



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

**“OBTENCIÓN DE CUERO FLOR RECTIFICADA CON LA UTILIZACIÓN DE  
TRES NIVELES DE LIGANTE DE IMPREGNACIÓN PARA LA FABRICACIÓN  
DE CALZADO”**

**TESIS DE GRADO**

**Previa a la obtención del título de  
INGENIERO EN INDUSTRIAS PECUARIAS**

**AUTOR**

**LUIS ENRIQUE CORREA BRITO**

**Riobamba – Ecuador**

**2012**

Esta tesis fue aprobada por el siguiente tribunal

---

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

---

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

---

Dra. M.C. Sonia Elisa Peñafiel Acosta.  
**ASESOR DE TESIS**

Riobamba, 4 de Diciembre del 2012.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por darme la fortaleza en los momentos difíciles permitiéndome culminar este sueño,

A mi madre Lidita por inculcándome ese deseo ferviente de superación, con su apoyo incondicional en cada instante de mi vida.

A Patty quien con su ayuda facilito llegar al final de esta meta en mi vida

Luis

## DEDICATORIA

A Sofía, la luz en mi camino,

A mi mamá que gracias a su esfuerzo muchos sueños como este se han realizado.

A Dios que por su gracia puedo disfrutar de este momento.

Luis

## CONTENIDO

	Pág.
Resumen	v
Abstract	vi
Lista de cuadros	vii
Lista de Gráficos	viii
Lista de Anexos	ix
I. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
II. <u>REVISIÓN DE LITERATURA</u>	3
A. EL ACABADO DEL CUERO	3
B. TIPOS DE ACABADOS	5
1. <u>Acabado pura anilina</u>	5
2. <u>Acabado semianilina</u>	5
3. <u>Acabado pigmentado</u>	5
4. <u>Acabado abrillantable</u>	6
5. <u>Acabados termoplásticos</u>	7
6. <u>Acabados poliuretanos</u>	8
C. LOS PRODUCTOS	8
1. <u>Colorantes</u>	9
2. <u>Pigmentos</u>	10
3. <u>Top, lacas o aprestos</u>	11
4. <u>Productos auxiliares</u>	12
5. <u>Ligantes</u>	13
a. Ligantes no termoplásticos	14
b. Ligantes termoplásticos	15
D. IMPREGNACIÓN	18
1. <u>Posibilidades de aplicación</u>	20
2. <u>Preparación del cuero</u>	20
3. <u>Formulación de la impregnación</u>	22
E. LIGANTES DE IMPREGNACIÓN	23
1. <u>Penetrantes</u>	24
F. REGLAS PARA DESARROLLAR SISTEMA DE IMPREGNACIÓN	24
1. <u>Parámetros de aplicación</u>	25

2.	<u>Métodos de aplicación</u>	26
3.	<u>Procesamiento de los cueros después de la impregnación</u>	27
a.	Secado	27
b.	Esmerilado	28
c.	Aflojado	29
d.	Teñido	29
4.	<u>Aplicación de fondo</u>	29
G.	EXIGENCIAS DE CALIDAD DEL CUERO PARA CALZADO	30
III.	<u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	33
A.	LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO	33
B.	UNIDADES EXPERIMENTALES	33
C.	MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES	34
1.	<u>Materiales</u>	34
2.	<u>Equipos</u>	34
3.	<u>Productos químicos</u>	35
D.	TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL	36
E.	MEDICIONES EXPERIMENTALES	38
1.	<u>Pruebas físicas del cuero ovino</u>	38
2.	<u>Pruebas sensoriales del cuero ovino</u>	38
3.	<u>Económicas</u>	38
F.	ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA	38
G.	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	39
1.	<u>Remojo</u>	39
2.	<u>Pelambre por embadurnado</u>	39
3.	<u>Desencalado y rendido</u>	40
4.	<u>Piquelado, Curtido y basificado</u>	40
5.	<u>Neutralizado y recurtido</u>	40
6.	<u>Tintura y engrase</u>	41
7.	<u>Aserrinado, ablandado y estacado</u>	41
8.	<u>Impregnación</u>	42
H.	METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN	42
1.	<u>Análisis sensorial</u>	42
2.	<u>Análisis de laboratorio</u>	43

a.	Resistencia a la tensión o tracción	43
b.	Lastometría	44
c.	<u>Porcentaje de elongación</u>	44
V.	<u>RESULTADOS Y DISCUSIONES</u>	46
A.	EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL CUERO FLOR RECTIFICADA CON LA UTILIZACIÓN DE TRES NIVELES DE LIGANTE DE IMPREGNACIÓN PARA LA FABRICACIÓN DE CALZADO	46
1.	<u>Resistencia la tensión o tracción, N/cm<sup>2</sup></u>	46
2.	<u>Lastometría</u>	54
3.	<u>Porcentaje de elongación</u>	62
B.	COMPORTAMIENTO DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DEL CUERO FLOR RECTIFICADA CON LA UTILIZACIÓN DE TRES NIVELES DE LIGANTE DE IMPREGNACIÓN PARA LA FABRICACIÓN DE CALZADO	70
1.	<u>Llenura, puntos</u>	70
2.	<u>Soltura de flor</u>	78
3.	<u>Plenitud</u>	87
C.	ANÁLISIS DE CORRELACIÓN ENTRE VARIABLES	95
D.	EVALUACIÓN ECONÓMICA	97
V.	<u>CONCLUSIONES</u>	100
VI.	<u>RECOMENDACIONES</u>	101
VII.	<u>LITERATURA CITADA</u>	102
	ANEXOS	

## RESUMEN

En el Laboratorio de Curtición de Pieles de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH, se obtuvo cuero flor rectificada para calzado, utilizando tres niveles de ligante de impregnación, las unidades experimentales, 30 pieles caprinas, fueron modeladas bajo un Diseño Completamente al Azar en arreglo combinatorio, con tres tratamientos, cinco repeticiones, en dos ensayos. Al evaluar las resistencias físicas del cuero, se determinó diferencias altamente significativas entre las medias de los tratamientos, las mejores respuestas de resistencia a la tensión (158,20 N/cm<sup>2</sup>), lastometría (8,13 mm) y porcentaje de elongación (58,0%), fue al utilizar 250g de ligante (T3). En la evaluación sensorial las mejores respuestas para llenura (4,60 puntos) y soltura de flor (4,70 puntos), fue con 200g (T1) de ligante; la mayor plenitud fue reportada al utilizar 250 g (T3) de ligante. Resistencias físicas y calificaciones sensoriales, no reportaron diferencias estadísticas por efecto de los ensayos. Al realizar la confección del calzado con los tres tratamientos, se consiguió utilizar mayor superficie del cuero. En la evaluación económica, los mejores resultados se obtuvo con 250g de ligante en la impregnación, pues el beneficio costo fue de 1,25; es decir que, por cada dólar invertido se obtuvo 25 centavos de ganancia, o el 25% de utilidad que es superior a otras actividades productivas. Se recomienda aplicar 250g de ligante de impregnación para elevar las resistencias físicas, evitando el estallido de la flor o de rotura de las fibras colagénicas, al momento de armar el zapato.



## ABSTRACT

In the leather tanning Laboratory, Faculty of Animal Science of ESPOCH was obtained corrected grain leather for shoes, using three binder levels impregnation, the experimental units, 30 goatskins, were modeled under a completely randomized design in accordance combinatorial with three treatments, five replicates in two trials. In assessing the physical resistance of leather, highly significant differences were determined between means of treatment, the best results of tensile strength (158,20 N/cm<sup>2</sup>), lastometría (8,13 mm) and percent elongation (58,0%) was 250 g when using binder (T3). In the sensory evaluation the best response for the filling (4,60 points) and ease of fine (4,70 points) was with 200g (T1) of binder, as fully as was reported when using 250g, (T3) binder. Resistors physical and sensory trials, reported no statistical differences due treatments. When making clothing shoe with three treatments was achieved using more leather surface. The economic evaluation, the best results were obtained with 250 g of binder in the impregnation, for the benefit of the cost was 1,25, meaning that for every dollar invested was obtained gain 25 cents, or 25% of income that is superior to other productive activities. 250 g are advised to apply impregnation binder to increase the physical resistance, preventing the outbreak of the flower or breakage of the collagen fibers, when assembling the shoe.

## LISTA DE CUADROS

Nº	Pág.
1. CARACTERIZACIÓN DE LOS DISTINTOS TIPOS DE PIGMENTOS.	11
2. REFERENCIA DE PROBLEMAS Y DEFECTOS POR USO INDEBIDO DE AUXILIARES.	13
3. REFERENCIA DE PROPIEDADES DE LIGANTES PARA ACABADOS TERMOPLÁSTICOS Y PROTEÍNICOS.	18
4. RECURTIDO COMPACTO PARA CUEROS FLOR ENTERA Y CORREGIDA.	22
5. CONDICIONES METEOROLÓGICA DEL CANTÓN RIOBAMBA.	33
6. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.	37
7. ESQUEMA DEL ADEVA.	37
8. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL CUERO FLOR RECTIFICADA CON LA UTILIZACIÓN DE TRES NIVELES DE LIGANTE DE IMPREGNACIÓN PARA LA FABRICACIÓN DE CALZADO.	47
9. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL CUERO FLOR RECTIFICADA CON LA UTILIZACIÓN DE TRES NIVELES DE LIGANTE DE IMPREGNACIÓN PARA LA FABRICACIÓN DE CALZADO POR EFECTO DE LOS ENSAYOS.	58
10. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL CUERO FLOR RECTIFICADA PARA CALZADO POR EFECTO DE LA INTERACCIÓN ENTRE LOS NIVELES DE LIGANTE DE IMPREGNACIÓN Y LOS ENSAYOS.	68
11. EVALUACIÓN DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DEL CUERO FLOR RECTIFICADA CON LA UTILIZACIÓN DE TRES NIVELES DE LIGANTE DE IMPREGNACIÓN PARA LA FABRICACIÓN DE CALZADO.	71
12. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DEL CUERO FLOR RECTIFICADA CON LA UTILIZACIÓN DE TRES NIVELES DE LIGANTE DE IMPREGNACIÓN PARA LA FABRICACIÓN DE CALZADO POR EFECTO DE LOS ENSAYOS.	83
13. EVALUACIÓN DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DEL	93

CUERO FLOR RECTIFICADA CON LA UTILIZACIÓN DE TRES NIVELES DE LIGANTE DE IMPREGNACIÓN POR EFECTO DE LA INTERACCIÓN ENTRE LOS NIVELES DE LIGANTE Y LOS ENSAYOS.

14. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN ENTRE LAS VARIABLES FÍSICAS Y SENSORIALES DEL CUERO FLOR RECTIFICADA CON LA UTILIZACIÓN DE TRES DIFERENTES NIVELES DE LIGANTE DE IMPREGNACIÓN. 96
15. ANÁLISIS ECONÓMICO. 99

**LISTA DE GRÁFICOS**

Nº		Pág.
1.	Comportamiento de la resistencia a la tensión del cuero flor rectificada con la utilización de tres niveles de ligante de impregnación para la fabricación de calzado.	48
2.	Regresión de la resistencia a la tensión del cuero flor rectificada con la utilización de tres niveles de ligante de impregnación para la fabricación de calzado.	50
3.	Comportamiento de la resistencia a la tensión del cuero flor rectificada con la utilización de tres niveles de ligante de impregnación para la fabricación de calzado por efecto de los ensayos.	51
4.	Comportamiento de la resistencia a la tensión del cuero flor rectificada por efecto de la interacción entre niveles de ligante de impregnación y los ensayos.	53
5.	Comportamiento de la lastometría del cuero flor rectificada con la utilización de tres niveles de ligante de impregnación para la fabricación de calzado.	55
6.	Regresión de la lastometría del cuero flor rectificada con la utilización de tres niveles de ligante de impregnación para la fabricación de calzado.	57
7.	Comportamiento de la lastometría del cuero flor rectificada con la utilización de tres niveles de ligante de impregnación para la fabricación de calzado por efecto de los ensayos.	60
8.	Comportamiento de la lastometría del cuero flor rectificada por efecto de la interacción entre niveles de ligante de impregnación y los ensayos.	61
9.	Comportamiento del porcentaje de elongación del cuero flor rectificada con la utilización de tres niveles de ligante de impregnación para la fabricación de calzado	63
10.	Regresión del porcentaje de elongación del cuero flor rectificada con la utilización de tres niveles de ligante de impregnación para la fabricación de calzado.	65

11.	Comportamiento de la elongación del cuero flor rectificada con la utilización de tres niveles de ligante de impregnación para la fabricación de calzado por efecto de los ensayos.	66
12.	Comportamiento del porcentaje de elongación del cuero flor rectificada por efecto de la interacción entre los niveles de ligante de impregnación y los ensayos.	69
13.	Comportamiento de la llenura del cuero flor rectificada con la utilización de tres niveles de ligante de impregnación para la fabricación de calzado.	72
14.	Regresión de la llenura del cuero flor rectificada con la utilización de tres niveles de ligante de impregnación para la fabricación de calzado.	74
15.	Comportamiento de la llenura del cuero flor rectificada con la utilización de tres niveles de ligante de impregnación para la fabricación de calzado por efecto de los ensayos.	76
16.	Comportamiento de la llenura del cuero flor rectificada por efecto de la interacción entre niveles de ligante de impregnación y los ensayos.	77
17.	Comportamiento de la soltura de flor del cuero flor rectificada con la utilización de tres niveles de ligante de impregnación para la fabricación de calzado.	79
18.	Regresión de la soltura de flor del cuero flor rectificada con la utilización de tres niveles de ligante de impregnación para la fabricación de calzado.	81
19.	Comportamiento de la soltura de flor del cuero flor rectificada con la utilización de tres niveles de ligante de impregnación para la fabricación de calzado por efecto de los ensayos.	84
20.	Comportamiento de la soltura de flor del cuero flor rectificada por efecto de la interacción entre niveles de ligante de impregnación y los ensayos.	86
21.	Comportamiento de la plenitud del cuero flor rectificada con la utilización de tres niveles de ligante de impregnación para la fabricación de calzado.	88
22.	Regresión de la plenitud del cuero flor rectificada con la utilización de	90

tres niveles de ligante de impregnación para la fabricación de calzado.

23. Comportamiento de la plenitud del cuero flor rectificada con la utilización de tres niveles de ligante de impregnación para la fabricación de calzado por efecto de los ensayos. 91
24. Comportamiento de la plenitud del cuero flor rectificada por efecto de la interacción entre niveles de ligante de impregnación y los ensayos. 94

## LISTA DE ANEXOS

1. Resistencia a la tensión del cuero ovino flor rectificada con la utilización de tres niveles de ligante de impregnación
2. Lastometría del cuero ovino flor rectificada con la utilización de tres niveles de ligante de impregnación.
3. Porcentaje de elongación del cuero ovino flor rectificada con la utilización de tres niveles de ligante de impregnación.
4. Llenura del cuero ovino flor rectificada con la utilización de tres niveles de ligante de impregnación.
5. Soltura de flor del cuero ovino flor rectificada con la utilización de tres niveles de ligante de impregnación.
6. Plenitud del cuero ovino flor rectificada con la utilización de tres niveles de ligante de impregnación.

## **I. INTRODUCCIÓN**

Dentro del extenso mundo del procesamiento de pieles, existen técnicas especiales que se deben practicar a pieles poco convencionales saliéndonos un poco del esquema general del procesamiento del vacuno, que constituye la gran mayoría de los procesos aprendidos hasta este tiempo, como son la utilización de pieles de ovinos y caprinos cuya belleza de grano inclusive puede superar a las anteriormente citadas. La terminación o acabado de la piel es el conjunto de tratamientos y procesos a los que se somete la superficie del cuero para hacerlo apto para el uso al que fue destinado.

Así interesará: el aspecto óptico y por lo tanto: brillo y color; lo que se capta por el sentido del tacto: toque, volumen, redondez; y también, lo que nos llega por el olfato: olores que evoquen materiales. Además, interesará proteger al sustrato cuero de agentes externos: fricciones, rasguños, arañazos, ataque por la luz, ataque por el agua y otros disolventes, tracción, doblado, etc. Por lo tanto, se trata de incorporar al cuero sustancias en su capa más externa y/o modificarla en textura con productos y procesos que aseguren resultados comprobados. Si bien muchas etapas son operaciones mecánicas las que más se destacan son las de aplicación de diferentes sustancias sobre la superficie como es el caso de la impregnación que consiste en la aplicación de cantidades importantes de dispersiones de polímeros sobre la superficie del cuero de forma que penetren y lleguen a la unión entre la capa reticular y la capa flor, como podrían ser los ligantes de impregnación que son productos capaces de formar por secado una película sobre la cual se aplican y constituyen el elemento fundamental en una formulación de acabado.

Para la obtención de cueros flor rectificada para la fabricación de calzado proporcionándoles resistencia al rasgado, eliminando la soltura de flor, reduciendo la absorción de la piel e incrementado la superficie de corte. Se cree que el desarrollo de la industria del cuero fue principalmente el resultado de descubrimientos empíricos. Existen tipos de acabados como ideas, pueda haber en la mente artística de un acabador de pieles, diferentes texturas, tactos, brillos,



degradaciones, efectos, en fin todo lo que nuestros sentidos puedan captar. Todos estos efectos van determinados por la moda que define parámetros específicos sobre la apariencia de los acabados.

De todas maneras existen artículos que aún se conservan a pesar de los dictámenes de la moda, como es el caso de calzado con flor rectificado que constituye el 80% de materia prima para pequeños y grandes calzaditas de la región central de nuestro país a los cuales va destinado el producto elaborado en nuestra investigación y el conocimiento y la técnica para todo tipo de curtidor que desee elevar la clasificación y desde luego el precio final de la piel ovina de baja calidad. El presente trabajo da a conocer las metodologías seguidas para aportar a la piel resistencia al agua, al desgarro y a la elongación, por medio de la aplicación de un acabado flor corregida, con el empleo de ligantes de impregnación para crear una guía para los curtidores y personas afines a esta actividad como son los artesanos de nuestro país para entrar en competencia con el producto asiático que está ocasionando grandes pérdidas a la industria nacional. Por lo expuesto anteriormente los objetivos fueron:

- Establecer el mejor nivel (200, 225 y 250 g), de ligantes de impregnación en el acabado de cueros ovinos de flor rectificada, para la fabricación de calzado.
- Realizar el análisis de las resistencias físicas y las calificaciones sensoriales del cuero ovino de flor rectificada, para la fabricación de calzado, por medio del acabado con diferentes niveles de ligante de impregnación.
- Implementar un sistema de rectificación de flor para elevar la utilización y clasificación de cueros ovinos acabados con diferentes niveles (200, 225 y 250 g), de ligantes de impregnación para la fabricación de calzado.
- Determinar los costos de producción y la rentabilidad a través del indicador B/C, del acabado de cueros ovinos para la fabricación de calzado.

## **II. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **A. EL ACABADO DEL CUERO**

Yuste, N. (2002), señala que el acabado es el conjunto de operaciones y tratamientos, esencialmente de superficie, que se aplican a las pieles como parte final de todo el proceso de fabricación. El acabado es donde se debe poner más cuidado a las operaciones a realizarse, este es el proceso que vende el cuero, el que impacta al cliente por su color y su diseño. Las principales características que dan vida, personalidad y calidad a un artículo terminado y sobre las que el acabado tiene una incidencia fundamental son: el aspecto, clasificado, el toque y las propiedades físicas y solidez. El acabado debe mejorar el clasificado, sin perjudicar el quiebre o soltura de flor, disminuyendo los defectos superficiales, rasguños, eliminando los bajos de flor y reflejos de poros y debe proporcionar a la piel, en el mayor grado posible, el brillo adecuado y uniforme, igualación de color y en los artículos que lo requieran el efecto justo de sombra o contraste y en cualquier caso conservar o devolver el aspecto natural de la piel.

Hidalgo, L. (2004), señala que el cuero tiene que estar a la moda y el acabado debe embellecerlo. El acabado debe mejorar las características de solidez del cuero dándole un aspecto lo más natural posible. El cuero ha de resistir las acciones externas que pueden desgastarlo siendo uno de los objetivos del acabado el protegerlo. Hoy todos sabemos que la tendencia de la moda es presentar la piel con su aspecto natural, utilizándose cada vez más en el acabado productos naturales como la caseína, cera y grasas, disminuyendo de forma considerable el empleo de ligantes termoplásticos. Hoy en día predomina la naturalidad, el realce, el colorido, el tacto cálido y en general, el atractivo sobre las buenas solidez.

Para <http://www.cueronetacabado.com>. El'Ama, A. (2010), las principales características que dan vida, personalidad y calidad a un artículo terminado y sobre las que el acabado una incidencia fundamental son: el aspecto y

clasificado, el toque y las propiedades físicas y solidez. El aspecto y clasificado, están íntimamente ligados y engloban impresiones visuales de importancia definitiva al valorar una piel acabada. El acabado debe mejorar el clasificado, sin perjudicar el quiebre o soltura de flor, disimulando los defectos superficiales, rasguños y barros curados, eliminando los bajos de flor y reflejos de poro y debe proporcionar a la piel, en el mayor grado posible, el brillo adecuado y uniforme, igualación de color y en los artículos que lo requiera, el efecto justo de sombra o contraste y en cualquier caso conservar o devolver el aspecto natural a la piel.

Thorstensen, E. (2002), indica que si entendemos como tacto de una piel la impresión que nos causa el tomarla con la mano bajo una determinada presión, dura, blanda, llena, vacía, con resorte, deberíamos emplear otra palabra al referirnos a la sensación que nos causa el tocarla de una manera superficial. Nos decidimos por la palabra “toque” la cual, aunque poco usada, nos evitará equívocos y expresará perfectamente el concepto deseado cuando digamos que una piel tiene toque: suave, sedoso, ceroso, graso, resbaladizo, frenante, cualidades que se manifiestan todas ellas sobre el acabado. Las propiedades físicas son aquellas características que hacen referencia a su comportamiento durante la manipulación y el uso. Apuntamos a continuación algunas de las más importantes en las que el acabado juega un papel fundamental, en algunas de forma absoluta, en otras dependiendo del resto del proceso:

- Solidez a la luz. Resistencia a la degradación o cambio del color por exposición a la luz diurna o artificial.
- Flexometría. Resistencia a la rotura de la flor y su acabado, de la piel sometida a la flexión.
- Solidez a los frotos. Capacidad de resistencia a los frotos seco y húmedo. Se valora el deterioro y el manchado del elemento de frote.
- Adherencia y solidez a la gota de agua: Resistencia del acabado a ser separado de la piel, y a la acción de las gotas de agua sobre la superficie.

- Solidez al lavado. Comportamiento de un proceso de lavado ligero. Se valoran los cambios en el material de ensayo y la coloración de las pruebas en blanco.

## **B. TIPOS DE ACABADOS**

Yuste, N. (2002), señalan que el acabado de un cuero dependerá del artículo a que se destine y sin querer ser exhaustivos podríamos clasificarlos en:

### **1. Acabado pura anilina**

Yuste, N. (2002), indican que normalmente se aplica sobre pieles de elevada calidad, es transparente y no debe contener ningún tipo de pigmento, ni de otros productos cubrientes. Los efectos de avivado, contraste o igualación del color se obtienen con colorantes, en este tipo de acabado se puede observar el poro de la piel en toda su belleza. En la práctica se aceptan como acabados anilina aquellos que contienen una pequeña cantidad de pigmentos orgánicos para igualar, avivar o contrastar el color.

### **2. Acabado semianilina**

Adzet J. (2005), reportan que el acabado semianilina es aquel que tiene un cierto efecto cubriente conseguido por la adición moderada de pigmentos orgánicos o minerales en combinación con colorantes de avivaje. Los acabados con capas totalmente cubrientes, seguidas de capas transparentes con colorantes, no deberían llamarse semianilina, pues en realidad son acabados pigmentados con efectos de contraste tipo anilina.

### **3. Acabado pigmentado**

Bacardit, A. (2004), reporta que el acabado pigmentado es de elevado poder de cobertura que se consigue por la utilización de cantidades importantes de

pigmentos con capacidad cubriente. Estos productos no dejan ver bien el poro de la piel. Se aplica este tipo de acabado sobre pieles de flor deficiente o corregida para que una vez el cuero terminado no se aprecie los defectos que tenían las pieles. Generalmente este tipo de acabado lleva un grabado en la flor con grano de poro u otro para ayudar a disimular los defectos. La adición a estos acabados de colorantes en mezcla con los pigmentos, en las capas intermedias o posteriores puede embellecer el artículo pero no modifica su capacidad de cobertura.

#### **4. Acabado abrillantable**

Según [http: www.googleacabado.com](http://www.googleacabado.com). Dix,J. (2010), este tipo de acabado tiene solera y prestigio de calidad y en él se utilizan como ligantes las proteínas: caseína y albúmina. Se obtienen acabados transparentes de elevado brillo que dejan ver bien el poro de la flor y con ello todos sus defectos, los cuales incluso pueden quedar resaltados en la operación de abrillantado. Para terminar una piel con este tipo de acabado es necesario que se trate de una piel de buena calidad y además que todas las operaciones mecánicas y de fabricación en húmedo se hayan realizado correctamente ya que los defectos se resaltan al abrillantar.

En <http://www.flujograma/acabado.htm>. Cardenas, P. (2010), se indica que preferentemente se realiza en el tipo anilina y semianilina sobre pieles plena flor destinadas a calzado y marroquinería. Ello no es obstáculo para que también se puedan fabricar artículos pigmentados aunque no es frecuente. Se sabe que no podemos realizar el mismo tipo de acabado y aplicación a una piel de cordero, cabra y temerá y que éste diferirá si se acaba en color, en negro o blanco. En este tipo de acabado proteínico normalmente se aplica un fondo para regular e igualar la absorción en toda la superficie de la piel y asegurar el rendimiento de las otras capas. El fondo especialmente en el acabado abrillantable negro, se aplica siempre a felpa. La capa de fondo de base proteica se aviva con anilinas y proporciona una cierta cobertura e igualación. El apresto de caseína es quién proporciona la base para el brillo final. Este tipo de acabado debe fijarse, lo cual se consigue aplicando una solución de formol que retícula la proteína,

obteniéndose al cabo de un cierto tiempo un acabado de buena solidez. Durante el acabado se puede realizar un abrillantado intermedio después de las capas intermedias y un abrillantado al final después del apresto. La operación del abrillantado consiste en conferir a la piel un poro fino y un aspecto liso, brillante y transparente. Ello se logra mediante la acción mecánica realizada por un cilindro de vidrio al frotar con presión la superficie de flor de la piel que se sitúa sobre un cojín formado por cuero vegetal. Las características típicas de un cuero abrillantado de calidad son: excelente brillo y transparencia, aspecto natural, poro liso, buena solidez al frote seco, a los disolventes y al calor. Los cueros abrillantados tienen un buen comportamiento durante su manipulación en la fábrica de zapatos y recuperan fácilmente su aspecto por la aplicación de una cera y un cepillo.

## **5. Acabados termoplásticos**

Lacerca, M. (2003), reporta que el acabado termoplástico es un tipo de acabado en el cual se utilizan como ligantes las emulsiones de resinas. La operación mecánica fundamental es el prensado o planchado que sirve para alisar las pieles mediante la acción de la temperatura y la presión. Muchas veces las pieles se graban con una placa de poro o con un grano determinado para enmascarar defectos naturales. El acabado termoplástico se aplica principalmente a pieles que presentan defectos. Estas pueden acabarse plena flor o bien realizar un esmerilado de ella para mejorar su apariencia. También se utiliza para acabar serrajes. Generalmente el acabado es del tipo pigmentado y las capas aplicadas son gruesas. A pesar de su versatilidad es el tipo de acabado que más se le exige en sus propiedades físicas y solidez.

Fontalvo, J. (2009), afirma que es importante el tipo de resina aplicada y el método de aplicación. Para conseguir el máximo rendimiento es necesario aplicarlas en capas abundantes a partir de soluciones concentradas. La temperatura de secado debe ser lo suficientemente alta para que tenga lugar la correcta formación de la película. En este tipo de acabado se pueden presentar problemas de adherencia que se manifiestan porque el acabado pela. En general

la fuerza necesaria para separar la película es inversamente proporcional a su resistencia estructural. Cuanto más gruesa sea la película y mayor su termoplaticidad se nos pueden presentar problemas en el apilado posterior al secado y que las pieles se peguen unas a otras. El brillo y la solidez del acabado, así como el tacto final se obtienen al aplicarle la capa de apresto final. Los acabados termoplásticos tienen solideces deficientes a los disolventes, al igual que al calor, pero su solidez al frote húmedo es adecuada.

## **6. Acabados poliuretanos**

Lacerca, M. (2003), afirma que este tipo de acabado se aplica sobre cuero de baja calidad rectificado y consiste en obtener sobre ellos una gruesa capa de poliuretanos que proporcione el típico brillo de este artículo. La mayor parte de cuero charol se fabrica de color blanco y negro, aunque hoy en día también se puede obtener en colores. Se aplica con máquina de cortina en locales libres de polvo y el acabado se seca colocando la piel sobre bandejas horizontales.

## **C. LOS PRODUCTOS**

En <http://www.cuero.net/productos.com>. Menendez, P. (2010), el segundo factor decisivo en el resultado de un acabado son los productos que intervienen en el mismo. Conviene conocer a fondo aquellos con los que se trabaja o a los que se puede recurrir en cualquier circunstancia, por lo que intentaremos dar, en la medida de lo posible, ideas sobre métodos sencillos para la determinación de las propiedades que más interesan en alguno de ellos. En parte por su naturaleza y más por su función en el acabado, los podemos clasificar en cinco grandes grupos: pigmentos, colorantes, ligantes, auxiliares y lacas. Es interesante conocer el tipo de productos que se aplican en el terminado, los cuales por su función en el acabado se puede decir que se clasifican en cinco clases:

- Pigmentos
- Colorantes.

- Ligantes.
- Lacas.
- Auxiliares.

## 1. Colorantes

Frankel, A. (2009), asegura que son productos coloreados e insolubles, que se presentan dispersos en medio acuoso u orgánico. Los colorantes no deben confundirse con los pigmentos, que son sustancias polvorosas de color que precisan mezclarse con agentes adhesivos antes de aplicarse a una superficie. Los colorantes son productos orgánicos con color, solubles en agua y disolventes orgánicos que también reciben el nombre de anilinas. Los colorantes que se emplean en el acabado del cuero son productos concentrados que a ser posible no deben contener sales minerales. En el argot del curtidor se les conoce como colorantes de avivaje. Existen muy diversos tipos de colorantes, que pueden clasificarse por su composición química, en derivados azoicos, de nitrosilo, de difenilmetano, trifenilmetano, derivados del antraceno, etc. Por su aplicación sobre el cuero, se conocen como colorantes directos, ácidos, básicos, reactivos, de complejo metálico, sulfurados, etc.

Fontalvo, J. (2009), afirma que para facilitar su aplicación, en la sección de acabados, las casas suministradoras de productos químicos, los sirven en forma de disoluciones con solvente orgánico soluble en medio acuoso. Generalmente son colorantes de complejo metálico que presentan muy buenas solidez. El color de los compuestos orgánicos depende de su estructura. Generalmente, los compuestos empleados como tintes son productos químicos orgánicos insaturados. La característica del color es especialmente notable en productos químicos que contienen ciertos grupos insaturados bien definidos. Estos productos químicos, conocidos como cromóforos (portadores de color), tienen diferentes capacidades para dar color. Los colorantes han de tener la capacidad de penetrar y colorear los tejidos y otros materiales. Los radicales químicos llamados auxocromos, tienen la propiedad de fijar eficazmente el colorante deseado. Se trata de ácidos y bases que originan colorantes ácidos y básicos.



Hidalgo, L. (2004), reporta que en algunos compuestos, la presencia de un grupo auxocromo puede colorear compuestos incoloros. La materia prima básica de los colorantes sintéticos son compuestos que, como el benceno, se derivan de la destilación seca o destructiva del carbón. Por eso estos colorantes se conocen a menudo popularmente como colorantes de alquitrán de hulla. A partir de la materia prima se elaboran productos intermedios mediante diversos procesos químicos que, normalmente, implican la sustitución de elementos específicos o radicales químicos por uno o más átomos de hidrógeno de la sustancia básica. Los colorantes pueden clasificarse atendiendo a sus aplicaciones o por su estructura química.

## **2. Pigmentos**

La Casa Química Bayer.(2007), asegura que los pigmentos son moléculas químicas que reflejan o transmiten la luz visible, o hacen ambas cosas a la vez. El color de un pigmento depende de la absorción selectiva de ciertas longitudes de onda de la luz y de la reflexión de otras. Los pigmentos por su naturaleza pueden ser orgánicos o inorgánicos. Los pigmentos inorgánicos tienen matices menos brillantes, un buen poder cubriente y son más sólidos a la luz. Los pigmentos orgánicos son fundamentalmente fitalocianinas y colorantes azoicos precipitados por lacados con sales metálicas. Sus colores son más intensos pero menos cubrientes y presentan menos solidez a la luz.

Según <http://www.flujograma/acabado.htm>.Cardenas, P. (2010), el criterio para la escogencia de un pigmento ha sido el color, aunque ha generado problemas en los productos terminados, por lo que antes de hacer la selección apropiada debe analizarse el destino del cuero terminado, las propiedades típicas de la dispersión (solidez a la luz, solidez al calor, resistencia al sangrado) y conocer bien el medio en el cual se va a usar el pigmento. En el cuadro 1, se describen algunas de sus características.

Cuadro 1. CARACTERIZACIÓN DE LOS DISTINTOS TIPOS DE PIGMENTOS.

COLOR	COMPOSICIÓN	COLOR	COMPOSICIÓN
Blanco	Dióxido de titanio	Rojo	Orgánico sintético
Amarillo	Cromato de bario	Azul	Orgánico sintético
Anaranjado	Cromado de plomo básico	Verde	Orgánico sintético
Pardo	Óxidos de hierro	Negro	Negros de humo

Fuente: Casa Química Bayer.(2007).

Leach, M. (2005), explica que otra característica de los pigmentos es la macidad, la misma que es función del índice de refracción el mismo que interactúa con el índice de refracción del cuero; mientras mayor sea este en reacción con el de la capa de acabado, más opaco aparecerá el film completo. Entre los pigmentos inorgánicos más conocidos, se citan a los óxidos de hierro, los cromatos de plomo, sulfuro de cadmio y el dióxido de titanio y entre los orgánicos, figuran como importantes, el pigmento azo, alocianinas y los complejos metálicos y todos varían grandemente en su origen, composición química, métodos de elaboración, propiedades y costo. Durante el proceso de dispersión se requiere de un vehículo que humecte profunda y uniformemente las partículas del pigmento primario para eliminar las fuerzas de cohesión entre las mismas y prevenir la consecuente formación de aglomerados. El medio de dispersión es un sistema coloidal complejo que contiene grupos polares responsables de la humectación. Se usan para este propósito soluciones acrílicas, curtientes sintéticos, jabones y tensoactivos, aunque los excesos generan inconvenientes en las formulaciones de acabados para cueros.

### **3. Top, lacas o aprestos**

Libreros, J. (2003), reporta que son productos filmógenos que se aplican como capa final de un acabado y por ello influyen en forma determinante sobre el aspecto y tacto del acabado de una piel. Normalmente las lacas contienen

diversos tipos de nitrocelulosa, aunque también pueden estar formadas a base de acetobutirato de celulosa, de poliuretanos y de resinas acrílicas. Los aprestos están formados a base de proteínas. Las lacas pueden presentarse en forma de emulsiones acuosas o bien disueltas en una mezcla de disolventes orgánicos. Las lacas en forma de emulsión acuosa pueden diluirse con agua y se utilizan principalmente como capas intermedias entre los fondos y las lacas orgánicas para aumentar su rendimiento y proteger los fondos de los disolventes y también facilitan la operación del planchado.

Hidalgo, L. (2004), asegura que las lacas en forma de disolución con disolvente orgánico deben diluirse con solventes, lo cual resulta más caro, además tiene el inconveniente de que son muy inflamables, siendo la causa de numerosos incendios en la sección de acabados. Su principal ventaja es que proporcionan capas cuya solidez al frote húmedo es muy buena, dando a la piel terminada un tacto y un aspecto característico. El empleo de las lacas disolventes tiene una amplia aplicación pero su principal utilidad radica en aquellos artículos que necesitan elevadas solidez tales como pueden ser los cueros para napas. Generalmente se aplican como capa final para aumentar las solidez al frote de los acabados. Las lacas son muy inflamables y los disolventes que se utilizan aun más. Cuando se aplican por pulverización deben tomarse precauciones especiales contra el fuego, debiéndose realizar una buena ventilación pues la mayor parte de disolventes son más o menos tóxicos.

#### **4. Productos auxiliares**

Para <http://www.aqaic.es>. Romera, E. (2002), entre estos productos se pueden citar las ceras, mateantes, rellenantes, plastificantes, espesantes, penetradores, agentes de tacto superficial entre los principales. De la misma manera es preciso conocer los problemas o defectos más característicos por abuso o uso inadecuado de los diferentes tipos auxiliares, como se cita en las referencias del cuadro 2.

Cuadro 2. REFERENCIA DE PROBLEMAS Y DEFECTOS POR USO INDEBIDO DE AUXILIARES.

TIPO DE AUXILIAR	DEFECTOS - PROPIEDADES
Penetradores, disolventes	Poros húmedo, menos solidez que húmedo y al agua
Ligantes proteínicos	Dureza de quiebre, baja flexometría exceso de brillo
Ligantes termoplásticos	Problemas de abrillantado o pulida Menor solidez al calor y al frote seco
Ceras	Acabados demasiado blandos, pegajosidad, disminución de la transparencia y de la adherencia entre capas
Rellenantes, mateantes	Baja flexometría, disminución del brillo, colores apagados, mala adherencia
Plastificantes	Pegajosidad, marcas de dedos, disminución de las solidez
Agentes de tacto	Mala adherencia entre capas, efecto escribiente, velos en los planchados

Fuente: <http://www.aqeic.es>. Romera, E. (2002).

## 5. Ligantes

Libreros, J. (2003), explica que llamamos ligantes a productos filmigénicos capaces de englobar en sus estructuras a otros productos sin que se modifiquen de forma sensible sus características fundamentales a las que se suman las de los productos que se les han incorporado. Constituyen el elemento principal del acabado y de ellos dependerán sus propiedades básicas. Son sustancias macromoleculares orgánicas se encuentran repetidos regularmente principios estructurales generales por lo que reciben el nombre de polímeros.

Salmerón, J. (2003), reporta que los ligantes son productos capaces de formar por secado una película y constituyen el elemento de una formulación de acabado, generalmente son sustancias orgánicas que se encuentran en forma de polímeros, son los productos más importantes del acabado porque adhieren o pegan el resto del producto al cuero, como pigmentos, productos auxiliares, anilinas, etc. Son productos fulminosos porque forman un film o una película casi transparente para pegar. Si el ligante es de mala calidad o está mal calculado, el acabado será de mala calidad, este producto le da resistencia y solidez por esto los productos deben ser de buena calidad. Existen ligantes no termoplásticos y termoplásticos.

#### **a. Ligantes no termoplásticos**

Soler, J. (2004), indica que los ligantes no termoplásticos son productos naturales de la familia de las proteínas de las que en la práctica interesan dos tipos: la albúmina y la caseína. Forman películas duras, no elásticas, ni flexibles muy transparentes y brillantes con un poder ligante moderado, presentan buena resistencia a los disolventes y excelente solidez al frote seco y el rascado. En presencia de formol reticular formando películas insolubles en agua y buena solidez al frote húmedo. Esta reticulación es relativamente lenta, por lo que los envases de solidez debieran hacerse a las 48 horas y repetirse a la semana de haber aplicado al formol. Su insensibilidad al calor permiten someter las pieles durante el proceso de acabado o durante su manipulación posterior, a las operaciones de abrillantado pulido y planchado a la temperatura, consiguiéndose un brillo y aspecto característico, imitables pero no igualables con otros esquemas y en especial buen comportamiento en el proceso de fabricación de calzado, conduciendo todo ello a la consecución de artículos de calidad especial. Hemos dicho que las películas formadas por ligantes proteicos son duras y de moderado poder ligante. Para evitar problemas que estas propiedades podrían derivarse, debemos respetar algunas condiciones de trabajo.

- No pretender hacer acabados de fuerte poder cubriente con elevado contenido en pigmentos o rellenanantes.

- Incorporar a la formulación de acabados ceras y plastificantes adecuados.
- Las formulaciones de acabado deberán ser poco concentradas de 2,5 a 5% de sólidos y aplicadas en capas ligeras. El espesor de la película de acabado deberá ser el menor posible.

Según <http://www.cueronetligantes.com>. Sato, K. (2010), por sus propiedades próximas a las de albúmina y la caseína, podemos incluir en este grupo de ligantes algunos derivados poliamídicos. Desde hace unos años, este tipo de ligantes está imponiéndose con éxito. La razón de este éxito radica en que a las propiedades generales atribuidas a las proteínas naturales, añaden su flexibilidad, importantísima cualidad dada cada vez con mayor tendencia a acabados suaves, blandos y muy flexibles al inestable bombeado en seco para un importante número de artículos. Además su flexibilidad hace menos necesario el uso de plastificantes en los acabados eliminando de esta manera los no raros problemas a posterior causados por una posible migración de estos de la película del acabado al interior de la piel. Finalmente conviene recordar que los ligantes no termoplásticos son insustituibles en los acabados brillantes, pero están siempre presentes en cualquier acabado aportando sus excelentes propiedades.

#### **b. Ligantes termoplásticos**

Sttofèl A. (2003), reporta que su característica general básica es la de reblandecerse por la acción del calor para recuperar su dureza inicial al enfriarse, por lo que podemos influir en la adaptación de las moléculas de polímero al soporte, bajo la acción combinada de la presión y el calor de una operación prensado o grabado. Forman películas flexibles, más o menos blandas elásticas y con una fuente de poder ligante y por otras características y una clara intención de diferenciarlos de las proteínas, hemos incluido en este grupo el de los termoplásticos, todos los polímeros sintéticos que la industria química nos ha ido ofreciendo sucesivamente.

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

Hidalgo, L. (2004), explica que el estado típico en el que se presentan los ligantes es la emulsión, sin embargo la influencia de los emulsionantes en las propiedades finales de acabado han provocado el desarrollo de técnicas que hacen posible la obtención de dispersiones coloidales, o la disolución en un solvente polar, de una emulsión concentrada del polímero, en un medio alcalino, todo ello conduce a minimizar al máximo la presencia de emulsionantes en el producto final. Actualmente resulta arriesgado, a hablar de este tipo de ligantes, atribuirles propiedades generales específicas de acuerdo a su naturaleza sobre todo el establecer una relación entre determinadas características y el comportamiento. Por ejemplo es tradicional deducir que un ligante si es más blando será más pegajoso más resistente a la flexión y dará acabados de aspectos más lisos, sin embargo actualmente nos encontramos con ligantes de reciente desarrollo para los que blandura no es condición determinante de una buena flexometría y de su capacidad de dar un aspecto natural.

Según <http://www.cueronetlacas.com>. Maltei, V. (2010), de las propiedades y características nos interesan tanto las relativas a la emulsión como las películas que la forman. A continuación se presenta un cuadro referencial de los defectos, propiedades y tipo de auxiliar apropiado para acabado de pieles. Son productos que al secar, forman películas más o menos duras, más o menos brillantes y con buena resistencia a los frotos. Se aplican como capa o capas finales de los acabados e influyen de forma determinante en el brillo, el tacto, el aspecto y en buena de sus solidez: frotos, luz, calor sudor, impacto, etc. En el cuadro 3, se describe las propiedades de los ligantes.



Cuadro 3. REFERENCIA DE PROPIEDADES DE LIGANTES PARA ACABADOS TERMOPLÁSTICOS Y PROTEÍNICOS.

DEFECTOS - PROPIEDADES	TIPO DE AUXILIAR APROPIADO
Falta de adherencia	Penetradores, disolventes polares Ligantes proteínicos (1) Ligantes termoplásticos (2)
Falta de elasticidad	Plastificantes Ligantes termoplásticos (2)
Rayas de felpa	Extendedores no mojantes
Mala pulverización a pistola	Extendedores, penetradores Ceras mateantes
Pegajosidad	Ligantes proteínicos (1) Aumentar el pigmento, rellenantes
Relleno-Cobertura	Ligantes termoplásticos (2) Ceras, plastificantes Ligantes termoplásticos (2)
Dureza de quiebre	Ceras, agentes de tacto Ceras, agentes de tacto
Tacto seco	Ligantes proteínicos (1)
Frote seco-rascado	Ceras, agentes de tacto Ligantes proteínicos (1)
Solidez al calor	

Fuente: <http://www.flujograma/acabado.htm>. Cardenas, P. (2010).

#### D. IMPREGNACIÓN

El Centro de Investigación y Asesoría Tecnológica en el Cuero. (2005), reporta que se conoce como impregnación, la aplicación de cantidades importantes de dispersiones de polímeros sobre la superficie del cuero de forma que penetren y lleguen a la unión entre la capa de la flor y la capa reticular, la finalidad de una impregnación es eliminar la soltura de flor, reducir la absorción de la piel, aumentar su resistencia al rasgado y al mismo tiempo incrementar la superficie

del corte, rellenando sus partes vacías para que tengan más cuerpo, especialmente las faldas. La impregnación es una operación en la cual influyen las fuerzas superficiales de las dispersiones y de la interface que se crea por contacto entre la dispersión y la piel sólida. La penetración de la dispersión es un factor importante del éxito de la impregnación que está relacionada directamente con la tensión superficial y la viscosidad. A nivel mundial la calidad de los cueros crudos ha ido empeorando constantemente, lo cual ha forzado a la industria curtidora a buscar procesos adecuados para con ellos lograr cueros de alta calidad, tanto en estética como en propiedades físicas.

Para <http://www.cueronetimpregnacion.com>. Rodriguez, P. (2010), La impregnación de flor es uno de los procesos que ha permitido mejorar la selección de los cueros. Esta se efectúa primordialmente para mejorar las características del acabado, resistencia al rasguño, y quiebre de la flor de cueros de flor corregida. También se emplea para controlar el tacto, uniformar la absorción y en cierto grado también el quiebre de cueros flor entera. El proceso está basado en una deposición controlada de polímero a través de la capa de flor (corium menor) y hacia la capa de corium (corium mayor).

Hidalgo, L. (2004), manifiesta que un quiebre profundo comúnmente es causado por la debilidad en la unión de la flor y el corium. Cuando el polímero se deposita en la manera antes citada, refuerza la unión de ambas capas, y dependiendo de la debilidad de unión se reduce o elimina el quiebre profundo. Aumentando la uniformidad de la capa flor, el polímero mejora la apariencia del quiebre de flor, además, se minimizan los daños del cuero a través de un esmerilado más uniforme y la absorción más homogénea de las capas de acabado como resultado de la deposición del polímero de impregnación dentro de los espacios interfibrilares. La adherencia formada entre el polímero acrílico profundamente penetrado durante la impregnación y las resinas acrílicas del acabado mejoran la durabilidad del acabado. La fibra soportada por el polímero también exhibe mejor resistencia al rasguño. La uniformidad superficial mejorada, usualmente permite aplicar capas de acabado más ligeras, ya que la impregnación también sirve para sellar el cuero. Esto no solo reduce el costo del acabado sino también beneficia

la durabilidad y la apariencia natural. La impregnación es especialmente de provecho para producir efectos especiales como por ejemplo acabados anilina y semi-anilina. Basando las impregnaciones y formulaciones de acabado en algunos polímeros acrílicos especiales también se pueden mejorar la resistencia a solventes orgánicos y las propiedades húmedas.

## **1. Posibilidades de aplicación**

Adzet, J. (2005), manifiesta que la impregnación de flor puede ser aplicada a casi todos los cueros de flor corregida. Cueros con una estructura fibrosa muy cerrada, un recurtido fuertemente vegetal, o una deposición intensa de aceites, grasas o cargas en la capa de flor pueden mostrar una tendencia a resistirse a la penetración del polímero de impregnación y se pueden, generalmente, caracterizar como inapropiados para procedimientos normales de impregnación. Cueros de flor entera también se pueden impregnar, aunque no tan amplia e intensamente como cueros de flor corregida. En algunos casos se aplican impregnaciones dobles.

## **2. Preparación del cuero**

Bacardit, A. (2004), reporta que la preparación de los cueros en el recurtido tiene una gran importancia. Mientras más uniforme sea la superficie de los cueros en costra a raíz de un adecuado recurtido, mejores serán los resultados de la impregnación. Los cueros en costra, designados para flor corregida, deberán poder ser esmerilados limpia y homogéneamente y antes de la impregnación deben estar libres de polvo de esmerilado para presentar una estructura uniformemente abierta. Los cueros flor entera, que se deseen impregnar, deberán mostrar una suficiente absorción, y que ésta sea además relativamente homogénea en toda la superficie.

El Centro de Investigación y Asesoría Tecnológica en el Cuero.(2005), indica que se debe poner cuidado en no emplear recurtidos con demasiado curtiente vegetal,

debido a que ellos aumentan la velocidad de rehumectación e hinchamiento de la fibra, bloqueando físicamente los espacios interfibrilares. Cueros con recurtido ligero a moderado son los mejores para la impregnación. Altos recurtidos reducen la velocidad y profundidad de las impregnaciones. Además la redondez, quiebre o relleno obtenidos normalmente por medio de un intenso recurtido vegetal puede ser imitado via una apropiada formulación de impregnación. Un excesivo temple también puede ser debido a un recurtido vegetal demasiado intenso. Por último un recurtido excesivo en curtientes vegetales puede manifestarse también en un hinchamiento o abolsamiento de la flor cuando se remoja el cuero, aunque esto último también se puede deber a un uso excesivo de surfactantes o de polímeros en la impregnación.

Para <http://www.cueronetimpreg.com>. Rodríguez.P.(2010), otro punto muy importante es el secado de los cueros. Resulta muy difícil rehumectar cueros sobresecados, además de que estos pueden ocasionar dificultades en el esmerilado. Los cueros sobresecados pierden muchas de sus buenas propiedades. Se endurecen, la flor se crispa, se deforman, pierden resistencia etc. Un contenido de aprox. 13% de humedad puede ser satisfactorio para la mayoría de los cueros. En caso de que se tengan cueros algo sobresecados, y se tienen problemas de penetración de la impregnación, se le puede agregar a la preparación normal de impregnación aprox. un 1% de un humectante de los que se emplean en la ribera, para rehumectar más fácil y obtener una mejor penetración.

Hidalgo, L. (2004), reporta que la impregnación puede realizarse con soluciones en medio acuoso o en medio disolvente orgánico, la composición en medio acuoso está formada por resinas y productos auxiliares como humectantes, disolvente, tensoactivos y agentes engrasantes. El sistema más frecuente empleado es el acuoso. Para el recurtido nos ha dado un excelente resultado el siguiente recurtido compacto que se reporta en el cuadro 4.

Cuadro 4. RECURTIDO COMPACTO PARA CUEROS FLOR ENTERA Y CORREGIDA.

PROCESO	PORCENTAJE	TIEMPO
Lavado:	200 % Agua 40°C 0.2 % Tensoactivo(3) (1:5) 0.2 % Acido oxálico (1:5)	15 min. drenar
Recurtido:	100 % Agua 40°C 8.0 % Recurtiente compacto (4)(5)	30 min.
agregar:	2.0 % Recurtiente acrílico (6)(7) ] 1.0 % Recurtiente poliestereter (8) ] (1:5)	30 min.
agregar:	1 % Colorante (9)	60 min.
agregar:	100 % Agua 60°C	5 min.
agregar:	4.0 % Curtiente/engrasante acrílico (10)] 2-4 % Engrasantes tradicionales ] (1:5)	45 min.
agregar:	1.0 % fórmico (1:10)	20 min. drenar
Lavado:	agua fría	

Fuente: <http://www.cueronetimpreg.com>. Rodríguez, P. (2010).

### 3. Formulación de la impregnación

Frankel, A. (2009), nos indica que para lograr una deposición uniforme del polímero de impregnación seleccionado normalmente requiere formulaciones con productos auxiliares que controlan las propiedades de aplicación. Debido a ello la mayoría de las formulaciones básicas incluyen polímero, penetrante y agua. Además, se pueden agregar un acondicionador para mantener el tacto suave mediante reducción de endurecimiento y adhesión de las fibras, y/o un antiespumante de ser necesario para reducir la espuma generada por la máquina.

La regla general es adicionar únicamente la cantidad mínima necesaria de estos auxiliares, debido a que un exceso puede crear su propio paquete de problemas. La cantidad de agua es muy importante, debido a que el contenido total de sólidos de la mezcla formulada es un factor determinante en la velocidad y profundidad de penetración. Al preparar la formulación es muy importante pesar primeramente el agua, y luego, agregar los penetrantes, mezclar, y finalmente agregar el polímero, con el fin de que este no se precipite o hinche.

### **E. LIGANTES DE IMPREGNACIÓN**

Fontalvo, J. (2009), deduce que los polímeros acrílicos que, después de haber secado forman películas insolubles en agua, se mantienen flexibles e imparten una mejora física y estética al cuero, y son químicamente inertes. No cambian químicamente durante o después de secar y formar la película. La selección de polímeros apropiados depende de las características del cuero. Para flor entera, los polímeros más adecuados son soluciones con las cuales se optimiza la penetración, aunque en ciertos casos también se pueden emplear dispersiones (emulsiones) poliméricas ultrafinas. Para flor corregida generalmente se emplean dispersiones finas o combinación de éstas con ultrafinas o soluciones.

Sttofèl A. (2003), explica que los polímeros en emulsión generalmente penetran rápidamente, dan cueros más suaves con un mayor mejoramiento del quiebre y de la resistencia al rasguño. Los polímeros en solución generalmente proporcionan una mayor profundidad de penetración que los polímeros en emulsión sobre cueros difícilmente impregnables. Sin embargo, éstos requieren más tiempo de penetración y van a tender a endurecer más el cuero que los polímeros en emulsión. Tratándose de polímeros en solución, el mejoramiento del quiebre va a depender de la dureza del polímero.

## 1. Penetrantes

Thorstensen, E. (2002), reportan que los penetrantes se usan para ayudar a colocar apropiadamente las resinas dentro del cuero. Pueden ser formulaciones de mezclas a base de tensoactivos no iónicos y/o aniónicos y solventes miscibles en agua o solo mezclas de tensoactivos en agua o únicamente solventes. Los tensoactivos reducen la tensión superficial de la solución para permitir una apropiada humectación de la superficie del cuero, mientras que los solventes ayudan a penetrar a las resinas al interior del cuero. Los solventes detienen la rehumectación e hinchamiento de las fibras y a su vez frenan la coagulación de los polímeros provocada por una pérdida demasiado acelerada de agua por evaporación o absorción del cuero en crosta. Para obtener una penetración rápida y profunda es recomendable emplear solo cantidades mínimas de penetrante.

Frankel, A. (2009), menciona que un exceso de penetrante puede causar un hinchamiento de las fibras reduciendo la penetración de los polímeros. De ser deseado, se pueden formular sistemas de penetrantes alternos dentro de la tenería, empleando agentes surfactantes y solventes orgánicos como alcohol etílico o isopropílico, butilcellosolve, o butil-oxitol. Sin embargo los penetrantes formulados de esta manera pueden ser más susceptibles a variaciones del cuero y al embolsamiento cuando los cueros son abatanados o humectados. Una mayor relación de surfactante (tensoactivo) va tender a dar mejores resultados cuando se impregna un cuero moderadamente o altamente recurtido al vegetal. Se recomienda una mayor relación de solventes orgánicos para cueros 100% cromo o solo ligeramente recurtidos.

## **F. REGLAS PARA DESARROLLAR SISTEMAS DE IMPREGNACIÓN**

Fontalvo, J. (2009), señala que los cueros fuertemente cromo generalmente responden bien a combinaciones de resinas en emulsión con resinas en solución. Se aplica el polímero en cantidades aproximadas a 10% sólidos. Para la penetración se pueden requerir altos contenidos de solvente junto con algo de

tensoactivos. Para cuero al cromo recurtido, se sugiere emplear 8-10% de sólidos de polímero junto con una mezcla baja en solventes y tensoactivos no iónicos o aniónicos. Cueros en costra con un recurtido fuertemente vegetal normalmente responden mejor a polímeros en emulsión en un rango de 8% - 12% de sólidos. Cueros con alto contenido de aceites crudos requieren penetrantes con alto contenido de solventes. Cueros sueltos con mal quiebre usualmente requieren altas cantidades de sólidos de resina, en el orden de 12% (o más), pero no todos los cueros con mal quiebre se pueden mejorar. También para los cueros muy flojos es conveniente emplear en la impregnación más bien polímeros duros.

### **1. Parámetros de aplicación**

Hidalgo, L. (2004), menciona que los sistemas de impregnación de flor corregida se formulan típicamente entre 8% y 12% de sólidos poliméricos y se aplican en cantidades de 28 a 35 gramos por pie cuadrado. En sistemas de impregnación para cueros plena flor generalmente se emplean preparaciones con 3% a 6% sólidos y en cantidades de 21 gramos por pie cuadrado. Bajos sólidos y bajas cantidades aplicadas ayudan a mantener la suavidad. Un sistema balanceado apropiadamente, humectará al cuero en forma razonablemente uniforme a través de la flor, penetrando aprox. un 25 o 33% del espesor del cuero (se checa con un corte transversal). La superficie deberá quedar libre de resina. Si no se requiere un gran mejoramiento del quiebre, se debería probar con un nivel de sólidos de 6% a 8%, aplicando 20 gramos por pie cuadrado. Esto resulta preferible aplicar una cantidad baja de una formulación con 10% de sólidos. El empleo de cantidades más bajas de sólidos va a producir una mejor profundidad de penetración y una mayor mejora del quiebre. Al desarrollar formulaciones de impregnación se deberá tener mucho cuidado en asegurar un buen balance de velocidad y profundidad de penetración.

La Casa Química Bayer. (2007), señala que un corte transversal inmediatamente después de la aplicación es generalmente una buena guía para la profundidad de penetración del polímero. La vista del canto del corte mostrará una línea húmeda



que es el máximo de penetración, sin embargo, el polímero puede no haber llegado totalmente hasta la línea húmeda debido a efectos de filtración de la estructura fibrosa rehumectada. Importante también es que la línea de penetración de la impregnación en el corte transversal sea recta y no zigzagueante, para obtener un resultado adecuado de la impregnación. Los polímeros en solución generalmente dan mayor profundidad de penetración que los polímeros en emulsión, pero requieren mayor tiempo de penetración.

Según <http://www.cueronet.net>. Libreros, J.(2010), la aplicación de los ligantes en fase acuosa tienden a afirmar más el cuero que polímeros en emulsión. Debido a que no se produce una coagulación de los polímeros en solución, nada impide la penetración del polímero el cual es arrastrado hasta la profundidad de la línea húmeda. El quiebre con polímeros en solución es influenciado por la dureza del polímero. En algunos cueros, una combinación de polímeros en solución y en emulsión muchas veces tienen como resultado una máxima mejora en el quiebre acompañado por un endurecimiento mínimo. Si la penetración es lenta, muchas veces se puede obtener un buen resultado mediante una doble impregnación. Primeramente se aplica una impregnación de bajos sólidos, se seca el cuero y se reimpregna para aumentar el total de sólidos al nivel requerido. Un ligero esmerilado entre aplicaciones puede resultar favorable.

## **2. Métodos de aplicación**

Leach, M. (2005), indica que se puede emplear cualquier método de aplicación que permita aplicar la cantidad de formulación requerida con la dilución requerida. Comúnmente se han aplicado tratamientos de impregnación de flor a mano con felpa de borrega, máquina de cepillos, con pistola airless, máquina de cortina y roller. Normalmente no se puede emplear pistola de aire debido a que la pérdida de agua durante la atomización reduce la penetración del polímero en la mayoría de los cueros. La pistola airless, máquina de cortina y la roller son excelentes métodos de aplicación y usualmente no requieren de ninguna formulación especial exceptuando a veces el uso de antiespumantes. El uso de

antiespumantes se debe manejar con mucho cuidado, ya que un exceso de éstos puede producir una inestabilidad en la cortina, cuando se emplea una máquina de cortina para aplicar la impregnación. Muchas veces se puede controlar la espuma agregando algo de alcohol, siendo este preferible a los antiespumantes en aplicaciones a cortina.

Hidalgo, L. (2004), indica que la inestabilidad de la cortina frecuentemente también se puede deber a máquinas sucias o desajustadas o una excesiva velocidad de la bomba. Esta última deberá bombear únicamente la cantidad justa necesaria. Un rallado puede ser debido a un ineficiente equipo de filtración. Cualquier resina de impregnación deberá tener buena estabilidad mecánica para soportar el esfuerzo cortante de las bombas usadas para alimentar las máquinas de cortina, cepillos y rollers.

### **3. Procesamiento de los cueros después de la impregnación**

Hidalgo, L. (2004), reporta que el procesamiento de los cueros después de la impregnación comprende las siguientes fases:

#### **a. Secado**

El mismo Hidalgo, L. (2004), indica que los cueros impregnados pueden ser secados inmediatamente después de la aplicación. Sin embargo, un secado demasiado rápido tiende a endurecer los cueros. Dejando madurar los cueros, flor con flor, en una pila durante cuatro o más horas antes de secar con aplicación de calor produce la mejor distribución de polímero y a su vez permite el reajuste paulatino de la fibra que se manifiesta con un tacto más suave. Si la producción requiere secado inmediato y/o se ha permitido un equilibrio en el apilado, se recomienda aplicar un calor muy suave (30-40° C) para llevar el contenido de humedad a un nivel de 12% a 14%. Humedades mayores a 16% pueden causar problemas durante el esmerilado y el acabado posterior, a consecuencia de una cierta pegajosidad. Un sobresecado puede ser también perjudicial, ya que

durante éste los tensoactivos de la impregnación pueden migrar al interior del cuero, dificultando el rehúmedado del cuero, causando problemas de adherencia o nivelación de la primera mano de fondo. La suavidad se puede mejorar por medio de un secado al vacío. El secado al vacío asienta suavemente el grano presentando una superficie ideal para el posterior esmerilado y acabado.

## **b. Esmerilado**

Lacerca, M. (2003), manifiesta que las fibras soportadas por el polímero se dejan esmerilar mejor y más uniformemente. Se efectúa un corte fino y en algunos casos se pueden efectuar 2 cortes con papeles aún más finos. Papeles entre malla 320 (usados) y malla 800 generalmente dan buenos resultados. Papeles más gruesos tienden a rallar los cueros, mientras papeles más finos tienden a pulir y sellar la superficie. Si las fibras cercanas a la superficie están cargadas con exceso de resina, o cuando hay manchas de resina en la superficie, el esmerilado se torna dificultoso desarrollando en un carácter jaloneado, y la vida del papel esmeril se reduce fuertemente. En ese caso habrá que verificar la velocidad y profundidad de la impregnación, para hacer los ajustes adecuados. Un sellado debido a un planchado puede causar los mismos problemas. También, cuando los cueros no se han secado suficientemente, puede haber problemas en el esmerilado.

Soler, J. (2004), reporta que el secado debe llevarse hasta un contenido de humedad de aproximada de 13 o 14%. Muy problemático también resulta un rebajado deficiente, una máquina de esmerilar gastada o desajustada para la uniformidad del esmerilado. Después de haber esmerilado los cueros no es conveniente esperar demasiado tiempo para terminar de acabar el cuero, ya que los tensoactivos de la impregnación migran al interior del cuero, dificultando el rehúmedado de éste reesmerilando o una aplicación ligera a pistola de agentes surfactantes no iónicos (solución al 0.5% en agua) antes de proseguir con el acabado puede eliminar los problemas de la rehúmedación de un cuero envejecido. También se podrá integrar un polímero en solución a la formulación de la primera mano de fondo para afrontar este problema.

Yuste, N. (2002), explican que si se desea un cuero muy suave, puede servir un planchado después de la impregnación. Se debe cuidar en no sobresellar la superficie, ya que puede traducirse en menor adhesión debido a una pobre humectación de la superficie sobresellada por el fondo. Para una muy suave superficie es mejor planchar y seguido esmerilar muy finamente, para abrir ligeramente las fibras superficiales, asegurando así una mejor adherencia.

### **c. Aflojado**

Hidalgo, L. (2004), reporta que para lograr máxima suavidad, se puede aflojar ligeramente. Si se afloja excesivamente o demasiado fuerte se puede revertir la mejora del quiebre lograda con la impregnación.

### **d. Teñido**

Sttofèl A. (2003), indica que el teñido en acabados anilina se debería efectuar relativamente pronto después de la impregnación. Si la impregnación se resiste a un rehumectado las aplicaciones de las preparaciones del teñido pueden penetrar en forma dispareja y dar un color manchado. La preparación de teñido puede requerir solvente o penetrante para lograr la uniformidad o por ultimo estaremos obligados a cambiar el penetrante de la impregnación. Resulta conveniente esmerilar los cueros destinados a ser acabados con un acabado anilina con papeles más finos que malla 320, en algunos casos esmerilando varias veces con un papel más fino. El acabado anilina posterior generalmente se aplica en roller sincro, para obtener una buena uniformidad.

## **4. Aplicación de fondo**

Adzet, J. (2005), reporta que debido al soporte ofrecido por la impregnación y la penetración reducida del acabado, se pueden emplear relaciones más altas de pigmento y polímeros más duros, esto va a ayudar a desarrollar el carácter suave, duro, tipo caparazón, que seguidamente se desea para calzado de vestir de

óptima calidad. También permite la aplicación de capas de acabado más ligeras logrando buenos ahorros en los costos.

## **G. EXIGENCIAS DE CALIDAD DEL CUERO PARA CALZADO**

Lacerca, M. (2003), reporta que del trayecto de la forma plana del curtido a la tridimensional del calzado se realiza mediante la aplicación de fuerzas de extensión superficial. Si el acabado no posee la suficiente elasticidad, se producirán grietas de mayor o menor tamaño, que afectarán al resultado de la solidez al frote. Es por ello por lo que el ensayo de frote para material destinado a calzado introduce un estirado previo de la probeta, del 10 por 100 lineal unidireccional, que se estima suficiente para las determinaciones más usuales. Otro efecto que puede originar agrietamiento del acabado es el debido a la flexión, se romperá originando unos efectos análogos a los considerados con anterioridad.

En <http://www.exigenciascalidad.com>. Miranda, E. (2010), se reporta que el flexionar unas probetas y posteriormente someterlas al ensayo de flexiones (por superficie de probeta, hay que recurrir al ensayo de frote circular) es aconsejable, y se considera normal dentro de las pruebas de envejecimiento previo del material. Durante la fabricación del calzado y para asegurar una buena conformación a la horma, el cuero es humectado por la superficie que formará la parte interior del calzado. Este cuero humedecido es sometido durante las diversas fases de manufacturación a la acción de elementos mecánicos, y si el acabado se ha reblandecido en demasía, o tiene fallo de adherencia en húmedo, se verá dañado.

Hidalgo, L. (2004), manifiesta que acciones más fuertes pueden producirse bajo el efecto de la sudoración del pie, sobre todo en calzado destinado a la práctica de deportes, ello hay que considerarlo no sólo para el material de empeine, sino también para el cuero destinado a forro de calzado, pues será frotado de forma enérgica por el calcetín húmedo: en este último caso, tanto o más importante que

el deterioro del acabado, es la posible transferencia de calor al calcetín ( o a la piel del usuario) También hay que considerar la facilidad que presenta la superficie del cuero, para ser mantenida en estado atractivo, pues a la postre el calzado es un elemento más del vestir. Por todo ello, están previstos métodos en los que el fieltro fricciona en estado seco, pero el cuero se ha humedecido por el lado contrario con agua o con sudor, y hasta en ocasiones particulares, con adhesivos (para prevenir posibles daños en dobladillos, uniones encoladas, etc.), en otros ensayos, será el cuero el que permanezca seco y el fieltro el que se humedezca, bien con agua, bien con agentes de limpieza o con productos de mantenimiento. Finalmente, hay que tener en cuenta que las propiedades de un acabado pueden evolucionar de forma desfavorable, bien por la composición del mismo, bien por las acciones externas, como variaciones de temperatura y humedad, acción química, del sudor, radiación solar, contaminantes del aire, etc. Para los artículos que tienen una larga vida de utilización, es necesario conocer la diferencia de comportamiento entre el material inicial y el material envejecido.

Bacardit, A. (2004), señala que los ensayos de frote se realizan en el aparato de movimiento rectilíneo, Veslic, con elemento de frote (fieltro) normalizado, siguiendo la Norma IUF450. Para material cuero acabado mediante las técnica de transfer o con fuerte acabado, destinado a calzado de altas exigencias, se utiliza el abrasímetro Taber, con los discos de granulometría CS-10 y auxiliándose de un sistema de aspiración que evacua el polvo producido durante el ensayo, para que no interfiera. Los valores normalmente exigidos como resultado de los ensayos, según la citada norma para frote del cuero, son en líneas generales, de 150 ciclos en seco y 50 en húmedo.

Según <http://www.calidadcuero.com>. Adams, P.(2010), la realización del ensayo y la valoración de los resultados tiene en cuenta el destino de cada tipo de calzado y por ello, dentro de las cifras generales, establece unos grados de exigencia, según usos. Para valorar el deterioro, que ha sufrido el acabado, se es más exigente para los tipos de calzado de fuertes solicitudes (deportivos-niño) en los que no se debe dar ningún daño, y más tolerantes para el calzado de señora, forro y afelpados, en los que se admite un ligero deterioro. Además, en los tipos

de fuertes exigencias, el ensayo normal, se complementa con otro realizado sobre probetas envejecidas en estufa. Por otro lado se valora la transferencia de color al textil, siendo más tolerante con los materiales afelpados, y más exigentes con los forros. En todo caso no se admite más allá de la nota 3 de la escala de grises.

Bacardit, A. (2004), menciona que el calzado de niño y el destinado a deportes, es sometido a un ensayo complementario de roce utilizando como agente una tira de goma (caucho nitrilo de 60° Sh), sometiéndose a 30 ciclos en seco y 20 en húmedo, y exigiendo que el daño producido al acabado sea poco apreciable. 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, al matiz final del artículo.

El Centro de Investigación y Asesoría Tecnológica en el Cuero.(2005), señala que este tipo de prácticas es fundamental en ensayos de arañazo y abrasión. Para material destinado a forro, se realiza de forma complementaria un ensayo con el aparato Martindale, de 1600 ciclos en seco y 800 ciclos en húmedo para calzado de altas exigencias, como deportivos y militares, se realiza de modo, complementario, un ensayo, con el abrasímetro Taber, bajo carga de un kilogramo, exigiéndose que no se observe un deterioro apreciable, a los 100 ciclos. La predicción del comportamiento del cuero para calzado ha alcanzado una elevada fiabilidad, de tal forma que mediante las comprobaciones preventivas, se puede evitar la mayoría de fallos. A favor de estas previsiones, se encuentra la larga experiencia acumulada y la vida relativamente corta de estos artículos.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

Para la presente investigación se realizó el trabajo de campo y los análisis sensoriales en el Laboratorio de Curtiembre de Pieles de la ESPOCH que está ubicado en la provincia de Chimborazo, cantón Riobamba, sector kilómetro 1½ Panamericana Sur. A una altitud de 2.754 m. s. n. m. y con una longitud oeste de 78° 28' 00" y una latitud sur de 01° 38' y los análisis de las resistencias físicas se los efectuó en el Laboratorio de Control de Calidad de "Curtipiel Martínez", ubicada en el kilómetro 8 ½ de la Panamericana Norte sector Puerto Arturo del cantón Ambato. El tiempo de duración de la presente investigación fue de 133 días. En el cuadro 5, se describe las condiciones meteorológicas del cantón Riobamba.

Cuadro 5. CONDICIONES METEOROLÓGICA DEL CANTÓN RIOBAMBA.

INDICADORES	2009
Temperatura (°C).	13.45
Precipitación (mm/año).	42.80
Humedad relativa (%).	61.40
Heliofania (horas/ luz).	1317.60

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

#### B. UNIDADES EXPERIMENTALES

El número de unidades experimentales que conformaron el trabajo experimental fue de 30 pieles ovinas de animales adultos con un peso promedio de 7 Kg, cada una. Las mismas que fueron adquiridas en el Camal Municipal de Riobamba.



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

### **1. Materiales**

- 30 pieles ovinas.
- Cuchillos de diferentes dimensiones.
- Mandiles.
- Baldes de distintas dimensiones.
- Mascarillas.
- Botas de caucho.
- Guantes de hule.
- Tinajas.
- Tijeras.
- Mesa.
- Peachimetro.
- Termómetro.
- Cronómetro.
- Tableros para el estacado.
- Clavos.
- Felpas.
- Cocina.
- Calefón.
- Pizarrón.

### **2. Equipos**

- Bombos de remojo, curtido recurtido y teñido.
- Máquina descarnadora de piel.
- Máquina divididora.
- Máquina escurridora.
- Máquina raspadora.
- Máquina de estiramiento al vacío.

- Toggling.
- Equipo para medir la elongación.
- Equipo para medir la flexometría
- Probeta
- Abrazaderas
- Pinzas superiores sujetadoras de probetas

### 3. Productos químicos

- Cloruro de sodio.
- Formiato de sodio.
- Bisulfito de sodio.
- Ácido fórmico.
- Ácido sulfúrico.
- Ácido oxálico.
- Mimosa.
- Cromo.
- Ríndente.
- Grasa animal sulfatada.
- Lanolina.
- Grasa catiónica.
- Aserrín.
- Dispersante.
- Pigmentos.
- Anilinas.
- Colorantes.
- Recurtiente de sustitución.
- Resinas acrílicas.
- Rellenante de faldas.
- Recurtiente neutralizante.
- Recurtiente acrílico.
- Alcoholes grasos.

- Sulfato de amonio.
- Bicarbonato de sodio.
- Ligantes de impregnación.

#### D. TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL

Los resultados experimentales fueron modelados bajo un Diseño Completamente al Azar con arreglo bifactorial, donde el factor A, lo conformaron los niveles de ligantes de impregnación y el Factor B, las réplicas o ensayos consecutivos para el diseño descrito la ecuación de rendimiento fue la siguiente:

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

Dónde:

$Y_{ij}$  = Efecto de la media por observación.

$\mu$  = Media general.

$T_i$  = Efectos de los tratamientos niveles de ligante de impregnación. (Factor A).

$B_j$ : Efecto de los ensayos, (Factor B).

$T_i * B_j$ : Efecto de la interacción entre el factor A y B.

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

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

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

Dónde:

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

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

R = Rango identificado en cada grupo.

En el cuadro 6, se describe el esquema del experimento que se utilizó en la presente investigación:

Cuadro 6. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.

Niveles de ligante de impregnación (A)	Réplicas (B)	Código	Repeticiones	T.U.E
200 g T1	1	T1R1	5	1
200 g T1	2	T1R2	5	1
225 g T2	1	T2R1	5	1
225 g T2	2	T2R2	5	1
250 g T3	1	T3R1	5	1
250 g T3	2	T3R2	5	1
Total			30 pieles	1

Fuente: Correa, L. (2012).

En el cuadro 7, se describe el esquema del análisis de varianza que fue utilizado en la investigación:

Cuadro 7. ESQUEMA DEL ADEVA.

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	29
Factor A	2
Factor B	1
Interacción A*B	2
Error	24

Fuente: Correa, L. (2012).

## **E. MEDICIONES EXPERIMENTALES**

### **1. Pruebas físicas del cuero ovino**

- Resistencia a la tensión o tracción (N/cm<sup>2</sup>).
- Lastometría (mm).
- Porcentaje de elongación (%).

### **2. Pruebas sensoriales del cuero ovino**

- Llenura (puntos).
- Soltura de flor (puntos).
- Plenitud (puntos).

### **3. Económicas**

- Costos de producción.
- Beneficio/ Costo.

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

Los análisis estadísticos a las que fueron sometidas las mediciones fueron:

- Análisis de Varianza (ADEVA), para las diferentes variables.
- Separación de medias ( $P < 0.05$ ) a través de la prueba de Duncan (Cochran y Cox 1938), para las variables que presenten significancia y se lo procesó en el programa estadístico Infostat primera versión (Mónica G. Balzarini, Laura A. 2008)
- Prueba de Kruskal-Wallis, para variables no paramétricas.
- Análisis de regresión y correlación y se lo procesó en el programa Spss versión 12.
- Análisis de Beneficio /Costo

## **G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL**

Para la presente investigación se utilizó 15 pieles ovinas de animales adultos, para cada uno de los ensayos; es decir, un total de 30 pieles con un peso promedio de 7 Kg, provenientes de la provincia de Chimborazo, adquiridas en el Camal Municipal, las cuales serán sometidas al siguiente procedimiento:

### **1. Remojo**

Se pesó las pieles frescas y en base a este peso se calculó la preparación de un baño con agua, al 200% a temperatura ambiente. Se añadió y se disolvió 0,05% de cloro más 0,5% de tensoactivo, por el peso de la piel y 300% de agua, mezclados por 3 horas se giró el bombo a una velocidad de 2-4 rpm y se eliminó el baño.

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

- Nuevamente se pesó las pieles y en base a este nuevo peso se preparó las pastas para embadurnar y depilar, con sulfuro de sodio en cantidades de 2,5%, en combinación con el 3,5% de cal, disueltas en 5% de agua; esta pasta se aplicó a la piel por el lado carnes, con un dobles siguiendo la línea dorsal para colocarles una sobre otra y dejándolas en reposo durante 12 horas, para luego extraer la lana en forma manual.
- Posteriormente se volvió a pesar las pieles sin lana para en base a este nuevo peso, realizar un pelambre en bombo, para lo cual se preparó un nuevo baño con el 100% de agua a temperatura ambiente al cual se añadió el 1.5% de sulfuro de sodio y el 2.5% de cal y se giró el bombo a la misma velocidad durante 3 horas y dejarlas en reposo un tiempo de 20 horas para lavar las pieles y botar el baño.

### **3. Desencalado y rendido**

- Se lavó las pieles con 200% de agua limpia a 30°C más el 0.2% de formiato de sodio, rodando el bombo durante 30 minutos a una velocidad de 8 rpm. Posteriormente se botó el baño y se preparó otro baño con el 100% de agua a 35°C, más el 1% de bisulfito de sodio y el 1% de formiato de amonio, más el 0.2% de producto rindente y se rodó el bombo durante 90 minutos.
- Pasado este tiempo se realizó la prueba de fenolftaleína para lo cual se colocó 2 gotas en la piel para ver si existió o no presencia de cal, presentando un pH de 8.5. Finalmente se botó el baño y se lavó las pieles con el 200% de agua, a temperatura ambiente durante 30 minutos y se botó el baño.

### **4. Piquelado, curtido y basificado**

- Se preparó un baño con el 60% de agua a temperatura ambiente, y se añadió el 10% de sal en grano blanca, se rodó 10 minutos para que se disuelva la sal para luego adicionar el 1.5 de ácido fórmico (HCOOH); diluido 10 veces su peso y dividido en 3 partes. Luego se colocó cada parte con un lapso de tiempo de 20 minutos. Pasado este tiempo, se controló el pH que estuvo en un valor de 2.8-3.2, y se dejó reposar durante 12 horas exactas.
- Pasado el reposo se rodó el bombo durante 10 minutos y se añadió el 7% de curtiente en base a cromo, rodando el bombo durante 90 minutos, luego de este tiempo se adiciono el 1% de bicarbonato de sodio diluido 10 veces su peso y se dividió en 3 partes, se colocó cada parte con un lapso de tiempo de 1 hora para luego rodar el bombo durante 5 horas.

### **5. Neutralizado y recurtido**

- Una vez rebajado el cuero a un grosor de 1mm se pesaron y se lavaron con el 200% de agua a temperatura ambiente más el 0.2% de tensoactivo y 0.2% de

ácido fórmico, luego se rodó el bombo durante 20 minutos a una velocidad de 14 rpm, se botó el baño.

- Luego se procedió a recurtir con un baño del 100% de agua más el 2% de órgano-cromo y 2% de glutaraldehído, dándole movimiento al bombo durante 40 minutos, para posteriormente botar el baño y preparar otro baño con el 80% de agua a 40°C al cual se añadió el 1% de formiato de sodio para realizar el neutralizado y rodar el bombo durante 40 minutos y se añadirá 2.5% de recurtiente neutralizante y se rodó el bombo durante 60 minutos, se eliminó el baño y se lavó los cueros con el 300% de agua a 40°C durante 60 minutos.
- Finalmente se botó el baño y se preparó otro baño con el 100% de agua a 40°C al cual se añadió el 4% de mimosa, el 3% de rellenante de faldas, luego se rodó el bombo durante 60 minutos.

## **6. Tintura y engrase**

Al mismo baño se añadió el 2% de anilina y se rodó el bombo durante 60 minutos, para luego aumentar el 150% de agua a 70°C, más el 6% de parafina sulfoclorada, más el 2% de lanolina y el 4% de éster fosfórico, mezcladas y diluidas en 10 veces su peso. Se rodó por un tiempo de 60 minutos y luego se añadió el 1.5% de ácido fórmico diluido 10 veces su peso, divididos en 2 partes y cada parte giro durante 10 minutos, se botó el baño. Terminado el proceso anterior los cueros reposaron durante 1 día en sombra, para que se escurran y se sequen durante 3 días.

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

Finalmente se procedió a humedecer un poco a los cueros con aserrín húmedo con el objeto de que estos absorban humedad para una mejor suavidad de los mismos, durante toda la noche. Los cueros se los ablando a mano y luego se los estaco a lo largo de todos los bordes del cuero con clavos, estirándolos poco a



poco sobre un tablero de madera hasta que el centro del cuero tenga una base de tambor, se dejó todo un día y luego se desclavo y se recortó los bordes.

## **8. Impregnación**

Una vez realizado el estirado del cuero se procedió a lijar la frisa, con papel lija número 180, seguido el lado flor con papel lija número 280, desempolvar y aplicar los tratamientos con 200, 225 y 250 g, de ligante de impregnación, 120 g de penetrante y agua hasta llegar a 1000 g de preparación, en una cantidad de 35 g por pie cuadrado. Se las dejó en reposo durante 12 horas, colocados los cueros flor con carne, pasado este tiempo se secó los cueros y se aplicó un ligero planchado, para continuar con un lijado de la flor con papel lija número 320, desempolvar y aplicar los acabados en seco normales sobre la superficie de la flor.

## **H.METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN**

### **1. Análisis sensorial**

Para los análisis sensoriales se realizó una evaluación a través del impacto de los sentidos que son los que revelaron las características de cada uno de los cueros ovinos dando una calificación de 5 correspondiente a MUY BUENA; de 3 a 4 BUENA; y 1 a 2 BAJA; en lo que se refiere a llenura, blandura y redondez.

- Para detectar la llenura se utilizó el sentido del tacto para lo cual se colocó en las yemas de los dedos una probeta de cuero notando el enriquecimiento de las fibras colagénicas, si fue abundante se refirió a un cuero bastante lleno que puede ser utilizado en la confección de zapatos o si es menos lleno se lo utilizó para vestimenta.
- Para la plenitud simplemente se observó la presencia o no de pliegues o arrugas en la superficie del cuero, además se observó si el tacto es muy cálido, seco, liso y suave muy similar al de la piel flexible ablandada.

- En lo que se refiere a la soltura de flor se observó el desprendimiento de la capa flor de la capa corium y con el sentido del tacto se palpó las bifurcaciones que se presentan en la superficie del cuero por el rompimiento de la capa del acabado, para lo cual se dobló el cuero repetidas veces, y se lo calificó de acuerdo a la escala de calificación que el juez designe y que tiene que ver con la finalidad a la que será destinado el cuero.

## **2. Análisis de laboratorio**

Estos análisis se los realizó en el Laboratorio de Control de Calidad de la tenería “Curtipiel Martínez” de la ciudad de Ambato, y se basaron en las Normas Técnicas de Calidad del Cuero y Calzado de la Asociación Española de Normalización y Certificación del Cuero.

### **a. Resistencia a la tensión o tracción**

Para los resultados de resistencia a la tensión en condiciones de temperatura ambiente, se comparó los reportes del Laboratorio de Control de Calidad de la tenería “Curtipiel Martínez” con las exigencias de la Norma IUP20, para lo cual:

- Se dobló la probeta y se sujetó en cada orilla para mantenerla en posición doblada en una maquina diseñada para flexionar la probeta.
- Una pinza es fija y la otra se mueve hacia atrás y hacia delante ocasionando que el dobléz en la probeta que se extiende a lo largo de esta.
- La probeta fue examinada periódicamente para valorar el daño que se ha producido, las probetas son rectángulos de 70 x 40 ml.
- Se midió el grado de daño que se produce en el cuero ovino en relación a 20.000 flexiones aplicadas al material de prueba.

## **b. Lastometría**

Para realizar el análisis de la lastometría del cuero impregnado que fue utilizado en calzado se procedió de la siguiente manera:

- Se tomó los cueros de los 3 tratamientos, y se colocó en las porta probetas sujetándolas con las abrazaderas firmemente al borde del disco plano circular del cuero.
- Se dejó libre la porción del disco, la abrazadera se mantenía fija el área sujeta del disco estacionario cuando se aplicó a su centro una carga mayor de 80 Kgf. Finalmente se determinó la distensión que soporta el cuero ovino y luego se comparó los resultados con lo recomendado por la Norma técnica del cuero UNE 59005 (2002).

## **c. Porcentaje de elongación**

El equipo para realizar esta prueba estaba constituido por una abrazadera para sujetar firmemente el borde del disco plano circular del cuero, que deje libre la porción central del disco, la abrazadera se mantenía fija el área sujeta del disco estacionario cuando esté siendo aplicado a su centro una carga mayor a 80 Kgf. El diámetro del área libre fue aproximadamente de 25 mm. La elongación fue tomada como la distancia entre la mordaza y la esfera, en una dirección normal al plano ocupado por el cuero, cuando el disco es sujetado y está bajo carga cero

- Se sujetó la probeta acondicionada en el instrumento con su lado carne adyacente a la esfera y su flor en posición plana.
- Se incrementó la tensión a una velocidad de aproximadamente un quinto de milímetro por segundo y se observó la superficie de la flor por si ocurre el rompimiento de la misma. Cuando la ruptura de la flor ocurrió, se anotó la carga y la tensión y se continuó aplicando la carga tan lentamente como sea posible. Si el disco se rompía antes de que la carga máxima del instrumento sea alcanzada, anotar la carga de distensión al estallamiento. En el reporte de

cualquier prueba se indicó la carga y tensión a la ruptura de flor, y los valores correspondientes al estallamiento, si el disco del cuero se rompía antes de que la carga máxima sea alcanzada. Si fueron realizadas varias pruebas, se reportó los resultados de cada una y no solamente su promedio.

- Si hay una pausa durante la distensión de una probeta, ocurre un relajamiento de la tensión y las lecturas de carga tienden a caer. Es por esta razón que la carga y la distensión a la ruptura y estallamiento de flor fue medido con el mismo retraso.

## V. RESULTADOS Y DISCUSIONES

### A. **EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL CUERO FLOR RECTIFICADA CON LA UTILIZACIÓN DE TRES NIVELES DE LIGANTE DE IMPREGNACIÓN PARA LA FABRICACIÓN DE CALZADO**

#### 1. Resistencia la tensión o tracción, N/cm<sup>2</sup>

En el análisis de varianza de la resistencia a la tensión del cuero ovino cuero flor rectificada, se identificaron diferencias altamente significativas ( $P < 0.001$ ), por efecto de los niveles de ligante de impregnación, registrándose las mejores respuestas en los cueros donde se utilizó 250g de ligante (T3), con un valor medio de 158,20 N/cm<sup>2</sup> y que son estadísticamente diferentes a los reportes de los cueros tratados con 225g (T2), los cuales presentaron un valor medio de 155,20 N/cm<sup>2</sup> en tanto que las respuestas de menor nominación fueron en los cueros tratados con 200g de ligante de impregnación (T1), con un valor medio de 151,80 N/cm<sup>2</sup>, como se reporta en el cuadro 8, y se ilustra en el gráfico 1.

La tendencia que presentan los datos obtenidos en la investigación tienen su fundamento técnico en lo señalado por Salmerón, J. (2003), quien reporta que los ligantes de alta densidad son productos capaces de formar por secado una película muy resistente y constituyen el elemento de una formulación de acabado, generalmente son sustancias orgánicas que se encuentran en forma de polímeros, son los productos más importantes del acabado porque adhieren o pegan el resto del producto al cuero, como pigmentos, productos auxiliares, anilinas, etc. Son productos fulminosos porque forman un film o una película casi transparente para pegar. Si el ligante es de mala calidad o está mal calculado, la impregnación será de mala calidad, este producto le da resistencia a la tensión y solidez a la estructura del cuero por esto los productos deben ser de buena calidad y ser aplicados en la correcta proporción. Los valores determinados de la tensión que registran una media de 155,07 N/cm<sup>2</sup>. Al ser comparados con los reportes de la Asociación Española de Normalización del Cuero en su Norma

Cuadro8. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL CUERO FLOR RECTIFICADA CON LA UTILIZACIÓN DE TRES NIVELES DE LIGANTE DE IMPREGNACIÓN PARA LA FABRICACIÓN DE CALZADO.

VARIABLES FÍSICAS	NIVELES DE LIGANTE DE IMPREGNACIÓN. G						EE	Prob
	200 g		225 g		250 g			
	T1	Sign	T2	Sign	T3	Sign		
Resistencia a la tensión/cm <sup>2</sup>	151,80	c	155,20	b	158,20	a	0,72	0,001
Lastometría, mm.	7,72	c	7,70	b	8,13	a	0,10	0,001
Porcentaje de elongación, %.	51,00	c	54,30	b	58,00	a	0,70	0,001

EE: Error estándar.

Sign: Significancia.

Fuente: Correa. L (2012)

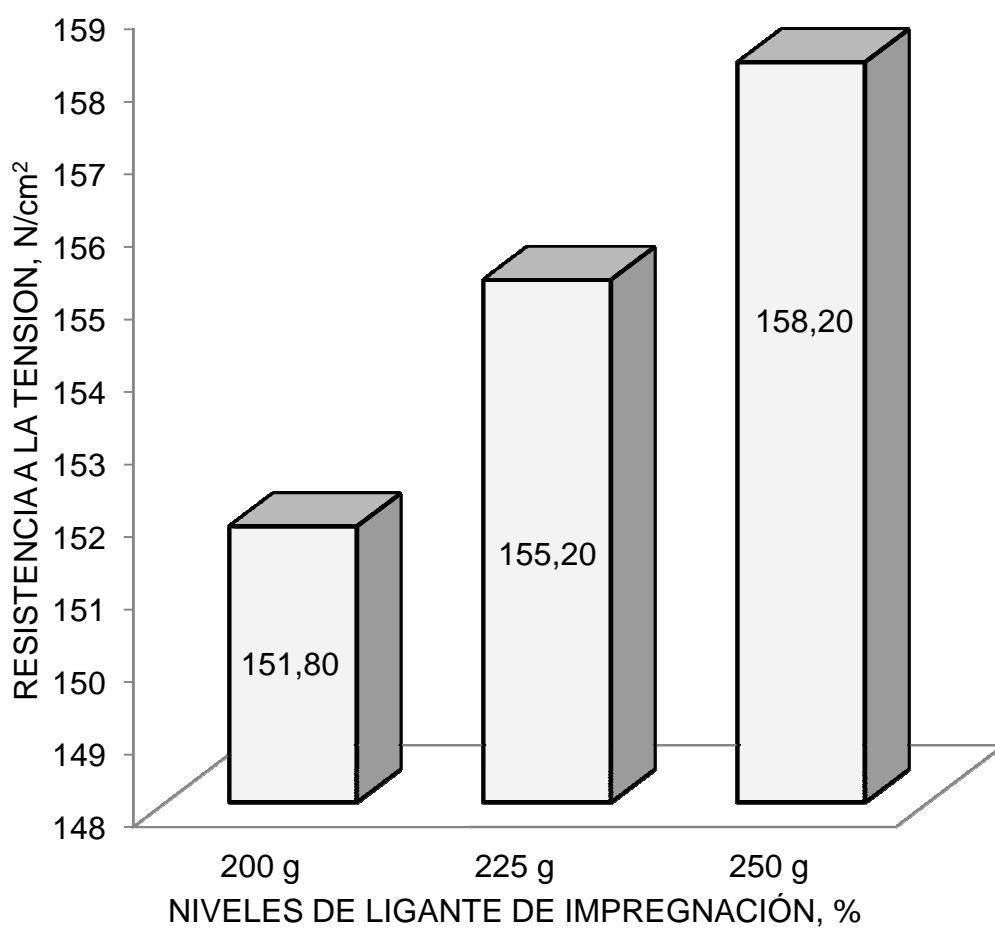


Gráfico 1. Comportamiento de la resistencia a la tensión del cuero flor rectificada con la utilización de tres niveles de ligante de impregnación para la fabricación de calzado.

Técnica IUP21 (2002), que infiere como valor referencial,  $150 \text{ N/cm}^2$ , se afirma que en los tres diferentes niveles de ligante de impregnación se supera este límite pero con mayor amplitud al aplicar 250 g de ligante.

El comportamiento las mediciones experimentales de la resistencia a la tensión permite estimar una tendencia lineal positiva altamente significativa con una regresión de resistencia a la tensión =  $126,27 + 0,13(x)$ , como se ilustra en el gráfico 2, que indica que partiendo de un intercepto de  $126,27 \text{ N/cm}^2$ ; la resistencia a la tensión se incrementa en  $0,13 \text{ N/cm}^2$  por cada unidad de cambio en el nivel de ligante de impregnación aplicado a la formulación del acabado del cuero ovino, registrándose además un coeficiente de determinación del 86,36% entre las dos variables interrelacionadas, en tanto que el 13,64% restante depende de otros factores no considerados en la presente investigación.

En la medición de la resistencia a la tensión de los cueros ovinos flor rectificada tratados con tres diferentes niveles de ligante de impregnación no se registraron diferencias estadísticas entre las medias ( $P < 0.17$ ), por efecto de los ensayos consecutivos, no obstante se observa cierta superioridad numérica en los cueros del segundo ensayo con  $155.33 \text{ N/cm}^2$  y que desciende a  $154.80 \text{ N/cm}^2$  en los cueros del primero ensayo como se ilustra en el gráfico 3, al no reportarse diferencias estadísticas un indicativo de la similitud y estabilidad de las características especialmente físicas, de los cueros en cada ensayo, garantizando que al aplicarlos en la industria a gran escala los productos obtenidos gozarán de estandarización y repetitividad y se ubicaran dentro de los rangos óptimos en las pruebas a las que fueron sometidos, como la resistencia a la tensión, evitándose la generación de pérdidas por devolución de material terminado sobre todo cuando se trata de calzado, en la que su utilidad es limitada por cuanto se refieren fundamentalmente a características de composición del cuero más que a la capacitación frente a las propiedades de uso, ya que a nivel mundial la calidad de los cueros crudos ha ido desmejorándose constantemente, lo cual ha forzado a la industria curtidora a buscar procesos adecuados para con ellos lograr cueros de alta calidad.



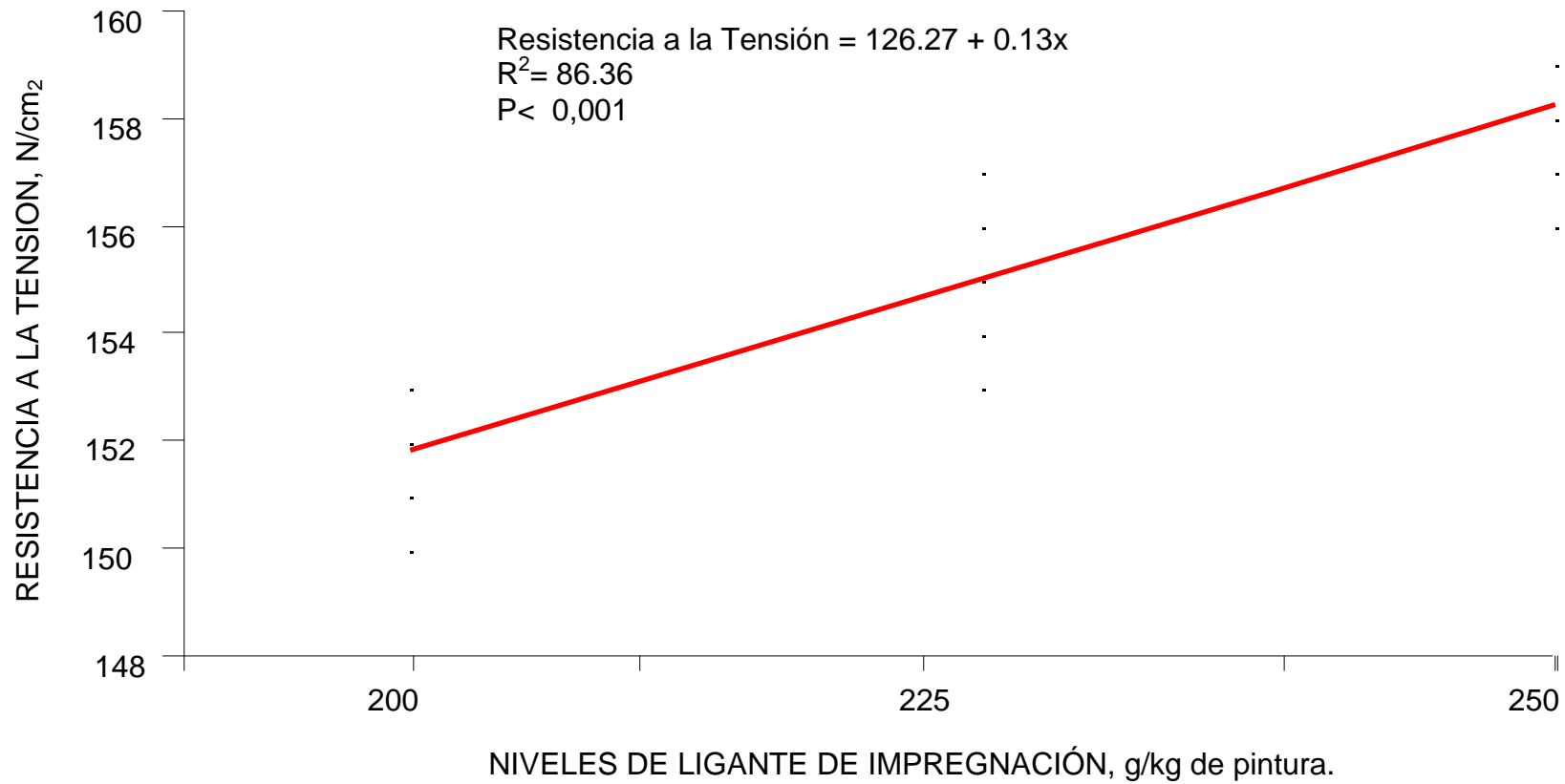


Gráfico 2. Regresión de la resistencia a la tensión del cuero flor rectificada con la utilización de tres niveles de ligante de impregnación para la fabricación de calzado.

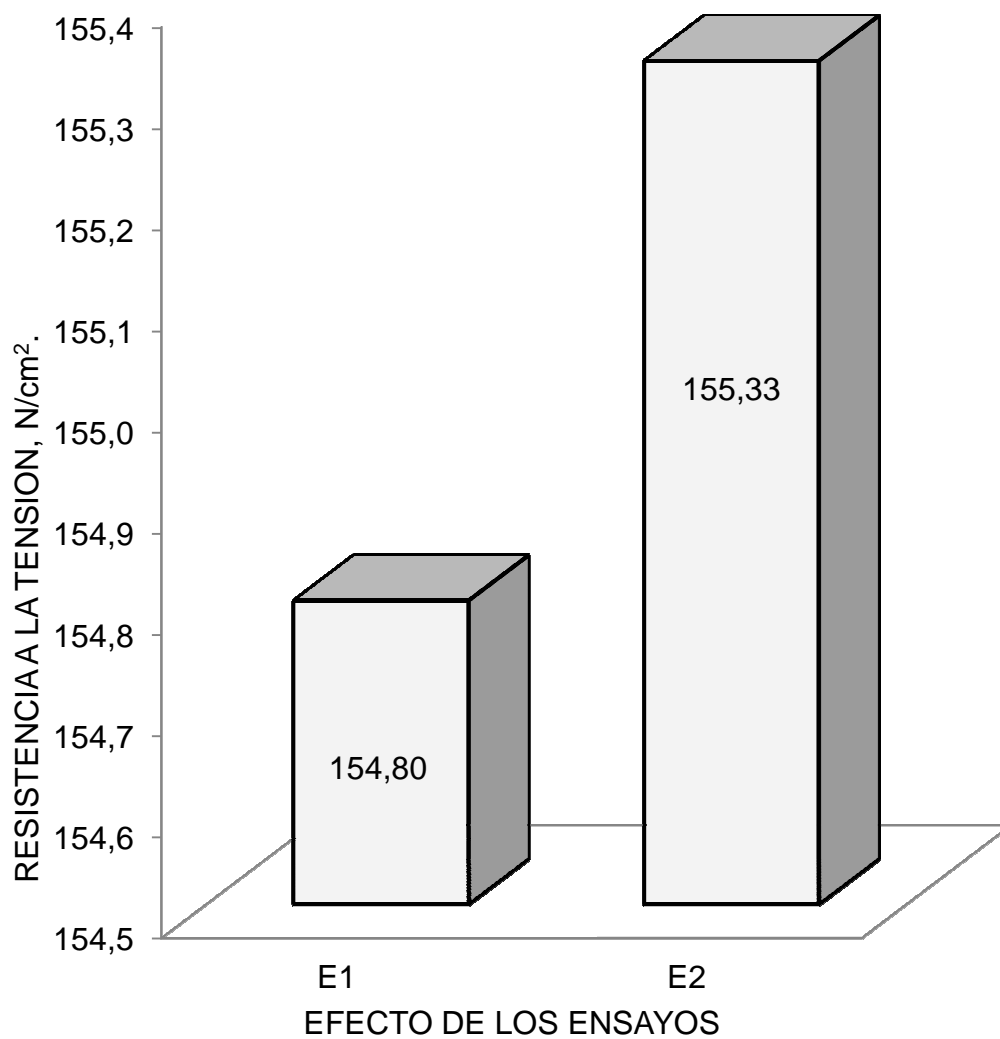


Gráfico3. Comportamiento de la resistencia a la tensión del cuero flor rectificada con la utilización de tres niveles de ligante de impregnación para la fabricación de calzado por efecto de los ensayos.

El análisis de varianza de la resistencia a la tensión por efecto de la interacción entre el nivel de ligante de impregnación y los ensayos consecutivos, no se registraron diferencias estadísticas, ( $P < 0,21$ ), entre las medias de los tratamientos, peso a esto numéricamente se puede evidenciar superioridad en los cueros del tratamiento T3 en el primer ensayo (250 g E1), ya que reportaron respuestas de  $158,40 \text{ N/cm}^2$  y que son superiores a las registradas en el tratamiento en mención, pero en el segundo ensayo (250 g E2), cuyas medias fueron de  $158,00 \text{ N/cm}^2$ , seguida a estas respuestas se ubica la tensión reportada en los cueros del tratamiento T2, en el primero y segundo ensayo, (225 g E1 y 225 g E2), ya que las medias reportadas fueron de  $154,60$  y  $155,80 \text{ N/cm}^2$ , respectivamente, en tanto que los valores más bajos lo establecieron los cueros del tratamiento T1 en el primero y segundo ensayo, (200 g E1 y 200 g E2), con medias de  $151,40 \text{ N/cm}^2$  y  $152,20 \text{ N/cm}^2$ , como se ilustra en el gráfico 4.

Lo que permite afirmar de acuerdo a los reportes indicados que la mejor resistencia a la tensión del cuero flor rectificada ideal para la confección de calzado se la obtiene con la aplicación en el acabado de mayores niveles de ligante de impregnación; es decir, 250 g en el primer ensayo, que hacen que el material producido sea sumamente flexible, que es sutil no solamente en el momento de la confección de la prenda, si no más en el uso diario; ya que, como va a estar en contacto con el cuerpo del usuario no debe provocar ningún tipo de molestias, y su tiempo de utilización es muchas veces prolongado por lo que debería brindar una alta comodidad.

Además es necesario acotar según <http://www.impregnacion.com>. Cornelios, J. (2012), que no existe una solución perfecta cuando se tiene en la fábrica de calzado un problema como es la piel con flor suelta, se pueden hacer impregnaciones con ligantes o proteínas modificadas directamente sobre el lado carne de los cortes de calzado, lo que le convierte al cuero en un acabado flor rectificada, ya que tanto en la tenería como en la fábrica de calzado se deben hacer los ensayos correspondientes con un adecuado diseño de experimentos que permita controlar las variables.

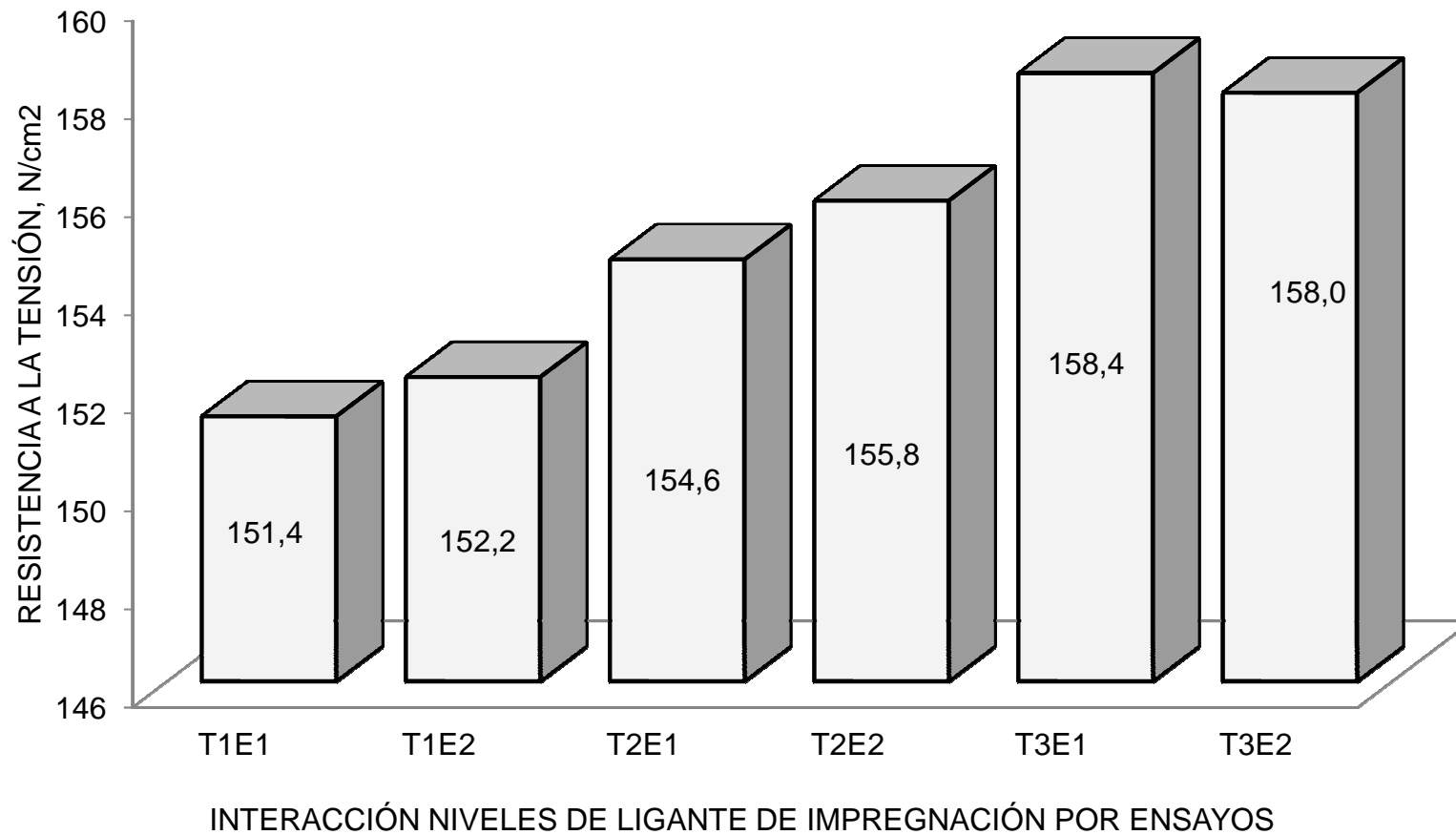


Gráfico4. Comportamiento de la resistencia a la tensión del cuero flor rectificada por efecto de la interacción entre niveles de ligante de impregnación y los ensayos

## 2. Lastometría

La resistencia a la lastometría del cuero ovino flor rectificada, reportó diferencias altamente significativas, ( $P < 0.001$ ), por efecto de los diferentes niveles de ligante de impregnación empleado en la formulación de del acabado, con una media general de 7.85 mm y un coeficiente de variación de 1.82%, obteniéndose la lastometría más óptima con el empleo del tratamiento T3 (250g de ligante) cuyo valor medio fue de 8.13 mm en comparación con el tratamiento T2 (225g de ligante) en el cual se registraron valores de lastometría más bajos con medias de 7.70 mm, en tanto que resultados intermedios fueron registrados en los cueros del tratamiento T1 (200g de ligante), con valores intermedios de 7.72 mm, como se ilustra en el gráfico 5.

Los valores obtenidos se encuentran dentro de los parámetros requeridos por la Norma IUP 21, donde se exige que los cueros no presenten lastometría menores de 7.5 mm para ser considerados como óptimos en esta prueba física, denotando que los cueros ovinos en cuyo acabado se aplicó ligante se impregnación mostraran una notable resistencia a los esfuerzos unidireccionales a los cuales estará expuesto el cuero en el uso diario, presentando una excelente elasticidad antes de romperse.

Para explicar lo expuesto en las líneas anteriores es pertinente citar lo mencionado en <http://www.cueronetligantes.com>. Sato, K. (2010), donde se asevera que los ligantes por sus propiedades próximas a las de albúmina y la caseína, podemos incluir en este grupo de ligantes algunos derivados poliamídicos. Desde hace unos años, este tipo de ligantes está imponiéndose con éxito. La razón de este éxito radica en que a las propiedades generales atribuidas a las proteínas naturales, añaden su flexibilidad, importantísima cualidad dada cada vez con mayor tendencia a acabados suaves, blandos y muy flexibles al inestable bombeado en seco para un importante número de artículos y una resistencia elevada a la lastometría. Además, su flexibilidad hace menos necesario el uso de plastificantes en los acabados eliminando de esta manera los no raros problemas a posterior causados por una posible migración de estos de la película del acabado al interior de la piel.

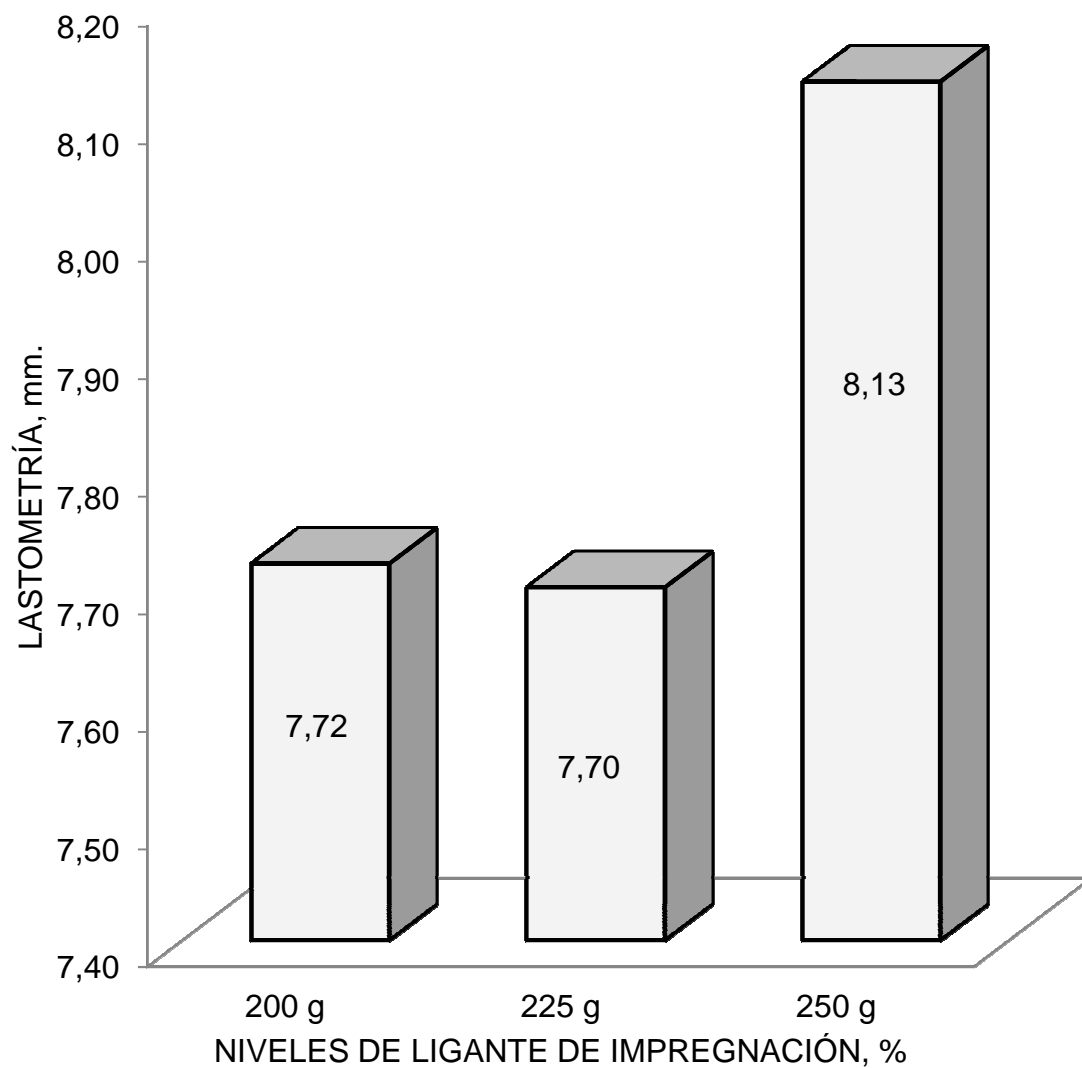


Gráfico5. Comportamiento de la lastometría del cuero flor rectificada con la utilización de tres niveles de ligante de impregnación para la fabricación de calzado

Finalmente conviene recordar que los ligantes de impregnación, son insustituibles en los acabados en cueros rectificadas, destinados a la confección de calzado pero están siempre presentes en cualquier acabado aportando sus excelentes propiedades. Al cotejar los reportes indicados con las exigencias de calidad para cueros flor rectificada de la Asociación Española de Normalización del Cuero en su Norma Técnica UNE 5905 (2002), que infiere un mínimo de 7,5 mm, se puede afirmar indicar que los tres tratamientos superan ampliamente con esta exigencia pero especialmente en los cueros curtidos con mayores niveles de ligante proteínico

En análisis de regresión realizada a los datos obtenidos en esta medición física, se pudo determinar una tendencia cuadrática altamente significativa ( $P < 0.001$ ), como se ilustra en el gráfico 6, estableciéndose una ecuación para Lastometría =  $24.08 - 0.5x + 0.004 x^2$ , donde se señala que partiendo del intercepto de 24,08 mm, el valor inicial de la lastometría tiende a decrecer en 0,5 mm al incluir en la formulación del acabado 200 gramos de ligante proteínico (T1), para luego iniciar un ascenso en la calidad del cuero en 0,004 mm, al incrementarse el nivel de ligante proteínico a 225 gramos (T2), identificándose además un coeficiente de determinación  $R^2$ , de 62,52 % mientras que el 37,48% 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 ovino.

Las medias obtenidas en la resistencia a la lastometría de los cueros ovinos flor rectificada tratado con tres diferentes niveles de ligante de impregnación no reportó diferencias estadísticas por efecto de los ensayos ( $P < 0,06$ ), a pesar de esto numéricamente se observó superioridad en el cueros del segundo ensayo con una nota de 7.88 mm, evidenciando un descenso en las medias del primer ensayo cuyo valor medio fue de 7.82, como se reporta en el cuadro 9, 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.

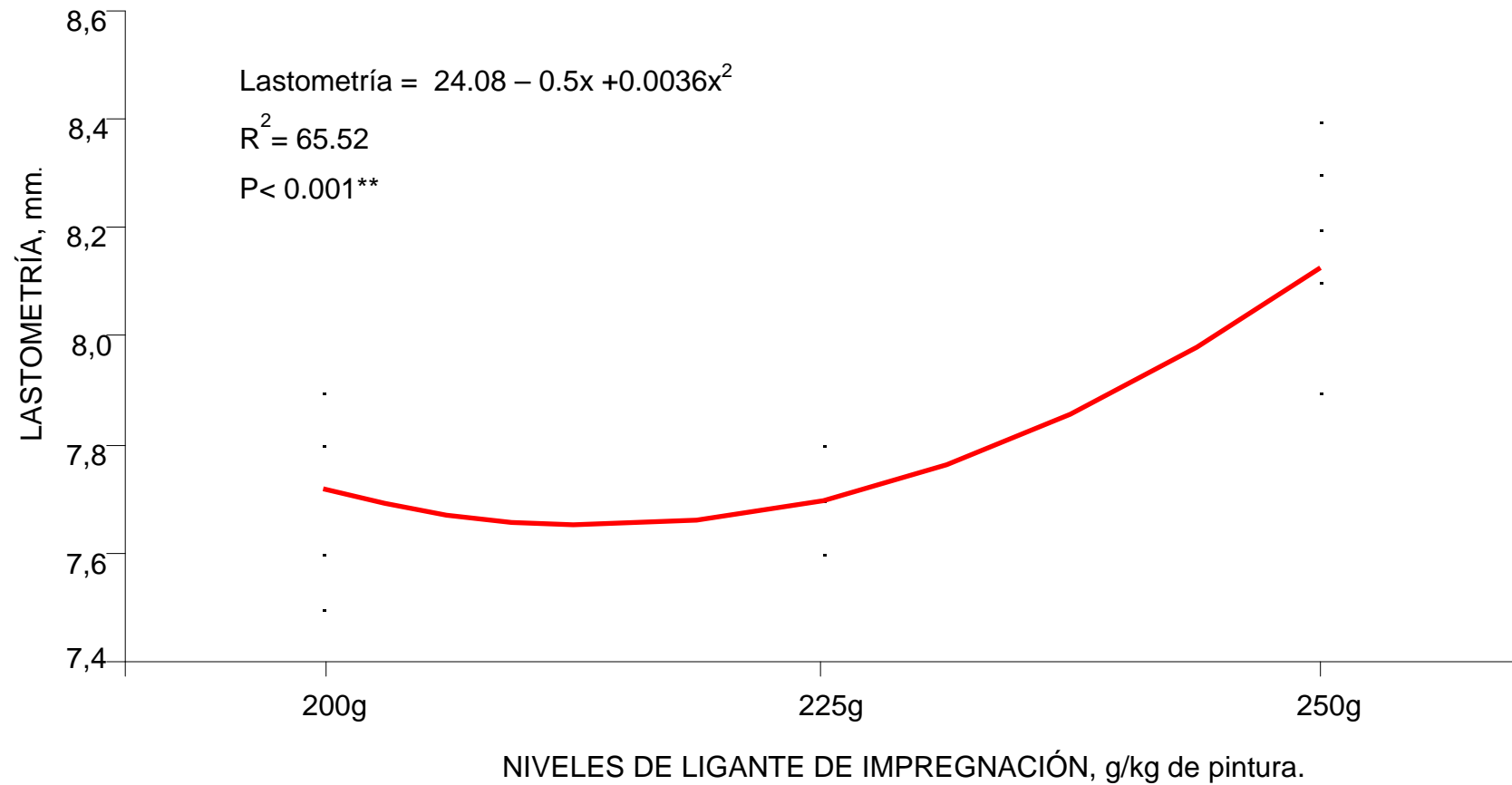


Gráfico6. Regresión de la lastimetría del cuero flor rectificada con la utilización de tres niveles de ligante de impregnación para la fabricación de calzado.



Cuadro 9. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL CUERO FLOR RECTIFICADA CON LA UTILIZACIÓN DE TRES NIVELES DE LIGANTE DE IMPREGNACIÓN PARA LA FABRICACIÓN DE CALZADO POR EFECTO DE LOS ENSAYOS.

VARIABLES FÍSICAS	EFECTO DE LOS ENSAYOS				EE	Prob
	Ensayo 1		Ensayo 2			
	Valor	Letra	Valor	Letra		
Resistencia a la tensión, N/cm <sup>2</sup>	154,80	a	155,33	a	0,46	0,2
Lastimetría, mm.	7,82	a	7,88	a	0,06	0,3
Porcentaje de elongación, %.	54,40	a	54,47	a	0,44	0,9

EE: Error Estándar.

Prob: probabilidad

Elaborado: Correa. L (2012).

Dando una buena resistencia a la lastometría especialmente en los cueros del segundo ensayo como se ilustra en el gráfico 7, que nos sirve para prevenir que las prendas o materiales que estén en contacto con el pie del usuario se rasguen fácilmente al frotarse con una superficie como puede ser una pared o entre el calzado el momento del caminar.

En la evaluación del análisis de varianza de la lastometría por efecto de la interacción entre los diferentes niveles de ligante de impregnación y los ensayos consecutivos no se establecieron diferencias estadísticas entre medias; sin embargo, numéricamente se han reportado las mejores respuestas de lastometría de los cueros flor rectificada en el tratamiento T3 (250 g), en el segundo ensayo con medias de 8,18 mm, y que desciende a 8,08 mm, en los cueros del tratamiento en mención pero en el primer ensayo (250 g E1), los mismos que son superiores a las respuestas obtenidas en los cueros acabados con 225 gramos de ligante de impregnación en el primero y segundo ensayo (225 gE1 y 225 g E2), cuyos valores fueron de 7,72 mm; 7,68 mm en su orden, mientras que las respuestas menos eficientes son registradas en los cueros acabados con 200 gramos de ligante en el primer ensayo cuyas medias fueron de 7,66 mm; como se ilustra gráfico 8.

Por lo que al analizar los reportes se afirma que los mejores resultados se obtienen con mayores niveles de ligante de impregnación en el segundo ensayo, ya que cumple con la exigencias de calidad del cuero destinado a la confección de artículos de calzado de la Asociación Española del Cuero que infiere como mínimo 7,5 mm antes de romper la estructura fibrilar del colágeno. La impregnación con ligantes se ha utilizado tradicionalmente para mejorar la firmeza del grano y la duración del calzado de cueros de grano corregido. Sin embargo, los productos de impregnación modernos también son utilizados para mejorar la firmeza del grano y la selección de cueros de plena flor y flor rectificada, incluyendo el curtido y recurtido vegetal pesado.

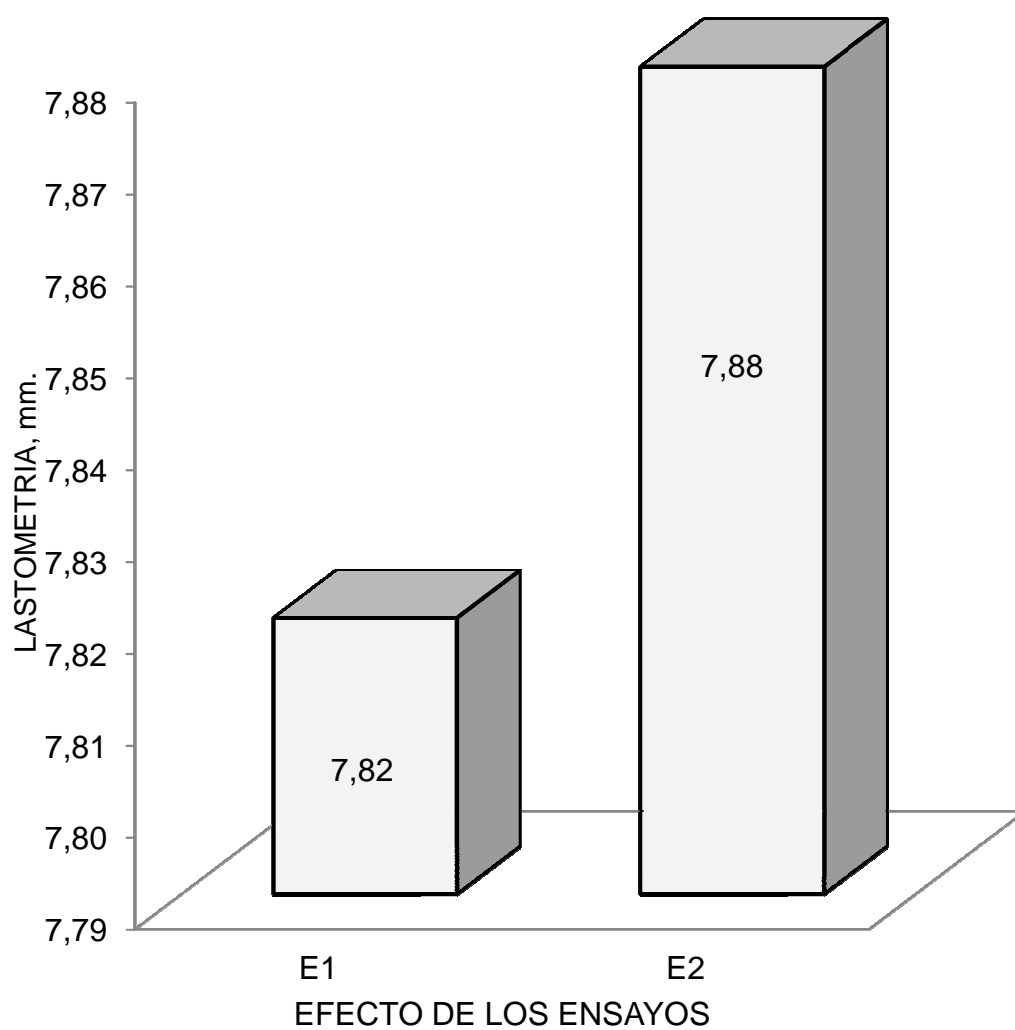


Gráfico 7. Comportamiento de la lastometría del cuero flor rectificada con la utilización de tres niveles de ligante de impregnación para la fabricación de calzado por efecto de los ensayos.

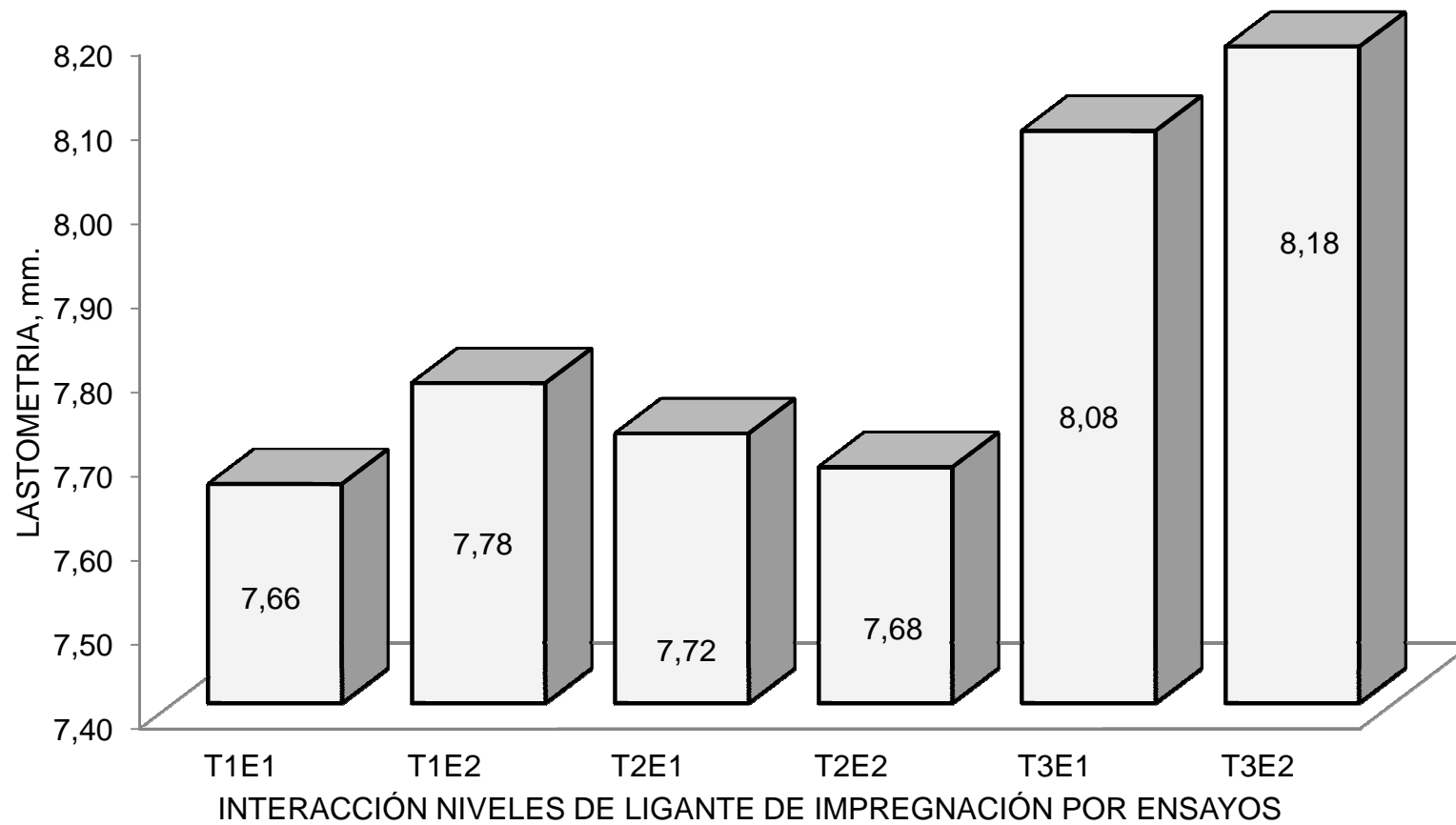


Gráfico8. Comportamiento de la lastometría del cuero flor rectificada por efecto de la interacción entre niveles de ligante de impregnación y los ensayos.

### **3. Porcentaje de elongación**

La característica física de porcentaje elongación del cuero ovino flor rectificada, reportó diferencias altamente significativas, ( $P < 0.001$ ), por efecto de la aplicación de los diferentes niveles de ligante de impregnación, registrándose la mejor respuesta con la aplicación de 250g de ligante de impregnación (T3), con 58%, seguido se encuentran los resultados de los cueros tratados con 225g de ligante (T2), los cuales presentaron valores medios de 54.30%, en contraste con la utilización de 200g de resina de impregnación (T1), en la cual se reportó las respuestas menos óptimas para la elongación con valores medios de 51.00%, como se ilustra en el gráfico 9, prediciendo finalmente una media general de 54.43% y un coeficiente de variación entre las medias de los tratamientos con un valor de 1.81%.

Los valores obtenidos en esta medición superan al parámetro mínimo exigido por la Asociación Española de Normalización del Cuero en su Norma Técnica IUP 9, (2002), el cual infiere 50% para la elongación, avalando que los cueros ovinos en cuyo terminado se adicionó ligante de impregnación presentaran una respuesta óptima, la misma que evalúa el porcentaje en que el cuero se deforma y estira frente a un esfuerzo que simula tracciones en todas las direcciones simultáneamente, esto mide como se reparte las fuerzas aplicadas en todo el entramado fibrilar del cuero, evitando que el esfuerzo se recargue en una sola zona de la estructura del corium desgarrándose prematuramente.

Los resultados reportados están en relación a lo señalado en <http://www.cueronetimpregnacion.com>. Cornelios, J. (2010), donde se asevera que la impregnación de flor es uno de los procesos que ha permitido mejorar la selección de los cueros. Esta se efectúa primordialmente para mejorar las características del acabado, resistencia al rasguño, mejora en el porcentaje de elongación y quiebre de la flor de cueros de flor corregida. También se emplea para controlar el tacto, uniformar la absorción, orden fibrilar y en cierto grado también el quiebre de cueros flor entera.

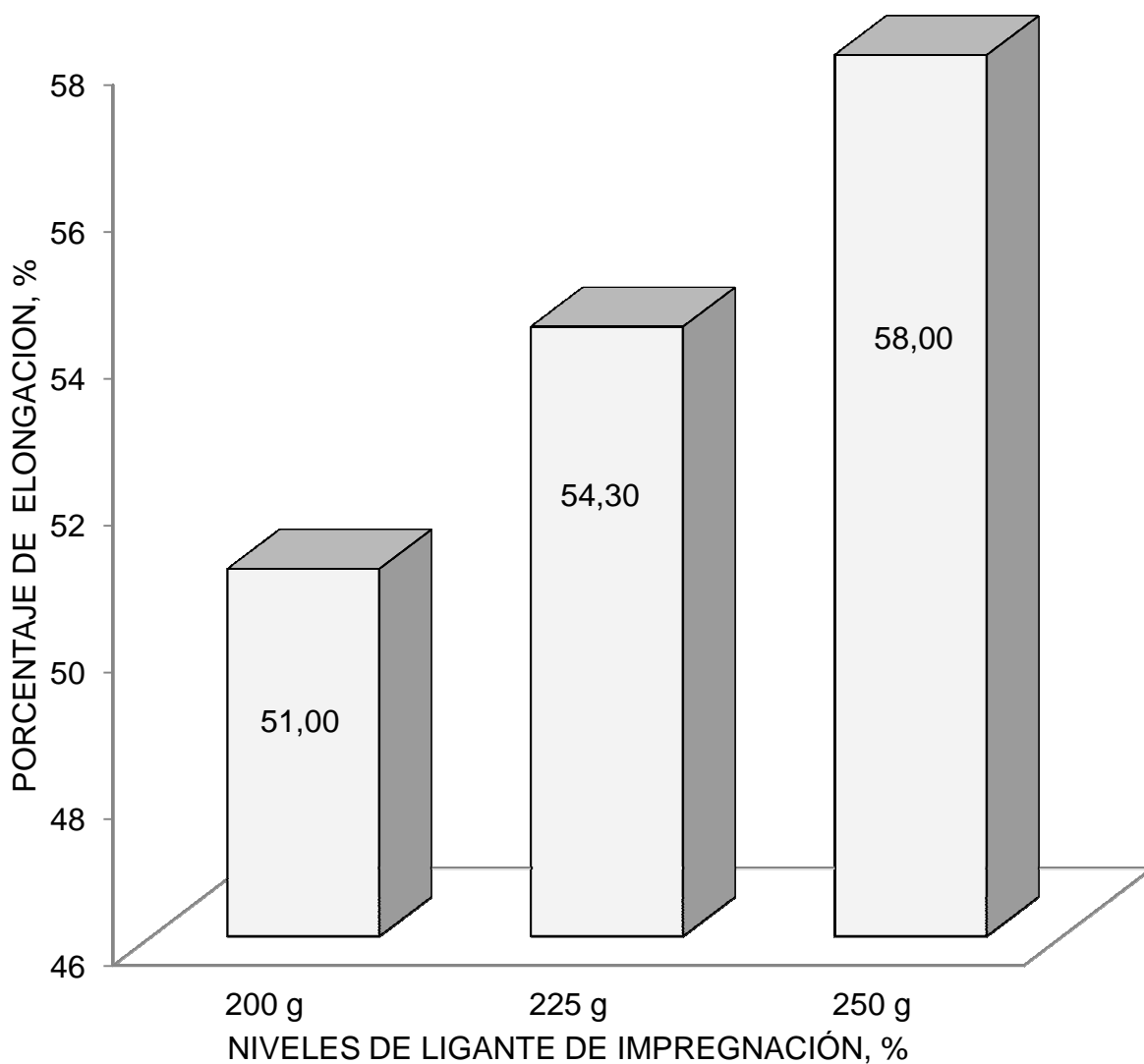


Gráfico9. Comportamiento del porcentaje de elongación del cuero flor rectificada con la utilización de tres niveles de ligante de impregnación para la fabricación de calzado.

El proceso está basado en una deposición controlada de polímero a través de la capa de flor (corium menor), y hacia la capa de corium (corium mayor) donde reordena las fibras colagénicas del cuero, logrando que las fuerzas se dispersen por todo el largo del entramado estructural.

En el análisis de regresión que se ilustra en el gráfico 10, se verifica una tendencia lineal positiva altamente significativa ( $P < 0,001$ ), en la que la ecuación del porcentaje de elongación es  $= 126,27 + 0,13(x)$ , donde se expresa que un incremento en los niveles de ligante de impregnación genera un ascenso de 0.14% en el porcentaje de elongación de los cueros flor rectificada, destinados a la confección de calzado, teniendo un coeficiente de determinación de 86.36%, lo que indica que una fluctuación en la elongación se debe en un 86.36% a el nivel de ligante de impregnación, en tanto que el 13,64% restante son efecto de factores no considerados en la presente investigación y que tienen que ver sobre todo con la precisión del operario en el pesaje de los diferentes productos químicos que forman parte de las distintas fórmulas de los procesos de curtición de las pieles ovinas.

Al evaluar el análisis de varianza del porcentaje de elongación del cuero ovino flor rectificada, acabado con diferentes niveles, (200, 225 y 250 g), de ligante de impregnación la misma que estuvo bajo la influencia de los ensayos consecutivos, no se registró diferencias significativas ( $P < 0,85$ ), a pesar de ello se puede manifestar que al realizar el primer ensayo se observó una elongación de 54,50% N/cm<sup>2</sup>, que es numéricamente inferior a las respuestas registradas en el segundo ensayo ya que los valores medios fueron de 54,47% como se ilustra en gráfico 11, y que al cotejarlas con la Norma Técnica IUP 9 (2002), que estipula un límite inferior de 50% , nos permite afirmar que se supera ampliamente en los dos ensayos con este requerimiento; es decir, los cueros no se rompen fácilmente al ser sometido a las condiciones de uso más extremas. Al no registrar diferencias estadísticas se puede afirmar que como los ensayos fueron desarrollados en un ambiente controlado como es el laboratorio de Curtiembre permitió mantener un estándar de calidad sobre todo en lo que tiene que ver a las resistencias físicas del cuero dando como resultado un material homogéneo con

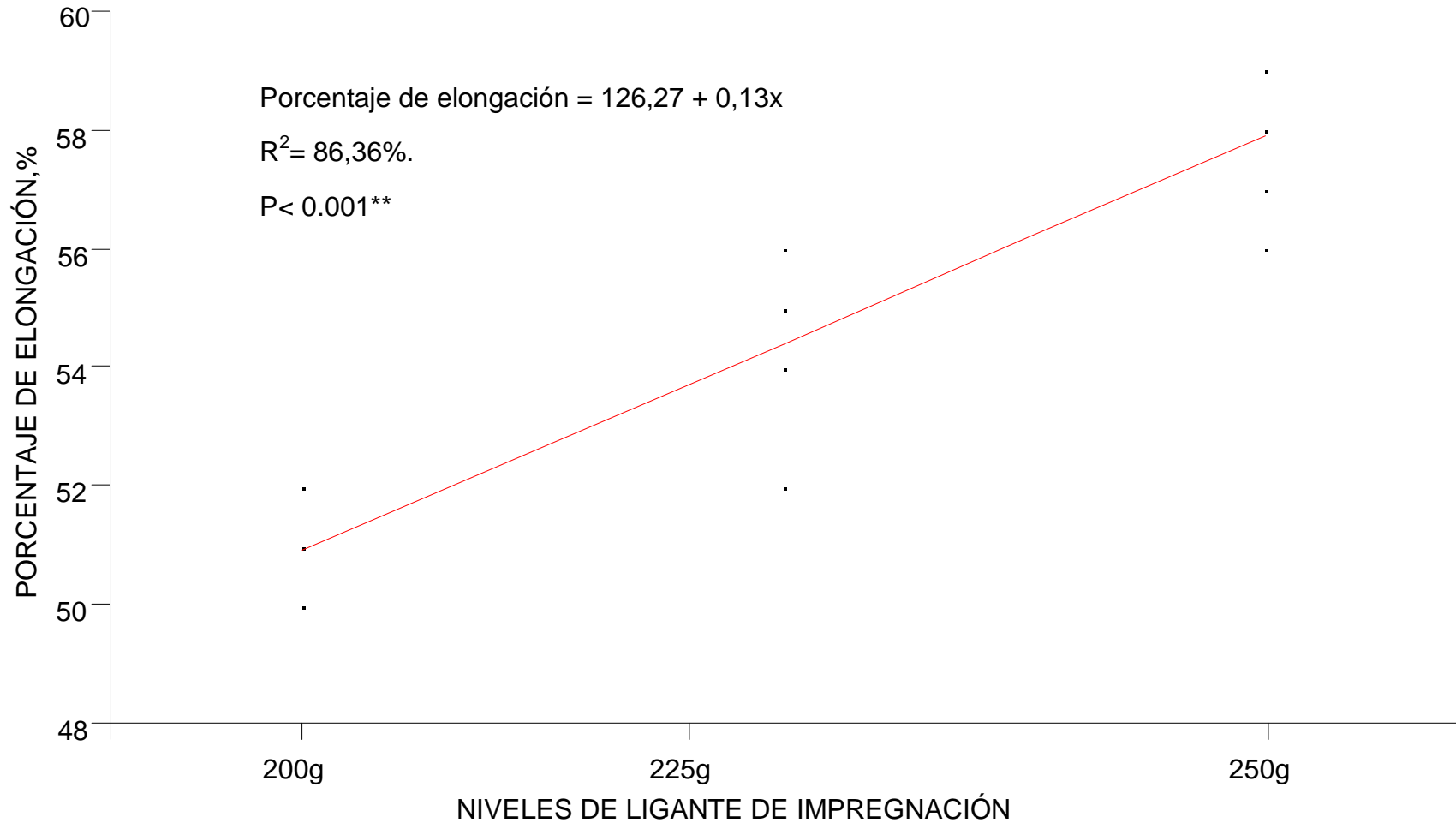


Gráfico10. Regresión del porcentaje de elongación del cuero flor rectificado con la utilización de tres niveles de ligante de impregnación para la fabricación de calzado.



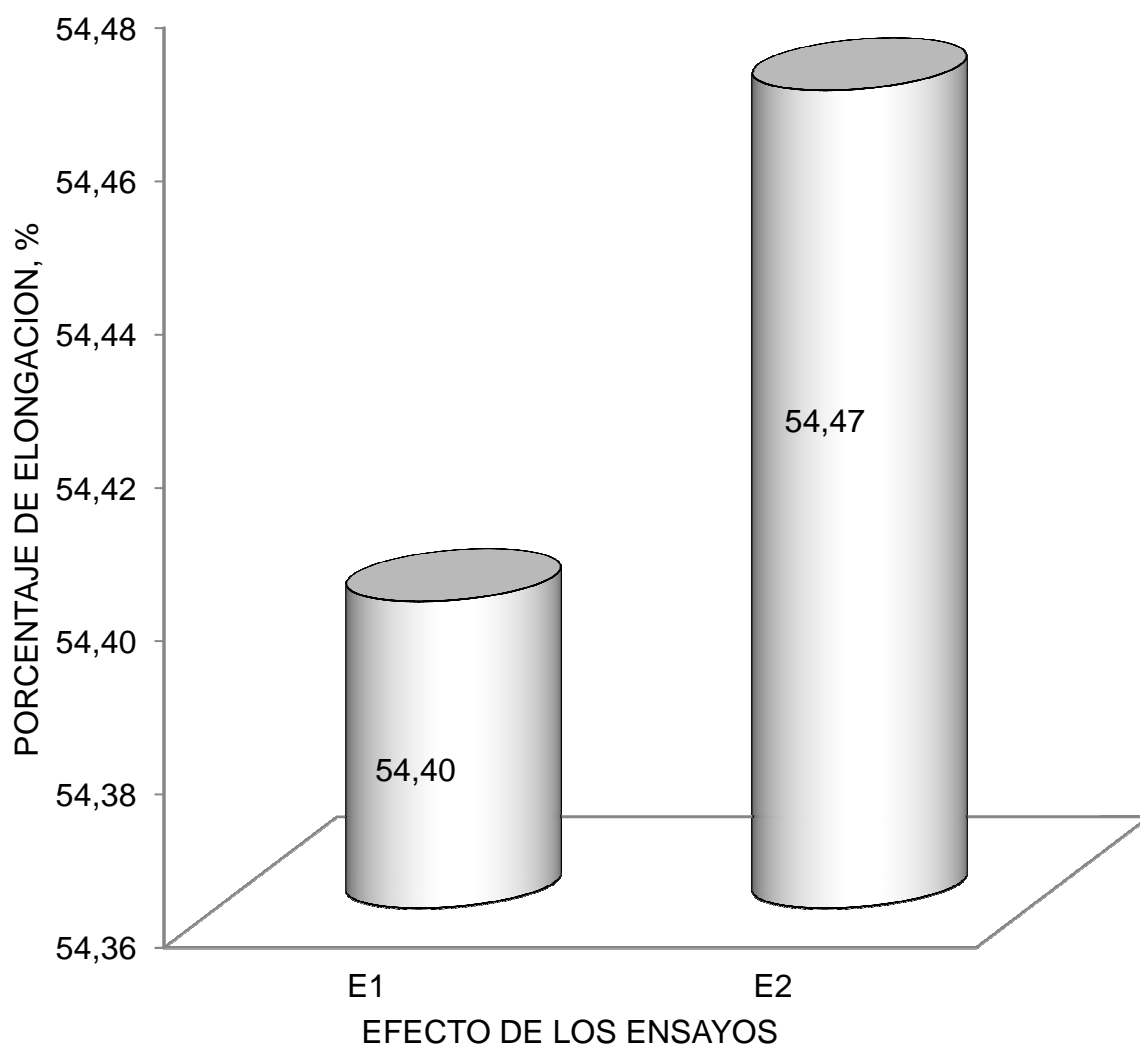


Gráfico 11. Comportamiento de la elongación del cuero flor rectificada con la utilización de tres niveles de ligante de impregnación para la fabricación de calzado por efecto de los ensayos.

buenas cualidades y que al ser destinado como materia prima para calzado registra las mejores prestaciones lo que se refleja en una clasificación más alta de cuero y por ende un mayor valor en su costo por decímetro cuadrado.

La interacción registrada entre los niveles de ligante de impregnación y los ensayos, en lo que tiene que ver con porcentaje de elongación del cuero ovino flor rectificadas, como se reporta en el cuadro 10 y se ilustra en el gráfico 12, no reporto diferencias estadísticas ( $P < 0.64$ ), entre las medias de los tratamientos, indicándose que con la aplicación de 250 g de ligante (T3), en el primero y segundo ensayo, se registraron las elongaciones más altas de la investigación con medias de 58,20 y 57,80% respectivamente, (T3E1 y T3E2), seguida de las respuestas obtenidas en el lote de cueros a los que se les aplicó 225 g de ligante en el primero y segundo ensayo (T2E1 y T2E2), con medias de 54,20 y 54,40%, respectivamente, en tanto que la elongación más baja fue el registrado en las pieles acabadas con 200 g de ligante en el primero y segundo ensayo (T1E1 y T1E2), con medias de 50,80 y 51,20%, en su orden; que inclusive superan con el límite permitido por la Norma Técnica IUP 9 (2002), de la Asociación Española de Normalización del Cuero, que es de 50%.

Por lo tanto se considera que el material producido con la aplicación de 250 g de ligante de impregnación tanto en el primero como en el segundo ensayo, puede soportar inclusive en el momento de la confección o el montado del calzado, las fuerzas multidireccionales aplicadas sobre la superficie y que le permiten pasar de la forma plana a la espacial en el momento de la confección o del uso diario, por lo que Duga, L. (2000), afirma que la impregnación consiste en introducir un ligante dentro de la piel. La finalidad es que la capa más superficial de la flor se pegue a las capas del córium para que las pieles no presenten soltura de flor. Esta operación sirve además para reducir la absorción del cuero, mejorar su capacidad al montado y aumentar la resistencia al arañazo, y elevar la elongación o el alargamiento, la impregnación se aplica principalmente a las pieles tipo flor corregida y a los serajes.

Cuadro10. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL CUERO FLOR RECTIFICADA PARA CALZADO POR EFECTO DE LA INTERACCIÓN ENTRE LOS NIVELES DE LIGANTE DE IMPREGNACIÓN Y LOS ENSAYOS.

VARIABLES FÍSICAS	INTERACCIÓN NIVELES DE LIGANTE DE IMPREGNACIÓN POR ENSAYOS						EE	Prob
	200g E1	200g E2	225gE1	225gE2	250g E1	250g E2		
	T1E1	T1E2	T2E1	T2E2	T3E1	T3E2		
Resistencia a la tensión, N/cm <sup>2</sup>	151,40 a	152,20 a	154,60 a	155,80 a	158,40 a	158,00 a	0,46	0,21
Lastometría, mm.	7,66 a	7,78 a	7,72a	7,68 a	8,08 a	8,18 a	0,06	0,41
Porcentaje de elongación, %.	50,80 a	51,20 a	54,20 a	54,40 a	58,20 a	57,80 a	0,44	0,64

EE: Error estándar.

Prob: Probabilidad.

Elaborado: Correa. L (2012)

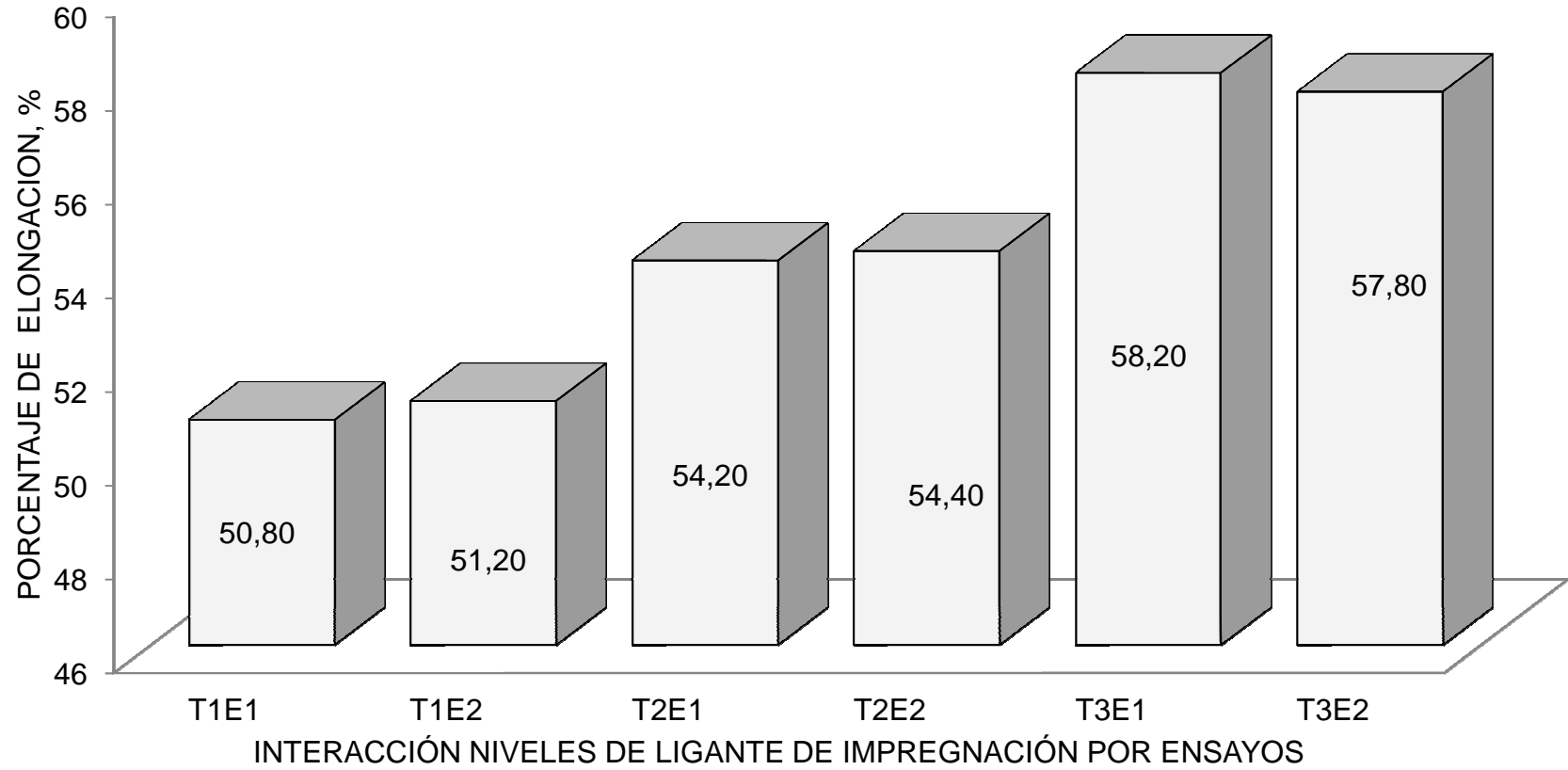


Gráfico 12. Comportamiento del porcentaje de elongación del cuero flor rectificada por efecto de la interacción entre los niveles de ligante de impregnación y los ensayos.

## **B. COMPORTAMIENTO DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DEL CUERO FLOR RECTIFICADA CON LA UTILIZACIÓN DE TRES NIVELES DE LIGANTE DE IMPREGNACIÓN PARA LA FABRICACIÓN DE CALZADO**

### **1. Llenura, puntos**

Al valorar la calificación sensorial de llenura de los cueros ovinos flor rectificada se determinó la existencia de diferencias altamente significativas ( $P < 0.001$ ), por efecto de los niveles del ligante de impregnación, registrándose un coeficiente de variación de 11,78% y una media general de 4,10 puntos. Presentándose la calificación más alta en las pieles tratadas con 250g de ligante de impregnación (T3), con 4,60 puntos, y calificación excelente según la escala sensorial planteada por Hidalgo, L. (2012), calificación que desciende a 4,20 puntos en el tratamiento donde se utilizó 225g de ligante de impregnación (T2), obteniendo la condición de muy buena considerando la misma escala; finalmente, los cueros impregnados con 200g de ligante de impregnación obtuvieron las puntuaciones más bajas, cuyo valor medio fue de 3.50 puntos, ubicándose estos cueros en el rango de muy buena dentro de la escala antes descrita como se reporta en el cuadro 11, y se ilustra en el gráfico 13.

Obteniéndose relativamente altas puntuaciones en llenura de los cueros ovinos flor rectificada con la utilización de los tres diferentes niveles de ligante de impregnación, se puede aseverar que son óptimos para la fabricación de calzado de manera más notoria en los cueros del tratamiento T3 (250g de ligante), debido a que los cueros con alta llenura son destinados a la elaboración de zapatos, ya que se adoptara más fácilmente la forma deseada manteniéndose en la misma sin inmutarse.

Para poder explicar la razón por la que los niveles más altos de ligante de impregnación favorecen a llenura más óptima, se cita lo expuesto por Hidalgo, L. (2004), quien manifiesta que para lograr una buena llenura comúnmente es necesario que los productos rellenen toda la estructura fibrilar y una buena unión

Cuadro 11. EVALUACIÓN DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DEL CUERO FLOR RECTIFICADA CON LA UTILIZACIÓN DE TRES NIVELES DE LIGANTE DE IMPREGNACIÓN PARA LA FABRICACIÓN DE CALZADO.

VARIABLES SENSORIALES	NIVELES DE LIGANTE DE IMPREGNACIÓN. g/kg de pintura.			E.E.	Prob
	200 g. T1	225 g. T2	250 g. T3		
Llenura, puntos.	3,50c	4,20b	4,60a	0,34	0,001
Soltura de flor, puntos.	4,70c	4,30b	3,80a	0,38	0,003
Plenitud, puntos.	4,40c	3,50b	3,60a	a	0,002

EE: Error estándar.

Prob: probabilidad

Elaborado: Correa, L. (2012).

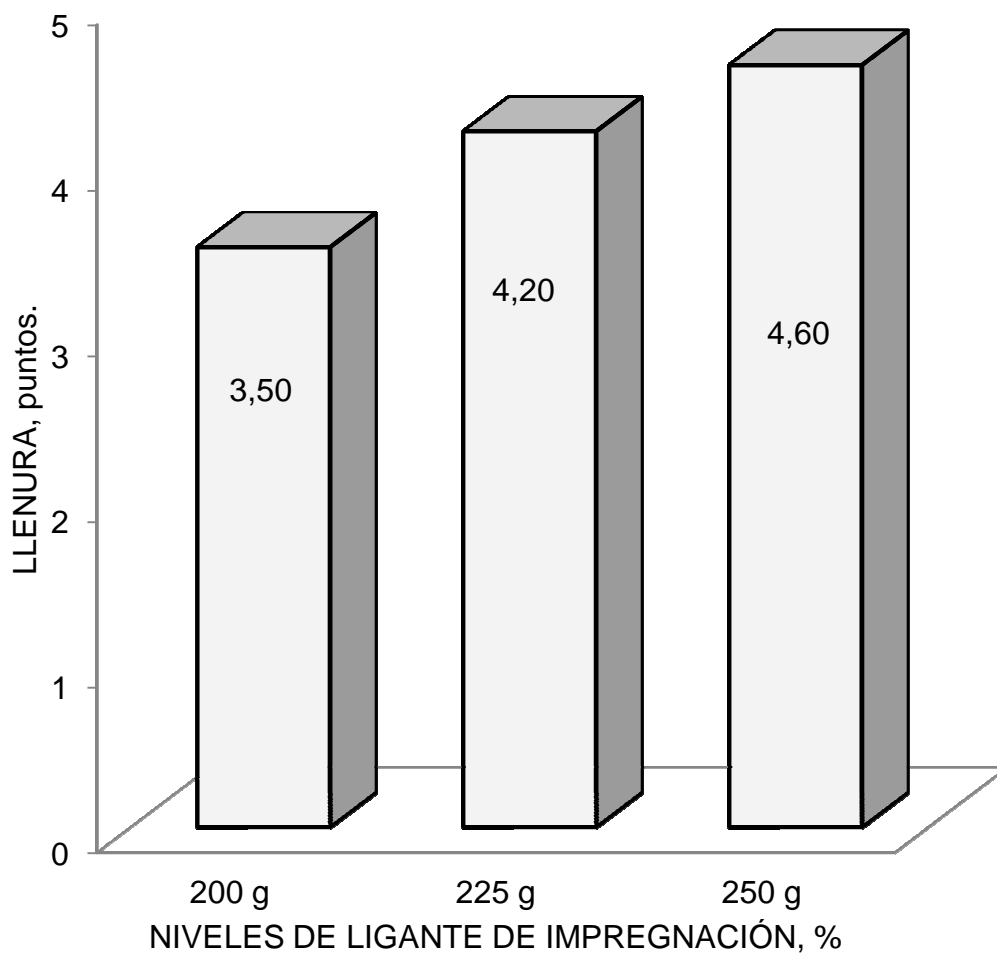


Gráfico 13. Comportamiento de la llenura del cuero flor rectificada con la utilización de tres niveles de ligante de impregnación para la fabricación de calzado.

de la flor y el corium. Cuando el polímero se deposita en la manera antes citada, refuerza la unión de ambas capas y rellena el entramado colagénico, favoreciendo a una llenura más elevada. Aumentando la uniformidad de la capa flor, el polímero mejora la apariencia de la superficie de flor. Además, se minimizan los daños del cuero a través de un esmerilado más uniforme y la absorción más homogénea de las capas de acabado como resultado de la deposición del polímero de impregnación dentro de los espacios inter-fibrilares en la unión flor corium.

La adherencia formada entre el polímero acrílico profundamente penetrado durante la impregnación y las resinas acrílicas del acabado mejora la durabilidad del acabado. La fibra soportada por el polímero también exhibe mejor resistencia al rasguño y una buena llenura. La uniformidad superficial mejorada, usualmente permite aplicar capas de acabado más ligeras, ya que la impregnación también sirve para sellar el cuero. Esto no solo reduce el costo del acabado sino también beneficia la durabilidad y la apariencia natural. La impregnación es especialmente de provecho para producir efectos especiales como por ejemplo acabados anilina y semi-anilina. Basando las impregnaciones y formulaciones de acabado en algunos polímeros acrílicos especiales también se pueden mejorar la resistencia a solventes orgánicos y las propiedades húmedas.

En la regresión de la llenura en función a los niveles de ligante de impregnación utilizados en la elaboración de cuero flor rectificada que se ilustra en el gráfico 14, se denota una tendencia lineal positiva altamente significativa instaurándose una ecuación de regresión de  $Llenura = 0,85 + 0,002(x)$ , lo que define una relación lineal positiva altamente significativa que es directamente proporcional entre los niveles del ligante y la llenura del cuero, teniendo que por cada unidad de cambio en el nivel de ligante utilizado se genera un incremento en la llenura a razón de 0,002 puntos. En tanto el coeficiente de determinación, cuyo valor es de 75,77%, determina que los cambios en la llenura son debidos al efecto de los niveles de ligante del impregnación utilizado en el acabado del cuero, mientras que el 24,23% restante es efecto de factores lejanos al ligante, que en general son por las características fluctuantes de la materia prima.



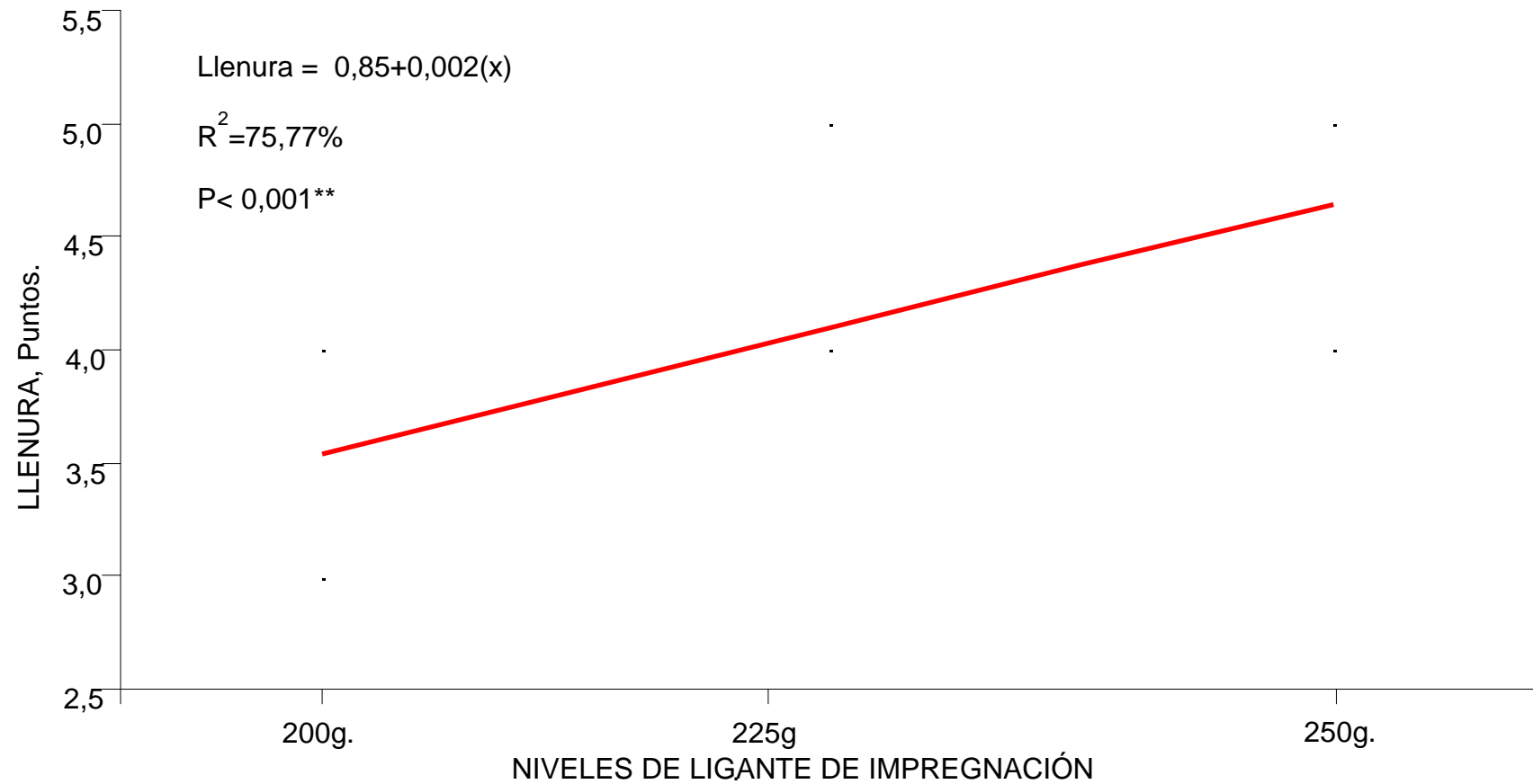


Gráfico14. Regresión de la llenura del cuero flor rectificada con la utilización de tres niveles de ligante de impregnación para la fabricación de calzado.

En el análisis de varianza de la llenura de los cueros ovinos flor rectificada acabados con diferentes niveles de ligante de impregnación, no se reportó diferencias estadísticas, ( $P < 0,27$ ), entre medias por el efecto de los ensayos, como se ilustra en el gráfico 15, reportándose únicamente una cierta superioridad numérica en los cueros del segundo ensayo (E2), con una llenura media de 4,20 puntos y condición muy buena según la escala propuesta por Hidalgo, L. (2012), y que desciende ligeramente a 4,00 puntos, en el primer ensayo (E1). Con lo que podemos afirmar que a medida que se va realizando cada uno de los ensayos, se va elevando la ponderación de llenura del cuero ovino y que puede deberse a varios factores que no tienen que ver con el nivel de ligante, aplicado en las capas del acabado flor rectificada que es el objetivo de esta investigación, ya que las condiciones de trabajo fueron similares y controladas y que las diferencias numéricas encontradas más bien pudieron deberse a que la calidad de la materia prima que fue sorteada al azar correspondió en el segundo ensayo a pieles mejor conservadas, con buena estructura fibrilar o también a que se fue perfeccionando el sistema de trabajo especialmente en lo que tiene que ver con la precisión en el pesaje de la materia prima como también al seguir el protocolo de la investigación en tiempos y velocidad del rodaje de los bombos, en todo el proceso de curtición y no únicamente en el acabado.

Sin embargo las apreciaciones en los dos ensayos fueron muy buena es decir cueros con una llenura ideal para la confección de calzado lo que es corroborado por Buxadé, C. (1996), quien reporta que en una impregnación con ligantes se imponen tres recomendaciones: que la dispersión de impregnación moje el cuero, que penetre rápidamente evitando que ocurra la coalescencia antes de haber logrado una penetración suficiente y por último que penetre lo suficiente para que se produzca la soldadura entre la capa reticular y la capa de flor lo que mejora significativamente la llenura del cuero.

Las medias registradas de la llenura de los cueros flor rectificada no reportaron diferencias estadísticas ( $P < 0.01$ ), por efecto de la interacción entre los niveles de ligante de impregnación y los ensayos, como se ilustra en el gráfico 16, presentándose por lo tanto los mejores resultados en los cueros del tratamiento

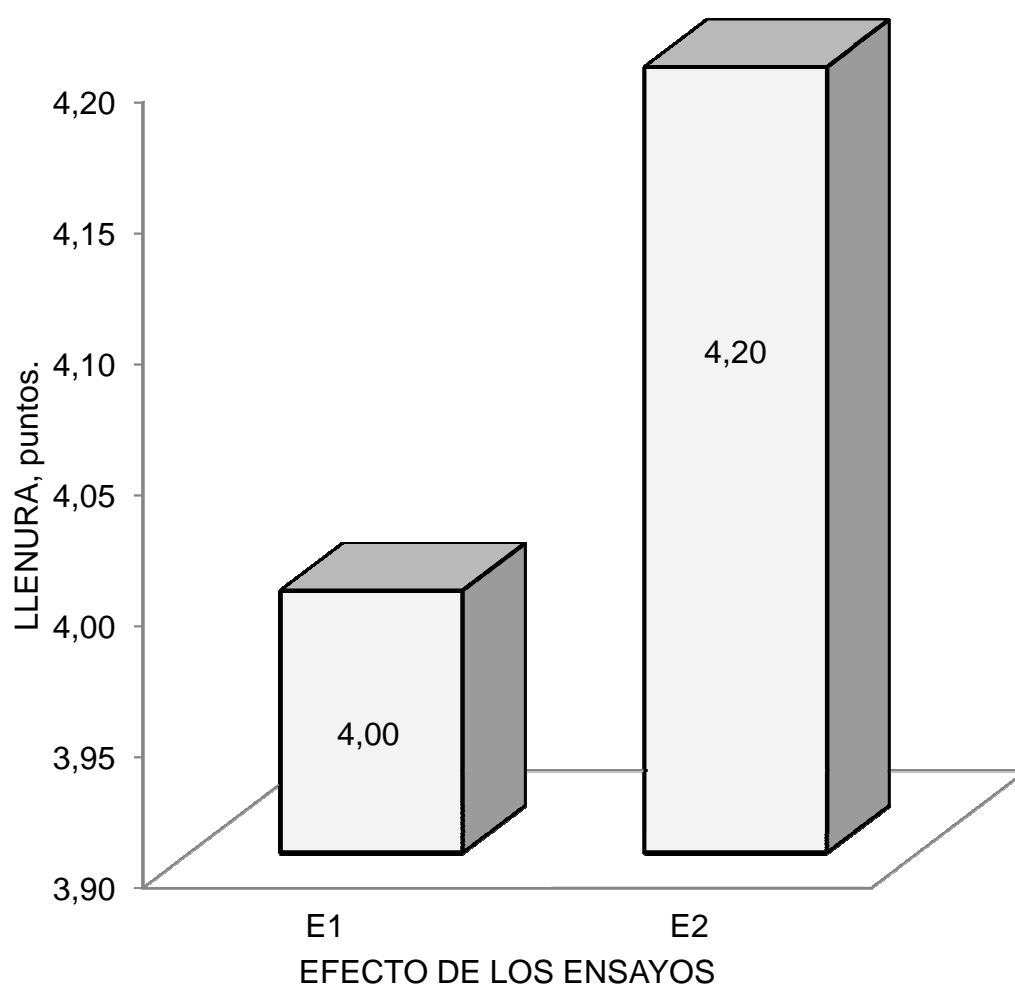


Gráfico 15. Comportamiento de la llenura del cuero flor rectificada con la utilización de tres niveles de ligante de impregnación para la fabricación de calzado por efecto de los ensayos.

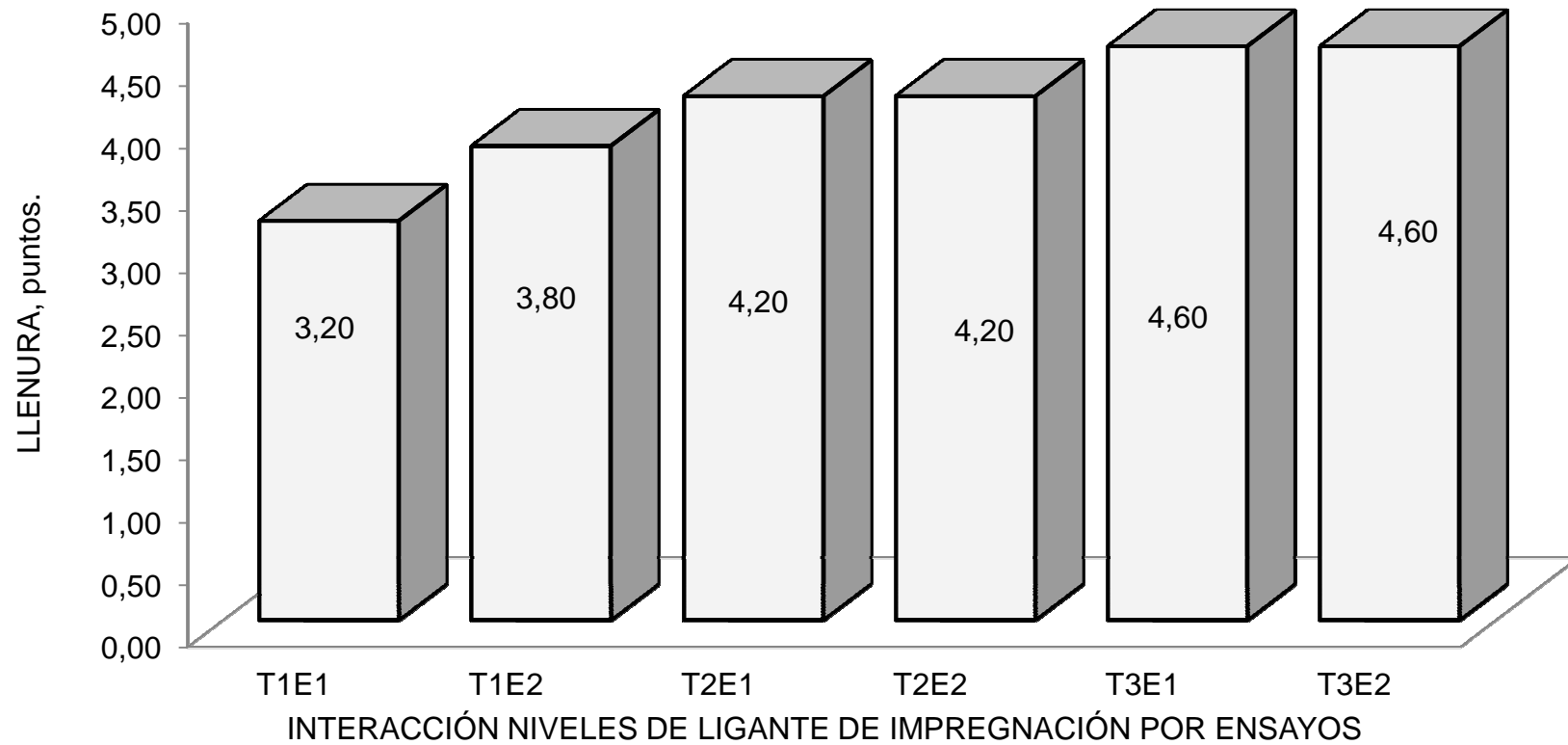


Gráfico 16. Comportamiento de la llenura del cuero flor rectificada por efecto de la interacción entre niveles de ligante de impregnación y los ensayos.

T3, en el primero y segundo ensayo (T3E1 y T3E2 ), con una media de 4,60 puntos para dos casos en estudio y calificación de excelente según la escala propuesta por Hidalgo, L. (2012), es decir cueros en cuya estructura fibrilar ha penetrado uniformemente el ligante de impregnación para formar un complejo ligante-colágeno muy estable, a continuación se ubicaron los cueros del tratamiento T2 en el primero y segundo ensayo (T2E1 y T2E2), que al igual que en el caso anterior compartieron la misma calificación y que fue de 4,20 puntos y condición muy buena según la mencionada escala mientras que los valores más bajos fueron los registrados en las pieles del tratamiento T1 en el primer ensayo con calificación de 3.20 puntos y condición buena es decir cueros demasiado llenos y armados que son un inconveniente cuando se realiza el montado del calzado y sobre todo cuando son utilizados por el usuario en condiciones de tiempo prolongado.

Con lo que se puede confirmar que los cueros que soportaron mejor las condiciones más adversas y que no sufrieron un deterioro prematuro fueron los acabados con 250 g de ligante de impregnación en el primero y 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.

## **2. Soltura de flor**

Al realizar la evaluación de los diferentes niveles de ligante de impregnación en la fase de acabado del cuero ovino flor rectificada que se ilustra en el gráfico 17, se obtuvo una media general de 4,27 puntos en la calificación sensorial de la soltura de flor, con un coeficiente de variación del 3,83%; y que es sinónimo de alta homogeneidad en la dispersión de los resultados de las unidades experimentales, además, al revisar el análisis de varianza se registró diferencias altamente significativas, entre las medias de los tratamientos en estudio

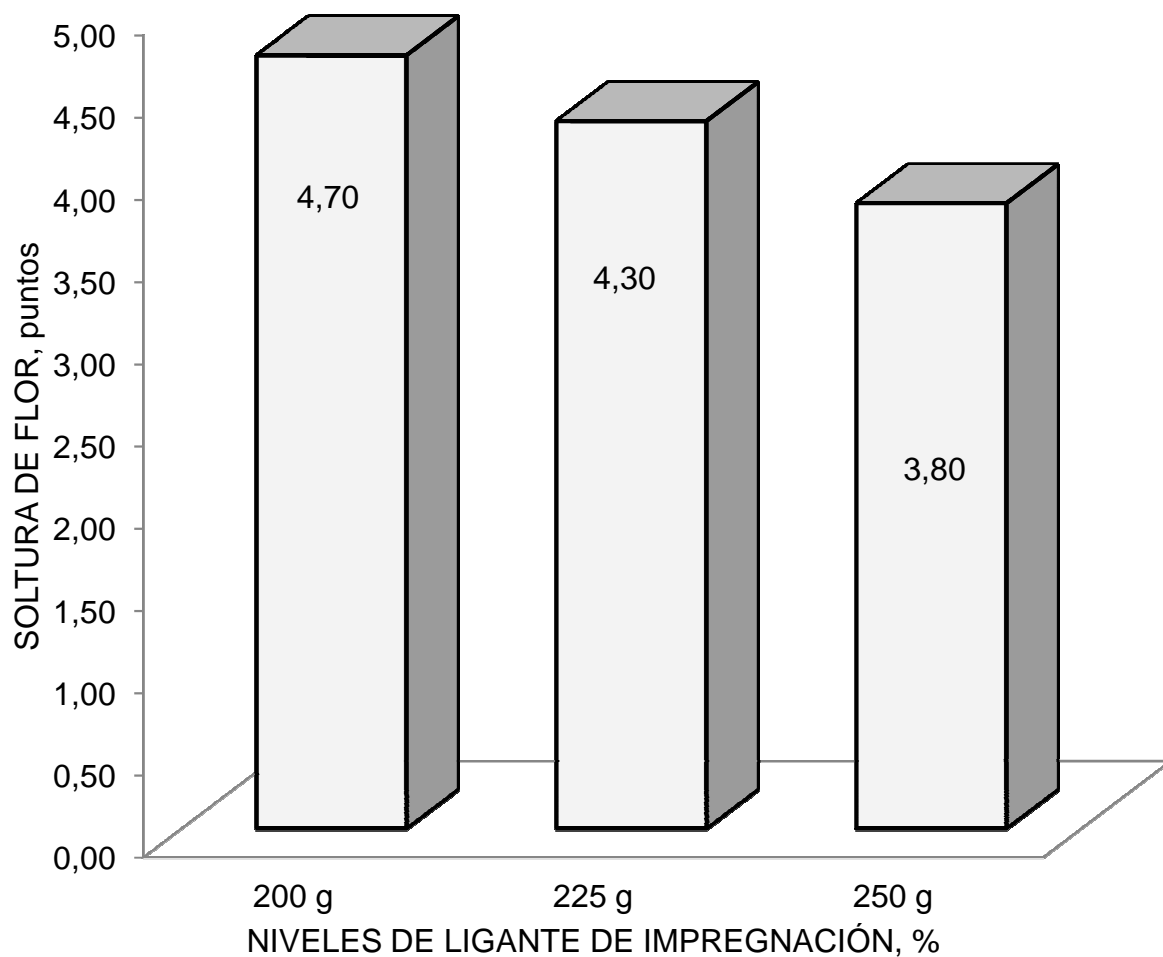


Gráfico 17. Comportamiento de la soldadura de flor del cuero flor rectificada con la utilización de tres niveles de ligante de impregnación para la fabricación de calzado.

( $P < 0,003$ ), determinándose que con la utilización de 200 g de ligante de impregnación (T1), se reportaron los valores más altos de la experimentación cuya media fue de 4.70 puntos, y que corresponde a excelente de acuerdo a la escala propuesta por Hidalgo, L (2012), en contraste al utilizar el nivel más alto de ligante de impregnación (250 g), se registró las valoraciones sensoriales más bajas, con una media 3,80 puntos y una ponderación de buena según la misma escala de referencia anterior, restando el tratamiento T2 donde se obtuvo valores intermedios, cuya media fue de 4.30 puntos, situándose en el rango de muy buena es decir cueros con muy poca arrugas con una buena plenitud y sobre todo con la mínima soltura de la flor del cuero ovino.

Obteniendo en la media general una calificaciones de muy buena en la valoración sensorial de la soltura de flor, se puede indicar que el cuero ovino flor rectificada terminado con ligante de impregnación en niveles de 200 gramos que son las respuestas más altas dan como resultado cueros en donde se minimiza el desprendimiento de la capa flor evitándose la aparición de bifurcaciones que se presentan en la superficie del cuero por el rompimiento de la capa del acabado, haciéndolo óptimo para destinarlo a la fabricación de calzado, ya que el uso diario del cuero en el producto terminado genera esfuerzos que rompen la unión entre la capa de flor y el corium, y estos cueros resisten notablemente a este fenómeno, aumentando la calidad del producto terminado, la flor suelta en los cueros es cuando la capa su flor está sin cohesión a la capa subyacente del corium y forma arrugas o pliegues cuando se encorva el cuero con la flor hacia adentro,.

Revisando el gráfico 18, el cual muestra la regresión de la soltura de flor en función a los niveles de ligante utilizado en la fabricación de cuero flor rectificada, se determina una tendencia lineal negativa altamente significativa, estableciéndose una ecuación lineal de regresión cuya expresión es  $y = 8,32 - 0,002x$ , que indica que partiendo de un intercepto de 8.32 la soltura de flor decrece en 0.002 décimas por cada unidad de cambio en el nivel de ligante de impregnación aplicado en el terminado, teniendo además un coeficiente de determinación del 71,77%, el cual indica la influencia alta que tiene el ligante de impregnación sobre la soltura de flor, en tanto que el 28,23% faltante

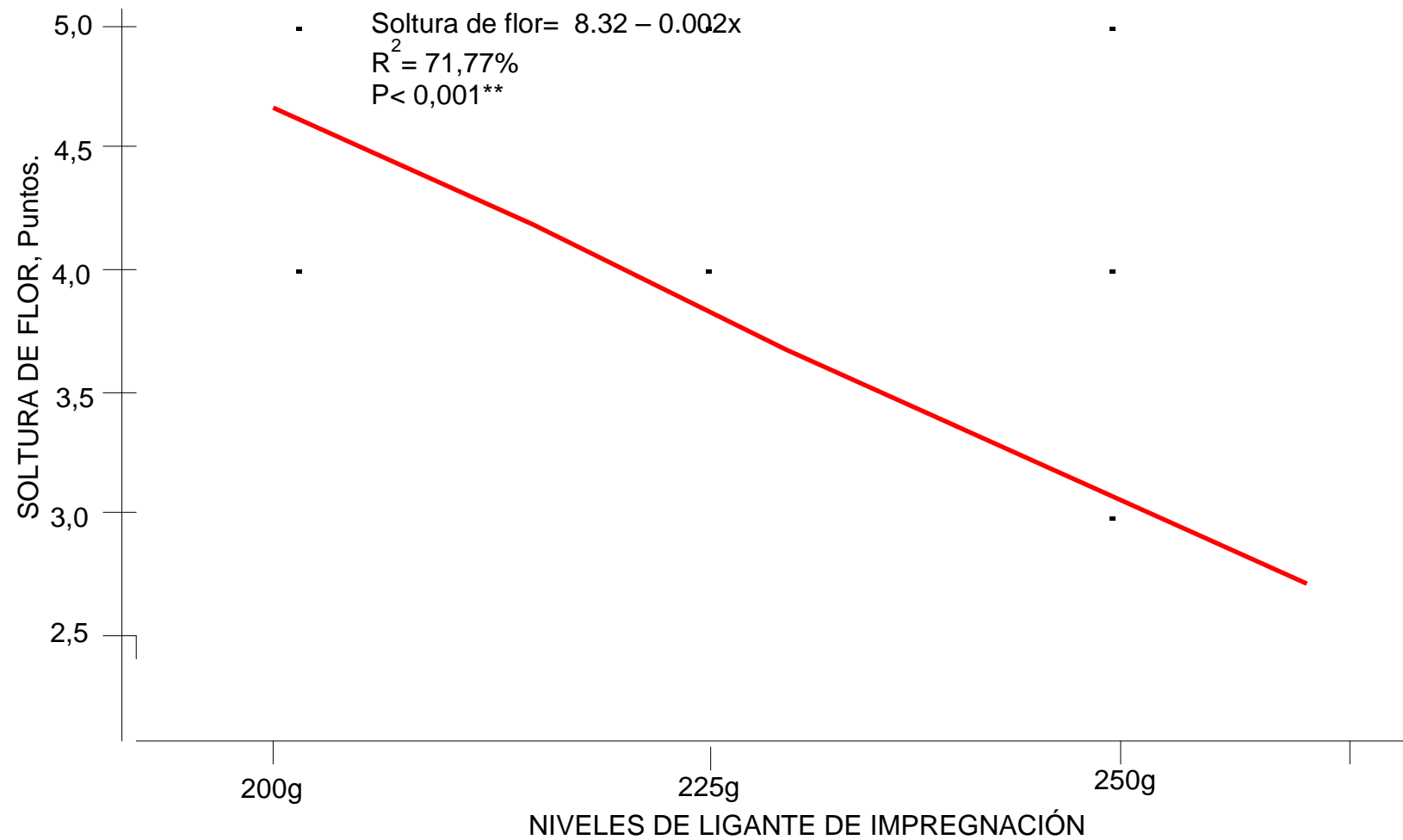


Gráfico18. Regresión de la soltura de flor del cuero flor rectificada con la utilización de tres niveles de ligante de impregnación para la fabricación de calzado.



se lo atribuye a factores independientes del nivel de ligante utilizado, que tiene su mayor impacto en las características fluctuantes de la materia prima, las cuales son generadas por la variación el tiempo de conservación de las pieles, la edad del animal, las características de la piel, entre otras.

Relacionando las respuestas obtenidas con la literatura existente, se cita lo expuesto por La Hidalgo, L (2004), donde se indica que la impregnación es la aplicación de cantidades importantes de dispersiones de polímeros sobre la superficie del cuero de forma que penetren y lleguen a la unión entre la capa de la flor y la capa reticular, la finalidad de una impregnación es eliminar la soltura de flor, reducir la absorción de la piel, aumentar su resistencia al rasgado y al mismo tiempo incrementar la superficie del corte, rellenando sus partes vacías para que tengan más cuerpo, especialmente las faldas, la impregnación es una operación en la cual influyen las fuerzas superficiales de las dispersiones y de la interface que se crea por contacto entre la dispersión y la piel sólida. La penetración de la dispersión es un factor importante del éxito de la impregnación que está relacionada directamente con la tensión superficial y la viscosidad, ya que una buena penetración fijará notablemente la capa de flor con el resto de piel evitando así el desprendimiento de la misma.

El análisis de varianza de la soltura de flor del cuero ovino flor rectificada por efecto de los ensayos no reportó diferencias estadísticas ( $P < 0,17$ ), sin embargo numéricamente las respuestas más eficientes se alcanzaron en el lote de cueros del primer ensayo con medias de 4,40 puntos y condición muy buena según la escala propuesta por Hidalgo, L. (2012), y que desciende a 4,13 puntos en los cueros flor rectificada del primer ensayo conservando la condición muy buena según la mencionada escala, como se reporta en el cuadro 12, y se ilustra en el gráfico 19, observándose que entre ensayos no existieron diferencias en la evaluación sensorial de soltura de flor lo que puede deberse a lo manifestado por Hidalgo, L. (2004), quien menciona que cada, cuero tiene características propias, cuando el observador se percata de la existencia de los objetos que le rodean, se debe a que éstos han actuado como "estímulo" sobre sus sentidos.

Cuadro 12. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DEL CUERO FLOR RECTIFICADA CON LA UTILIZACIÓN DE TRES NIVELES DE LIGANTE DE IMPREGNACIÓN PARA LA FABRICACIÓN DE CALZADO POR EFECTO DE LOS ENSAYOS.

VARIABLES SENSORIALES	EFECTO DE LOS ENSAYOS		E.E.	Prob.
	Ensayo 1	Ensayo 2		
Llenura, puntos.	4,00 a	4,20 a	0,22	0,27
Soltura de flor puntos.	4,40 a	4,13 a	0,24	0,17
Plenitud puntos.	3,80 a	3,87 a	0,24	0,73

EE: Error estándar.

Prob: probabilidad

Elaborado: Correa, L. (2012).

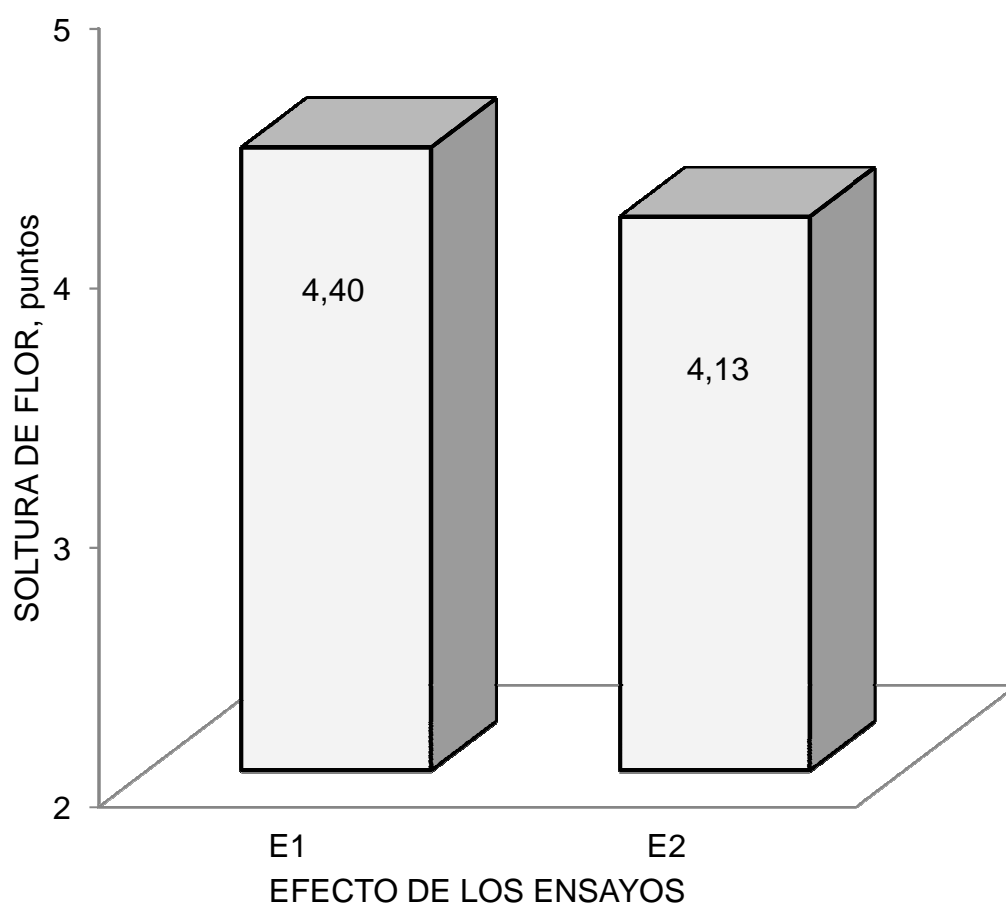


Gráfico 19. Comportamiento de la soltura de flor del cuero flor rectificada con la utilización de tres niveles de ligante de impregnación para la fabricación de calzado por efecto de los ensayos.

La percepción se produce cuando ha recibido un estímulo de magnitud igual o mayor al umbral, y comprende la filtración, interpretación y reconstrucción de la variada y abundante información que reciben los receptores sensoriales, a cerca de las diferentes características que presenta el cuero.

En el efecto que se registra por la interacción entre los diferentes niveles de ligante de impregnación y los ensayos para la variable sensorial soltura de flor del cuero flor rectificadas, no se registraron diferencias estadísticas ( $P < 0.24$ ), entre las medias de los tratamientos, como se ilustra en el gráfico 20, reportándose numéricamente que las mejores calificaciones de soltura de flor fueron registradas en los cueros ovinos con menor porcentaje de ligante de impregnación, es decir en el tratamiento T1 en el primer ensayo (T1E1), con 5,0 puntos y calificación excelente según la escala propuesta por Hidalgo, L. (2012), y que desciende a 4,40 puntos en los cueros del tratamiento en mención (T1), pero en el segundo ensayo conservando la condición de excelente según la mencionada escala, a continuación se ubicaron las respuestas establecidas por los cueros del tratamiento T2, en el segundo ensayo con medias de 4,20 puntos y calificación muy buena. Mientras que las respuestas menos eficiente de soltura de flor de los cueros ovinos fueron reportadas en el tratamiento T3, tanto en el primero como en el segundo ensayo (T3E1 y T3E2), con medias de 4,0 y 3,60 puntos y condición muy buena y buena respectivamente, que es un indicativo de cueros que presentan en la superficie una cantidad moderada de pliegues o arrugas que son indicativo de soltura de flor, lo que desmejoran su belleza visual y que en el momento de la confección del calzado se convierte en un problema.

Este inconveniente el curtidor puede solucionarlo con la aplicación de bajos niveles de ligante de impregnación ya que al disminuir la compacidad de la piel el ligante se fija muy bien en el entretejido fibrilar ordenando las fibras colagénicas, para que permitan un adecuado alargamiento del cuero para adquirir la forma determinada por la elaboración del artículo final que en este caso es la confección de calzado que necesita de mayores prestaciones por la delicadez que debe representar.

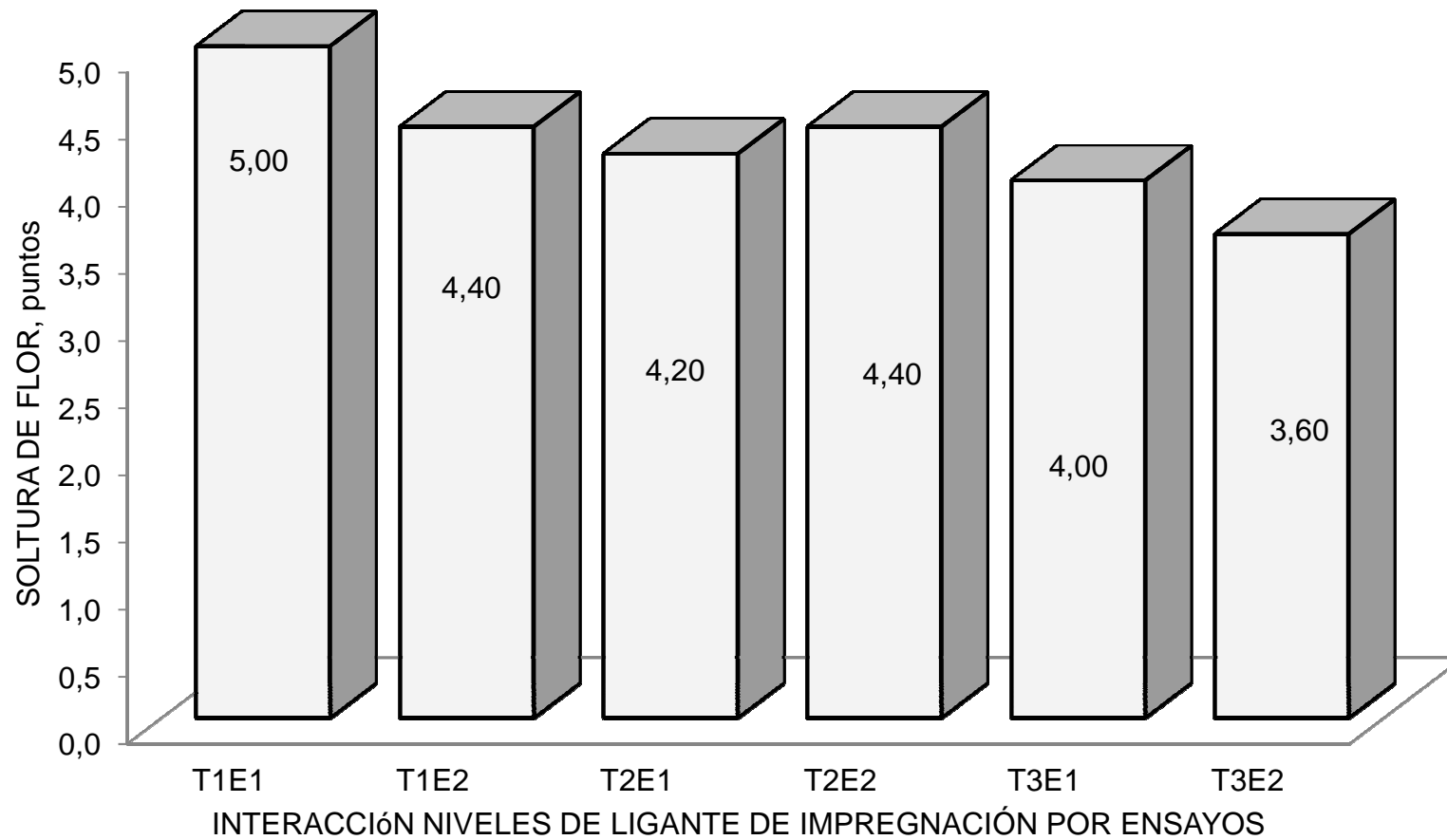


Gráfico 20. Comportamiento de la soldadura de flor del cuero flor rectificada por efecto de la interacción entre niveles de ligante de impregnación y los ensayos.

### 3. Plenitud

En la evaluación de la calificación sensorial de plenitud de los cueros ovinos flor rectificada tratado con tres diferentes niveles de ligante de impregnación, se registraron diferencias altamente significativas ( $P < 0.002$ ), por efecto de los tratamientos, registrándose la plenitud más óptima en los cueros acabados con 200gramos de ligante de impregnación (T1), el cual obtuvo medias de 4.40 puntos y calificación de excelente según la escala propuesta por Hidalgo, L. (2012), en tanto que en los cueros del tratamiento T3 (250 g de ligante), estas valores fueron más bajos con medias de 3.60 puntos y calificación buena dentro de la misma escala de referencia, finalmente la puntuación más baja correspondió a los cueros del tratamiento T2 (225g de ligante), con 3,50 puntos y ponderación de buena, como se ilustra en el gráfico 21, además se reporta una media general de 3.83 puntos con un coeficiente de variación de 3,89%, que es indicativo de alta homogeneidad en la dispersión de las respuestas de las mediciones experimentales.

Para detectar la plenitud simplemente se prestó atención a la presencia o no de pliegues o arrugas en la superficie del cuero, además se aguzó los sentidos si el tacto es muy cálido, seco, liso y suave, prueba que se realizó a los cueros ovinos flor rectificada tratados con 3 diferentes niveles de ligante de impregnación, obteniendo calificaciones altas, señal de que los cueros presentaron una buena plenitud, característica que lo hace idóneo para la elaboración de zapatos como disposición final de la piel terminada. Datos que concuerdan con lo expuesto por Fontalvo, J. (2009), quien afirma que los ligantes de impregnación, después de haberse secado forman películas insolubles en agua, se mantienen flexibles e imparten una mejora física y estética al cuero, en especial en la capa del terminado de la flor mejorando su plenitud, es decir evitando el apareamiento de arrugas, o solturas en la superficie que descende la calidad del cuero. No cambian durante o después de secar y formar la película o film de impregnación manteniéndola lisa y sin imperfecciones durante el transcurso del proceso de terminado y elaboración del artículo final. La selección del polímero de impregnación apropiado depende de las características del cuero, para flor entera

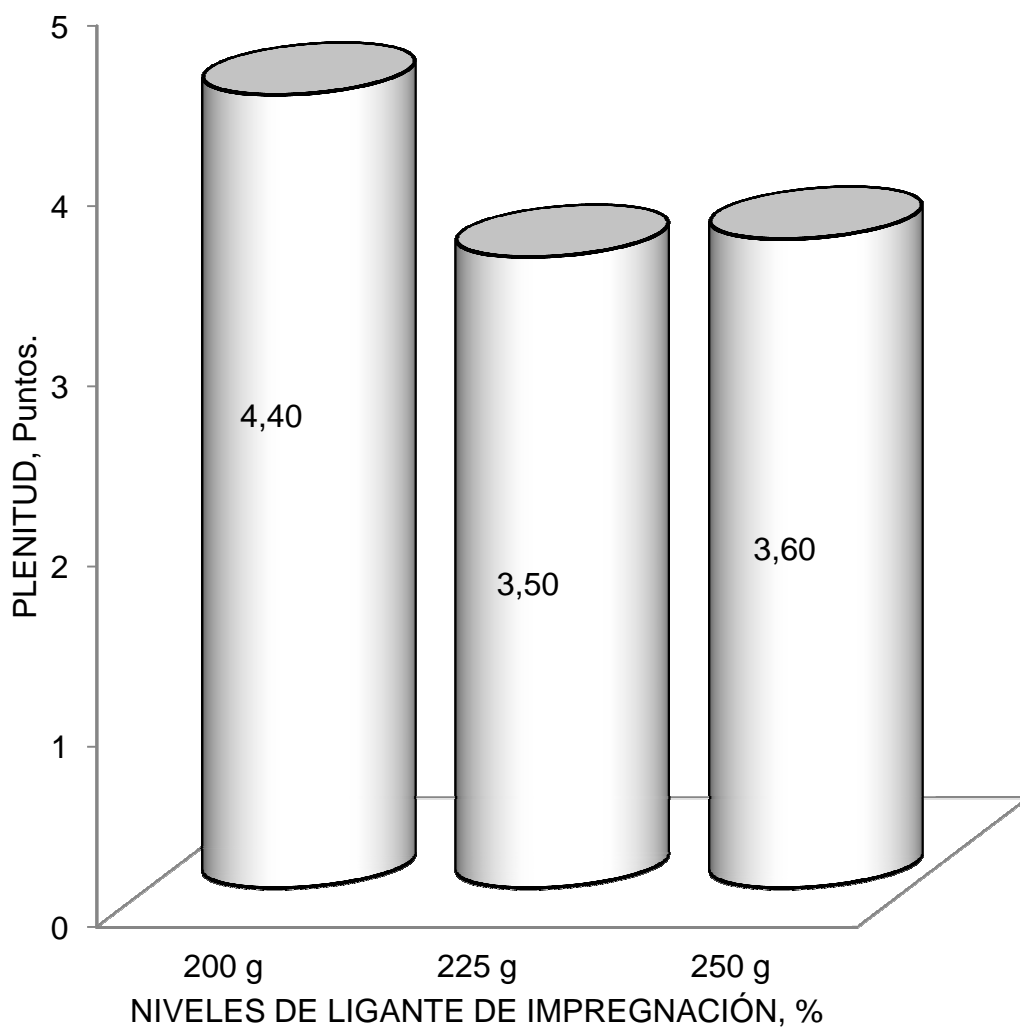


Gráfico21. Comportamiento de la plenitud del cuero flor rectificada con la utilización de tres niveles de ligante de impregnación para la fabricación de calzado.

Los polímeros más adecuados son soluciones con las cuales se optimiza la penetración, aunque en ciertos casos también se pueden emplear dispersiones (emulsiones) poliméricas ultrafinas. Para flor corregida generalmente se emplean dispersiones finas de ligantes o combinación de éstas con ultrafinas o soluciones, ya que su accionar es más fuerte pues deben ser las encargadas de evitar el pareamiento de las arrugas sobre la superficie del cuero ovino, es decir mejoran significativamente la plenitud.

El análisis de regresión que se ilustra en el gráfico 22, reportada entre la plenitud del cuero flor rectificada y los diferentes niveles de ligante de impregnación, el cual permite estimar una tendencia lineal negativa, altamente significativa, con una ecuación de regresión de  $\text{Plenitud} = 7,43 - 0,002x$ , la cual señala que partiendo del intercepto de 7,43 puntos, la plenitud decrece en 0,002 puntos por cada unidad de cambio en el nivel de ligante de impregnación utilizado en el terminado del cuero flor rectificada estableciéndose además un valor en el coeficiente de determinación igual a 73,66%, el mismo que es igual a la influencia que genera el cambio de la plenitud en función de los niveles de ligante utilizados, mientras que el 36,34% faltante se deben a factores ajenos a el nivel de ligante de impregnación utilizado, que son difíciles de identificar y cuantificar su efecto sobre los cambios de esta variable, y que tienen que ver principalmente con la calidad de la materia prima y la precisión en la formulación del acabado del cuero ovino .

En la evaluación del análisis de varianza de la plenitud de los cueros ovinos flor rectificada acabado con diferentes niveles de ligante de impregnación por efecto de los ensayos consecutivos no se registró diferencias estadísticas, ( $P < 0,73$ ), entre medias; sin embargo, se pudo apreciar superioridad numérica en los cueros del segundo ensayo con una calificación media que correspondió a 3,87 puntos y condición buena de acuerdo a la escala propuesta por Hidalgo, L. (2012), a continuación se ubicaron los cueros del primer ensayo con medias de 3,80 puntos y que compartieron la calificación buena según la mencionada escala como se ilustra en el gráfico 23.



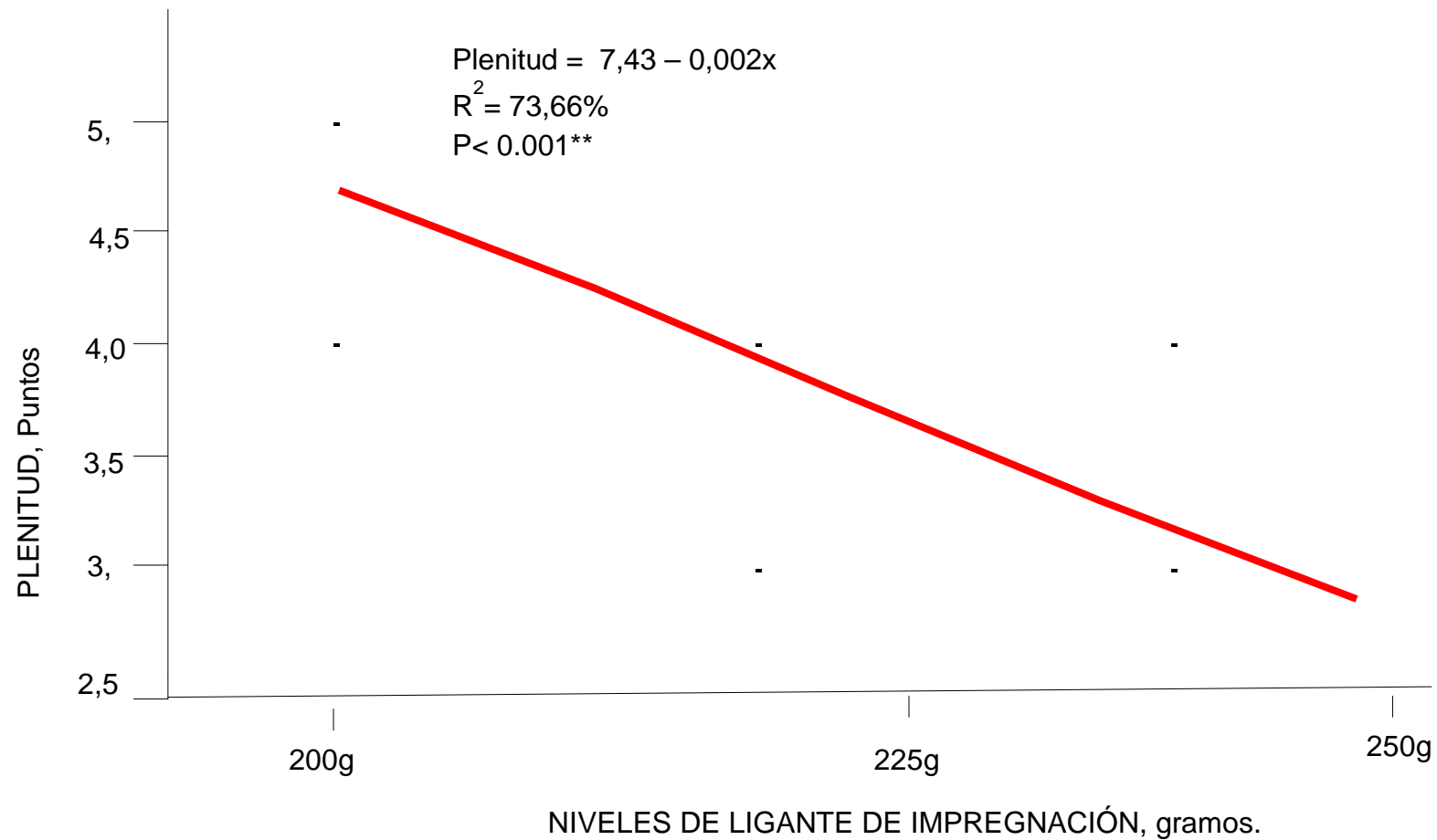


Gráfico 22. Regresión de la plenitud del cuero flor rectificado con la utilización de tres niveles de ligante de impregnación para la fabricación de calzado.

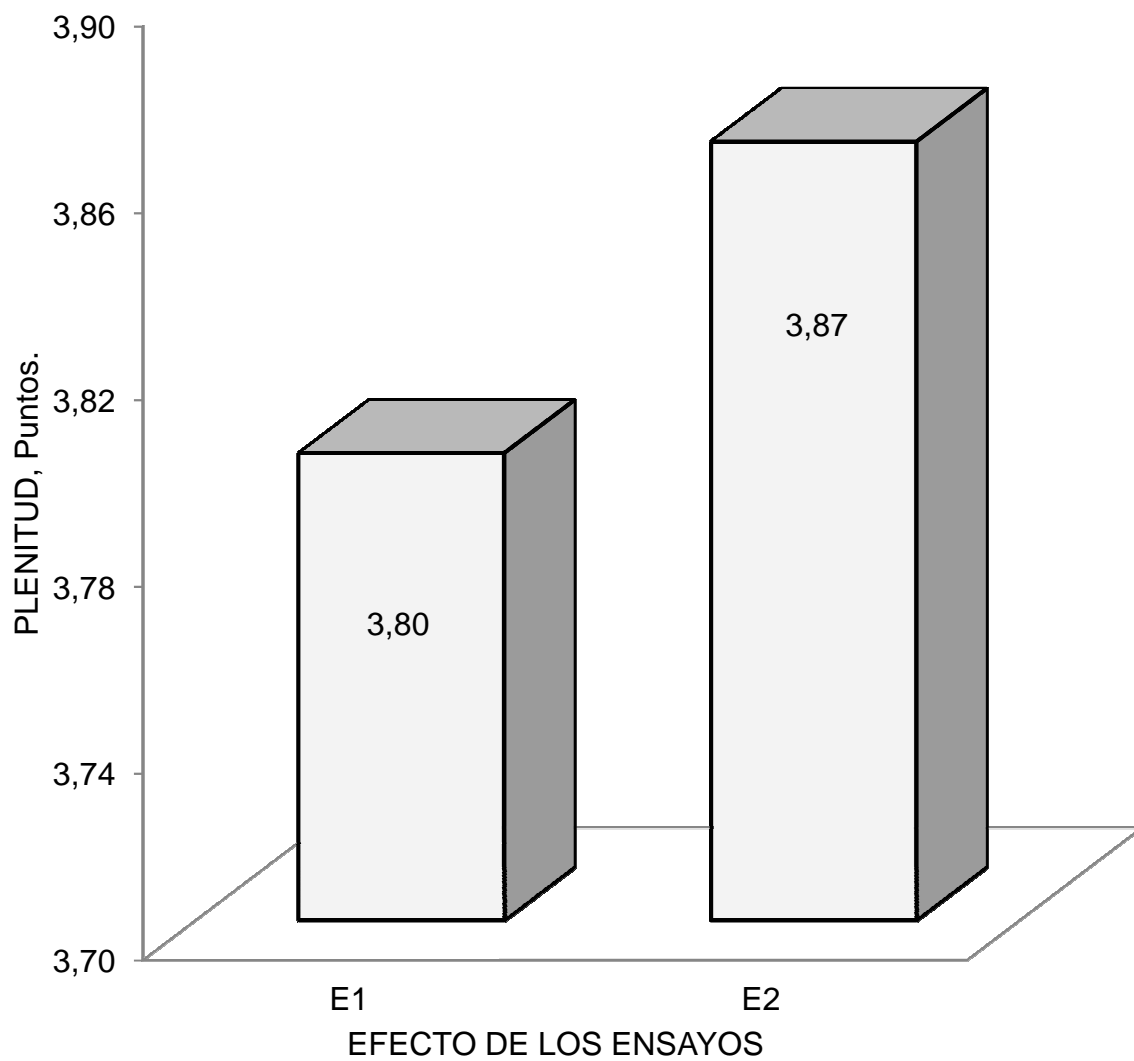


Gráfico 23. Comportamiento de la plenitud del cuero flor rectificada con la utilización de tres niveles de ligante de impregnación para la fabricación de calzado por efecto de los ensayos.

Como se reporta en <http://www.sensorial.com>. Tamariz, C. (2010), en general la plenitud de los cueros de los dos ensayos consecutivos convierten a la materia prima en un material de muy buenas cualidades sensoriales que superan ampliamente a los elementos artificiales como es el polietileno y el sintético que los quieren sustituir y que no tienen identidad propia como es el caso del cuero que tiene una imagen más real y que proporciona comodidad y belleza en el artículo confeccionado. Lo que es corroborado con lo que expone Hidalgo, L (2004), quien manifiesta que la impregnación de flor puede ser aplicada a casi todos los cueros de flor corregida. Es decir cueros con una estructura fibrosa muy cerrada, un recurtido fuertemente vegetal, o una deposición intensa de aceites, grasas o cargas en la capa de flor pueden mostrar una tendencia a resistirse a la penetración del ligante de impregnación y se pueden, generalmente, caracterizar como inapropiados para procedimientos normales de impregnación, y la finalidad básica es corregir estos errores y proporcionar mayor plenitud al cuero, en los cuales se puede aprovechar al máximo la superficie inclusive en cuellos y faldas, para la confección de calzado.

Al efectuar la evaluación de la plenitud, del cuero ovino flor rectificada, que se indica en el cuadro 13, y se ilustra en el gráfico 24, no se registraron diferencias estadísticas ( $P < 0,45$ ), por efecto de la interacción entre los diferentes niveles de ligante de impregnación y los ensayos consecutivos, reportándose las medias más altas en los cueros del tratamiento T1, en el primero y segundo ensayo (T1E1 y T1E2), con 4,40 puntos para los dos casos en estudio y calificación muy buena, de acuerdo a la escala propuesta por Hidalgo, L. (2012), seguida de los cueros del tratamiento T3 en el segundo ensayo con medias de 3,80 puntos y calificación buena según la mencionada escala en tanto que las respuestas más bajas fueron registradas en el lote de cueros del tratamiento T2 en el segundo ensayo y T3 en el primer ensayo (T2E2 y T3E1), con una calificaciones de 3,40 puntos respectivamente para ambos casos, y condición muy buena. De los reportes antes mencionados se puede deducir que los cueros con mejor plenitud se consiguen con la aplicación de 200 gramos de ligante de impregnación en los dos ensayos, ya que como manifiesta Lacerca, M. (2003), cuanto menor sea el ligante de impregnación aplicado a la formulación de los cueros ovinos flor

Cuadro 13. EVALUACIÓN DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DEL CUERO FLOR RECTIFICADA CON LA UTILIZACIÓN DE TRES NIVELES DE LIGANTE DE IMPREGNACIÓN POR EFECTO DE LA INTERACCIÓN ENTRE LOS NIVELES DE LIGANTE.

VARIABLES SENSORIALES	INTERACCIÓN NIVELES DE LIGANTE DE IMPREGNACIÓN POR ENSAYOS						EE	Prob
	200 g E1 T1E1	200 g E2 T1E2	225 g E1 T2E1	225 g E2 T2E2	250 g E1 T3E1	250 g E2 T3E2		
Llenura, puntos.	3,20 a	3,80 a	4,20 a	4,20 a	4,60 a	4,60 a	0,22	0,29
Soltura de flor, puntos.	5,00 a	4,40 a	4,20 a	4,40 a	4,00 a	3,60 a	0,24	0,22
Plenitud, puntos.	4,40 a	4,40 a	3,60 a	3,40 a	3,40 a	3,80 a	0,24	0,45

EE: Error estándar.

Prob: probabilidad

Elaborado: Correa, L. (2012).

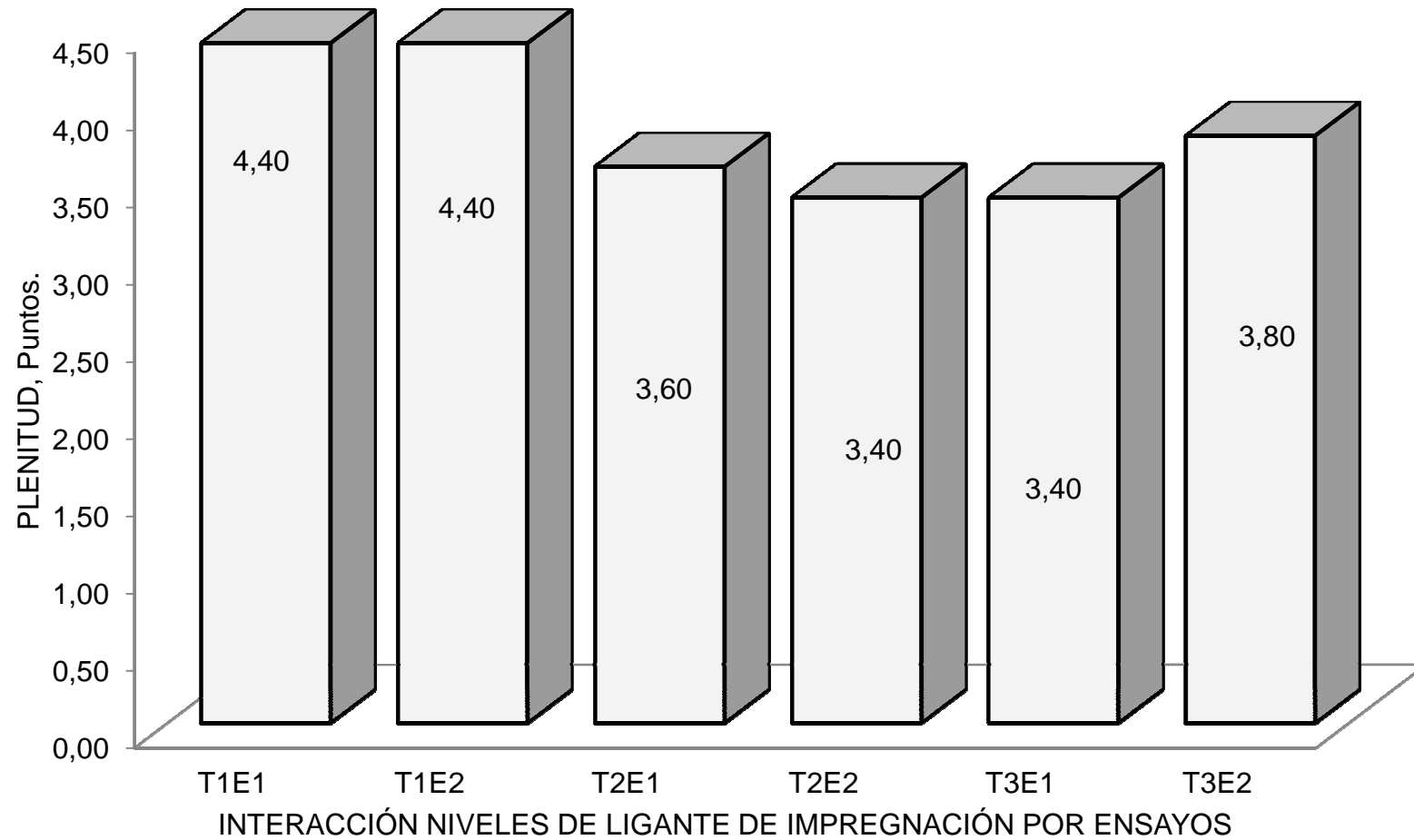


Gráfico24. Comportamiento de la plenitud del cuero flor rectificada por efecto de la interacción entre niveles de ligante de impregnación y los ensayos.

rectificada, en los que se necesiten penetrar en las fibras hinchándolas, se deformarán menos las capas superficiales y más fácilmente atacarán las soluciones del acabado al colágeno, elevando la plenitud del cuero ya que no se da oportunidad de la formación de arrugas o pliegues que desmejoran el cuero. Al disminuir la compacidad de la piel permite que el ligante se fije muy bien en el entretejido fibrilar ordenando las fibras colagenicas, para que permitan una adecuada plenitud del cuero para adquirir la forma determinada por la elaboración del artículo final que en este caso es la confección de calzado que necesita de mayores prestaciones en esta en esta calificación sensorial por la delicadez que debe representar el artículo final, ya que está en contacto directo con la piel del usuario.

Además el comportamiento de la flor que en este caso es rectificada con la aplicación de ligantes de impregnación está relacionado con la compacidad del tejido fibroso del cuero y en la forma en que la capa de flor está unida a la capa inferior del corium. Si existen roturas de uniones entre las dos capas, entonces cada capa es libre de moverse cuando se dobla el cuero y forma pliegues muy groseros, desmejorando significativamente la plenitud y belleza de la capa flor del cuero ovino en el que se ha rectificado la flor.

### **C. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN ENTRE VARIABLES**

Para determinar la correlación que se registra entre las variables físicas y sensoriales del cuero flor rectificada en relación a los diferentes niveles de ligante de impregnación se evaluó la matriz correlacional de Pearson que se describe a continuación en el cuadro 14.

- La asociación que existe entre la resistencia a la tensión y el nivel de ligante de impregnación equivale a establecer una correlación positiva ( $r = 0, 0,93$ ), que nos permite estimar que conforme se incrementa nivel de ligante en el acabado del cuero flor rectificada, la tensión tiende a elevarse en forma altamente significativa ( $P < .01$ ).

Cuadro 14. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN ENTRE LAS VARIABLES FÍSICAS Y SENSORIALES DEL CUERO FLOR RECTIFICADA CON LA UTILIZACIÓN DE TRES DIFERENTES NIVELES DE LIGANTE DE IMPREGNACIÓN.

	Niveles de ligante	Resistencia a la tension	Lastometría	Porcentaje de elongación	Llenura	Soltura de flor	Plenitud
Niveles de ligante	1	**	**	**	**	**	*
Resistencia a la tension	0,93	1		**		**	*
Lastometría	0,70	0,63	1	*	**	**	**
Porcentaje de elongación	0,95	0,90	0,75	1		*	
Llenura	0,69	0,65	0,46	0,63	1	*	**
Soltura de flor	-0,58	-0,52	-0,53	-0,57	-0,55	1	
Plenitud	-0,51	-0,55	-0,14	-0,40	-0,44	0,19	1

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

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

Elaborado: Correa, L. (2012).

- Respecto a la lastometría, se debe enfatizar que se registró una correlación positiva alta con un coeficiente de correlación  $r = 0.70$ , que indica que ante el incremento del nivel de ligante de impregnación en el acabado de cueros ovinos flor rectificada, la lastometría también se incrementa, en forma altamente significativa ( $P < 0.001$ )
- La correlación existente entre el nivel de ligante de impregnación y el porcentaje de elongación determina una asociación positiva alta, con un coeficiente de correlación de 0,95, que indica que el porcentaje de elongación se incrementa a medida que se aumenta el nivel de ligante de impregnación ( $P < 0.01$ ).
- El grado de asociación que existe entre la calificación sensorial de llenura y el nivel de ligante de impregnación equivale a establecer una correlación positiva alta ( $r = 0.69$ ), que permite estimar que conforme se eleva el nivel de ligante de impregnación, la llenura se incrementa ( $P < 0.01$ ).
- Respecto a la variable soltura de flor, se registró una correlación negativa media con un coeficiente de  $r = -0,58$ , que indica que ante el incremento del nivel de ligante de impregnación en el acabado de cueros ovinos flor rectificada, la soltura de flor se desmejora, en forma altamente significativa a una probabilidad  $< 0.001$ .
- Finalmente la correlación que existe entre la plenitud y el nivel de ligante de impregnación registra una asociación negativa media ( $r = - 0,51$ ) que indica que a medida que se incrementa el nivel de ligante de impregnación la plenitud decrece ( $P < 0.01$ ).

#### **D. EVALUACIÓN ECONÓMICA**

En el análisis de la evaluación económica del cuero flor rectificada utilizando diferentes niveles de ligante de impregnación para la confección de calzado, se



observa que el mayor costo de producción fue reportado por los cueros ovinos flor rectificada que fueron acabados con 200 g de ligante de impregnación (T1), los cuales registraron un egreso de 158,92 dólares americanos y que asciende a 161,04 y 161,18 dólares en los cueros acabados con 225 y 250 gramos de ligante (T2 y T3), respectivamente.

Al considerar los ingresos producto de la venta tanto de artículos confeccionados, entre los que se incluyen zapatos tanto de mujer como de hombre más la venta del excedente de cuero que no fue utilizado en la confección, podemos registrar un ingreso de \$186,5; \$ 198,0 y \$ 201,2, en los niveles de ligante de impregnación en su orden; lo que permite afirmar que el mayor beneficio/costo se presentó en los cueros del tratamiento T3 (250 g), con un valor nominal de 1,25; es decir, que por cada dólar invertido la utilidad fue del 25%, en tanto que en los cueros del tratamiento T1 (200 g) y T2 (225 g), el beneficio/costo fue de 1,17 y 1,23 , respectivamente o lo que es lo mismo decir que por cada dólar invertido se alcanzara una ganancia de 17 y 23 centavos de dólar en su orden, como se reporta en el cuadro 15.

La rentabilidad registrada en la presente investigación, al acabar cueros ovinos flor rectificada utilizando indistintamente los tres diferentes niveles de ligante de impregnación, resultan ser muy interesantes aunque se puede identificar que las utilidades sobresalen al producir cueros en los que se aplica 250 gramos de ligante (T3), ya que se obtienen las mejores respuestas económicas puesto que si se toma en consideración que el proceso de transformación de la piel ovina en cuero destinado a la confección de calzado es relativamente corto por el apareamiento de equipos y maquinaria que acelera el tiempo del proceso y que la inversión inicial no es alta, permite aseverar que es una muy buena opción de trabajo especialmente en los actuales momentos en que el movimiento comercial es tan inestable y que además los intereses de la banca comercial han descendido notablemente, se convierte este tipo de investigación en una alternativa muy viable y beneficiosa, que además de generar fuentes de empleo, cierra el ciclo de producción ovina; es decir, producir el animal e industrializar su piel para obtener materia prima de óptima calidad.

Cuadro 15. ANÁLISIS ECONÓMICO

CONCEPTO	NIVELES DE LIGANTE DE IMPREGNACIÓN		
	200 g. T1	225 g. T2	250 g. T3
Compra de pieles ovinas	10	10	10
Costo por piel caprina	5	5	5
Valor de pieles caprinas	50	50	50
Productos para pelambre	25,1	25,1	25,1
Productos para descarnado (curtido)	23,68	23,68	23,68
Productos para engrase	22,28	22,28	22,28
Productos para acabado (ligantes)	17,86	19,98	20,12
Alquiler de Maquinaria	20	20	20
<b>TOTAL DE EGRESOS</b>	<b>158,92</b>	<b>161,04</b>	<b>161,18</b>
<b>INGRESOS</b>			
Total de cuero producido	105	110	112
Costo cuero producido pie 2	0,66	0,68	0,69
Cuero utilizado en confección	10	10	10
Excedente de cuero	95	100	102
Venta de excedente de cuero	136,5	143	151,2
Venta de artículos confeccionados	50	55	50
<b>TOTAL DE INGRESOS</b>	<b>186,5</b>	<b>198,0</b>	<b>201,2</b>
<b>Beneficio costo</b>	<b>1,17</b>	<b>1,23</b>	<b>1,25</b>

Fuente: Correa, L. (2012).

## V. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos permiten inferir las siguientes conclusiones que se detallan a continuación.

- Al evaluar las resistencias físicas del cuero ovino flor rectificada por efecto de los diferentes niveles de ligante de impregnación se determinaron diferencias altamente significativas entre las medias de los tratamientos, se identificó las mejores respuestas de resistencia a la tensión (158,20 N/cm<sup>2</sup>), lastimetría (8,13 mm) y porcentaje de elongación (58,0%), al utilizar 250 gramos de ligante (T3).
- En la evaluación sensorial se identificó las mejores respuestas para llenura (4,60 puntos) y soltura de flor (4,70 puntos), con la aplicación de 200 g (T1) de ligante, en tanto que la mayor plenitud fue reportada al utilizar 250g (T3) de ligante.
- Los resultados de resistencias físicas y calificaciones sensoriales, no reportaron diferencias estadísticas por efecto de los ensayos, alcanzando alta estandarización en los procesos y los productos.
- Al realizar la confección de los artículos finales se apreció que en los 3 tratamientos, se consiguió utilizar la mayor parte de la superficie del cuero para producir calzado y demás accesorios.
- En la evaluación económica se logró los mejores resultados al acabar cueros ovinos flor rectificada con 250 gramos de ligante pues el beneficio costo fue de 1,25; es decir, que por cada dólar invertido se obtuvo 25 centavos de ganancia, lo que es lo mismo decir el 25% de utilidad que es superior a otras actividades productivas.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Aplicar 250 gramos de ligante de impregnación si se desea elevar las resistencias físicas, evitando el estallido de la flor o de rotura de las fibras colagénicas, al momento de armar el zapato.
- Trabajar con 250 g de ligante de impregnación (T3), en la formulación del acabado de cueros ovinos flor rectificada, para homogenizar las características del artículo terminado.
- Utilizar 250 g, de ligante impregnación (T3), en la formulación de un acabado de cuero ovino flor rectificada ya que se presenta una buena relación beneficio costo, sobre todo al tener altas resistencias físicas y unas buenas prestaciones sensoriales, se eleva su clasificación dentro de la fábrica y por ende también su valor comercial es más alto.
- Es necesario considerar a este tipo de investigaciones pioneras en esta área de la producción, para que de ellas se derive futuros trabajos que ayudaran tanto a estudiantes, como a pequeños y medianos curtidores, ya que la tecnología en curtición en forma técnica es de propiedad de un limitado número de personas ya que muchas veces es solo artesanal.

## VII. LITERATURA CITADA

1. ADZET J. 2005. Química Técnica de Tenerife. España. 1a ed. Igualada, España. Edit. Romanya-Valls. pp. 105,199 – 121.
2. BACARDIT, A. 2004. Química Técnica del Cuero. 2a ed. Cataluña, España. Edit. COUSO. pp. 12-52-69.
3. BUXADE, C. 1994. Técnicas Especiales de Curtido. 2a ed. México, México D.F. Edit. LACE. pp 15, 25, 32.
4. DUGA, L. 2000. Actualización en Tecnología de Lanas y Producción Bovina, San Carlos de Bariloche, Argentina. Memorias del VI Curso. Edit. INTA. pp. 113 – 132.
5. CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y ASESORIA TECNOLÓGICA EN EL CUERO. 2005. 1a ed. Buenos Aires, Argentina. Edit. CIATEC. pp 12, 19, 25, 46, 47,52.
6. ECUADOR, ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO (ESPOCH). 2008. Estación Meteorológica, Facultad de Recursos Naturales. Riobamba, Ecuador.
7. ESPAÑA, 2002. Asociación Española de Normalización del Cuero (GERIC), en su Norma Técnica IUP 9. porcentaje de elongación. 1p.
8. ESPAÑA, 2002. Asociación Española de Normalización del Cuero (GERIC), en su Norma Técnica IUP 6. Resistencia a la Flexometría.
9. ESPAÑA, 2002. Asociación Española de Normalización del Cuero (GERIC), en su Norma Técnica UNE 59005 Lastometría. 1p .

10. FRANKEL, A. 2009. Manual de Tecnología del Cuero. 2a ed. Buenos Aires, Argentina. Edit. Albatros. pp. 112 -148.
11. FONTALVO, J. 2009. Características de las películas de emulsiones acrílicas para acabados del cuero. sn. Medellín, Colombia. Edit. Rohm and Hass. pp. 19 – 41.
12. HIDALGO, L. 2004. Texto básico de Curtición de pieles. 1a ed. Riobamba, Ecuador. Edit. ESPOCH. pp. 10 – 56.
13. HIDALGO, L. 2012. Escala de calificación de las características sensoriales del cuero flor rectificada con la utilización de tres niveles de ligante de impregnación para la fabricación de calzado.
14. <http://www.calidadcuero.com>. 2010. Adams, P. Las exigencias de calidad del cuero para calzado.
15. <http://www.flujograma/acabado.htm>. Cardenas, P. 2010. Características del acabado brillantado del cuero.
16. <http://www.cueronetimpregnacion.com>. 2010. Cornelios, J. La impregnación de los cueros de flor corregida.
17. <http://www.googleacabado.com>. 2010. Dix, J. El acabado tipo brillantable para cueros.
18. <http://www.cueronetacabado.com>. 2010. El'Amma, A. Características del acabado del cuero.
19. <http://www.flujograma/acabado2.htm>. 2010. Kaussen, M. Características del acabado tipo brillantable.

20. <http://wwwcueronet.net>. 2010. Libreros, J. Parámetros de aplicación de la impregnación.
21. <http://wwwexigenciascalidad.com>.(2010), Miranda, E. Exigencias de calidad del cuero para calzado.
22. <http://wwwcueronet.productos.com>. 2010. Menéndez, P. Los productos utilizados para el acabado del cuero.
23. <http://wwwcueronetlacas.com>. 2010. Maltei, V. Top, lacas y aprestos empleados en el acabado del cuero.
24. <http://cueronetimpreg.com>. 2010. Rodríguez, P. La impregnación de los cueros caprinos.
25. <http://www.aqeic.es>. 2002. Romera E. Productos auxiliares para el acabado de los cueros.
26. <http://wwwcueronetligantes.com>. 2010. Sato, K. Los ligantes no termoplásticos en el acabado del cuero.
27. <http://wwwcueronet.com>. 2009. Soler, J. Curtición y engrase de pieles caprinas.
28. <http://wwwsensorial.com>.Tamariz, C. 2010. La apreciación sensorial una herramienta de análisis de la calificación de los cueros.
29. LA CASA QUIMICA BAYER. 2007. Curtir, teñir, acabar. 1a ed. Munich, Alemania. Edit. BAYER pp 11 – 110.

30. LEACH, M. 2005. Utilización de Pieles. Curso llevado a cabo por el Instituto de Desarrollo y recursos Tropicales de Inglaterra en colaboración de la facultad de Zootecnia de la Universidad Autónoma de Chihuahua. 2a ed. México DF, México. se pp 8 -15.
31. LACERCA, M. 2003. Curtición de Cueros y Pieles. 1a ed. Buenos Aires, Argentina. Edit. Albatros. pp 1, 5, 6, 8, 9,10.
32. LIBREROS, J. 2003. Manual de Tecnología del cuero. 1a ed. Edit. EUETII. Igualada, España. pp. 13 – 24, 56, 72.
33. LULTCS, W. 1983. IX Conferencia de la Industria del Cuero. se. Barcelona-España. Edit. Separata Técnica. pp 2, 4, 6, 9, 11, 25, 26, 29,45.
34. SALMERON, J. 2003. Resistencia al frote del acabado del cuero. 2 a ed. Asunción, Paraguay. Edit. Imanal. pp. 19 – 52.
35. SOLER, J. 2004. Procesos de Curtido. 2a ed. Barcelona, España. EditCETI. pp. 12, 45, 97,98.
36. STTOFÈL A. 2003. XV Simposio técnico de la industria del cuero. 5a ed. Baños, Ecuador. Edit. ANCE. pp 23-51.
37. THORSTENSEN, E. 2002. El cuero y sus propiedades en la Industria. 3a ed. Munich, Italia. Edit. Interamericana. pp 325- 386.
38. YUSTE, N. 2002. Utilización de ligantes de partícula fina en el acabado de pieles finas. Barcelona, España. Edit. Albatros. pp. 52 – 69.



# **ANEXOS**

Anexo 1. Resistencia a la tensión del cuero ovino flor rectificada con la utilización de tres niveles de ligante de impregnación

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	210,67	5	42,13	40,13	<0,0001
Ligante	205,07	2	102,53	97,65	<0,0001
Ensayo	2,13	1	2,13	2,03	0,1669
Ligante*ensayo	3,47	2	1,73	1,65	0,2130
Error	25,20	24	1,05		
Total	235,87	29			

Test: Duncan Alfa= 0,05

Ligante	Medias	n	E.E.	
200,00	151,80	10	0,32	A
225,00	155,20	10	0,32	B
250,00	158,20	10	0,32	C

Ensayo	Medias	n	E.E.	
1,00	154,80	15	0,26	A
2,00	155,33	15	0,26	A

Ligante	ensayo	Medias	n	E.E.	
200,00	1,00	151,40	5	0,46	A
200,00	2,00	152,20	5	0,46	A
225,00	1,00	154,60	5	0,46	B
225,00	2,00	155,80	5	0,46	B
250,00	2,00	158,00	5	0,46	C
250,00	1,00	158,40	5	0,46	C

Anexo 2. Lastometría del cuero ovino flor rectificada con la utilización de tres niveles de ligante de impregnación.

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1,24	5	0,25	12,13	<0,0001
Ligante	1,18	2	0,59	28,73	<0,0001
Ensayo	0,03	1	0,03	1,32	0,2624
Ligante*ensayo	0,04	2	0,02	0,93	0,4095
Error	0,49	24	0,02		
Total	1,74	29			

Test: Duncan Alfa=0,05 Error: 0,0205 gl: 24

Ligante	Medias	n	E.E.	
225,00	7,70	10	0,05	A
200,00	7,72	10	0,05	A
<u>250,00</u>	<u>8,13</u>	<u>10</u>	<u>0,05</u>	<u>B</u>

Test: Duncan Alfa=0,05

Ensayo	Medias	n	E.E.	
1,00	7,82	15	0,04	A
<u>2,00</u>	<u>7,88</u>	<u>15</u>	<u>0,04</u>	<u>A</u>

Test: Duncan Alfa=0,05 Error: 0,0205 gl: 24

<u>Ligante</u>	<u>ensayo</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>	
200,00	1,00	7,66	5	0,06	A
225,00	2,00	7,68	5	0,06	A
225,00	1,00	7,72	5	0,06	A
200,00	2,00	7,78	5	0,06	A
250,00	1,00	8,08	5	0,06	B
<u>250,00</u>	<u>2,00</u>	<u>8,18</u>	<u>5</u>	<u>0,06</u>	<u>B</u>

Anexo 3. Porcentaje de elongación del cuero ovino flor rectificada con la utilización de tres niveles de ligante de impregnación.

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	246,17	5	49,23	50,93	<0,0001
Ligante	245,27	2	122,63	126,86	<0,0001
ensayo	0,03	1	0,03	0,03	0,8542
Ligante*ensayo	0,87	2	0,43	0,45	0,6440
Error	23,20	24	0,97		
Total	269,37	29			

Test: Duncan Alfa=0,05 Error: 0,9667 gl: 24

Ligante	Medias	n	E.E.	
200,00	51,00	10	0,31	A
225,00	54,30	10	0,31	B
<u>250,00</u>	<u>58,00</u>	<u>10</u>	<u>0,31</u>	<u>C</u>

Test: Duncan Alfa= 0,05 Error: 0,9667 gl: 24

Ensayo	Medias	n	E.E.	
1,00	54,40	15	0,25	A
<u>2,00</u>	<u>54,47</u>	<u>15</u>	<u>0,25</u>	<u>A</u>

Test: Duncan Alfa= 0,05 Error: 0,9667 gl: 24

Ligante	ensayo	Medias	n	E.E.	
200,00	1,00	50,80	5	0,44	A
200,00	2,00	51,20	5	0,44	A
225,00	1,00	54,20	5	0,44	B
225,00	2,00	54,40	5	0,44	B
250,00	2,00	57,80	5	0,44	C
<u>250,00</u>	<u>1,00</u>	<u>58,20</u>	<u>5</u>	<u>0,44</u>	<u>C</u>

Anexo 4. Llenura del cuero ovino flor rectificada con la utilización de tres niveles de ligante de impregnación.

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	7,10	5	1,42	6,09	0,0009
Ligante	6,20	2	3,10	13,29	0,0001
ensayo	0,30	1	0,30	1,29	0,2680
Ligante*ensayo	0,60	2	0,30	1,29	0,2948
Error	5,60	24	0,23		
Total	12,70	29			

Test: Duncan Alfa= 0,05 Error: 0,2333 gl: 24

Ligante	Medias	n	E.E.	
200,00	3,50	10	0,15	A
225,00	4,20	10	0,15	B
250,00	4,60	10	0,15	B

Test: Duncan Alfa=0,05 Error: 0,2333 gl: 24

Ensayo	Medias	n	E.E.	
1,00	4,00	15	0,12	A
2,00	4,20	15	0,12	A

Test: Duncan Alfa=0,05 Error: 0,2333 gl: 24

Ligante	ensayo	Medias	n	E.E.		
200,00	1,00	3,20	5	0,22	A	
200,00	2,00	3,80	5	0,22	A	B
225,00	2,00	4,20	5	0,22		B C
225,00	1,00	4,20	5	0,22		B C
250,00	2,00	4,60	5	0,22		C
250,00	1,00	4,60	5	0,22		C

Anexo 5. Soltura de flor del cuero ovino flor rectificada con la utilización de tres niveles de ligante de impregnación.

Cuadro de Análisis de la Varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	5,47	5	1,09	4,10	0,0078
Ligante	4,07	2	2,03	7,63	0,0027
ensayo	0,53	1	0,53	2,00	0,1701
Ligante*ensayo	0,87	2	0,43	1,63	0,2178
Error	6,40	24	0,27		
Total	11,87	29			

Test: Duncan Alfa=0,05 Error: 0,2667 gl: 24

Ligante	Medias	n	E.E.	
250,00	3,80	10	0,16	A
225,00	4,30	10	0,16	B
200,00	4,70	10	0,16	B

Test: Duncan Alfa=0,05 Error: 0,2667 gl: 24

Ensayo	Medias	n	E.E.	
2,00	4,13	15	0,13	A
1,00	4,40	15	0,13	A

Test: Duncan Alfa=0,05 Error: 0,2667 gl: 24

Ligante	ensayo	Medias	n	E.E.		
250,00	2,00	3,60	5	0,23	A	
250,00	1,00	4,00	5	0,23	A	B
225,00	1,00	4,20	5	0,23	A	B
200,00	2,00	4,40	5	0,23	B	C
225,00	2,00	4,40	5	0,23	B	C
200,00	1,00	5,00	5	0,23		C

Anexo 6. Plenitud del cuero ovino flor rectificada con la utilización de tres niveles de ligante de impregnación.

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	5,37	5	1,07	3,79	0,0114
Ligante	4,87	2	2,43	8,59	0,0015
Ensayo	0,03	1	0,03	0,12	0,7346
Ligante*ensayo	0,47	2	0,23	0,82	0,4509
Error	6,80	24	0,28		
Total	12,17	29			

Test: Duncan Alfa=0,05 Error: 0,2833 gl: 24

Ligante	Medias	n	E.E.	
225,00	3,50	10	0,17	A
250,00	3,60	10	0,17	A
200,00	4,40	10	0,17	B

Test: Duncan Alfa=0,05 Error: 0,2833 gl: 24

Ensayo	Medias	n	E.E.	
1,00	3,80	15	0,14	A
2,00	3,87	15	0,14	A

Test: Duncan Alfa=0,05 Error: 0,2833 gl: 24

Ligante	ensayo	Medias	n	E.E.	
250,00	1,00	3,40	5	0,24	A
225,00	2,00	3,40	5	0,24	A
225,00	1,00	3,60	5	0,24	A
250,00	2,00	3,80	5	0,24	A B
200,00	1,00	4,40	5	0,24	B
200,00	2,00	4,40	5	0,24	B

