuero caprino acabado con diferentes niveles de ligante proteínico para la elaboración de vaqueta.

los registrados en los cueros del tratamiento T2 con medias de 39.67 ciclos. Al cotejar los reportes de la Asociación Española de Normalización del Cuero en su Norma Técnica IUF 402 (2002) que infiere un mínimo de 30 ciclos podemos ver que los tres tratamientos lo superan ampliamente, lo que puede deberse a lo manifestado Bühler, B. (1990), que indica que los ensayos de resistencias se ocupan de la respuesta a influencias que actúan esencialmente sobre la superficie del cuero, diferenciándose de los ensayos físicos que examinan propiedades que dependen de la estructura completa del corte del cuero para el ensayo de resistencia al frote en húmedo se utiliza un fieltro húmedo, de lana y de forma cuadrada, que se aplica sobre la superficie del cuero con una carga ajustable, y se gira hasta que se produzca variaciones en el color o aspecto de la superficie.

Es necesario tener en cuenta que la penetración de agua en los cueros sería muy lenta si simplemente se pusieran en contacto con el agua estando en reposo, pero como el artículo elaborado puede entrar en contacto directo con el agua, como puede ser en el lavado, es necesario afianzar esta propiedad para lo cual se utiliza mayores niveles de ligante proteínico que da un aspecto muy natural que permite ver bien su poro, con un tacto cálido y sobre todo es sólido a los disolventes por su alta resistencia al frote en húmedo, que le proporciona una alta impermeabilidad, y una fijación elevada de la capa del acabado.

En el gráfico 5, podemos verificar una tendencia lineal positiva altamente significativa en la que la ecuación de regresión para resistencia al frote en húmedo =  $-14.12 + 0.49x$  lo que define una tendencia a elevarse la resistencia al frote en húmedo cuando se emplean mayores niveles de ligante proteínico a un equivalente de 0.49 decimas por cada unidad porcentual de aumento en este componente de la formula de acabado. El coeficiente de determinación ( $R^2$ ) nos indica un valor porcentual alto de 86.29%, en tanto que el 13.71% restante depende de otros factores no considerados en la investigación que pueden deberse a la calidad y conservación de la materia prima como es el cuero caprino como también a la precisión y procedencia del producto químico que se está probando en la investigación como es el ligante proteínico, que provoca una elevada resistencia al frote en húmedo con la utilización de 120 g (T3).

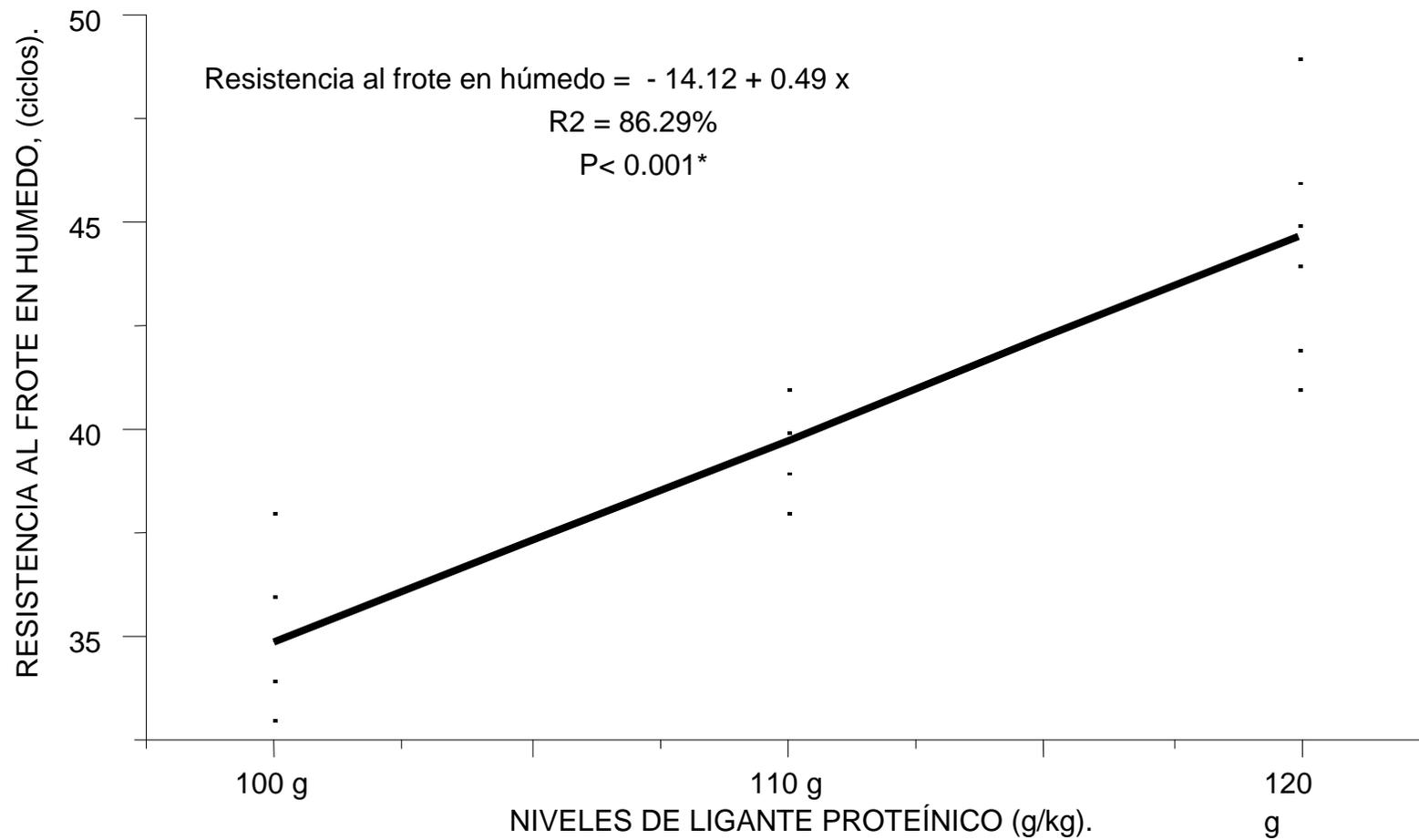


Gráfico 5. Regresión de la resistencia al frote en húmedo de los cueros caprinos acabado de con diferentes niveles de ligantes proteínicos para la elaboración de vaqueta.

### **3. Porcentaje de elongación**

En el análisis de los valores medios del porcentaje de elongación de los cueros tipo vaqueta se reportaron diferencias altamente significativas ( $P < 0.001$ ), entre medias por efecto de los niveles de ligante proteínico, con una media general de 44.69% y un coeficiente de variación de 5.93%, que indica una alta homogeneidad en la dispersión de los resultados experimentales. Registrándose las mayores respuestas en los cueros del tratamiento T3, con 52.40%, es decir cueros con una excelente elongación y que pueden moldearse fácilmente para la fabricación del artículo final, en segunda instancia se ubicaron los cueros del tratamiento T2, con 43.20% y finalmente la elongación más baja de la investigación fue la reportada en los cueros del tratamiento T1, con un promedio final de 50.64 N/cm<sup>2</sup>, que son índices de cueros que no se alargan fácilmente y que dificultan el momento de su utilización, como se ilustra en el gráfico 6.

Los resultados obtenidos en la presente investigación para la característica física de porcentaje de elongación son superiores a los reportados por la Asociación Española de Normalización del Cuero en su Norma Técnica UNE 59005 (2002), que infiere para elongación un límite mínimo permitido de 30%, antes de producirse el primer daño en la superficie de la piel, posiblemente estos resultados puedan deberse a las aseveraciones de Bacardit, A. (2005), quien indica que los ligantes proteínicos se conocen desde la más remota antigüedad, son productos que dan poco relleno, dan una película dura y semi dura, baja resistencia al agua y tienen como mayor ventaja que al combinarse una caseína semi dura con ceras, siliconas confieren al cuero una elevada elasticidad ya que son productos filmógenos, capaces de formar por secado una película elástica y constituyen el elemento fundamental de una formulación de acabado.

En las capas del acabado se pueden englobar en su estructura una serie de productos como pigmentos, colorantes, productos auxiliares, entre otras que deben ligarse homogéneamente sin modificar demasiado las propiedades de elongación del cuero para formar películas muy flexibles y elásticas, lo que se consigue con la aplicación de ligantes proteínicos.

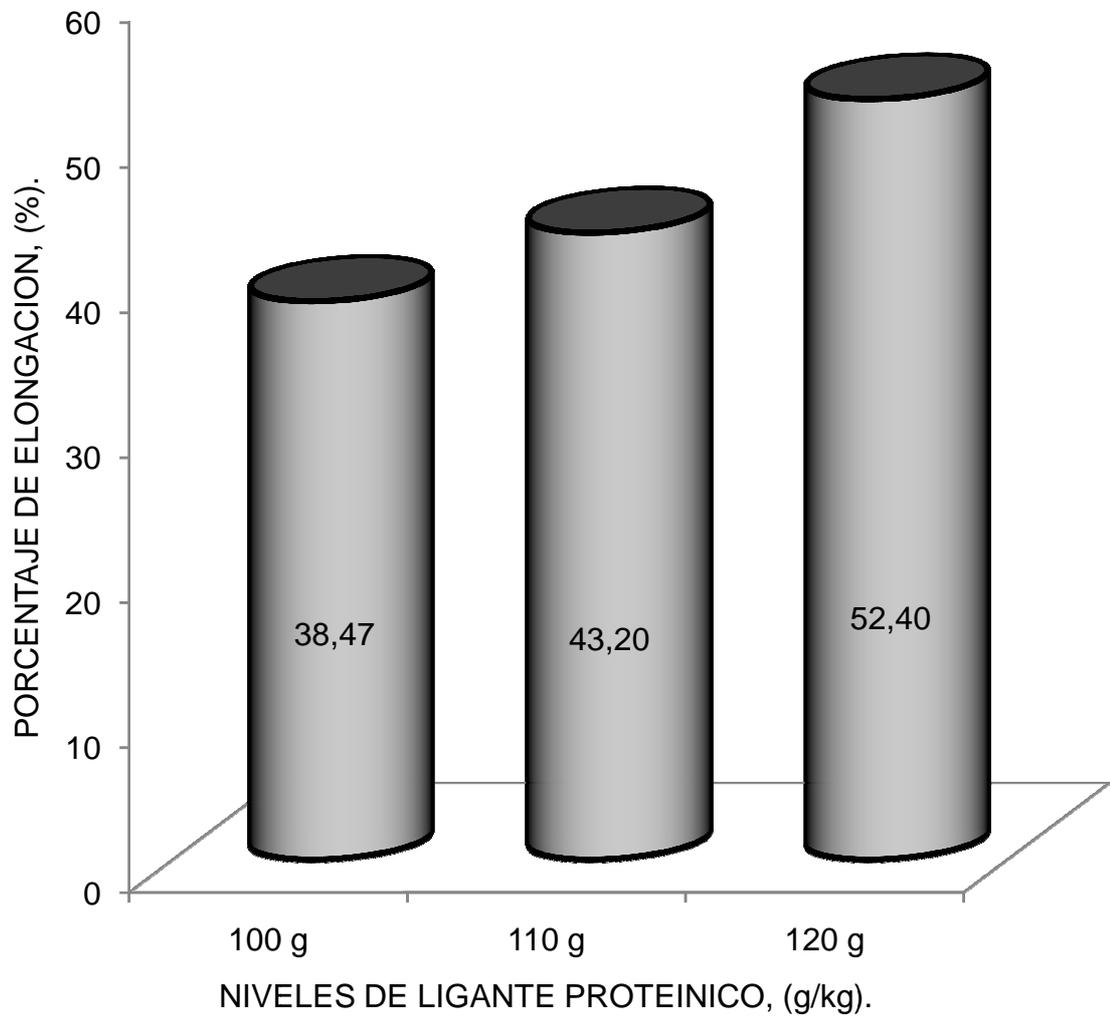


Gráfico 6. Comportamiento del porcentaje de elongación del cuero caprino acabado con diferentes niveles de ligante proteínico para la elaboración de vaqueta.

En el análisis de regresión se determinó una tendencia lineal positiva altamente significativa que se identifica con la ecuación de regresión del porcentaje de elongación de  $31,94 + 0.70x$ , que infiere que por cada unidad de cambio del nivel de ligante proteínico aplicado a la formulación del acabado de piles caprinas para la obtención de vaqueta la elongación se eleva en 0.70 decimas, con un coeficiente de determinación entre estas dos variables de 76.52%, que nos indica un grado de asociación alta, como se ilustra en el gráfico 7, mientras que el 23.48% restante depende de otros factores no considerados en la presente investigación y que tienen que ver con la precisión y el pesaje del producto que se está probando en la investigación como es el ligante proteínico.

## **B. EVALUACIÓN DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DEL CUERO CAPRINO ACABADO CON DIFERENTES NIVELES DE LIGANTE PROTEÍNICO PARA LA ELABORACIÓN DE VAQUETA.**

### **1. Brillantez**

En la valoración de la calificación sensorial de brillantez del cuero tipo vaqueta se registraron diferencias altamente significativas ( $P < 0.001$ ), según Kruskal-Wallis por efecto del nivel de ligante proteínico como se indica en el cuadro 9, registrándose una media general de 3.87 puntos y un coeficiente de variación de 15,42%, que indica una variabilidad media en la dispersión de las mediciones experimentales. Registrándose las apreciaciones más altas en los cueros acabados con 120g de ligante proteínico (T3), con 4,47 puntos y calificación muy buena de acuerdo a la escala propuesta por Hidalgo, L. (2010), y que compartieron rangos de significancia en la separación de medias según Tukey con los cueros acabados con 110 g de ligante proteínico (T2), con 4,20 puntos, mientras que las puntuaciones más bajas fueron registradas por los cueros tipo vaqueta acabados con 100 g de ligante proteínico (T1). Con los reportes antes indicados podemos indicar que a medida que se incrementa el nivel de ligante proteínico la brillantez también se eleva. Lo que puede deberse a lo manifestado por Lultcs, W. (1993), que la caseína como producto filmógeno es un ligante proteínico no es soluble en agua, pero si lo es en álcalis. Mediante una

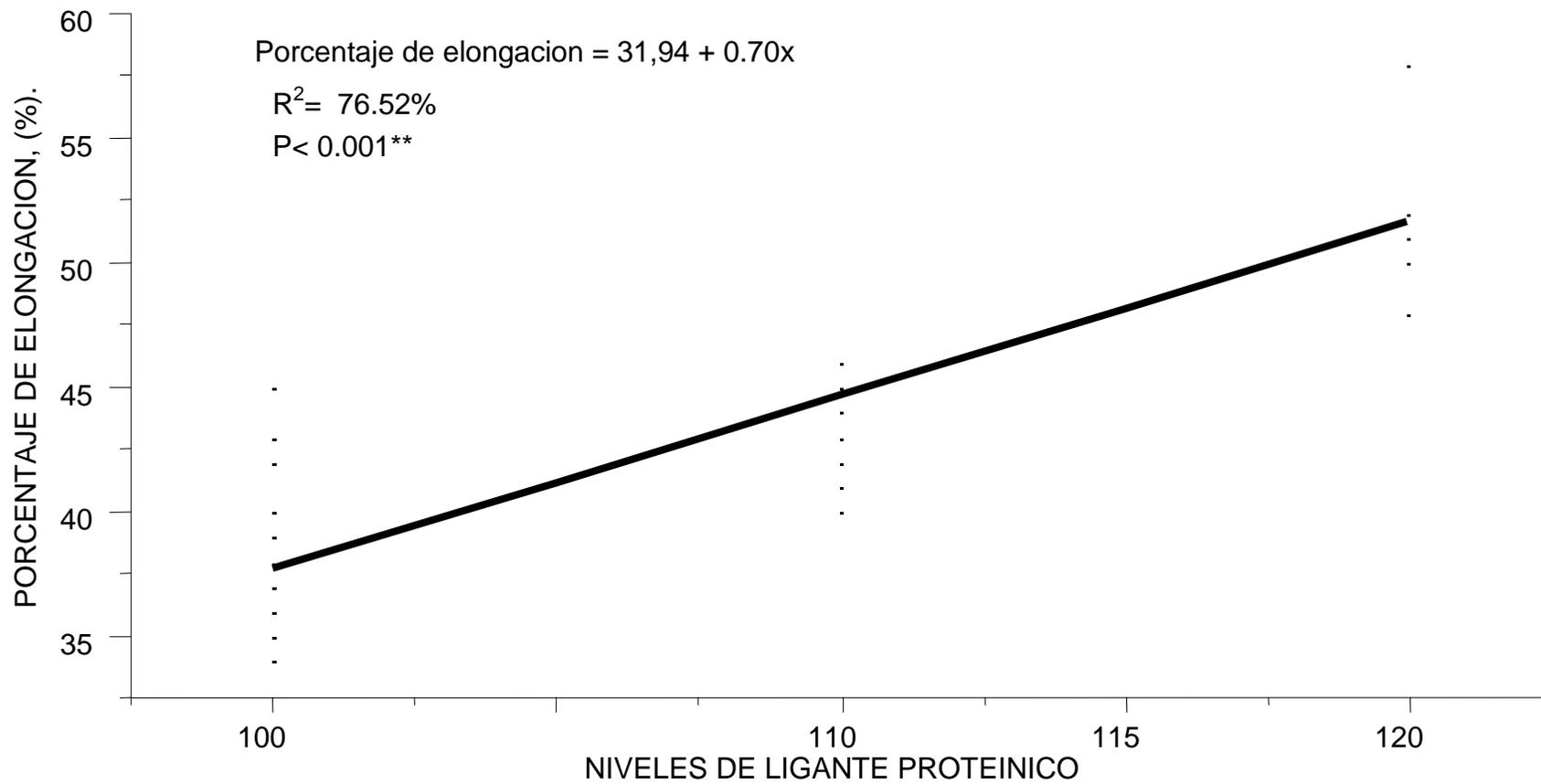


Gráfico 7. Regresión del porcentaje de elongación de los cueros caprinos acabado de con diferentes niveles de ligantes proteínicos para la elaboración de vaqueta.

Cuadro 9. EVALUACIÓN DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DEL CUERO CAPRINO ACABADO CON DIFERENTES NIVELES DE LIGANTE PROTEÍNICÓ PARA LA ELABORACIÓN DE VAQUETA.

VARIABLES	NIVELES DE LIGANTE PROTEÍNICÓ						$\bar{x}$	CV	Sx	Prob	Sign
	100 g/Kg		110 g/Kg		120 g/Kg						
Brillantez	2,93	b	4,20	a	4,47	a	3,87	15,42	0,67	0,001	**
Transparencia	3,53	b	4,20	a	4,67	a	4,13	15,93	0,64	0,002	**
Envejecimiento	2,73	b	4,47	a	4,33	a	3,84	13,98	0,76	0,001	**

modificación química de la molécula de la caseína, es posible solubilizarse en medio débilmente ácido. Esto se obtiene por esterificación de la caseína. Esta caseína ácida proporciona al cuero un brillo uniforme y un buen cierre de flor. Además los ligantes proteínicos y la operación de abrillantado dan al acabado de la vaqueta sus propiedades típicas de alta transparencia y brillantez muy acentuada; es decir, excelente brillo, tacto liso y aspecto natural, la brillantez como se pudo identificar en la investigación se consiguió con mayores niveles de ligante proteínico, como se ilustra en el gráfico 8, considerándose que el brillo es la mayor o menor aproximación a un espejo. Cuanto menos disperse la luz la superficie de un cuero y los rayos luminosos que inciden en una dirección determinada se reflejaran paralelamente entre sí y más brillo tendrá el cuero; mientras que la superficie de un cuero sea áspera y menos lisa menos brillará.

El comportamiento de las mediciones experimentales de la calificación sensorial de brillantez que se ilustra en el gráfico 9, permite estimar una tendencia lineal positiva altamente significativa ( $P < 0.001$ ), con una regresión de  $\text{Brillantez} = -4.57 + 0.077x$ , que indica que partiendo de un intercepto de 4.54 la resistencia a la luz se incrementa en 0.077 decimas por cada unidad de cambio en el porcentaje de ligante proteínico aplicado a la formulación del acabado tipo vaqueta, registrándose además un coeficiente de determinación del 43.70% entre las dos variables interrelacionadas, en tanto que el 56.30% restante depende de otros factores no considerados en la presente investigación, y que tienen que ver primordialmente con la precisión en el pesaje de los productos químicos y en el tiempo y velocidad de los bombos que influyen sobre la calidad del cuero .

## **2. Transparencia**

Los valores medios obtenidos en la característica sensorial de la transparencia del acabado en el cuero tipo vaqueta presentaron diferencias altamente significativas entre medias ( $P < 0.0002$ ), según Kruskal – Wallis por efecto de los diferentes niveles de ligante proteínico aplicado a la formulación del acabado, con una media general de 4.13 puntos y un coeficiente de variación de 15,93%. Identificándose las respuestas más altas en los cueros del tratamiento T3 (120 g

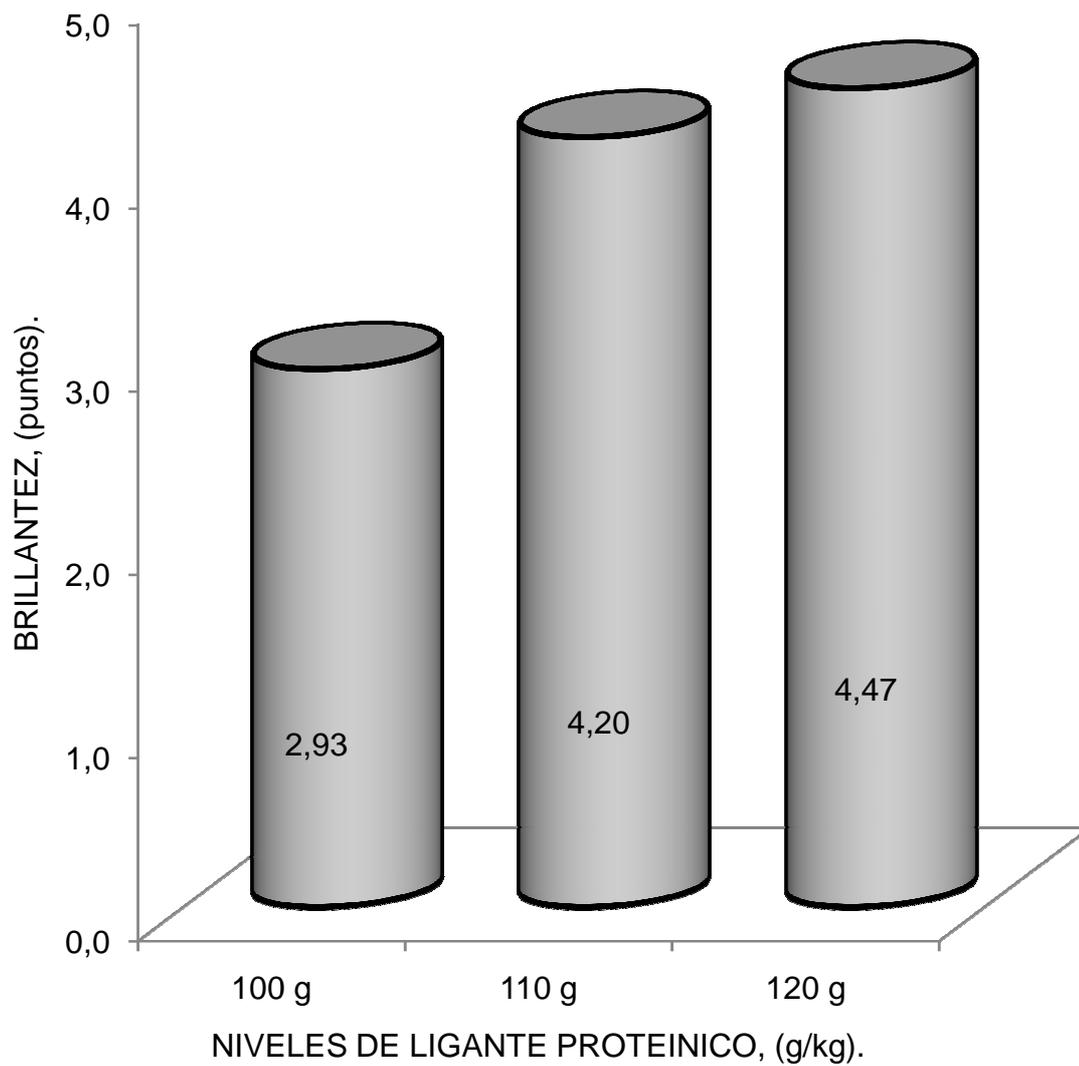


Gráfico 8. Comportamiento de la brillantez del cuero caprino acabado con diferentes niveles de ligante proteínico para la elaboración de vaqueta

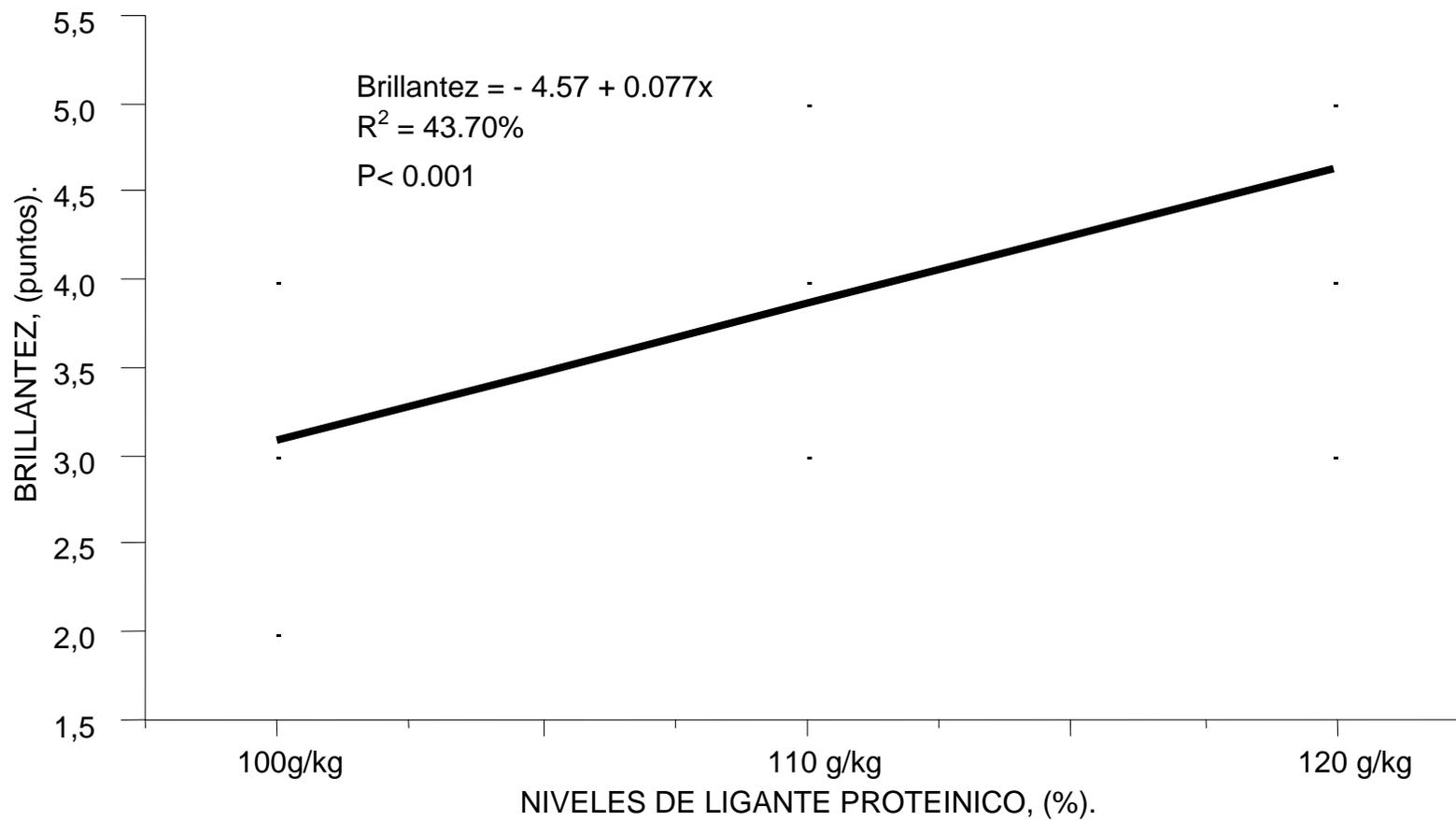


Gráfico 9. Regresión de la brillantez de los cueros caprinos acabado de con diferentes niveles de ligantes proteínicos para la elaboración de vaqueta.

de caseína) con 4,67 puntos y condición excelente; es decir, cueros con buena transparencia que permiten el paso de la luz, lo cual facilita observar fácilmente el poro de la piel, como también un aumento del brillo; además, una mayor transparencia del acabado resalta la belleza natural del cuero. Con el tratamiento T2 (110 g de caseína) la calificación desciende a 4.20 puntos sobre 5 puntos de referencia y condición de muy buena según la escala propuesta por Hidalgo, L. (2010), en tanto que las calificaciones más bajas fueron las reportadas por los cueros del tratamiento T1 (100 g de caseína), con medias de 3,53 puntos y condición de buena según la mencionada escala, como se ilustra en el Gráfico 10, pudiéndose de esta manera aseverar que el incremento de la cantidad a utilizar de ligante proteínico en la formulación del acabado, consiente el aumento de la transparencia del cuero ya que como indica Soler, J. (2004), el cuero no es un producto artificial sino totalmente natural, madurado con todos sus características y matices naturales, genuinos. Cada piel tiene su propia estructura viva, su propio patrón de cicatrices y dobleces.

Esto es el porqué cada piel es única y original y es observada fácilmente gracias a la mayor transparencia que presente el acabado sobre la superficie de un pedazo tibio de cuero que tiene en común con todos los productos naturales: se pone más hermoso con el paso de los años y que adquiere un lustre muy especial. Cuando tomamos en cuenta la transparencia del cuero partimos de la premisa de que los clientes adquieren productos en función a los estímulos que perciben a través de los sentidos. El primer sentido que el cuero estimula es la vista, gracias al color, la brillantez o la maticidad del mismo y especialmente dependiendo del tipo de acabado que lleve el artículo final, la transparencia deja observar el grano de flor.

Todos estos elementos en su conjunto nos muestran la imagen y personalidad del producto por un lado están las propiedades sensoriales del cuero tan ligadas a nuestros propios cuerpos, incluyendo la suavidad y temperatura de las superficies continuas y ondulantes, como lo olfativo, puesto que el cuero emana fragancias complejas que se van personalizando al mezclarse con el aroma de sus portadores. Para la conquista del mercado internacional se tendrá que cumplir con los factores principales, mencionando el nombre, la marca, los atributos, solidez

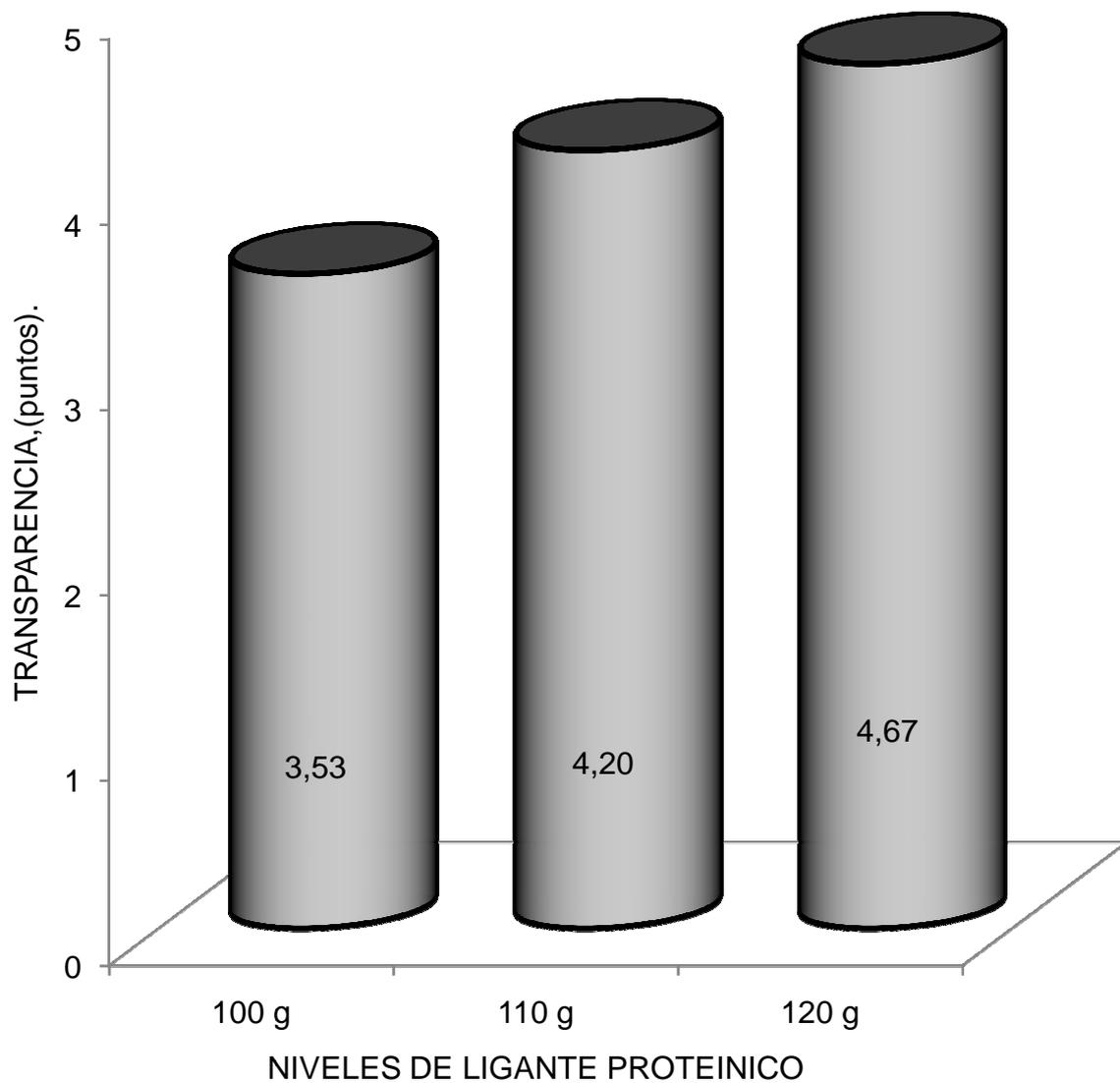


Gráfico 10. Comportamiento de la transparencia del cuero caprino acabado con diferentes niveles de ligante proteínico para la elaboración de vaqueta.

sensoriales como son principalmente la transparencia, los beneficios, el posicionamiento y la promesa. Mediante el análisis de regresión que se ilustra en el Gráfico 11, se pudo determinar una tendencia lineal positiva altamente significativa ( $P < 0.001$ ), y una ecuación de Transparencia =  $0,57x + 3,0x$ , que nos manifiesta que partiendo de un intercepto de 0.57 la transparencia tiende a elevarse en 0,3 decimas por cada unidad de cambio en el nivel de ligante proteínico aplicado a la formulación del acabado de los cueros tipo vaqueta con una asociación entre estas dos variables que corresponden en porcentaje al 98,97% que está establecido por el coeficiente de determinación.

### **3. Resistencia al envejecimiento**

Los promedios obtenidos de la calificación sensorial del envejecimiento del cuero tipo vaqueta registraron diferencias altamente significativas ( $P < 0.001$ ), según Kruskal Wallis, por efecto de los niveles de ligante proteínico, con una media general de 3,84 y un coeficiente de variación de 13,98, que nos demuestra una ligera variabilidad entre la dispersión de las mediciones experimentales. Los rangos de significancia de acuerdo a Tukey al 5 %, presentan similitud entre los resultados que se obtuvieron en los cueros del tratamiento T2 y T3 con calificaciones de 4,47 y 4,33 puntos y condición de muy buena, como se ilustra en el Gráfico 12, según la escala propuesta por Hidalgo, L. (2010).

Es decir cueros que soportan fácilmente las condiciones adversas del uso sin presentar fácilmente signos visibles de envejecimiento, mientras que las puntuaciones mas bajas fueron registradas en los cueros del tratamiento T1 con 2,73 puntos y condición baja evidenciándose cueros que con aspecto envejecido perdiendo la belleza natural de este material tan noble y que puede ser utilizado para múltiples artículos, ya que su vida útil es larga en relación a los materiales sintéticos que pretenden reemplazarlo. Los reportes nos indican que al utilizar una cantidad moderada como es 110 gramos de ligante proteínico se consigue evitar el envejecimiento prematuro del cuero lo que puede deberse a lo manifestado por Vanvlimer, P. (1996), que indica que la explicación se encuentra en que la larga vida del cuero en uso, precisa introducir el fenómeno de

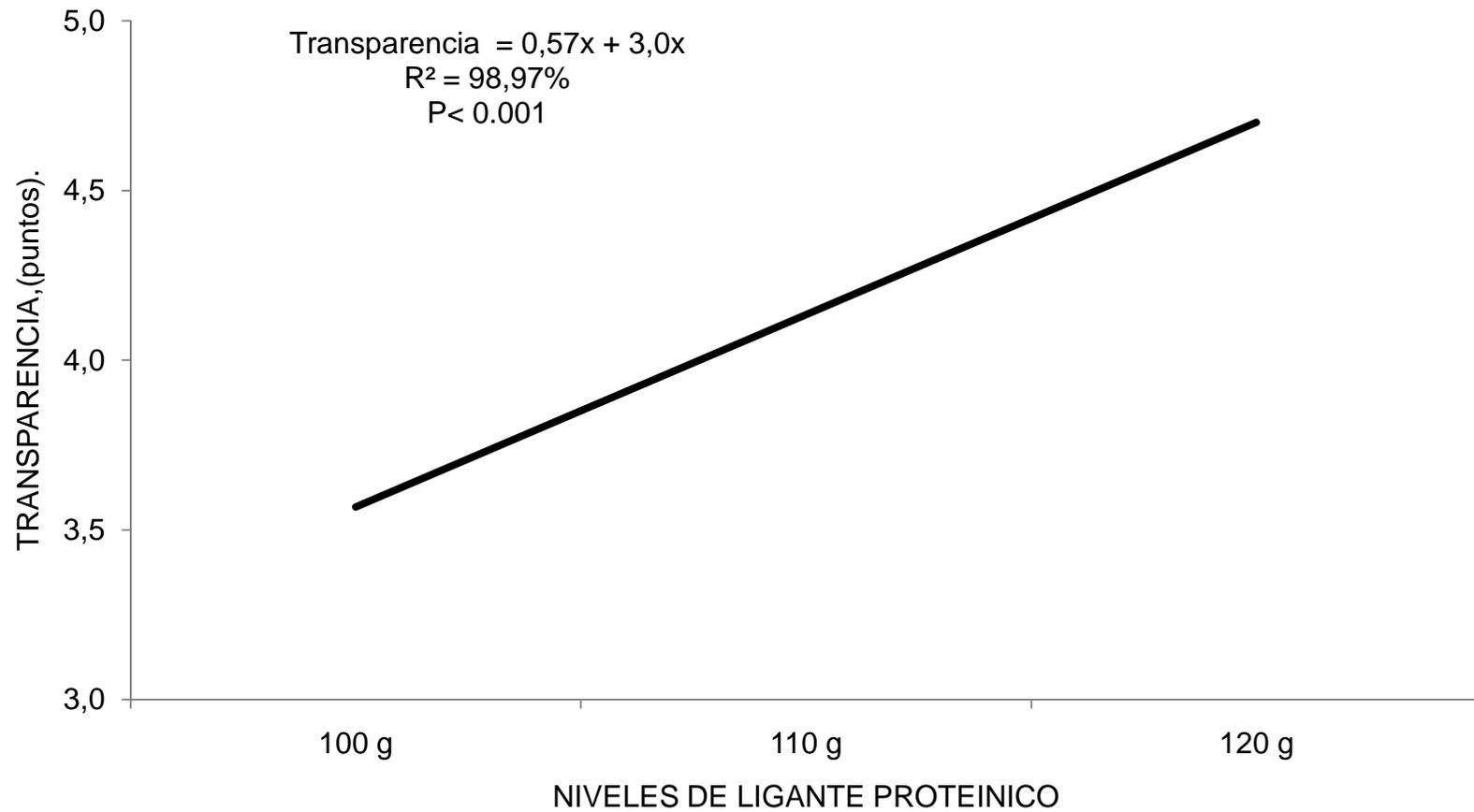


Gráfico 11. Regresión de la transparencia de los cueros caprinos acabado de con diferentes niveles de ligantes proteínicos para la elaboración de vaqueta.

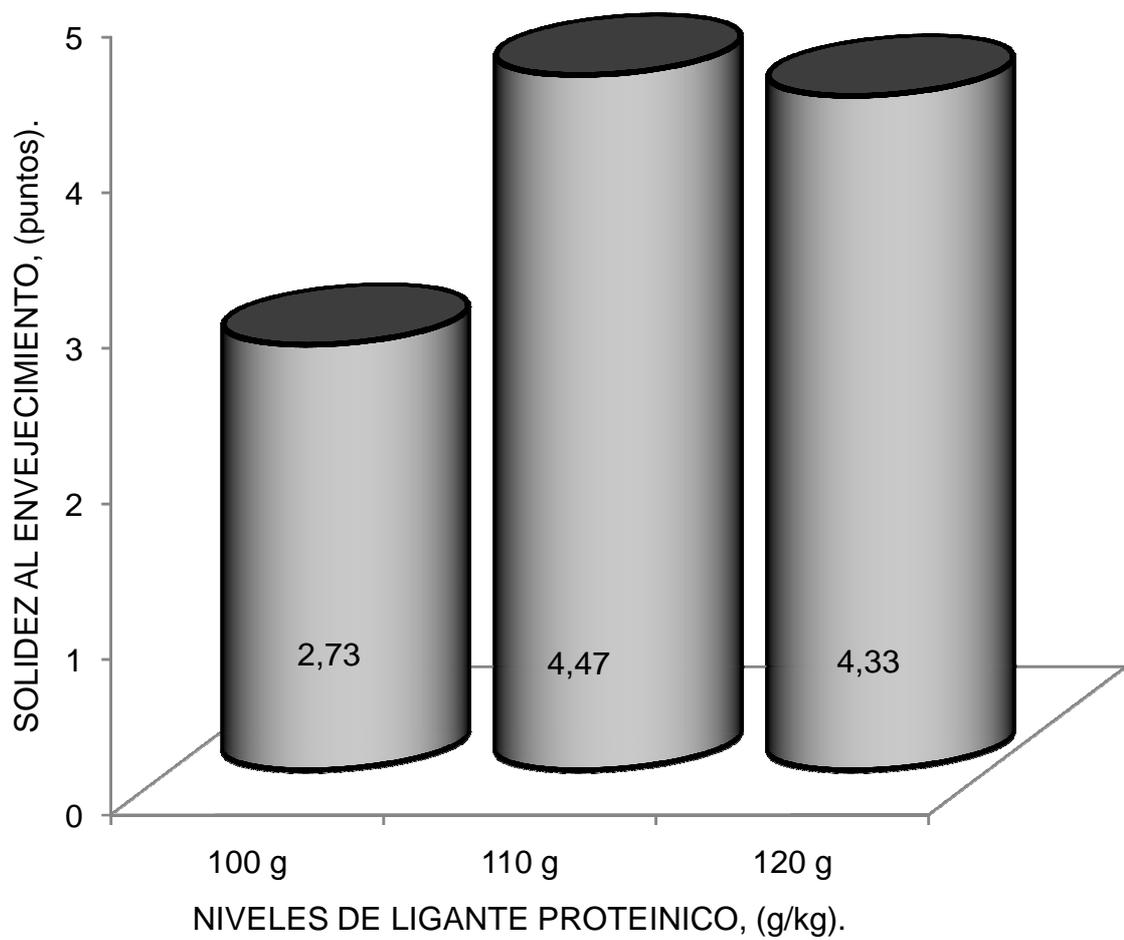


Gráfico 12. Comportamiento de la resistencia al envejecimiento del cuero caprino acabado con diferentes niveles de ligante proteínico para la elaboración de vaqueta.

envejecimiento para conocer la evolución que presenta el acabado. Una piel sometida al envejecimiento puede presentar tres tipos de degradación: mecánica, química y sensorial, que puede ser determinada por la visualización del aspecto que presenta la superficie del cuero es decir las grietas, blanqueamientos, ruptura y en fin otros aspectos que denotan una piel con envejecimiento prematuro. Los resultados obtenidos muestran que la exposición directa del cuero a la intemperie causa una degradación mecánica y sensorial en el cuero, ya que se puede observar una clara reducción en la temperatura de contracción y distensión de la flor, la disminución de estas propiedades indica que el envejecimiento puede provocar deshidratación, una partición parcial de la cadena proteínica del colágeno y/o descurtición y perjuicios en el acabado.

Cuando el cuero es expuesto a la luz solar o a altas temperaturas, absorbe energía la cual induce reacciones fotoquímicas mediante mecanismos radicales primero se rompen compuestos químicos formando radicales libres posteriormente estos reaccionan rápidamente con oxígeno para formar radicales peróxidos que reaccionan con los compuestos orgánicos del cuero es decir colorante productos curtientes y sobre todo ligantes proteínicos rompiéndose algunos de los enlaces formados con estos compuestos y el colágeno y por ende provocan el apareamiento del envejecimiento prematuro.

Al realizar el análisis de regresión que se ilustra en el gráfico 13, se pudo determinar una tendencia cuadrática altamente significativa ( $P < 0.001$ ), con una ecuación de regresión de resistencia al envejecimiento =  $117.27 + 2.13x - 0.0093x^2$ , que indica que partiendo de un intercepto de 117,27 el envejecimiento inicialmente tiende a elevarse en 2.13 unidades al incluir en la formulación del acabado 110 gramos de ligante proteínico (T1), para luego iniciar un descenso en la calidad del cuero en 0.009 centésimas al incrementarse el nivel de ligante proteínico a 120 gramos (T3), identificándose además un coeficiente de determinación  $R^2$ , de 61,83 % mientras que el 38,17% restante depende de otros factores no considerados en la presente investigación, como son principalmente la calidad en la conservación de la materia prima y la procedencia y pesaje de los productos químicos empleados en la formulación del acabado del cuero caprino.

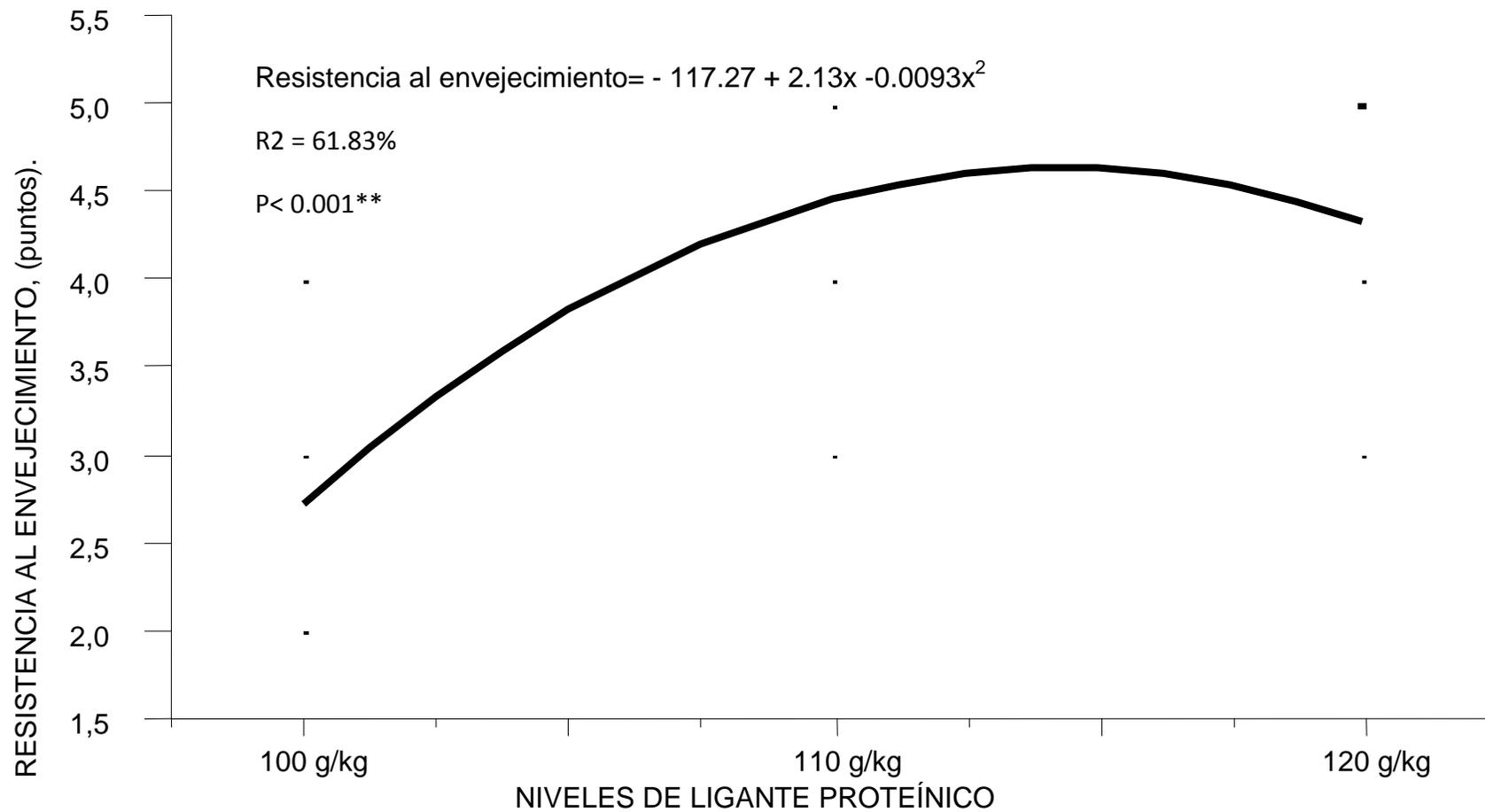


Gráfico 13. Regresión de la resistencia al envejecimiento de los cueros caprinos acabados con diferentes niveles de ligantes proteínicos para la elaboración de vaqueta.

## **C. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL CUERO TIPO VAQUETA ACABADO CON DIFERENTES NIVELES DE LIGANTE PROTEÍNICOS POR EFECTO DE LOS ENSAYOS**

### **1. resistencia al frote en seco**

En la valoración de la resistencia al frote en seco de los cueros tipo vaqueta por efecto de los ensayos no se registraron diferencias estadísticas entre las medias de los tratamientos ( $P < 0.4$ ), sin embargo se observa cierta superioridad numérica en los cueros del segundo ensayo con 58,53 ciclos y que desciende a 58.0 y 57.13 ciclos en los cueros del primero y tercer ensayo respectivamente, como se indica en el cuadro 10 y Gráfico 14, evidenciándose que al no existir una diferencia marcada entre las unidades experimentales el proceso fue realizado en condiciones controladas como fueron en el Laboratorio y que los efectos externos como medio ambiente no tienen influencia sobre la calidad en frote con fieltro seco sobre los cueros mas bien estas ligeras diferencias suelen suceder por la procedencia, edad y calidad de la materia prima que como es un factor desconocido no es fácil controlarlo, pese a esto se pretendió clasificar y fijarse muy bien en las pieles que no presenten defectos mecánicos demasiado visibles y es por eso que se consiguió obtener un producto de alta calidad en los tres ensayos ya que superaron con el límite exigido por la GERIC que es de 50 ciclos antes de evidenciar el primer deterioro de la película del acabado.

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

Los valores medios de la resistencia al frote en húmedo no registraron diferencias estadísticas entre medias por efecto de los ensayos ( $P < 0.59$ ), sin embargo aleatoriamente los cueros del tercer ensayo son ligeramente más altos con 40 ciclos que los cueros del primero y segundo ensayo con 39,87 y 39,47 ciclos respectivamente, ya que como se dijo anteriormente el proceso de producción del cuero tipo vaqueta se lo realizó en un ambiente controlado como es el Laboratorio y siempre se procuró seguir las indicaciones del director en lo que se refiere

Cuadro 10. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL CUERO CAPRINO ACABADO CON DIFERENTES NIVELES DE LIGANTE PROTEÍNICO PARA LA ELABORACIÓN DE VAQUETA POR EFECTO DE LOS ENSAYOS.

VARIABLE	EFECTO DE LOS ENSAYOS						$\bar{x}$	Sx	Prob	Sign
	Primer ensayo		Segundo ensayo		Tercer ensayo					
Resistencia frote en seco, ciclos.	58,00	a	58,53	a	57,13	a	57,85	0,78	0,4	ns
Resistencia frote en húmedo,, ciclos.	39,87	a	39,47	a	40,00	a	39,76	0,38	0,59	ns
Elongación	45,13	a	43,87	a	45,07	a	44,68	0,68	0,35	ns

Fuente: Chávez, F. (2010).

$\bar{x}$  : Media general.

Sx: Desviación estándar.

Prob Probabilidad.

Sign: significancia.

\*\* : Promedios con letras diferentes en la misma fila difieren estadísticamente según Tuckey (P<0.01).

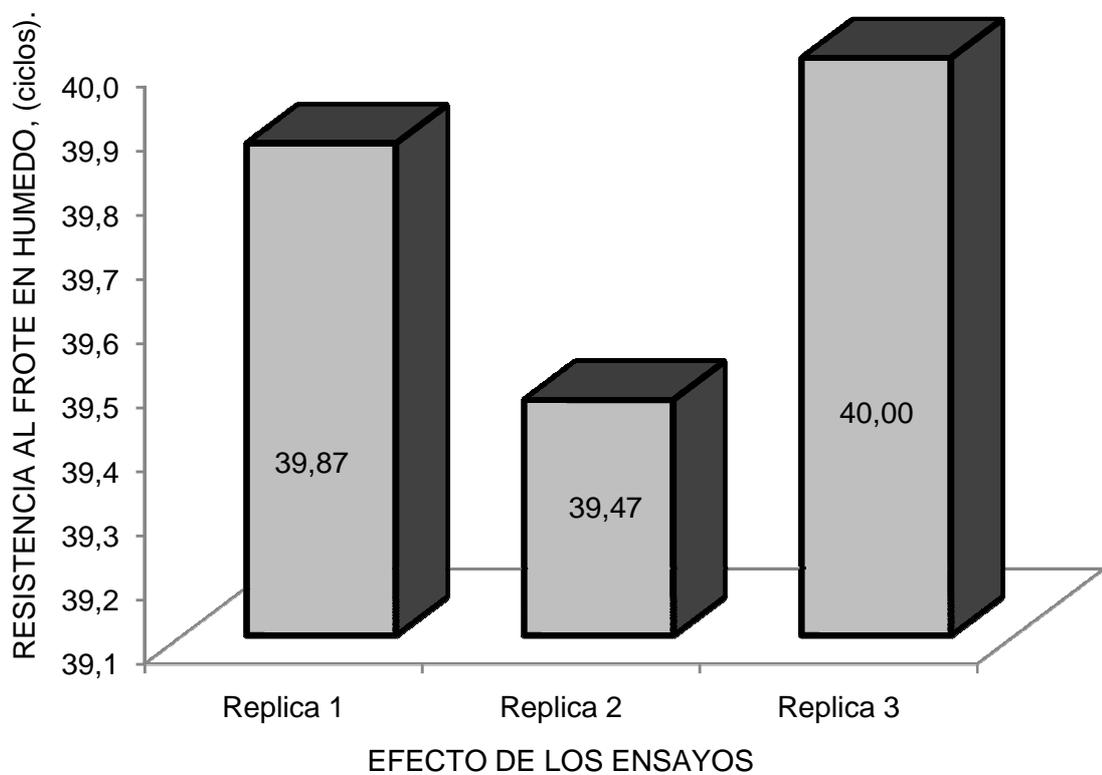
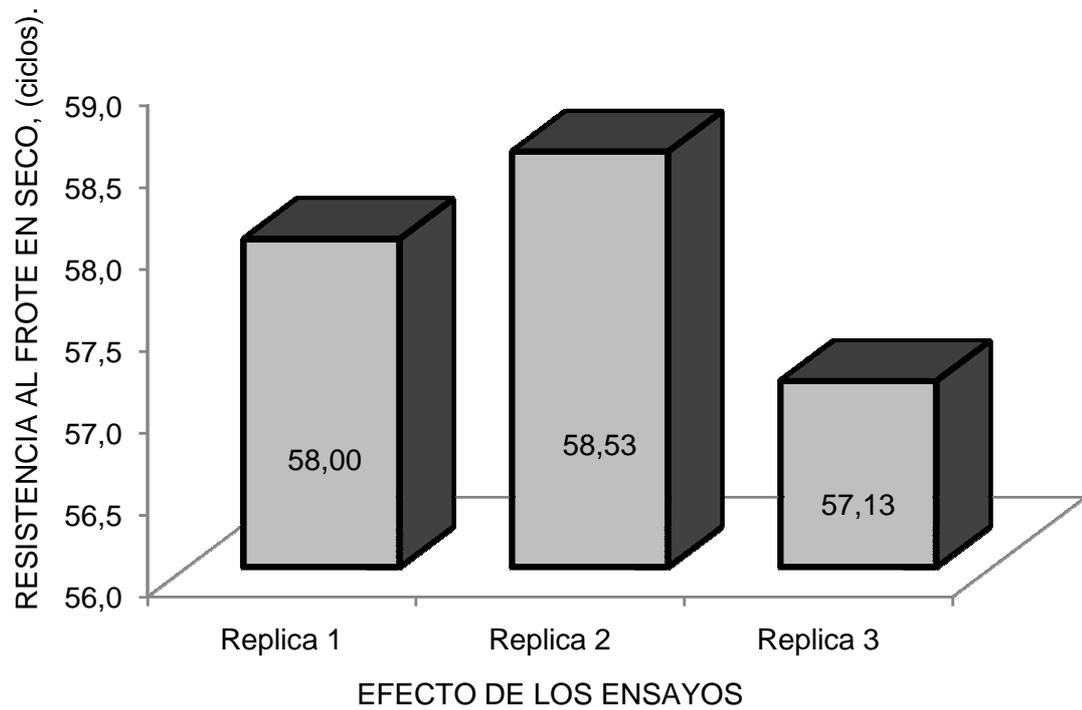


Gráfico 14. Comportamiento de la resistencia al frote en húmedo y seco del cuero caprino acabado con diferentes niveles de ligante proteínico para la elaboración de vaqueta.

principalmente a preparación de las formulas para cada uno de los procesos como también el tiempo y la velocidad del rodado de los bombos ya que todo la calidad sobre todo en lo que tiene que ver con la resistencia al frote en húmedo esta influenciada en el proceso del acabado y sobre todo en la aplicación del ligante proteínico que es el encargado como su nombre lo indica a ligar o unir a los demás componentes de las capas del acabado y como al poner en contacto el articulo confeccionado a la humedad si no tiene una buena adherencia se desprende fácilmente y se vuelve duro y sin brillo es necesario cuidar bastante de este factor, pero sin embargo en los tres ensayos si se superan con las exigencias de calidad de la GERIC, como mínimo permitido los 30 ciclos.

### **3. Porcentaje de elongación**

El porcentaje de la elongación de los cueros tipo vaqueta no registraron diferencias estadísticas entre medias ( $P < 0.35$ ), por efecto de los ensayos, sin embargo el orden numérico de los promedios de la elongación del cuero fueron de 45.13: 45.07 y 43.87% para el primero, tercero y segundo ensayo respectivamente, como se ilustra en el gráfico 15, evidenciándose promedios entre ensayos bastante homogéneos es decir cueros con características similares para elongación. Con relación a las exigencias reportadas por la Asociación Española de Normalización del Cuero (GERIC), en su Norma Técnica UNE59005 (2002), que establece como límite permitido una elongación del 25% para todos los cueros, podemos ver que en los tres ensayos en estudio se supera ampliamente este límite referencial, es decir se producen cueros con una buena elasticidad, flexibilidad y plasticidad, armado que son necesarias la confección del articulo final.

Ya que la elongación consiste en el estiramiento progresivo hasta el punto de fragmentación de las cadenas fibrosas del cuero, registrando tanto el valor máximo de carga como la deformación sufrida respecto a la medida inicial (%), que para el caso del cuero vaqueta no es tan elevado el limite exigido pues es un material que debe ser suave pero al mismo tiempo armado pues los artículos que se confeccionan son especialmente correas, cinturones, billeteras, bolsos, etc..

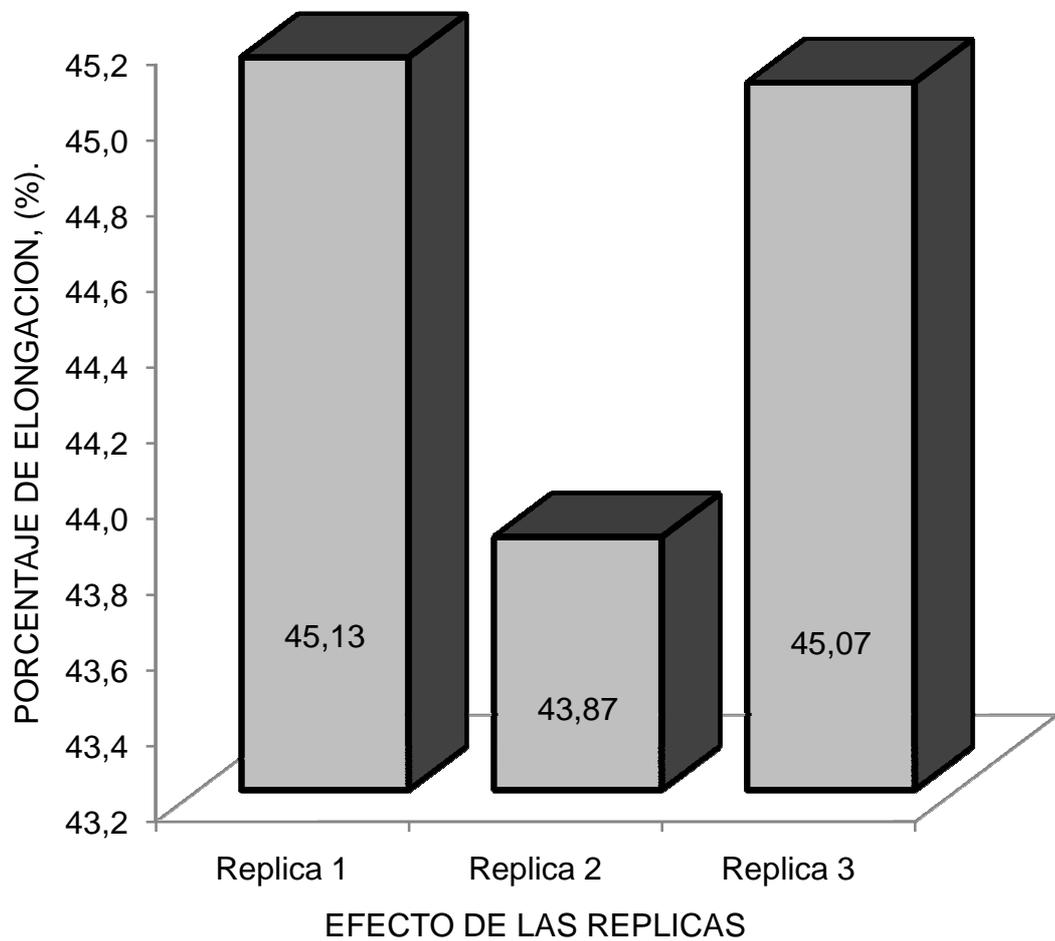


Gráfico 15. Comportamiento del porcentaje de elongación del cuero caprino acabado con diferentes niveles de ligante proteínico para la elaboración de vaqueta, por efecto de los ensayos.

## **D. EVALUACIÓN DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DEL CUERO TIPO VAQUETA ACABADO CON DIFERENTES NIVELES DE LIGANTE PROTEÍNICÓ POR EFECTO DE LOS ENSAYOS.**

### **1. Brillantez**

La evaluación de la característica sensorial de brillantez no registro diferencias estadísticas ( $P < 0.2$ ) entre medias por efecto de los ensayos ubicándose únicamente una cierta superioridad en los cueros del tercer ensayo con 4,07 puntos y que desciende a 3,67 y 3,87 puntos en los cueros del primero y segundo ensayo, como se indica en el cuadro 11 y Gráfico 16. Reafirmandose que al no existir diferencias estadísticas entre medias los cueros presentan cualidades similares ya que como se ha reportado entre tratamientos si se registran diferencias, lo que puede deberse a que en la realización de los ensayos las condiciones de trabajo fueron homogéneas, lo que nos permite aseverar que a medida que se desarrollaron los ensayos se adquirió precisión en la formulación de la curtición y sobre todo en el acabado del cuero tipo vaqueta, para conseguir las mejores prestaciones sensoriales de brillantez que son indispensables para la presentación del producto final.

### **2. Transparencia**

Una de las principales características sensoriales que guía sobre la calidad y su posible facilidad de comercialización; y además, que se la mide a través de la visualización para observar la belleza del poro es la transparencia. En la presente investigación la evaluación de esta cualidad sensorial se estableció por medio de calificaciones sobre 5 puntos de referencia, de acuerdo a la escala propuesta por Hidalgo, L. (2010), en la cual no se encontró diferencias estadísticas ( $P < 0,51$ ) entre las medias de los tratamientos, por efecto de los ensayos, como se reporta en el cuadro 17 y Gráfico 10, correspondiéndole numéricamente superioridad a los cueros del primer ensayo con 4,40 puntos seguida de los cueros del tercer ensayo con 4,20 puntos y finalmente las calificaciones más

Cuadro 11. EVALUACIÓN DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DEL CUERO TIPO VAQUETA ACABADO CON DIFERENTES NIVELES DE LIGANTE PROTEÍNICÓ POR EFECTO DE LOS ENSAYOS.

VARIABLE	EFECTO DE LOS ENSAYOS			$\bar{x}$	Sx	Prob.	Sign.
	Primer ensayo	Segundo ensayo	Tercer ensayo				
Brillantez, (puntos).	3,67 a	3,87 a	4,07 a	3,85	0,15	0,2	ns
Transparencia , (puntos).	4,40 a	3,80 a	4,20 a	4,12	0,17	0,51	ns
Envejecimiento , (puntos).	3,73 a	4,07 a	3,73 a	3,82	0,14	0,16	ns

Fuente: Chávez, F. (2010).

$\bar{x}$  : Media general.

Sx: Desviación estándar.

Prob Probabilidad.

Sign: significancia.

\*\* : Promedios con letras diferentes en la misma fila difieren estadísticamente según Tuckey (P<0.01).

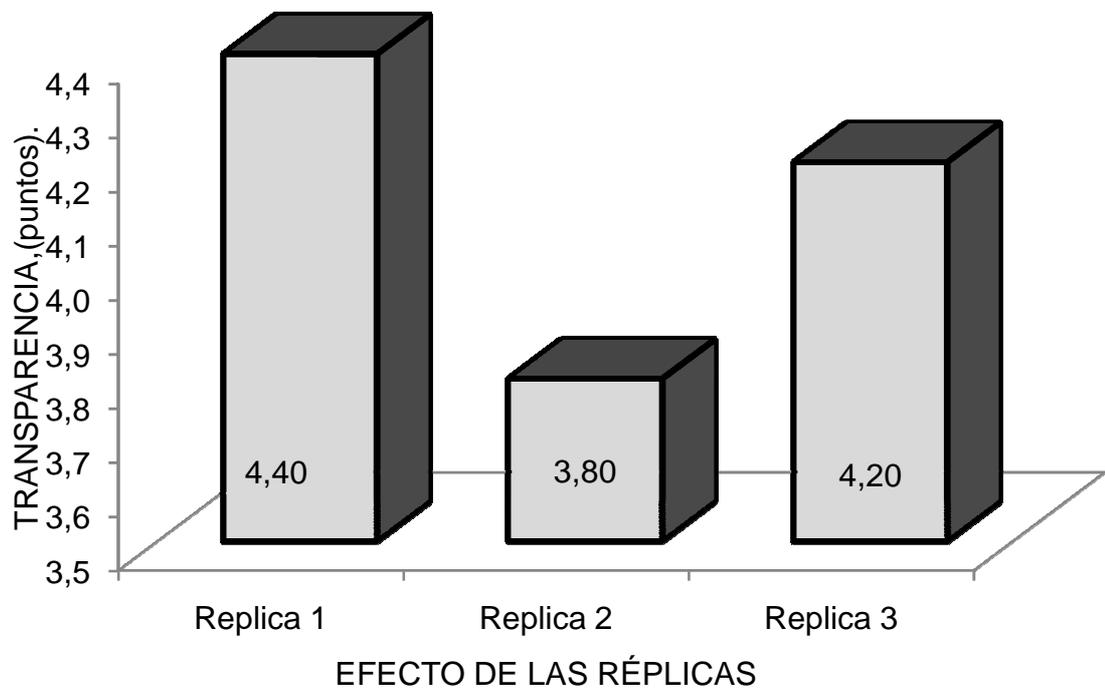
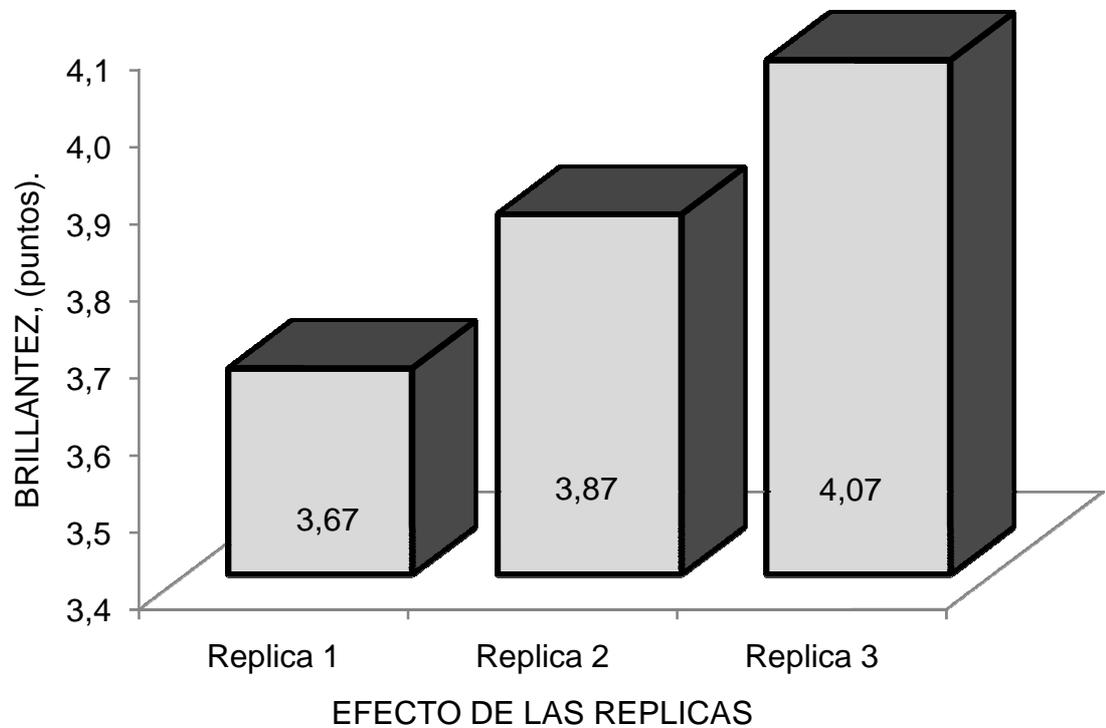


Gráfico 16. Comportamiento de la brillantez y transparencia del cuero caprino acabado con diferentes niveles de ligante proteínico para la elaboración de vaqueta por efecto de los ensayos.

bajas fueron las reportadas por los cueros del segundo ensayo con 3,80 puntos, al no existir diferencias en la calidad de los cueros podemos manifestar que se controló los procesos de producción para mejorar los atributos sensoriales del cuero durante su fabricación, procesos que pueden ser relativamente simples o muy sofisticados o complejos, ya que la proyección del producto desde una perspectiva sensorial tiene un campo de acción más amplio, lo que hace que su clasificación se eleve en forma significativa y que puede estar coadyuvado por la aplicación de las capas del acabado que son las que mejoran la transparencia del cuero tipo vaqueta.

### **3. Resistencia al envejecimiento**

En la apreciación sensorial de la resistencia al envejecimiento del cuero tipo vaqueta acabado con diferentes niveles de ligante proteínico no se registró diferencias estadísticas ( $P < 0.16$ ), entre medias de los tratamientos, por efecto de los ensayos, únicamente se presentó una cierta superioridad numérica en los cueros del segundo ensayo con 4.07 puntos y condición muy buena según la escala propuesta por Hidalgo, L. (2010), y que no difieren estadísticamente de las pieles del primero y tercer ensayo que compartieron calificación de 3,73 puntos y condición muy buena para los dos casos en estudio, como se puede ilustrar en el Gráfico 17 .

Con lo que se puede establecer que en el segundo ensayo se evidenciaron las mejores condiciones de materia prima y productos químicos de la investigación lo que se reflejaron en las calificaciones sensoriales más altas, es decir los cueros con una mayor resistencia al envejecimiento ideales para la confección de artículos de marroquinería, en los que la exposición directa a la intemperie causa modificaciones de la composición del cuero por la deshidratación, degradación de la cadena del colágeno, descurtición parcial y pérdida de grasas, pérdida del poder de adhesión de los ligantes proteínicos que da como consecuencia una degradación sensorial del cuero especialmente el detrimento de color y de blandura y por ende el apareamiento del envejecimiento prematuro que desmejora la calidad del artículo final y disminuye su tiempo de duración.

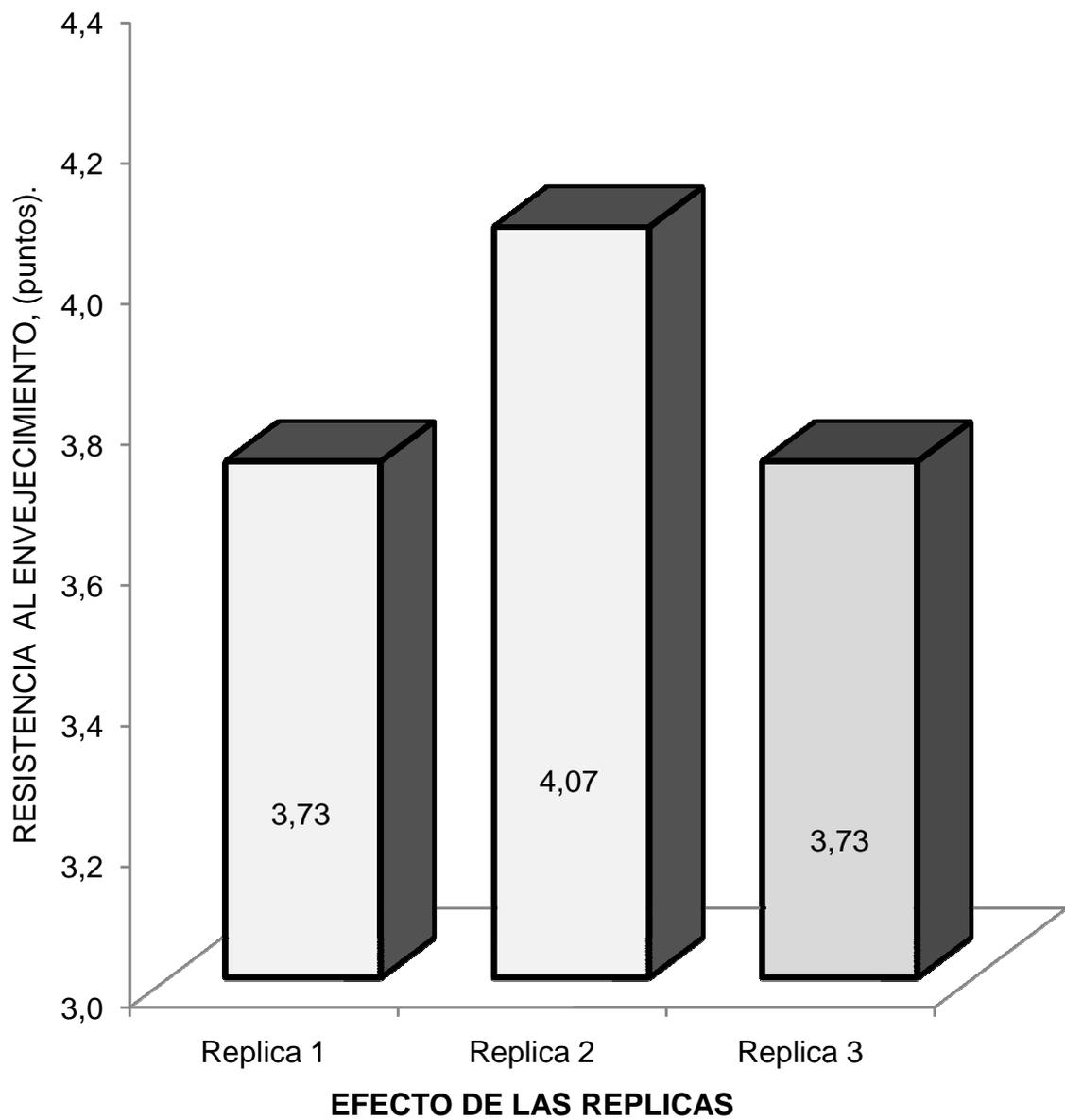


Gráfico 17. Comportamiento de la resistencia al envejecimiento del cuero caprino acabado con diferentes niveles de ligante proteínico para la elaboración de vaqueta por efecto de los ensayos.

## **D. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL CUERO TIPO VAQUETA POR EFECTO DE LA INTERACCIÓN ENTRE LOS DIFERENTES NIVELES DE LIGANTE PROTEÍNICO Y LOS ENSAYOS**

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

En la evaluación de la interacción entre los niveles de ligante proteínico y los ensayos del cuero tipo vaqueta se evidenciaron diferencias altamente significativas ( $P < 0.001$ ). En la separación de medias por Tuckey los promedios más altos son los registrados en los cueros del tratamiento T3 en el primero, segundo y tercer ensayo con 64, 63,80 y 60,80 ciclos respectivamente, mientras que los valores más bajos fueron los reportados por los cueros del tratamiento T2 en el segundo ensayo con medias de 51.60 y que compartieron rangos de significancia con los promedios registrados por los cueros del tratamiento T1 en el tercer ensayo con 52.20 ciclos, como se indica en el cuadro 12 y gráfico 18 . Pudiendo indicarse que los cueros que resisten mejor el frote con fieltro seco son los acabados con mayores niveles de ligante proteínico es decir 120 g en el primer ensayo, lo que nos permite estimar que son materiales que resisten fácilmente las mayores inclemencias de calor al confeccionar el artículo final sin deteriorar su aspecto, ya que los productos elaborados con cuero tienen la particularidad de ser duraderos es por esto que no muestran competencia sus análogos que son los productos sintéticos.

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

Las mayores exigencias de calidad que se espera del cuero tipo vaqueta son la resistencia al frote en fieltro húmedo especialmente en condiciones de lavado o de contacto directo con el agua es por eso que se necesita que la capa del acabado presente las mejores condiciones como es el caso de los cueros del tratamiento T3 en el tercer ensayo (T3E3), con 45,80 ciclos y que reportan diferencias altamente significativas entre medias ( $P < 0.015$ ), pero que comparten rangos de significancia de acuerdo a Tuckey con los cueros del tratamiento T3 en

Cuadro 12. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL CUERO TIPO VAQUETA POR EFECTO DE LOS DIFERENTES NIVELES DE LIGANTE PROTEÍNIC Y LOS ENSAYOS

	EFECTO DE LA INTERACCION NIVELES DE LIGANTE PROTEINICO POR ENSAYOS									MG	SX	PROB	SIGN
	T1E1	T1E2	T1E3	T2E1	T2E2	T2E3	T3E1	T3E2	T3E3				
resistencia frote en seco ciclos	57,40 bc	60,20 ab	52,20 cd	52,60 bc	51,60 d	58,40 ab	64,00 a	63,80 a	60,80 ab	5786	0,45	0,001	**
Resistencia frote en húmedo	36,20 cd	34,40 d	34,20 d	38,60 bc	40,40 b	40,00 b	44,80 a	43,60 a	45,80 a	39,75	0,22	0,015	**
Porcentaje de Elongacion	41,80 bc	36,80 c	36,80 c	41,20 bc	43,60 b	44,80 b	52,40 a	51,20 a	53,60 a	44,66	0,39	0,007	**

Fuente: Chávez, F. (2010).

$\bar{x}$  : Media general.

Sx: Desviación estándar.

Prob Probabilidad.

Sign: significancia.

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

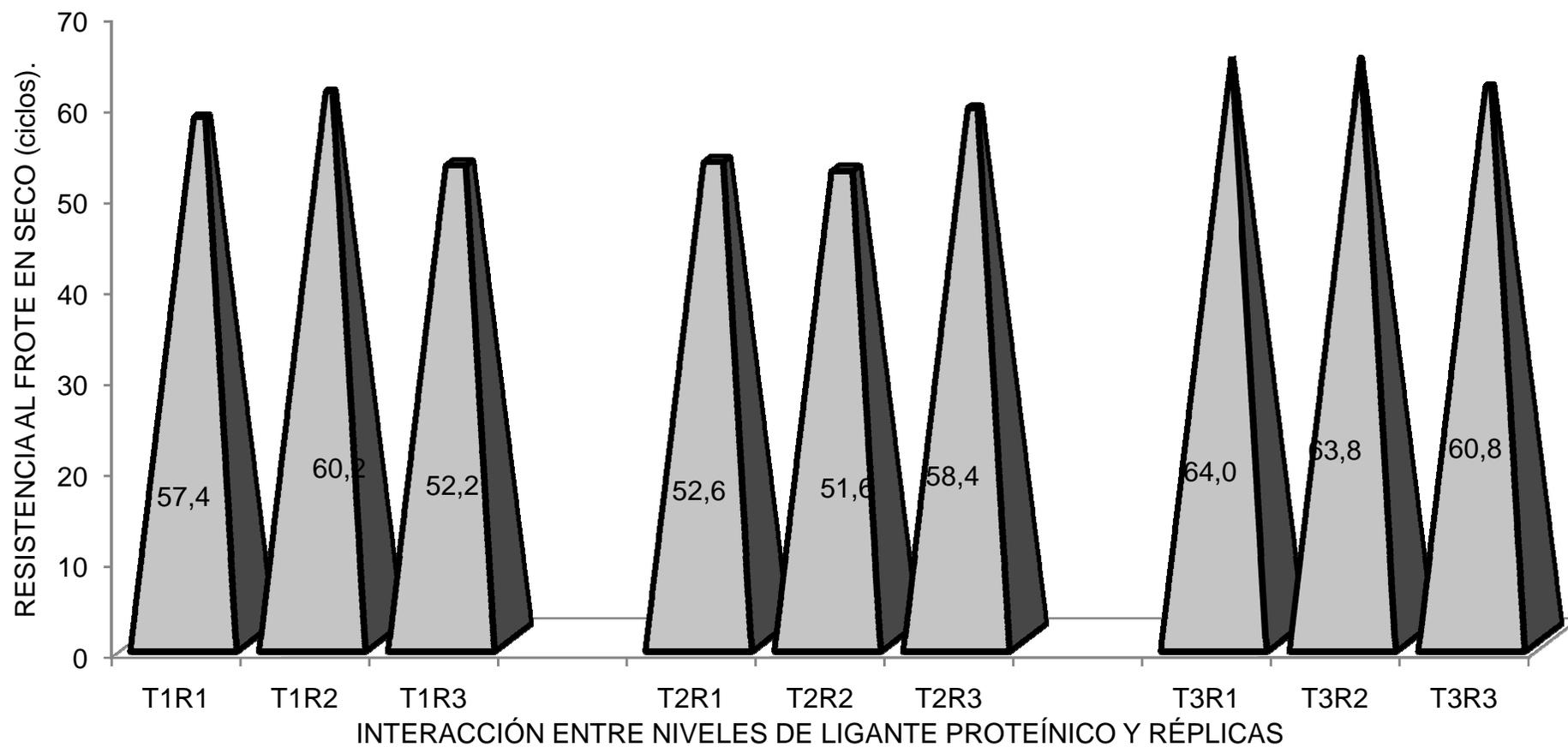


Gráfico 18. Comportamiento de la resistencia al frote en seco del cuero caprino por efecto de la interacción entre los diferentes niveles de ligante proteínico y los ensayos.

el primero y segundo ensayo (T3E1 y T3E2) con 44.80 y 43.60 ciclos respectivamente, pero que no comparten rangos de significancia con los cueros del tratamiento T2 en el segundo y tercer ensayo (T2E2 y TE3), con promedios de 40.40 y 40 ciclos, en su orden. Mientras que las resistencias más bajas fueron las registradas en los cueros del tratamiento T1 en el primero, segundo y tercer ensayo (T1E1, T1E2 y T1E3), con 36.20; 34.40 y 34.20 ciclos respectivamente. Presentado el mismo comportamiento que la variable antes evaluada es decir que a mayores niveles de ligante proteínico (110 g) y a medida que se desarrollan los ensayos (E3), se mejora significativamente la resistencia al frote en húmedo.

### **3. Porcentaje de elongación**

Las medias registradas para el porcentaje de elongación del cuero tipo vaqueta reportaron diferencias altamente significativas ( $P < 0.007$ ), entre tratamientos, por efecto de la interacción entre el Factor A y B, como se reporta en el gráfico 19, presentándose la mejor elongación en los cueros del tratamiento T3 en el tercer ensayo (T3E3), con 53,6% y que compartieron rangos de significancia con los cueros del tratamiento en mención pero en el primero y segundo ensayo (T3E1 y T3E2), con medias de 52,4 y 51,2 % respectivamente, pero que difieren estadísticamente de los cueros del tratamiento T2 en el segundo y tercer ensayo (T2E2 y T2E3), con 44,8 y 43,6% respectivamente. Mientras que los valores más bajos fueron los reportados por los cueros del tratamiento T1 en el segundo y tercer ensayo con medias de 36,8% para los dos casos en estudio y que a su vez compartieron rangos de significancia con los cueros del tratamiento T1 y T2 en el primer ensayo (T1R1 y T2R1), con medias de 41,8 y 41,2% respectivamente

Cumpléndose con una tendencia similar a las características físicas antes evaluadas en que la mejor elongación está dada con mayores niveles de ligante proteínico y en los ensayos más altos pero sin embargo los valores observados se encuentran dentro de los rangos exigidos por la Asociación Española de Normalización y Certificación del Cuero (GERIC) en su Norma Técnica, UNE 59005 (2002), que infiere como límite mínimo 25%.

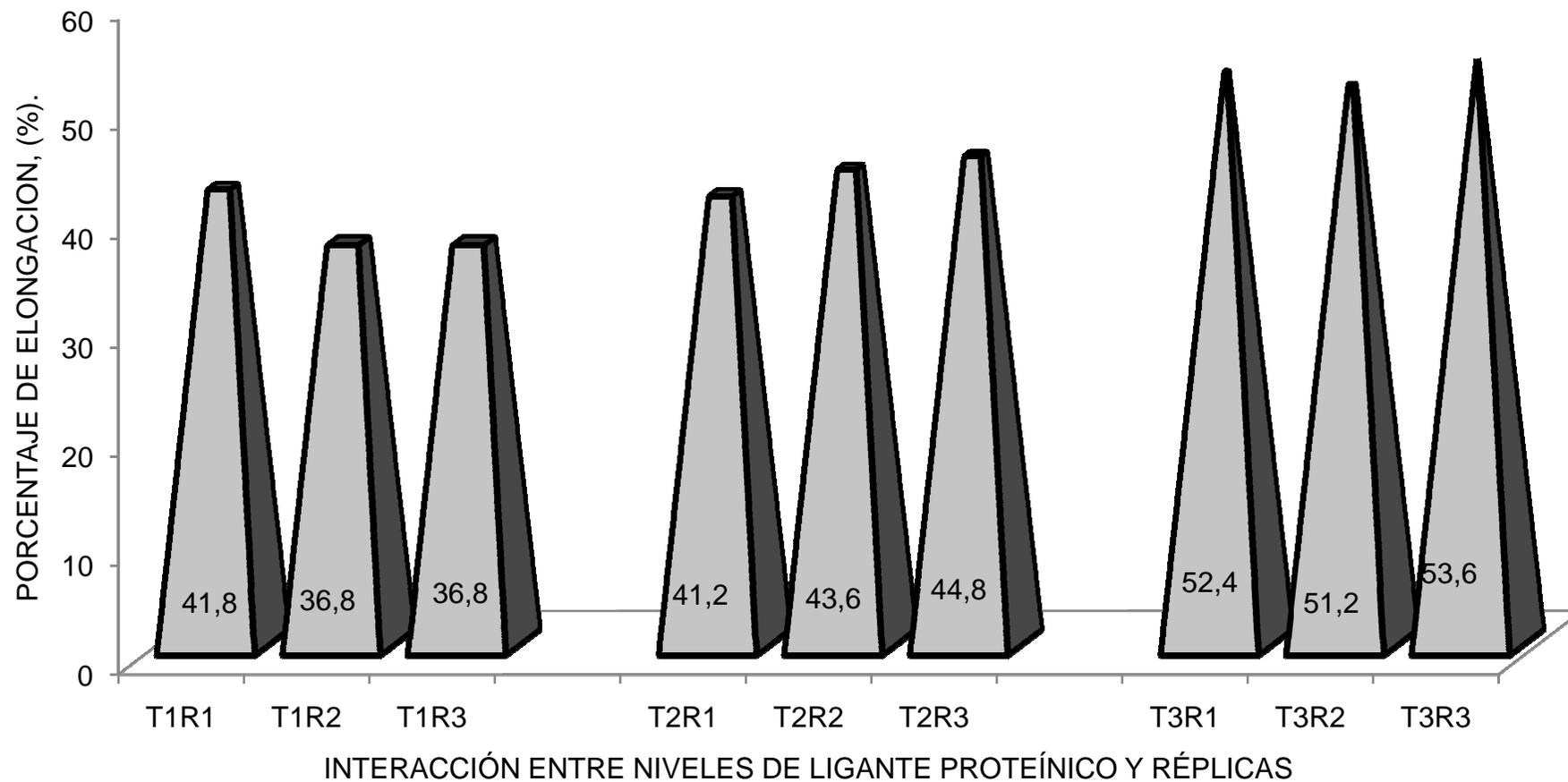


Gráfico 19. Comportamiento del porcentaje de elongación del cuero caprino por efecto de la interacción entre los diferentes niveles de ligante proteínico y los ensayos.

## **E. EVALUACIÓN DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DEL CUERO TIPO VAQUETA POR EFECTO DE LA INTERACCION ENTRE LOS DIFERENTES NIVELES DE LIGANTE PROTEÍNICO Y LOS ENSAYOS**

### **1. Brillantez**

Los valores medios obtenidos de la brillantez del cuero tipo vaqueta, que reporta en el cuadro 13 y se ilustra en el gráfico 20, se registraron diferencias altamente significativas entre medias ( $P < 0.07$ ), por efecto de la interacción entre los niveles de ligante proteínico y los ensayos consecutivos, reportándose la mayor calificación en las pieles del tratamiento T3 en el tercer ensayo (T3E3), con una apreciación de 4.80 puntos y calificación de excelente es decir cueros con una brillantez ideal para cumplir con las exigencias de cuero tipo vaqueta en las que la apariencia juega un papel decisivo para la confección del producto final seguida de los cueros del tratamiento T2 y T3 en el primero y segundo ensayo (T2R1 y T3R2) que compartieron la misma calificación es decir 4,60 puntos y condición excelente, mientras que las calificaciones más bajas fueron las reportas por los cueros del tratamiento T1 en el primero, segundo y tercer ensayo (T1R1, T1R2 y T1R3), con medias de 3,40; 2,60 y 2,80 puntos respectivamente y condición baja de acuerdo a la mencionada escala, es decir cueros con una superficie opaca, sin brillo y que desmejoran las calificaciones sensoriales del material producido.

### **2. Transparencia**

La transparencia es la cualidad sensorial que presenta el cuero caprino para dejar pasar la luz y permitir que la belleza natural del cuero se realce, por eso al realizar la evaluación de la transparencia se identificaron diferencias altamente significativas entre medias ( $P < 0.001$ ), por efecto de la interacción entre los niveles de ligante proteínico y los ensayos registrándose las calificaciones más altas en los cueros del tratamiento T1 y T3 en el primero y tercer ensayo (T1R1; T3R1 y T3R3) compartiendo la misma calificación de 4,80 puntos y condición excelente, y que compartieron rangos de significancia con los cueros de

Cuadro 13. EVALUACIÓN DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DEL CUERO TIPO VAQUETA POR EFECTO DE LA INTERACCION ENTRE LOS DIFERENTES NIVELES DE LIGANTE PROTEÍNICO Y LOS ENSAYOS.

	EFECTO DE LA INTERACCION NIVELES DE LIGANTE PROTEINICO Y LOS ENSAYOS									$\bar{x}$	Sx	Prob	Sign
	T1E1	T1E2	T1E3	T2E1	T2E2	T2E3	T3E1	T3E2	T3E3				
Brillantez, (puntos).	3,40 cd	2,60 d	2,80 cd	3,60 cd	4,40 ab	4,60 ab	4,00 bc	4,60 ab	4,80 a	3,86	0,09	0,015	**
Transparencia, (puntos).	4,80 a	2,40 c	3,40 bc	3,60 bc	4,60 ab	4,40 ab	4,80 a	4,40 ab	4,80 a	4,15	0,10	0,001	**
Envejecimiento, (puntos).	3,20 bc	2,80 bc	2,20 c	4,20 ab	4,80 a	4,40 a	3,80 b	4,60 a	4,60 a	3,83	0,08	0,01	*

Fuente: Chávez, F. (2010).

$\bar{x}$  : Media general.

Sx: Desviación estándar. 58

Prob Probabilidad.

Sign: significancia.

\*\* : Promedios con letras diferentes en la misma fila difieren estadísticamente según Tuckey (P<0.01).

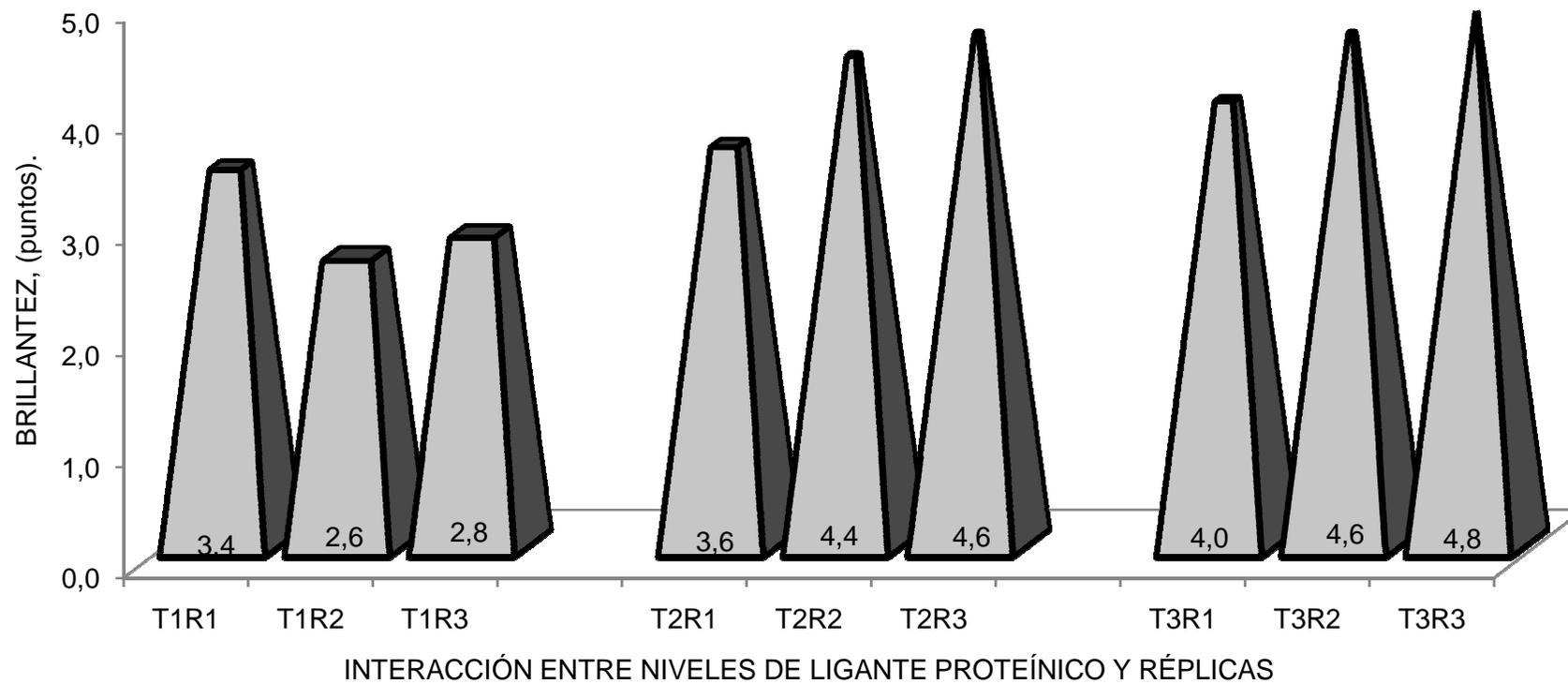


Gráfico 20. Comportamiento de la brillantez del cuero caprino por efecto de la interacción entre los diferentes niveles de ligante proteínico y los ensayos.

tratamiento T2 y T3 en el segundo y tercer ensayo con calificaciones de 4,60; y 4.40 puntos (T2R2; T2R3 y T3R2), respectivamente mientras que las calificaciones bajas fueron las alcanzadas por los cueros delo tratamiento T1 en el segundo ensayo (T1R2), con medias de 2,40 puntos y condición baja según la escala propuesta por Hidalgo, L. (2010), es decir cueros con muy poca transparencia que no dejan pasar el haz de luz para que se puedan reflejar las bellezas naturales del cuero tipo vaqueta.

### **3. Resistencia al envejecimiento**

Las medias registradas de la resistencia al envejecimiento de los cueros tipo vaqueta reportaron diferencias significativas ( $P < 0.01$ ), por efecto de la interacción entre los niveles de ligante proteínico y los ensayos, como se ilustra en el gráfico 21, presentándose los mejores resultados en los cueros del tratamiento T2 en el segundo ensayo (T2R2), y que compartieron rangos de significancia con los cueros del tratamiento T3 en el segundo y tercer ensayo (T3R2; T3R3 y T2R3), con 4,60 y 4.40 puntos para cada uno de los casos en estudio y calificación que va de excelente a buena según la escala propuesta por Hidalgo, L. (2010), mientras que los valores más bajos fueron los registrados en las pieles del tratamiento T1 en el tercer ensayo (T1R3), con calificación de 2.20 puntos y que compartieron rangos de significancia con los cueros del tratamiento T1 en el primero y segundo ensayo (T1R1 y T1R2), con 3,20 y 2,80 puntos y calificación que va de baja a buena según la mencionada escala. Con lo que se puede confirmar que los cueros que soportaron mejor las condiciones más adversas y que no sufrieron un envejecimiento prematuro fueron los acabados con 110 g de ligante proteínico en el segundo ensayo y que pudo deberse a lo manifestado por Bacardit, A. (2005), quien manifiesta que las condiciones ambientales extremas a la que está expuesto el cuero en la elaboración del producto final producen su envejecimiento prematuro. Los factores más importantes en la degradación del cuero durante su exposición ambiental son la temperatura, la humedad relativa y la radiación ultravioleta que causa cambios de color, desteñidos, erosión de la superficie, pérdida de brillo, etc.

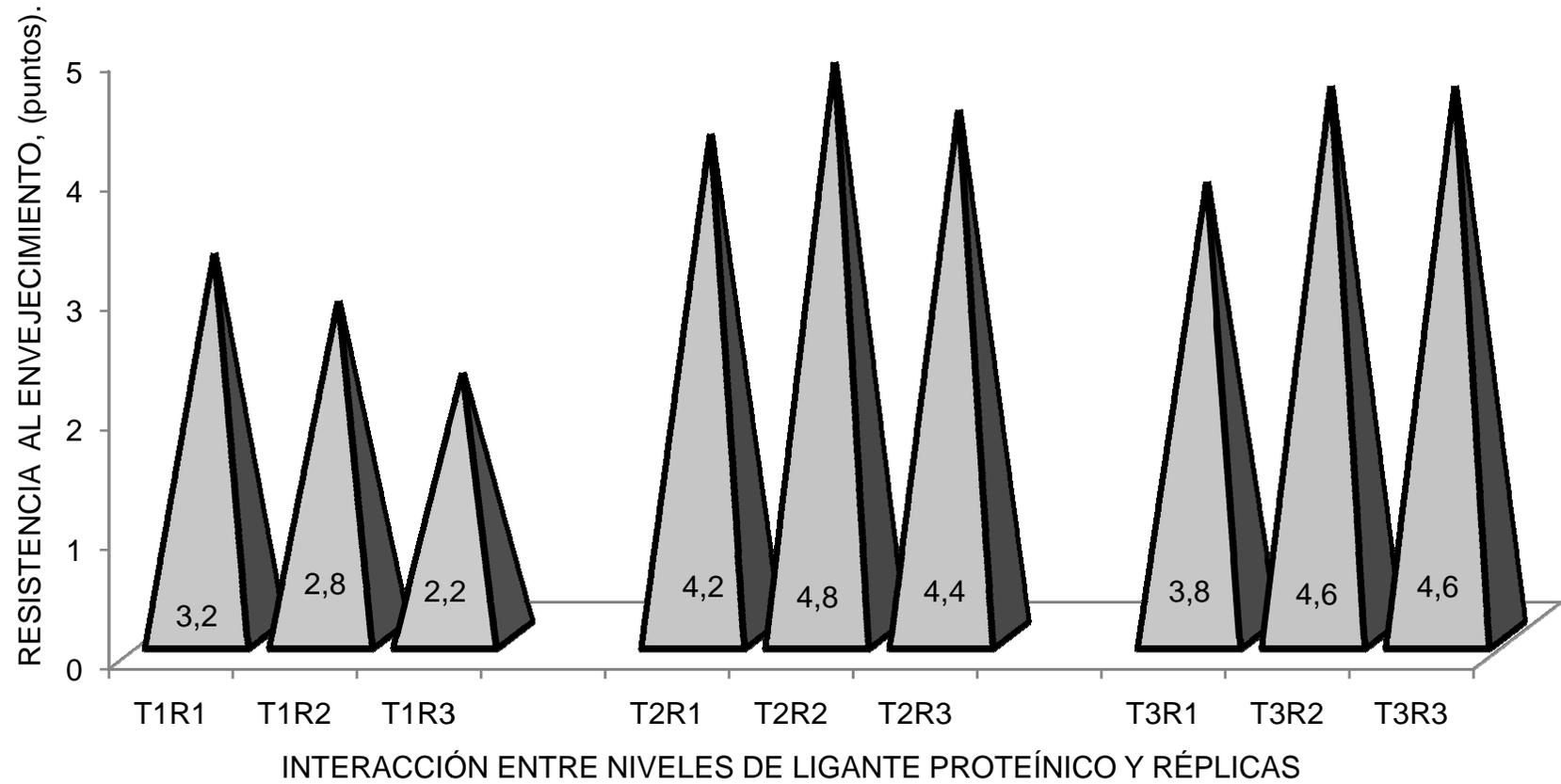


Gráfico 21. Comportamiento de la resistencia al envejecimiento del cuero caprino por efecto de la interacción entre los diferentes niveles de ligante proteínico y los ensayos.

## F. ANALISIS DE CORRELACION ENTRE VARIABLES

Para saber el grado de correlación que existe entre las variables dependientes en función de la variable independiente (niveles de ligante proteínico), se utilizó la Matriz Correlacional de Pearson y que se describe a continuación en el cuadro 14

La correlación existente entre los niveles de ligante proteínico y la resistencia al frote con fieltro seco es estadísticamente significativa con una relación positiva de  $r = 0.48^*$ , lo que nos indica que conforme aumenta el nivel de ligante proteínico en la formulación del acabado del cuero tipo vaqueta la resistencia al frote seco tiende a mejorar significativamente ( $P < 0.01$ ).

Para la correlación que se reporta entre la resistencia al frote con fieltro húmedo y los niveles de ligante proteínico se observa una relación positiva altamente significativa con un valor del coeficiente de correlación ( $r = 0.93^{**}$ ), lo cual determina que a medida que se incrementa el nivel de ligante proteínico, la resistencia al frote en seco también se aumenta ( $P < 0.01$ ).

El grado de asociación del porcentaje de elongación y el nivel de ligante proteínico es altamente significativa con una relación positiva de  $r = 0.88^*$ , lo que nos sugiere que conforme aumenta el nivel de ligante, en el acabado del cuero caprino tipo vaqueta el porcentaje de elongación tiende también a elevarse, ( $P < 0.01$ ).

La correlación existente entre la calificación sensorial de brillantez y el nivel de ligante proteínico infiere una relación positiva y altamente significativa, con un coeficiente correlacional  $r = 0.67^{**}$ , que determina que a medida que se incrementa el nivel de ligante proteínico brillantez tiende a crecer o aumentar ( $P < 0.01$ ).

La asociación que se registra entre el nivel de ligante proteínico y la transparencia es positiva con una relación media de  $r = 0.47^*$ , que nos indica

Cuadro 14. ANÁLISIS DE CORRELACION DEL CUERO CAPRINO ACABADO CON DIFERENTES NIVELES DE LIGANTE PROTEÍNICO PARA LA ELABORACION DE VAQUETA.

		Tratamiento	Frote en seco	Frote en humedo	Elongacion	Brillantez	Transparencia	Envejecimiento
Tratamiento	Pearson Correlation	1	*	**	**	**	*	**
Frote en seco	Pearson Correlation	0,48	1	*	*			
Frote en humedo	Pearson Correlation	0,93	0,49	1	**	**	**	**
Elongacion	Pearson Correlation	0,88	0,55	,83	1	**	**	**
Brillantez	Pearson Correlation	0,67	0,25	0,65	0,54	1	*	
Transparencia	Pearson Correlation	0,47	0,20	0,61	0,54	0,48	1	
Envejecimiento	Pearson Correlation	0,66	0,10	0,66	0,56	0,60	0,29	1

Correlations

\*\* Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

\* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed)

que a medida que se incrementa el nivel de ligante proteínico en la formulación del acabado del cuero caprino tipo vaqueta la transparencia se eleva moderadamente ( $P < 0.01$ ).

Finalmente para la característica sensorial de resistencia al envejecimiento se pudo identificar una relación positiva altamente significativa por efecto del ligante proteínico aplicado a la formulación de acabado de los cueros tipo vaqueta con un coeficiente de  $r = 0.66$  que nos permite inferir que a medida que se incrementa el nivel de ligante proteínico la resistencia a envejecimiento también se incrementa ( $P < 0.001$ ).

## **G. EVALUACION ECONÓMICA**

El cálculo del beneficio/costo (B/C) que se identifica en el cuadro 15, proveniente del acabado de cueros caprinos tipo vaqueta con diferentes niveles de de ligante proteínico que fue determinado por el cálculo de los costos fijos relacionados con el proceso para obtener 45 cueros de muy buena calidad cuya superficie promedio por piel fue de  $45 \text{ dm}^2$ , las mismas que necesitaron de un gasto en el proceso de \$ 148,9, \$151,07 y \$152,5, para 110, 110 y 120 g de ligante proteínico. Una vez transformadas las pieles en cuero los ingresos totales por efecto de venta del cuero, y artículos finales correspondieron a \$231,6, para 100 g; \$228,54 para 110 y \$245,36 para 120 g de ligante proteínico. Por lo que se puede manifestar que al acabar el cuero caprino tipo vaqueta con 120 g de ligante proteínico se alcanza el mayor costo por decímetro cuadrado para la venta con la consecuente elevación del beneficio costo que al ser de 1,32 indica que por cada dólar invertido se obtendrá una ganancia de 32 centavos, seguida de los cueros del tratamiento T1 cuyo beneficio costo fue de 1,27, es decir el 27% de utilidad y por último la menor rentabilidad fue determinada en los cueros del tratamiento T2 (1,23).

Sin embargo cabe señalar que estos márgenes de rentabilidad son apreciables, si se considera que el tiempo empleado en los procesos en general incluido el acabado es relativamente corto por lo tanto debe reconocerse que la inversión

en producir cueros caprinos tipo vaqueta con buenas características como las de la presente investigación permiten una recuperación económica rápida y poco riesgosa que supera notablemente a la inversión de la banca comercial.

Cuadro 15. ANÁLISIS ECONÓMICO.

CONCEPTO	NIVELES DE LIGANTE PROTEINICO		
	100 g	110 g	120 g
	T1	T2	T3
Compra pieles caprinas	45	45	45
Productos para el procesos de ribera	22,9	22,9	22,9
Productos para el procesos de pelambre	12,91	12,91	12,91
Productos para el procesos de curtido	27,7	27,7	27,7
Productos para el acabado	34,39	36,56	37,99
Alquiler de Maquinaria	6	6	6
Costo productos elaborados	34	34	34
<b>TOTAL EGRESOS</b>	182,9	185,07	186,5
INGRESOS			
Total decímetros producidos	650	716	671
Costo por decímetro producido	0,28	0,26	0,28
Venta correas	30	30	30
Venta de bolsos	20	20	20
Venta de billetera	15	15	15
Excedente de cuero (1558 dm)	476	481	501
Costo comercial dm <sup>2</sup>	0,35	0,34	0,36
Venta de excedente de cuero	166,6	163,54	180,36
<b>TOTAL DE INGRESOS</b>	231,6	228,54	245,36
B/C	1,27	1,23	1,32

Fuente: Chávez, F. (2010).

## **V. CONCLUSIONES**

Una vez analizados los resultados de la presente investigación, se arribó a las siguientes conclusiones:

1. Las características físicas de resistencia al frote en seco, resistencia al frote en húmedo y porcentaje de elongación, reportaron los mejores valores cuando se utilizó 120 g de ligante proteico (tratamiento T3) por kilogramo de preparación, en el acabado de cueros para la elaboración de vaqueta, con valores de 62.87 ciclos, 44.73 ciclos y 52.40% respectivamente, superando las exigencias de las normas españolas IUF 401, 402 y la UNE 59005 para el control de calidad de este tipo de cueros.
2. Las características sensoriales de brillantez y transparencia reportaron las mayores puntuaciones de 4.47 y 4.67 puntos sobre 5 puntos de referencia y con calificaciones de muy buena y excelente respectivamente, según la escala propuesta por Hidalgo, L. (2010), cuando se utilizó 120 g de ligante proteico por kilogramo de preparación, en el acabado de cueros para la elaboración de vaqueta.
3. Mientras tanto que la característica sensorial de envejecimiento tuvo la mayor puntuación de 4.47 puntos sobre 5 puntos de referencia y con una calificación de muy buena de acuerdo a la escala de Hidalgo, L. (2010), cuando se utilizó 110 g de ligante proteico por kilogramo de preparación, en el acabado de cueros para la elaboración de vaqueta.
4. En el indicador beneficio/costo se reportó los mayores ingresos en el tratamiento T3, gracias a que este cuero tuvo un mayor precio al ser más agradable para el comprador; a pesar de que se invirtió más cantidad de dinero para su obtención.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Las conclusiones alcanzadas en la presente investigación dan origen a las siguientes recomendaciones:

1. Se recomienda utilizar 120 g de ligante proteico por kilogramo de preparación, en el acabado de cueros para la elaboración de vaqueta, con lo cual se tendrá la seguridad de cumplir con las exigencias de las normas españolas de control de calidad IUF 401, 402 y la UNE 59005.
2. Para obtener las mejores condiciones sensoriales de brillantez y transparencia, características que permiten observar perfectamente el grano de flor, condición indispensable para que el valor comercial sea más elevado, se recomienda utilizar 120 g de ligante proteico en el acabado en la producción de cueros para la elaboración de vaqueta.
3. Se recomienda realizar un mayor número de investigaciones en esta área de la producción pecuaria, que permitirá obtener un valor agregado de un subproducto de la industria cárnica, como lo es la piel y de esta manera aportamos a disminuir la contaminación.
4. Se recomienda pensar en ejecutar nuevas investigaciones con la utilización de otros ligantes orgánicos, que permitan obtener cueros con acabados naturales para cumplir con las tendencias mundiales de moda.

## **VII. LITERATURA CITADA**

1. ADZET, J. 1995. Química Técnica de la Tenerife. 1a ed. Igualada, España. Edit. Romanya-Vallas. pp. 12, 45,56, 78.
2. BACARDIT, A. 1995. El acabado del cuero. 1a ed. Igualada, España. Edit. CETI. pp. 15-56.
3. BÛHLER, B. 1990. Como hacer trabajos en cuero para talabartería. 2a ed. Edit. Kapelusz. pp 42, 53, 69,87.
4. CASA COMERCIAL BAYER. 1997. Curtir, teñir, acabar. 1 a ed. Munich Alemania. Edit. BAYER. pp 11, 45,53, 110.
5. CÓRDOVA, R. 1999. Industria del proceso químico. 2a ed. Madrid, España. Edit. Dossat, S.A. pp 42 – 53.
6. ECUADOR, REGISTROS METEOROLOGICOS DEL RIOBAMBA. 2007. Facultad de Recursos Naturales de la Escuela superior Politécnica del Chimborazo.
7. ESPAÑA, 2002. Asociación Española de Normalización del Cuero (GERIC), en su Norma Técnica IUF 401. Resistencia al frote en seco.
8. ESPAÑA, 2002. Asociación Española de Normalización del Cuero (GERIC), en su Norma Técnica IUF 402. Resistencia al frote en húmedo.
9. ESPAÑA, 2002. Asociación Española de Normalización del Cuero (GERIC), en su Norma Técnica UNE 59005 Porcentaje de elongación.

10. FRANKEL, A. 1999. Manual de Tecnología del Cuero. 2a ed. Buenos Aires, Argentina. Edit. Albatros. pp. 2,45,58.
11. GRATACOS, E. 1992. Tecnología Química del Cuero. 2a ed. Barcelona, España. Edit. UPC. pp 12,23,56,57,59,72,79.
12. GRAVES, R. 1997. la materia prima y su conservación. 2a ed. Igualada, España. Edit. Penelope. pp. 59,60, 61, 62, 68.
13. HIDALGO, L. 2004. Texto básico de curtición de pieles. 2a ed. Riobamba, Ecuador. Edit. ESPOCH. pp. 69, 72, 76, 79 81, 86,89.
14. HIDALGO, L. 2010. Escala de calificación de los cueros caprinos tipo vaqueta acabados con diferentes niveles de ligante proteínico.
15. <http://www.meiga.web>. 2010. Benavidez, J. La curtición vegetal y sus características.
16. <http://www.curticion.com>.(2010), Libreros, J. Metodos mas usuales de curtición de pieles caprinas.
17. <http://www.fao.org>. 2009. Borraz, M. La piel caprina como subproducto del faenamiento.
18. <http://www.curtientesvegetales.htm>. 2009. Borraz, A. Los curtientes vegetales mas usados en la industria curtidora.
19. <http://www.podoortosis.com>. 2009. Buestan, M. El proceso de acabado de los cueros.
20. <http://www.cueronet.com>. 2009. Díaz, P. Productos mas empleados en el acabado tipo vaqueta.

21. <http://www.definicion.org>. 2009. Martínez, G. Definición de ligantes proteínicos.
22. <http://www.curtiem@data.com>. 2009. Armendáriz, R. La curtición de pieles caprinas.
23. <http://www.auqtic@cueronet.com>. 2009. Polo, B. La curtición de pieles caprinas y sus generalidad.
24. <http://www.quiminet.com>.(2010). El curtido de pieles caprinas para acabado tipo vaqueta.
25. <http://www.meiga.web>.2009. Larios, J. Características del curtido vegetal para el cuero tipo vaqueta.
26. <http://www.euroleather.com>. 2009. Silva, J. El cuero acabado para tipo vaqueta.
27. <http://www.curtientesvegetales.htm>. 2009. Lolaisa, M. Los ligantes proteínicos y sus características.
28. <http://www.cueronet.curticion.com>. 2009. Ruano, M. Ejemplos de curtientes vegetales.
29. <http://www.spanish.org>. 2009. Ruano, M. Estudio de los ligantes proteínicos para el acabado de los cueros.
30. <http://www.cueronetcurticionvegetal.com>. 2009. El curtido vegetal de los cuerpos caprinos.

31. <http://www.es.wikipedia.org> (2010), Estudio de los curtientes y ligantes proteínicos
32. JONES, C. 1984. Manual de Curtición Vegetal. 2a ed. Buenos Aires, Argentina. Edit. American ediciones. pp 32 -53.
33. LACERCA, M. 1993. Curtición de Cueros y Pieles. 1a ed. Buenos Aires, Argentina. Edit. Albatros. pp 1, 5,6,8,9,10.
34. LACOMA. 2008. Laboratorio de Control de calidad de Curtipiel Martínez. se. Ambato, Ecuador. sn.
35. LAMPARTHEIM, G. 1998. Curtición de pieles de animales domésticos. 1 a ed. Lima, Perú. Edit. El Inca pp. 52, 63, 96, 102, 123.
36. LULTCS, W. 1993. IX Conferencia de la Industria del Cuero. se. Barcelona-España. Edit. Separata Técnica. pp 2, 4, 6, 9, 11, 25, 26, 29,45.
37. PALOMAS, S. 1995. Química técnica de la tenería. 1a ed. Igualada, España. Edit . CETI. pp. 52,56,59,68,69,78.
38. SOLER, J. 2004. Procesos de Curtido. 2 a ed. Barcelona, España. Edit CETI. pp. 12, 45, 97,98.
39. SCHUBERT, M. 1977. Procesos de tratamiento de los baños de depilado para reducir la polución de las aguas residuales. 2a ed. Munich, Italia. Edit. Technologist. pp 46 – 89.
40. SIEGUEL, N. 1982. Métodos Estadísticos para variables no parametricas, 1 a ed. Santiago de Chile, Chile. sn. pp 45, 52,58.

41. SHREVE, R. 1984. Industrias de proceso químico. 2a ed. Madrid, España. Edit. Dossat, S.A. pp 45 -63.
  
42. VANVLIMERN, P. 1976. Nuevos desarrollos de la ribera para simplificar el manejo de las aguas residuales. 5a ed. Toronto, Canadá. Edit. Chemists. pp 71, 318, 335.