



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

**“APLICACIÓN DE UNA CURTICIÓN ECOLÓGICA, UTILIZANDO DIFERENTES
NIVELES DE GRANOFIN F 90, PARA CUERO DE CALZADO”**

TESIS DE GRADO

**Previa a la obtención del título de
INGENIERA ZOOTECNISTA**

AUTOR:

ARCELIA MERCEDES YAGUACHE ALVERCA

RIOBAMBA – ECUADOR

2013

Esta tesis fue aprobada por el siguiente tribunal

Ing. M.C. Luis Rafael Fiallos Ortega. Ph. D.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

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

Dra. M.C. Georgina Hipatia Moreno Andrade.
ASESOR DE TESIS

Riobamba, 11 de Diciembre del 2013.

AGRADECIMIENTO

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencia Pecuarias, Escuela de Ingeniería Zootécnica, por formarme profesionalmente bajo el manto de la ética.

Al Sr. Hernán Cabrera representante de Clariant y al Sr. Fabián Solís de la Curtiduría Solís por el aporte brindado en la elaboración de esta investigación.

Arcelia Y.

DEDICATORIA

Al Todo Poderoso, a mis padres, hermanas, a mi esposo e hijo por su apoyo constante en la consecución de esta meta.

Arcelia Y.

CONTENIDO

	Pág.
Resumen	v
Summary	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. CURTICIÓN DE PIELES CAPRINAS	3
1. <u>Pieles caprinas</u>	4
2. <u>Procesos de ribera de las pieles caprinas</u>	5
a. Remojo	5
b. Pelambre y calero	6
c. Descarnado	7
d. Dividido en tripa	7
e. Desencalado	9
f. Rendido	10
3. <u>Procesos de curtición</u>	10
a. Píquel	10
b. Curtición propiamente dicha	11
B. CURTICIÓN AL CROMO	12
1. <u>Defectos de la curtición al cromo</u>	13
a. Observación de manchas luego del proceso	13
b. Baja estabilidad al hervido de una muestra rectangular del cuero (culatas) teóricamente curtido	14
c. Distribución no uniforme del cromo en la piel	14
d. Cueros chatos	14
e. Cueros de flor suelta y tacto esponjoso	15
f. Estallido de flor	15
2. <u>Salas curtientes de cromo</u>	16
3. <u>Práctica de curtición al cromo</u>	17
a. Curtición a dos baños	17

b.	Curtición a un baño	18
c.	Curticiones de agotamiento alto	19
d.	Curticiones especiales	20
C.	CURTICIÓN ECOLÓGICA	20
1.	<u>Curtición al cromo de alto agotamiento</u>	21
2.	<u>La recirculación de los baños de cromo se está haciendo desde hace tiempo</u>	22
3.	<u>Recirculación del cromo después de precipitación y redisolución</u>	24
4.	<u>Una sustitución parcial de cromo parece ser la salida</u>	25
D.	CURTIENTES DE CROMO AUTOBASIFICANTES	25
1.	<u>Granofin F 90</u>	26
a.	Principales características y propiedades	27
b.	Aplicaciones y recomendaciones	27
E.	PROCESOS DE ACABADO EN HÚMEDO DE PIELES CAPRINAS	27
1.	<u>Ecurrido y rebajado</u>	28
2.	<u>Neutralizado y recurtición</u>	28
3.	<u>Tintura y engrase</u>	30
F.	PROCESOS DE ACABADO EN SECO DE LOS CUEROS CAPRINOS	31
1.	<u>Secado y acondicionado</u>	31
2.	<u>Aplicación de la capa del acabado</u>	33
III.	<u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	34
A.	LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO	34
B.	UNIDADES EXPERIMENTALES	34
C.	MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES	35
1.	<u>Materiales</u>	35
2.	<u>Equipos</u>	35
3.	<u>Productos químicos</u>	36
D.	TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL	37
E.	MEDICIONES EXPERIMENTALES	39
1.	<u>Físicas</u>	39
2.	<u>Sensoriales</u>	39

3.	<u>Económicas</u>	39
F.	ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA	40
G.	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	40
1.	<u>Remojo</u>	40
2.	<u>Pelambre por embadurnado</u>	41
3.	<u>Desencalado y rendido</u>	41
4.	<u>Piquelado</u>	42
5.	<u>Curtido y basificado</u>	42
6.	<u>Neutralizado y recurtido</u>	42
7.	<u>Tintura y engrase</u>	43
8.	<u>Aserrinado, ablandado y estacado</u>	43
H.	METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN	44
1.	<u>Análisis sensorial</u>	44
2.	<u>Análisis de laboratorio</u>	45
a.	Resistencia a la tensión	45
b.	Porcentaje de elongación	45
c.	Rotura de flor	47
V.	<u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	48
A.	EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICA FÍSICAS DEL CUERO CAPRINO PARA LA CONFECCIÓN DE CALZADO APLICANDO UNA CURTICIÓN ECOLÓGICA CON DIFERENTES NIVELES (4, 5 y 6%), DE GRANOFIN F90	48
1.	<u>Ruptura de flor</u>	48
a.	Por el efecto del nivel de curtiente Granofin F 90	48
b.	Por efecto de los ensayos	51
c.	Por efecto de la interacción entre los niveles de Granofin F 90 y los ensayos	55
2.	Resistencia a la tracción	57
a.	Por el efecto del nivel de curtiente Granofin F 90	57
b.	Por efecto de los ensayos	59
c.	Por efecto de la interacción entre los niveles de Granofin F 90 y los ensayos	62
3.	<u>Porcentaje de elongación</u>	65

a.	Por el efecto del nivel de curtiente Granofin F 90	65
b.	Por efecto de los ensayos	69
c.	Por efecto de la interacción entre los niveles de Granofin F 90 y los ensayos	71
B.	EVALUACIÓN DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DEL CUERO CAPRINO PARA LA CONFECCIÓN DE CALZADO APLICANDO UNA CURTICIÓN ECOLÓGICA CON DIFERENTES NIVELES (4, 5 y 6%), DE GRANOFIN F 90	74
1.	<u>Suavidad</u>	74
a.	Por efecto del nivel de curtiente Granofin F 90	74
b.	Por efecto de los ensayos	79
c.	Por efecto de la interacción entre los niveles de Granofin F 90 y los ensayos	81
2.	<u>Llenura</u>	83
a.	Por el efecto del nivel de curtiente Granofin F 90	83
b.	Por efecto de los ensayos	85
c.	Por efecto de la interacción entre los niveles de Granofin F 90 y los ensayos	88
3.	<u>Blandura</u>	90
a.	Por el efecto del nivel de curtiente Granofin F 90	90
b.	Por efecto de los ensayos	94
c.	Por efecto de la interacción entre los niveles de Granofin F 90 y los ensayos	96
C.	ANÁLISIS DE CORRELACIÓN ENTRE VARIABLES FÍSICAS Y SENSORIALES DEL CUERO CAPRINO PARA LA CONFECCIÓN DE CALZADO POR EFECTO DE LA INTERACCIÓN ENTRE LOS DIFERENTES NIVELES (4, 5 y 6%), DE GRANOFIN F 90 Y LOS ENSAYO	99
D.	EVALUACIÓN ECONÓMICA	101
V.	<u>CONCLUSIONES</u>	103
VI.	<u>RECOMENDACIONES</u>	104
VII.	<u>LITERATURA CITADA</u>	105
	ANEXOS	

RESUMEN

En las instalaciones del Laboratorio de Curtiembre de Pieles de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH, se realizó la evaluación de una curtición ecológica utilizando diferentes niveles de Granofin F 90, para cuero de calzado, con 36 pieles caprinas, distribuidas en 3 tratamientos, con 6 repeticiones cada uno y en dos ensayos. Los resultados experimentales fueron modelados bajo un Diseño Completamente al Azar en arreglo bifactorial. Determinándose que con el 6% de Granofin F 90, se reportó los resultados más eficientes de ruptura de flor (11,34 mm), y resistencia a la tracción (34.93 N/cm^2), superando ampliamente con las exigencias de calidad del Cuero. En la apreciación sensorial se registró las calificaciones más altas de suavidad (4,58 puntos), y llenura (4,58 puntos), al aplicar 6% de curtiente ecológico. Al observar el efecto de las réplicas de los tratamientos se determinó resultados similares, siendo una característica imprescindible en el campo práctico al producir diferentes partidas de cuero; por lo tanto se asevera que se ha logrado estandarizar la formulación de curtición de las pieles caprinas. El beneficio costo más alto se obtuvo al trabajar con el 6% de curtiente Granofin F 90 (1,40); es decir, una ganancia de 40 centavos por cada dólar invertido, que al ser comparado con el de otras actividades industriales es rentable. Por lo que se recomienda utilizar mayores niveles de Granofin F90, para conseguir cuero con mejores resistencias físicas, calificaciones sensoriales y mayores beneficios económicos.

SUMMARY

In the Fur Tannery laboratory facilities of the Faculty of Animal Science of the ESPOCH, an ecological assessment using different levels of tanning Granofin F 90, for leather footwear, 36 goatskins spread over 3 treatments were performed, with 6 replicates each one and it two trials. The experimental results were modeled under a completely randomized design in accordance bifactorial. We determined that with 6% of Granofin F 90, the most efficient results flower breaking (11,34 mm), and tensile strength (34.93 N/cm²), was reported, greatly surpassing the requirements of the quality of leather. In the sensory appreciation we recorded the highest grades of the softness (4,58 points), and fullness (4,58 points), applying 6% of ecological tanning. When we observe the effect of treatments replicas similar results were determined to be an essential feature in the practical to produce various leather items field, so it is asserted that has been made to standardize the formulation of tanning goatskins. The higher cost benefit was obtained when we working with 6% of tanning Granofin F 90 (1,40); that is to say, a gain of 40 cents for every dollar invested, that will be compared with other industrial activities is profitable. So is recommended to use higher levels of Granofin F 90, to get leather with better physical resistance, sensory skills and greater economic benefits.

LISTA DE CUADROS

		Pág.
1.	COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA PIEL EN BRUTO.	3
2.	CONCENTRACIÓN DE CROMO EN DIFERENTES ETAPAS DEL PROCESO.	22
3.	CONDICIONES METEOROLÓGICAS DEL CANTÓN RIOBAMBA.	34
4.	ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.	38
5.	ESQUEMA DEL ADEVA.	39
6.	EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICA FÍSICAS DEL CUERO CAPRINO PARA LA CONFECCIÓN DE CALZADO APLICANDO UNA CURTICIÓN ECOLÓGICA CON DIFERENTES NIVELES DE GRANOFIN F 90 (4, 5 Y 6%).	49
7.	EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICA FÍSICAS DEL CUERO CAPRINO PARA LA CONFECCIÓN DE CALZADO APLICANDO UNA CURTICIÓN ECOLÓGICA CON DIFERENTES NIVELES DE GRANOFIN F 90 (4, 5 Y 6%), POR EFECTO DE LOS ENSAYOS.	61
8.	EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICA FÍSICAS DEL CUERO CAPRINO PARA LA CONFECCIÓN DE CALZADO POR EFECTO DE LA INTERACCIÓN ENTRE LOS DIFERENTES NIVELES (4, 5 Y 6%), DE GRANOFIN F 90, Y LOS ENSAYOS.	72
9.	EVALUACIÓN DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DEL CUERO CAPRINO PARA LA CONFECCIÓN DE CALZADO, APLICANDO UNA CURTICIÓN ECOLÓGICA CON DIFERENTES NIVELES (4, 5 Y 6%), DE GRANOFIN F 90.	75
10.	EVALUACIÓN DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DEL CUERO CAPRINO PARA LA CONFECCIÓN CALZADO, APLICANDO UNA CURTICIÓN ECOLÓGICA CON DIFERENTES NIVELES DE GRANOFIN F 90. POR EFECTO DE LOS ENSAYOS.	87
11.	EVALUACIÓN DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DEL CUERO CAPRINO, PARA LA CONFECCIÓN DE CALZADO, POR EFECTO DE LA INTERACCIÓN ENTRE LOS DIFERENTES NIVELES (4, 5 Y 6%), DE GRANOFIN F 90, Y LOS ENSAYOS.	97

12. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN ENTRE VARIABLES FÍSICAS Y SENSORIALES DEL CUERO CAPRINO PARA LA CONFECCIÓN DE CALZADO POR EFECTO DE LA INTERACCIÓN ENTRE LOS DIFERENTES NIVELES (4, 5 Y 6%), DE GRANOFIN F 90, Y LOS ENSAYOS. 100
13. COSTOS DE LA INVESTIGACIÓN. 102

LISTA DE GRÁFICOS

	Pág.
1. Máquina para dividir en tripa.	9
2. Comportamiento de la ruptura de flor del cuero caprino para la confección de calzado aplicando una curtición ecológica con diferentes niveles (4, 5 y 6%), de Granofin F 90.	50
3. Regresión de la ruptura de flor del cuero caprino para la confección de calzado aplicando una curtición ecológica con diferentes niveles (4, 5 y 6%), de Granofin F 90.	52
4. Comportamiento de la ruptura de flor del cuero caprino para la confección de calzado aplicando una curtición ecológica con diferentes niveles (4, 5 y 6%), de Granofin F 90, por efecto de los ensayos.	54
5. Comportamiento de la ruptura de flor del cuero caprino para la confección de calzado por efecto de la interacción entre los diferentes niveles (4, 5 y 6%), de Granofin F 90 y los ensayos.	56
6. Comportamiento de la resistencia a la tracción del cuero caprino para la confección de calzado aplicando una curtición ecológica con diferentes niveles (4, 5 y 6%), de Granofin F 90.	58
7. Regresión de la resistencia a la tracción del cuero caprino para la confección de calzado aplicando una curtición ecológica con diferentes niveles (4, 5 y 6%), de Granofin F 90.	60
8. Comportamiento de la resistencia a la tracción del cuero caprino para la confección de calzado aplicando una curtición ecológica con diferentes niveles (4, 5 y 6%), de Granofin F 90, por efecto de los ensayos.	63
9. Comportamiento de la resistencia a la tracción del cuero caprino para la confección de calzado por efecto de la interacción entre los diferentes niveles (4, 5 y 6%), de Granofin F 90 y los ensayos.	64
10. Comportamiento del porcentaje de elongación del cuero caprino para la confección de calzado aplicando una curtición ecológica con diferentes niveles (4, 5 y 6%), de Granofin F 90.	66

11.	Regresión del porcentaje de elongación del cuero caprino para la confección de calzado aplicando una curtición ecológica con diferentes niveles (4, 5 y 6%), de Granofin F 90.	68
12.	Comportamiento del porcentaje de elongación del cuero caprino para la confección de calzado, aplicando una curtición ecológica con diferentes niveles (4, 5 y 6%), de Granofin F 90, por efecto de los ensayos.	70
13.	Comportamiento del porcentaje de elongación del cuero caprino para la confección de calzado por efecto de la interacción entre los diferentes niveles (4, 5 y 6%), de Granofin F 90, y los ensayos.	73
14.	Comportamiento de la suavidad del cuero caprino para la confección de calzado aplicando una curtición ecológica con diferentes niveles (4, 5 y 6%), de Granofin F 90.	76
15.	Regresión de la ruptura de flor del cuero caprino para la confección de calzado aplicando una curtición ecológica con diferentes niveles (4, 5 y 6%), de Granofin F90.	78
16.	Comportamiento de la suavidad del cuero caprino para la confección de calzado aplicando una curtición ecológica con diferentes niveles (4, 5 y 6%), de Granofin F 90, por efecto de los ensayos.	80
17.	Comportamiento de la ruptura de flor del cuero caprino para la confección de calzado por efecto de la interacción entre los diferentes niveles (4, 5 y 6%), de Granofin F 90, y los ensayos.	82
18.	Comportamiento de la llenura del cuero caprino, para la confección de calzado aplicando una curtición ecológica con diferentes niveles (4, 5 y 6%), de Granofin F 90.	84
19.	Regresión de la llenura del cuero caprino para la confección de calzado aplicando una curtición ecológica con diferentes niveles (4, 5 y 6%), de Granofin F 90.	86
20.	Comportamiento de la llenura del cuero caprino para la confección de calzado, por efecto de la interacción entre los diferentes niveles (4, 5 y 6%), de Granofin F 90, y los ensayos.	89

21.	Comportamiento de la resistencia a la tracción del cuero caprino para la confección de calzado, aplicando una curtición ecológica con diferentes niveles (4, 5 y 6%), de Granofin F 90.	91
22.	Regresión de la blandura del cuero caprino aplicando una curtición ecológica con diferentes niveles (4, 5 y 6%), de Granofin F 90, para la confección de calzado.	93
23.	Comportamiento de la blandura del cuero caprino aplicando una curtición ecológica con diferentes niveles (4, 5 y 6%), de Granofin F 90, para la confección de calzado, por efecto de los ensayos.	25
24.	Comportamiento de la blandura del cuero caprino para la confección de calzado por efecto de la interacción entre los diferentes niveles (4, 5 y 6%), de Granofin F 90, y los ensayos.	98

LISTA DE ANEXOS

1. Análisis estadístico de la ruptura de flor del cuero caprino aplicando una curtición ecológica con diferentes niveles de Granofin F90, para calzado.
2. Análisis estadístico de la resistencia a la tracción del cuero caprino aplicando una curtición ecológica con diferentes niveles de Granofin F90, para calzado.
3. Análisis estadístico del porcentaje a la elongación del cuero caprino aplicando una curtición ecológica con diferentes niveles de Granofin F90, para calzado.
4. Análisis estadístico de la suavidad del cuero caprino aplicando una curtición ecológica con diferentes niveles de Granofin F90, para calzado.
5. Análisis estadístico de la llenura del cuero caprino aplicando una curtición ecológica con diferentes niveles de Granofin F90, para calzado.
6. Análisis estadístico de la blandura del cuero caprino aplicando una curtición ecológica con diferentes niveles de Granofin F90, para calzado.
7. Receta de los procesos de curtición de pieles caprinas utilizando una curtición ecológica con 4% de Granofin F90, para calzado.
8. Receta para el desescalado rendido y purgado de pieles caprinas utilizando una curtición ecológica con 4% de Granofin F90, para calzado.
9. Receta para el piquelado y curtido de pieles caprinas utilizando una curtición ecológica con 4% de Granofin F90, para calzado.
10. Receta para el recurtido del cuero caprino utilizando una curtición ecológica con 4% de Granofin F90, para calzado.
11. Receta para el acabado y lacado del cuero plena flor con un proceso de curtición ecológica con 4% de Granofin F90, para calzado.
12. Receta para curtido de pieles caprinas utilizando una curtición ecológica con 5% de Granofin F90, para calzado.
13. Receta para el desescalado rendido y purgado de pieles caprinas utilizando una curtición ecológica con 5% de Granofin F90, para calzado.
14. Receta para el piquelado y curtido de pieles caprinas utilizando una curtición ecológica con 5% de Granofin F90, para calzado.
15. Receta para el recurtido de pieles caprinas utilizando una curtición ecológica con 5% de Granofin F90, para calzado.

16. Receta para el acabado y lacado del cuero plena flor con un proceso de curtición ecológica con 5% de Granofin F90, para calzado.
17. Receta para curtido de pieles caprinas utilizando una curtición ecológica con 6% de Granofin F90, para calzado.
18. Receta para el desencalado rendido y purgado de pieles caprinas utilizando una curtición ecológica con 6% de Granofin F90, para calzado.
19. Receta para el piquelado y curtido de pieles caprinas utilizando una curtición ecológica con 6% de Granofin F90, para calzado
20. Receta para el recurtido de pieles caprinas utilizando una curtición ecológica con 6% de Granofin F90, para calzado.
21. Receta para el acabado y lacado del cuero plena flor con un proceso de curtición ecológica con 6% de Granofin F90, para calzado.
22. Prueba de Kruskal-Wallis para suavidad de los cueros caprinos con un proceso de curtición ecológica con Granofin F90.

I. INTRODUCCIÓN

La curtición consiste en preparar y transformar las pieles de los animales sacrificados para el consumo de carne de manera que se estabilice y no se degrade con el tiempo, el producto así obtenido es la piel curtida o cuero. Para ello se han de eliminar todas aquellas partes que no son de utilidad: restos de carne, grasa, pelo, suciedad, proteínas no fibrosas y adicionar aquellos productos que dieron estabilidad y las características de resistencia, tacto, firmeza y color requeridas. Además de los extractos vegetales, la industria química suministra otros productos curtientes y, entre ellos, los más importantes son las sales minerales, el más frecuente es el sulfato monobásico de cromo III.

Se utilizan las sales de cromo III mucho más que las de los otros metales, porque hasta el momento presente no se conoce, otro metal o producto asequible que tenga un poder similar de formar enlaces estables con el colágeno y proporcione, una vez fijado en el colágeno, una base en la piel lo suficientemente apta para poder conseguir las cualidades que el mercado exige a los artículos de consumo fabricados en cuero. En los procesos de curtición, las cantidades de agua y las cargas contaminantes pueden ser muy variadas dependiendo del tipo de piel a curtir, del producto curtiente utilizado y del artículo que se desea obtener, por tanto en este proyecto se refiere a los procesos de piel caprina curtida al cromo.

Merece destacarse a este respecto al hecho de que con esta clase de curtientes autobasificantes sea posible lograr en la práctica, a base de inferiores cantidades de óxido de cromo, contenidos en dicho compuesto químico en el cuero tan elevados como los usuales curtientes de sulfato de cromo y basificación aparte, ventajas tecnológicas, económicas y ambientales que proporciona el producto a utilizar en esta investigación como es el Granofin F 90, desarrollado por la Casa Química Clariant, y que aún no está probado ni analizado en nuestro país, por lo tanto los productos de la mencionada casa, están prestando su contingente en literatura y experiencias en otras fábricas extranjeras para establecer el protocolo de la utilización del mencionado producto. Cuando se emplea la expresión tecnologías limpias se hace con la idea de que posiblemente, partiendo de procesos distintos o modificados de producción, cabe esperar mejores

perspectivas sobre procesos de producción ecológicamente más limpios: aplicado al campo de los curtidos, por tecnologías limpias no se entiende una depuración de las aguas residuales del aireo, la eliminación o retirada de los residuos sólidos, si por lo demás se sigue fabricando como hasta ahora; o sea, los progresos deben conseguirse por medio de tecnologías distintas o modificadas.

Con la aplicación de productos menos contaminantes como es el Granofin F 90, se han conseguido tecnologías limpias, a saber, especialmente en aquellos casos en que los subproductos se manifestaban en las aguas residuales como excesivamente venenosos o no degradables. Esto ocurre siempre en interés propio de las fábricas, que normalmente deben depurar sus propias aguas residuales y en las que les está prohibido verter aguas con tales substancias. Una posibilidad es la utilización de un cromo de alto poder de agotamiento del baño como es el curtiente Granofin F 90, del cual no existe mayor literatura ni trabajos prácticos, constituyéndose la presente investigación pionera en esta área. Por lo anotado anteriormente los objetivos fueron:

- Determinar el nivel óptimo de Granofin F 90 (4%, 5% y 6%), para la elaboración de cuero que fue destinado a la confección de calzado casual.
- Determinar las resistencias físicas del cuero para calzado casual curtido con Granofin F 90, a diferentes niveles, y que superen las exigencias de calidad de las normas internacionales del cuero.
- Evaluar la calidad sensorial del cuero curtido con cromo de alto agotamiento del baño como es el Granofin F 90, y su comportamiento en la confección de calzado.
- Valorar los costos de producción del proceso de curtido con cromo de alto poder de agotamiento a diferentes niveles, destinado a la confección de cuero para calzado casual.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

A. CURTICIÓN DE PIELES CAPRINAS

Para <http://wwwcurticiónpielcaprina.com>.(2013), la piel es la estructura externa de los cuerpos de los animales. Es una sustancia heterogénea, generalmente cubierta con pelos o lana y formada por varias capas superpuestas. La piel responde a los cambios fisiológicos del animal, reflejándose sobre ellas muchas características importantes y específicas tales como: edad, sexo, dieta, medio ambiente y estado de salud. Esta envoltura externa ejerce una acción protectora: pero al mismo tiempo también cumple otras funciones como:

- Regular la temperatura del cuerpo.
- Eliminar sustancias de desecho.
- Albergar órganos sensoriales que nos faciliten la percepción de las sensaciones térmicas, táctiles y sensoriales.
- Almacenar sustancias grasas.
- Proteger el cuerpo de la entrada de bacterias, en el cuadro 1, se describe la composición química de la piel:

Cuadro 1. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA PIEL EN BRUTO.

Producto	Porcentaje
Agua	64%
Proteínas	33%
Grasas	2%
Sustancias minerales	0,5%
Otras sustancias	0,5%

Fuente: <http://wwwcurticiónpielcaprina.com>.(2013).

Abraham, A. (2005), señala que las proteínas las podemos diferenciar en: colágeno 94-95%, elastina 1%, queratina 1-2% y el resto proteínas no fibrosas, además de contaminación externa como orina, estiércol, tierra y otros. Se trata en los mataderos con el fin de preservarla durante el almacenaje y el transporte. El procedimiento usual se basa en la deshidratación para impedir que empiecen los procesos de putrefacción. Los procesos más comunes de deshidratación son: secado, salado y secado-salado. La piel salada es la materia prima más usual en el trabajo de la piel vacuna. Por otro lado no presenta diferencias fundamentales en sus tratamientos a la de otros tipos de conservación, aparte del tiempo de remojo, la cantidad de sal en las aguas residuales y el efecto mecánico (velocidad de agitación), del proceso de remojo.

1. Pieles caprinas

Agraz, G. (2005), indica que la cabra es un animal muy resistente que puede vivir con sobriedad de alimentos, y de los que se pueden aprovechar su carne y su leche. Se adaptan fácilmente a climas rigurosos y son muy comunes en Asia, África, Sudamérica. Las pieles muchas veces son originarias de aldeas pequeñas que se encuentran en zonas muy diversas por tanto su calidad varía considerablemente. Las pieles de cabra se clasifican de acuerdo con la edad del animal en:

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

Abraham A. (2005), señala que la piel fresca de cabra, en algunos aspectos se parece a la vacuna, en otros a la de la oveja. Sin embargo en conjunto la piel de

cabra tiene una estructura característica. La epidermis es muy delgada. La capa de la flor ocupa más de la mitad del total del espesor de la dermis. Las glándulas y las células grasas que son las responsables de la esponjosidad del cuero de oveja son mucho menos abundantes en las pieles de cabra. Las pieles caprinas se obtienen como subproductos de la industria cárnica la finalidad de industrializarlas, es otorgar un valor agregado a la producción primaria y promover el aprovechamiento integral de la materia prima caprina. El poco cuidado que tiene la piel por parte del criador de cabras, conllevan a una disminución de su clasificación; además, existe las malas prácticas de faenado y desuello en las casas de rastro que de la misma manera disminuyen la calidad de la piel. Y por último el descuido en la conservación de las pieles, sufren el ataque bacteriano que provocan el desgaste de la capa protectora y después la pérdida de la flor, llegando a agrietarse perdiendo su clasificación original. Hoy en día los artículos de piel están muy presentes en la vida cotidiana, por lo tanto la demanda de esta materia prima abarcan distintos sectores como: calzado, mobiliario, confección, automoción, aviación, náutica, obras de arte entre, otras.

2. Procesos de ribera de las pieles caprinas

Adzet, J. (2005), manifiesta que los procesos de ribera de las pieles caprinas son el conjunto de operaciones mecánicas, procesos químicos, físico-químicos y enzimáticos que tienen como fin eliminar de la piel los componentes no adecuados para la obtención de cuero, y preparan la estructura fibrosa del colágeno para la fase de curtición. Muchos autores consideran la ribera hasta la operación de piquel, pero como ésta muchas veces se realiza junto con la curtición, la consideraremos dentro de los procesos de curtición.

a. Remojo

El mismo Adzet, J. (2005), manifiesta que el remojo es uno de los denominados trabajos de ribera, los trabajos de ribera se caracterizan por emplearse en ellos grandes cantidades de agua, de lo cual deriva su nombre, es la primera operación a la que se someten las pieles en el proceso de fabricación, consiste en tratarlas con agua. El objetivo del remojo es limpiar las pieles de todas las materias

extrañas (estiércol, sangre, barro, microorganismos), y productos usados en la conservación: sal), disolver parcialmente las proteínas solubles y sales neutras y devolverlas al estado de hidratación que tenían como pieles frescas. Los remojos de las pieles en bruto (frescas o recién desolladas, saladas y secas), dependen del tipo de conservación y el tiempo en que haya sido sometida después del sacrificio y antes de llegar a la curtiembre para su transformación en cuero. En el caso de una piel fresca que procede directamente del matadero, sin tratamiento previo de conservación, no hay mayores dificultades, pues un remojo simple (de limpieza), y remojo alcalino controlado (generalmente menos horas), hace posible pasar a las siguientes etapas de fabricación.

b. Pelambre y calero

Palomas, J. (2005), indica que luego de la operación de remojo, las pieles suficientemente hidratadas, limpias, con algunas proteínas eliminadas de su estructura, pasan a las operaciones de pelambre, donde fundamentalmente se pretende, por un lado eliminar del corium, la epidermis junto con el pelo o la lana, y por otro aflojar las fibras de colágeno con el fin de prepararlas apropiadamente para los procesos de curtido, eliminando parte del tejido conjuntivo y adiposo. En general, la concentración de los productos químicos involucrados así como el tiempo y tipo de proceso fueron determinantes del tipo de curtido, y particularmente de la blandura y resistencia físico-mecánica de los artículos finales.

Bacardit, A. (2004), infiere que el calero consiste en poner en contacto los productos alcalinos $\text{Ca}(\text{OH})_2$, (el de mayor concentración), Na_2S , NaHS , aminas, y todos los otros productos involucrados, sales, tensoactivos, peróxidos, entre otros, disueltos en agua con la piel en aparatos agitadores (fulones, -bombos-batanes, molinetes, mezcladores, etc.). Durante un tiempo más o menos largo, hasta conseguir la acción de los productos del calero en toda la sección de la piel, y el grado de ataque (físico-químico), deseado. Los efectos del calero son:

- Provocar un hinchamiento de las fibras y fibrillas del colágeno.

- Ataque químico por hidrólisis de la proteína-piel aumentando los puntos de reactividad, y si el efecto drástico llega a la disolución de las fibras las convierte en una semi pasta pre-gelatina.
- Ataque químico a las grasas, productos sementantes, raíces del pelo, etc., facilitando mediante su disolución en agua su eliminación.

c. Descarnado

Cotance, A. (2004), establece que el descarnado es una operación mecánica que elimina de la piel restos de tejido subcutáneo y adiposo. Las pequeñas cantidades de agua de escurrido tendrán la misma composición que las aguas de calero diluidas por el agua aportada por la máquina. Los subproductos principales son sólidos: carnazas. El descarnado es necesario pues en la endodermis (parte de la piel en contacto con el animal) quedan, luego del cuereado, restos de carne y grasa que deben eliminarse para evitar el desarrollo de bacterias sobre la piel. La piel apelambrada se descarna a mano con la "cuchilla de descarnar" o bien a máquina. Con ello se elimina el tejido subcutáneo (subcutis=carne). El proceso someramente descrito consiste en pasar la piel por medio de un cilindro neumático de garra y otro de cuchillas helicoidales muy filosas. La piel circula en sentido contrario a este último cilindro, el cual está ajustado de tal forma que presiona a la piel, lo suficiente, como asegurar el corte (o eliminar definitivamente), sólo del tejido subcutáneo adherido a ella.

d. Dividido en tripa

Herfeld, H. (2004), menciona que el estado de la piel para ser dividida es tradicionalmente en estado de tripa descarnada, para dividir en verde (antes del pelambre), las máquinas deben tener una gran precisión para absorber todas las imperfecciones. Además, la piel debe tener pelo corto porque se anuda y hace fallas. Permite un ahorro considerable de productos porque se pela sólo la flor (que es la que tiene pelo), y se aprovechan los subproductos (colágeno puro), estos cueros deben ser previamente trinchados antes de dividir. El realizarlo en uno u otro estado de la piel tiene sus ventajas e inconvenientes. El cuero curtido

se divide en dos capas napa y descarnado. El descarnado es la parte inferior del cuero y se puede dividir una o más veces. En el dividido en tripa se obtiene un lado de flor más delgado que la piel de que procede y fue más fácil realizar las operaciones químicas que siguen al mejorar la penetración de los productos. Hay un menor riesgo de formación de H_2S en el piquelado, si queda sulfuro ocluido. Se logra una mejor calidad del cuero terminado y mayor superficie al existir una menor tendencia al encogimiento en la curtición.

Cotance, A. (2004), establece que los recortes del descarnado pueden utilizarse para la obtención de gelatina. A partir de este momento se pueden tratar el cuero y el descarnado por separado obteniéndose una mayor flexibilidad en la fabricación. No se consume cromo en la parte del descarnado, que al dividir en cromo fue recorte con poco valor. Pero, requiere más mano de obra, se manejan pieles más pesadas y húmedas y es más difícil ajustar el grosor del dividido al espesor del artículo final, debido al estado de hinchamiento que tiene la piel. Al dividir en tripa la velocidad de la operación es de unos 15-18 metros/min. La relación entre el grosor del cuero dividido y el cuero acabado depende del tipo de piel y del grado de hinchamiento a que se haya sometido en el calero, pero en general puede decirse que se debe dividir a un espesor algo menor del doble del que se quiere obtener el cuero terminado.

Según [\(http://wwwprocesos.blogcindario.com\)](http://wwwprocesos.blogcindario.com).(2013), es conveniente realizar ensayos previos en caso de fabricar un nuevo artículo o tener la referencia de resultados anteriores para artículos similares. La piel apelmbrada, depilada, descarnada y eventualmente dividida se denomina piel en tripa. El peso en tripa, determinado después de realizada esta operación sirve de base para calcular las dosis de productos químicos que se requieren en los procesos siguientes (desencalado, purga, piquelado y curtido). En el gráfico 1, se describe la máquina para dividir los cueros en tripa.

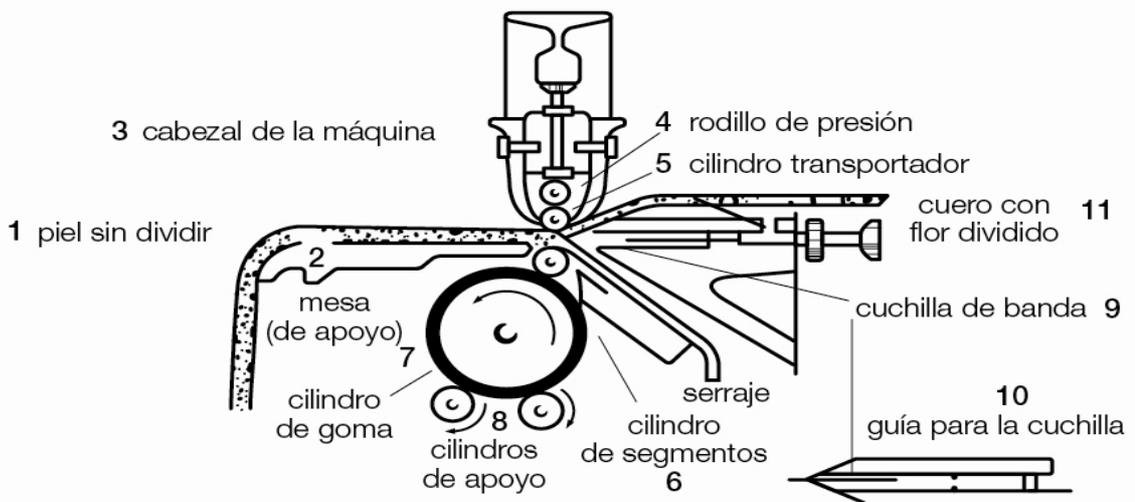


Gráfico 1. Máquina para dividir en tripa.

e. Desencalado

Para <http://www.curticionpielcaprina.com>. (2013), el desencalado sirve para la eliminación de la cal (unida químicamente, absorbida en los capilares, almacenada mecánicamente), contenida en el baño de pelambre y para el deshinchamiento de las pieles. La cal que se ha agregado al proceso durante la operación de pelambre, se encuentra en la piel en tres formas:

- Combinada con la misma piel.
- Disuelta en los líquidos que ocupan los espacios interfibrilares y depositada en forma de lodos sobre las fibras, o como jabones cálcicos formados por la saponificación de las grasas en la operación de pelambre.

Franel, A. (2004), manifiesta que parte de la cal es eliminada por el lavado con agua y luego por medio de ácidos débiles, o por medio de sales amoniacales (sulfato de amonio o cloruro de amonio) o de sales ácidas (bisulfito de sodio). Los agentes químicos de desencalado dan sales ácidas solubles de fácil eliminación con agua y no deben producir efectos de hinchamiento sobre el colágeno. Los objetivos del desencalado son:

- Eliminar la cal adherida o absorbida por la piel en su parte exterior.
- Eliminar la cal de los espacios interfibrilares.

- Eliminar la cal que se hubiera combinada con el colágeno.
- Deshinchar la piel dándole morbidez.
- Ajustar el pH de la piel para el proceso de purga.

f. Rendido

En el rendido se pretende conseguir un aflojamiento y una ligera peptización del colágeno y como efecto secundario la limpieza de restos de epidermis, pelo y grasa. Se usan enzimas proteolíticas. El consumo de agua de las dos operaciones conjuntas, desencalado y rendido, está alrededor de $7\text{m}^3/\text{t}$, con unos efluentes con sulfito sódico, sales amoniacales, ácidos orgánicos, proteínas y enzimas. El rendido o purga, es un proceso mediante el cual a través de sistemas enzimáticos derivados de páncreas, colonias bacterias u hongos, y muy frecuentemente en el mismo baño de desencalado, se promueve el aflojamiento de las fibras de colágeno, deshinchamiento de las pieles, aflojamiento del repelo (raíz de pelo anclada aún en folículo piloso), y una considerable disociación y degradación de grasas naturales por la presencia de lipasas. Cuánto más suelto, caído y suave deba ser el cuero, más intenso deberá ser la intensidad de rendido.

3. Procesos de curtición

Fontalvo, J. (2009), establece que con la piel limpia se procede a la curtición con la finalidad de estabilizar la materia orgánica para impedir putrefacciones. Los procesos de curtición comprenden las siguientes operaciones:

a. Píquel

El mismo Fontalvo, J. (2009), afirma que el píquel complementa al desencalado e interrumpe definitivamente el efecto de rendido, preparando la piel para una posterior curtición. Como efecto secundario ataca las membranas de las células grasas. Se usa cloruro sódico, ácidos minerales y orgánicos. La finalidad de éste proceso es acidular hasta un determinado pH, las pieles en tripa antes de la curtición al cromo, al aluminio o cualquier otro elemento curtiente. Con ello se logra bajar los niveles de astringencia de los diversos agentes curtientes. En

realidad se hace un tratamiento con sal y ácido que se regula en la piel en tripa en general a un valor $< 3,8$ de pH, para evitar por ej. que en la siguiente etapa del curtido (por ej. al cromo), las sales de curtientes eleven su basificación por la todavía residual alcalinidad de los procesos de purga (o rendido) y de desencalado. Si esta alcalinidad no se eliminara tendríamos una curtición en superficie, que conduciría a modificaciones de la flor (quebradiza y tacto áspero), del cuero. El piquelado también se emplea como método de conservación o almacenamiento. Fundamentalmente se aplica el piquel de conservación en pieles de oveja deslanadas y skivers, pero también para pieles grandes y de cabra depiladas.

b. Curtición propiamente dicha

Francke, H. (2007), manifiesta que la curtición es por definición una transformación de cualquier piel en cuero, esta transformación está dada por una estabilización de la proteína. Las pieles procesadas en la ribera son susceptibles de ser atacadas por las enzimas segregadas por los microorganismos, y aunque esa putrescibilidad puede eliminarse por secado, no se consigue llegar a un material utilizable por cuanto las fibras se adhieren entre sí y dan un material córneo y frágil, además de carecer de resistencia hidrotérmica (por lo que calentándola en medio acuoso se gelatiniza). Por lo anterior queda claro que salvo excepciones, no encuentra aplicación si no se modifican algunas de sus propiedades. La modificación a lograr implica que el producto a obtener:

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

Según <http://wwwinfo@cueronet.com>.(2013), esa modificación de la piel para dar un producto que reúna esas propiedades se llama “curtición”, y al producto logrado se le llama “cuero”. Este proceso de curtición involucra el tratamiento de la piel en tripa con un agente curtiente, que por lo menos en parte, se combine irreversiblemente con el colágeno, que es un término derivado del idioma griego que significa, sustancia productora de cola. La estabilidad de la proteína, que

mencionamos anteriormente, está dada por la formación de enlaces transversales, en los que participa el agente curtiente dando lugar a una reticulación de la estructura. Como consecuencia de lo anterior, se nota una disminución de la capacidad de hinchamiento del colágeno, además de un aumento de la temperatura de contracción (TC), que es aquella en la que se inicia la gelatinización del colágeno. Durante este último proceso tiene lugar una rotura de la estructura molecular ordenada, o sea una rotura principalmente de los puentes de hidrógeno dispuestos entre grupos peptídicos de las tres cadenas que constituyen una molécula de colágeno.

B. CURTICIÓN AL CROMO

Según <http://www.coselsa.com>.(2013), desde que Knapp en 1858, descubrió el uso del cromo como material curtiente, se han editado numerosas publicaciones intentando explicar la química y tecnología de la curtición al cromo. La mayoría de estas publicaciones están vinculadas con la mejora de la fijación del cromo sobre el colágeno de la piel. El proceso de curtición puede describirse tanto como un fenómeno químico (reacción entre los diversos componentes), como físico (difusión de los mismos hacia el interior de la piel). Si el técnico curtidor introduce cualquier variación en los parámetros físicos o químicos del proceso de curtición, puede variar la eficiencia de la misma, no sólo en la relación cromo fijado/cromo total sino en las características del cuero obtenido. El curtido de pieles con sales de cromo representa el 80 % de la producción total de cueros en el mundo. Las ventajas que representa este método de curtición se pueden enumerar como:

- Muy buen nivel de calidad constante y uniforme.
- Producción racional acabada, económicamente ventajosa y todas ventajas son tan convenientes que difícilmente modifique su liderazgo en un futuro inmediato.
- Sólo en el ámbito del cuero para tapicería automotriz, tapicería de muebles y/o algunas vestimentas y cueros medicinales hacen que diferentes fábricas o curtiembres fabriquen artículos libres de cromo.

1. Defectos de la curtición al cromo

Lultcs, W. (2006), expresa que los posibles defectos que pueden producirse en una curtición al cromo los más relevantes son:

a. Observación de manchas luego del proceso

El mismo Lultcs, W. (2006), expresa que la observación de manchas luego del proceso de curtición de entre las posibles causas se destacan:

- Curtición muy rápida (muy alta frecuencia de giro del fulón), y excesiva concentración de sales curtientes y elevadas temperaturas durante el proceso de basificación.
- Elevado valor del pH final de la curtición y muy grandes y bruscos saltos de pH durante el proceso de basificación.
- Utilización de sales básicas de cromo obtenidas por reducción con melaza y otros azúcares, u otros productos orgánicos de los que han quedado residuos carbonosos derivados del proceso de reducción (azúcares quemados). En este caso se generan manchas pardo oscuras extendidas sobre la superficie de los cueros wet-blue.
- Formación de jabones grasos de cromo, debido a un alto tenor no removido de grasas naturales o ácido grasos libres traídas hasta el baño de curtición, por insuficiente desengrase o muy poca extracción en las etapas anteriores del proceso de ribera. Se forman así jabones insolubles de cromo, estos no se penetran con tratamientos químicos posteriores y dificultan la obtención de tintados uniformes tanto en sección como en superficie.

b. Baja estabilidad al hervido de una muestra rectangular del cuero (culatas), teóricamente curtido

En <http://www.cuentame.inegi.gob.mx>.(2013), se infiere que de entre las posibles

causas cuando se produce una Baja estabilidad al hervido de una muestra rectangular del cuero (culatas), teóricamente curtido, se pueden destacar:

- Muy baja cantidad de cromo, una insuficiente penetración del curtido y una escasa y poco penetrante basificación.
- Baja temperatura final del proceso e insuficiente reticulación transversal de los curtientes con los sitios reactivos de la piel a curtir.
- Frecuentemente la prueba al hervido (1 minuto), mejora en su resultado, luego de unos días de almacenamiento.

c. Distribución no uniforme del cromo en la piel

Lultcs, W. (2006), expresa que generalmente se genera ya desde un mal desencalado y en forma complementaria por la utilización de sales curtientes fuertemente basificantes. Utilizando enmascarantes como formiato de sodio, oxalato o acetato de sodio, se logra mejorar la uniformidad en la distribución del cromo.

d. Cueros chatos

Según [\(2013\)](http://procesosiii.blogcindario.com), para evitar la obtención de cueros delgados, se recomienda no utilizar ácido clorhídrico en el piquelado y sustituir la sal común por sulfato de sodio, o realizar el piquelado sin sal y/o sulfoácidos. Para el apareamiento de cueros chatos de entre las posibles causas se puede destacar:

- Muy bajo valor de pH en el piquelado, baja oferta de óxido de cromo y altas ofertas de sales neutras (por ej. Cloruro de sodio), durante el transcurso de la curtición.
- Fuerte enmascaramiento de la sal curtiente, y una débil basificación.

e. Cueros de flor suelta y tacto esponjoso

Para [\(http://es.wikipediacuero.org.\(2013\)\)](http://es.wikipediacuero.org), el aparecimiento de cueros de flor suelta y tacto esponjoso, entre los principales motivos son:

- Curtido muy fuertemente basificado y valores de pH final de curtido muy altos y tiempos muy largos de proceso o de rodamiento.
- Muy alta frecuencia de giro del fulón: químicamente este efecto, independientemente del control de aquellos motivos , se puede compensar, utilizando en parte curtientes tipo dialdehído glutárico, ó tipo polímero sintético, así como sales de aluminio.

f. Estallido de flor

Yuste, N. (2002), induce que el defecto denominado como estallido de flor puede deberse a los siguientes aspectos:

- Bajo tenor de sal en el proceso de piquel y muy largo tiempo de rotación del piquel en el baño nuevo, antes de agregar los productos del curtido.
- Sobre curtición por utilización de curtientes cromo no enmascarado y basificación con muy alto valor de pH final.
- Agregado de agua caliente en el momento no apropiado, e insuficiente agotamiento de baños.
- Excesivo volumen del baño de curtido y bajas temperaturas de curtición, así como también tiempo de rotación muy reducido.
- Muy alto grado de enmascaramiento y altas ofertas de sales de cromo curtientes y alto grado de enmascaramiento.

2. Sales curtientes de cromo

Thorstensen, E. (2002), manifiesta que de las diferentes sales de cromo tienen aplicación práctica en la curtición de pieles: el alumbre del cromo, los dicromatos y los sulfatos básicos de cromo.

- Alumbre de cromo: Se obtienen como subproducto de la industria orgánica. cristaliza las disoluciones de sulfato de cromo trivalente a la que se añade sulfato potásico, haciéndolo en forma de grandes octaedros de color violeta oscuro, cuyo peso molecular es de 998.9 g. El alumbre de cromo técnico contiene alrededor del 15 % de óxido de cromo y 17% de sulfato potásico. Una solución saturada a 20 °C y preparada en frío, contiene 18,3 de alumbre de cromo por cada 100 cc de agua.
- Dicromatos: La materia prima para su obtención es la cromóta, óxido doble de hierro y cromo, y más raramente la crocoita. La cromita se muele finamente y se mezcla con cal y carbonato sódico, y se calienta a 1.100 – 1.200 grados centígrados en hornos de plato giratorio con fuerte entrada de aire. La adición de cal impide la fusión y mantiene la masa porosa, de forma que el aire actúa como oxidante y pueda penetrarle fácilmente. El dicromato sódico es el cromato técnicamente de mayor importancia, por tratamiento del dicromato sódico con cloruro potásico se puede transformar en dicromato potásico.
- Sulfato básico de cromo: Para su obtención se parte del dicromato sódico que se reduce como trivalente en medio ácido utilizando como reductor productos orgánicos tales como la glucosa, melazas, almidón, sulfuros, glicerina o bien productos inorgánicos.

3. Práctica de curtición al cromo

Schorlemmer, P. (2002), señala que en la actualidad la mayoría de las pieles curtidas al cromo lo son por el sistema de curtición a un baño, quedando relegada la curtición a dos baños a un pequeño porcentaje ya que es un procedimiento largo y poco controlable, aunque bien conducido proporciona pieles de alta

calidad. Existen muy diversos procedimientos de curtición al cromo que en líneas generales podemos clasificar como sigue:

a. Curtición a dos baños

Las pieles rendidas o piqueladas se tratan con una solución de dicromato sódico, ácido clorhídrico o sulfúrico y algo de Sal. Químicamente la curtición a dos baños es extremadamente complicada, ya que la reacción entre el dicromato y el tiosulfato depende de las cantidades de tiosulfato y del ácido del segundo baño así como la velocidad de adición de estos reactivos, además se condicionan en que hayan quedado las pieles tratadas con dicromato en el primer baño. El baño de dicromato y ácido ejerce un efecto hidrolizante sobre la proteína de la piel de noción parecida a un rendido suave. Este efecto es deseable pero si es excesivo perjudica a las fibras, dando un cuero débil. La luz cataliza la reacción de oxidación de la piel por parte del dicromato y las sales de cromo que se forman curten las partes de la piel expuestas a la luz, dando por este motivo desigualdad de curtición que repercuten en la tintura. La adición de ácido en el baño de reducción disminuye el pH no obstante durante el proceso de reducción el pH vuelve aumentar. (Schorlemmer, P. 2002).

Rivero, A. (2001), infiere que se llama pH final de baño al que tienen las pieles cuando se sacan del bombo después de 22 horas de tratamiento. El contenido en óxido de cromo del cuero es mayor al aumentar el pH final del baño de reducción. El análisis indica que si el baño de reducción tiene un pH final bajo los cueros obtenidos presentan una buena; igualación del contenido en óxido de cromo, mientras que si el pH final del baño de reducción es elevado, se obtiene una distribución desigual del contenido en óxido de cromo El efecto de pH sobre el contenido, de azufre es el opuesto al anterior. Al aumentar el pH del baño reductor disminuye el contenido de azufre del cuero. La distribución estratigráfica del azufre es desigual para valores de pH finales bajos y se homogenizan para valores de pH finales elevados.

Libreros, J. (2003), expone que la adición de agentes enmascarantes tales como el formiato sódico al baño de reducción produce una distribución más igualada del

óxido de cromo y del azufre. No obstante disminuye la cantidad total de óxido de cromo y azufre. La producción de cuero al cromo por el proceso normal de dos baños es más caro en cuanto al trabajo y materiales que el método a un baño. La idea de que el cuero pueda ser curtido utilizando menos cromo por el proceso a dos baños que por el proceso a un baño no es válida. La curtición al cromo a dos baños, tiene como principal ventaja la de proporcionar una mejor calidad en los cueros de cabra para cabritilla y guantes.

b. Curtición a un baño

Lacerca, M. (2003), enuncia que en este tipo de curtición las pieles piqueladas se curten en una sola operación directamente con sales básicas de cromo trivalente. Si se utilizan sales de cromo de baja viscosidad se obtiene una penetración más rápida y un grano más fino pero el cuero queda más vacío. Con sales de cromo de basicidades superiores se obtiene un cuero más lleno y si los agregados de cromo son muy grandes se puede sobrecurtir las capas de carne y flor obteniéndose un grano basto. La misión del técnico consiste en conducir el proceso de forma tal que la piel absorba la sal de cromo de forma rápida y regular y obtener un cuero acabado de flor flexible y suave. Antes de iniciar la curtición al cromo tenemos que controlar el pH del piquel, y el pH del corte de la piel con indicadores tipo rojo de metilo o anaranjado de metilo para conocer si existe una beta sin acidificar o si está atravesado de ácido el baño de piquel para tener una idea de la concentración salina de las pieles que vamos a curtir al cromo y por consiguiente de su hidratación.

Según <http://www.curticionpielcaprina.com>.(2013), en la curtición a un baño pueden utilizarse sales de cromo reducidas como glucosa o con anhídrido sulfuroso. Dos curticiones distintas realizadas una con sal de cromo reducida con glucosa y la otra con sal de cromo. La piel de cromo curtida con sal de cromo reducida con sulfuroso contendrá más óxido de cromo. Una vez terminada la curtición al cromo las pieles pueden descargarse y colocarse sobre caballete para que se escurra el exceso de baño de curtición dejándolas en reposo un tiempo aproximado de 12 a 18 horas o más antes de escurrir las. Este tiempo es

necesario para obtener la máxima fijación de la sal de cromo del licor que impregna la piel.

c. Curticiones de agotamiento alto

Según <http://www.hewit.com>.(2013), las curticiones de agotamiento alto presentan la ventaja de reducir el contenido en cromo de los baños residuales, consiste en añadir a la curtición productos que nos permitan agotar todo el cromo del baño de curtición. Es decir que el baño residual quede con solo 0,3 a 1,0 gr por litro de óxido de cromo. Para ello se pueden utilizar sales de cromo comerciales, o bien sales de cromo normales a las cuales se añaden compuestos aminados, productos minerales del tipo silicato alumínico sódico o bien ácidos policarboxílicos. Para reducir la cantidad de óxido de cromo que queda en el baño residual, se emplean baños cortos del orden del 20 al 40 %, ya que al reducir la cantidad de baño de curtición, se aumenta la agitación mecánica, pero se deduce la cantidad de sal de cromo residual, a igualdad de concentración. Si en los sistemas de curtición normales se utiliza un porcentaje de óxido de cromo del 2,5 a 3,0% sobre peso tripa de las pieles, en estos sistemas se reduce la oferta de cromo a 1,3 - 1,5 %.

Según <http://www.podoortosis.com>. (2013), el cuero curtido al cromo mediante procesos de agotamiento alto contienen alrededor de 4,0 - 4,4% de óxido de cromo, es decir, igual cantidad de óxido de cromo que el cuero convencional. Ello es posible debido a que el baño residual es corto y además no queda cromo en el baño residual. Este sistema de curtición es muy económico ya que reduce la cantidad de sal de cromo empleado en la curtición y reduce la cantidad de óxido de cromo de las aguas residuales al límite tolerables.

d. Curticiones especiales

Para <http://www.asebio.com>. (2013), las curticiones especiales, es un sistema que consiste en precurtir la piel en tripa con alumbre de cromo y después realizar la curtición con sal de cromo, sin necesidad de efectuar la operación del pique, por lo cual el proceso es relativamente corto. Otra idea es la de curtir con complejos

de cromo que sean estables a los álcalis y por consiguiente con la, posibilidad de eliminar el piquelado de las pieles.

C. CURTICIÓN ECOLÓGICA

Para <http://www.tilz.tearfund.com>. (2013), en las curticiones al cromo normales, casi un tercio del curtiente de cromo aplicado permanece intacto y pasa como residuo a los desagües de las tenerías. Por otra parte, la importancia cada vez mayor que se concede a las cuestiones ecológicas ha conducido a la imposición de medidas más estrictas para la depuración de dichos desagües, con especial consideración de las sales de cromo trivalente que quedan sin utilizar. En todos los esfuerzos tendentes a dicho fin se debe tener presente que para la industria del cuero únicamente son aceptables aquellos procedimientos que le garantizan la obtención en calidad irreprochable de los cueros que fabrica y de sus artículos derivados. Las alternativas para reducir las cantidades de cromo en las aguas residuales de una tenería pueden dividirse en los tres grupos siguientes:

- Medidas "clásicas" de procedimiento: como son el control de temperatura, pH, entre otros.
- Tratamiento aparte de los baños residuales: reciclaje precipitación.
- Métodos especiales de curtición al cromo, con agotamiento integral.

Francke, H. (2007), establece que existe una cuarta posibilidad: reuniendo en uno solo los desagües alcalinos y ácidos de una misma fábrica, el líquido resultante da reacción alcalina. Lo que significa que han floculado todas las sales de cromo en ellos contenidas y que de esta forma pasan a los lados. Separando ahora por completo todos los lodos de estos desagües mixtos, desaparece con ellos la totalidad del cromo, si bien por otra parte, los lodos quedan contaminados de cromo, es decir, que el problema ecológico tan sólo ha sido desplazado de la fase líquida a la sólida. La ventaja de esta cuarta posibilidad para el fabricante estriba en que no necesita modificar los usuales métodos de curtición al cromo. En cambio, tiene el inconveniente de ser una solución demasiado costosa para una sola fábrica de curtidos. Dado, por otro lado, que los problemas implícitos en este

procedimiento radican exclusivamente en el aspecto técnico de los desagües, no entraremos en más detalles por el momento.

1. Curtición al cromo de alto agotamiento

Adzet J. (2005), manifiesta que este tipo de curtición se realiza aplicando ácidos dicarbónicos para disminuir el cromo residual en los baños de curtición usados. Este método se ha implantado en la práctica con éxito desde hace años. Pero cada vez se constatan más sus límites porque, con este procedimiento, no se puede llegar por debajo de las cantidades residuales de cromo que legalmente están prescritas para el vertido de las aguas residuales en los cauces públicos. Es decir, hay que proceder adicionalmente a una precipitación del cromo residual. Pero en todo caso la mejor fijación del cromo en los procesos de recurtición, Untura y engrase es una gran ventaja. Una mejora del agotamiento también se consigue con ácido glicólico, así como con ácidos poliacrílicos. La aplicación se va extendiendo cada vez más. Pero también ocurre que estos métodos por si solos no son suficientes para complementar los valores legalmente establecidos, en el cuadro 2, se describe la concentración de cromo en diferentes etapas del proceso de curtido de pieles caprinas:

Cuadro 2. CONCENTRACIÓN DE CROMO EN DIFERENTES ETAPAS DEL PROCESO.

TIPO DE BAÑO	Clásico	Alto agotamiento
De curtido	3000 mg/l	500 mg/l
Líquido de curtido	2000 mg/l	300 mg/l
Lavado 1	1000 mg/l	150 mg/l
Neutralización	200 mg/l	15 mg/l
Lavado 2	50 mg/l	5 mg/l
Teñido		
Engrase		
Recurtido	100 mg/l	10 mg/l
Fijación	200 mg/l	5 mg/l
Lavado 3	150 mg/l	5 mg/l
TOTAL	6,7 kg/l	1kg /l

Fuente: <http://www.tilz.tearfund.com>. (2013).

2. La recirculación de los baños de cromo se está haciendo desde hace tiempo

Bacardit, A. (2004), infiere que la recirculación de los baños de cromo se está haciendo desde hace tiempo, es útil para el mismo objetivo de reducir la cantidad de cromo en las aguas residuales. En Europa se aplica poco, pero sí mucho, por ejemplo, en el Japón y otros sitios. Los baños pueden ser aplicados en el piquelado, pero también de nuevo en la curtición. El efecto de evitación de cromo, sin embargo, es menor que en los procesos de alto agotamiento y en los procedimientos de precipitación. El coste es muy notable. Los baños deben reunirse separados, se les debe quitar cuidadosamente la grasa y las fibras y deben ser sometidos a un análisis especialmente cuidadoso y ser adecuadamente reajustados. La recirculación directa es posible, y de hecho es utilizada en alguna medida en muchas curtiembres de cueros ovinos. En una investigación previa en España, se realizaron hasta 15 ciclos de recirculación con resultados satisfactorios. Como contrapartida debemos señalar que un sistema de recirculación efectivo requiere de un control de laboratorio muy estricto. Por otro lado, las curtiembres vacunas utilizan más de una fórmula de curtido, debido, entre otras cosas a que procesan materias primas de distinto tipo. En esas condiciones resulta muy complicado implementar un sistema de recirculación.

Para <http://www.tilz.tearfund.com>. (2013), la otra alternativa consiste en precipitar el cromo contenido en los baños residuales, y regenerar la sal de cromo curtiende a partir del precipitado obtenido. Esta solución es la más efectiva para eliminar el cromo de los efluentes, ya que además del baño de curtido, es posible recuperar también el cromo proveniente del escurrido y aun el del primer baño de lavado luego del rebajado. Desde el punto de vista de la curtiembre, presenta la ventaja de que no es necesario casi modificar los procesos de producción, ya que el cromo recuperado ingresa al ciclo en la misma forma que el cromo "fresco". La única modificación consiste en que la curtiembre debe adaptarse a manejar la sal de cromo en forma líquida, lo cual no presenta a priori mayores dificultades. Los inconvenientes fundamentales que ofrece este sistema son tres:

- Con los métodos de precipitación generalmente utilizados, es necesario proceder a una filtración posterior, ya que la concentración de cromo en el barro obtenido por decantación no es suficiente para posibilitar su reutilización. Esta filtración se puede hacer utilizando un filtro prensa o un filtro rotatorio de vacío. Este sistema, al requerir el uso de equipamiento pesado, es sólo aplicable a grandes unidades de producción.
- Es absolutamente mandatorio controlar el contenido de cromo y la basicidad en cada tachada, a efectos de lograr uniformidad en la calidad de producción. Para ello, la curtiembre debería disponer de un laboratorio de control.
- Parte de la materia orgánica contenida en el baño de curtido agotado puede ser arrastrada junto con el precipitado, dando lugar a defectos de fabricación.

Para <http://www.worldlingo.com>.(2013), para realizar La recirculación de los baños de cromo se está haciendo desde hace tiempo, fueron fijados los siguientes objetivos en vistas a implantar un sistema de recuperación adaptado a la situación de las pequeñas y medianas empresas:

- Diseño de un sistema de separación por precipitación, sin utilización de filtros.
- Ajuste de los parámetros de manera de lograr una calidad constante a lo largo de los distintos ciclos.

3. Recirculación del cromo después de precipitación y redisolución

Según <http://www.worldlingo.com>.(2013), la aplicación de la técnica de recirculación del cromo después de precipitación y redisolución hay experiencia de decenios, por ejemplo, en la firma Freudenberg y recientemente también en otros sitios. El procedimiento exige ciertos costes, es practicable, pero tiene sus límites pudiéndose trabajar de este modo solamente soluciones de cromo puro, los engrasantes en la curtición al cromo o las adiciones de, por ejemplo, curtientes polímeros impiden el proceso de redisolución. Para un curtido tradicional se puede estimar el agotamiento de los baños de curtido en un 60% de la oferta de

romo inicial. Teniendo en cuenta que en el Ecuador, se procesan anualmente aproximadamente 170 mil kg, de cueros vacunos, la cantidad de óxido de cromo en los efluentes ascendería a 220 toneladas por año.

Según <http://www.p2pays.cromo.org>.(2013), en el caso de las curtiembres que procesan cueros ovinos, la situación es diferente, dado que el proceso de curtido se hace habitualmente en equipos diferentes a los utilizados en el caso de los cueros bovinos, empleando relaciones de baño (agua/kg de cuero), mucho mayores, y agotamiento de los baños muy inferiores. Dadas estas características, los baños curtientes son normalmente reutilizados durante una semana, reponiendo en cada ciclo la cantidad de cromo consumida y las pérdidas del proceso, que suelen ser importantes. Teniendo en cuenta todos estos factores, sobre la base de la producción actual estimada en 3 millones de pieles ovinas, la cantidad de óxido de cromo desechada por las curtiembres lanares es de 30-50 toneladas anuales. Por lo tanto, entre 250 y 270 toneladas de óxido de cromo son volcadas anualmente a los colectores urbanos y los cursos de agua lo cual representa además de una importante contaminación, una pérdida considerable de dinero la cual se puede estimar en casi 1 millón de dólares.

4. Una sustitución parcial de cromo parece ser la salida

Pero se ha visto que en este caso casi siempre se pierde la resistencia al agua hirviente. Una parcial sustitución del cromo conservando la resistencia al agua hirviente sólo parece posible con unas muy pocas combinaciones seleccionadas del cromo como por ejemplo, productos de la reacción de Mannich del ácido pirúvico o de la resorcina o por medio de ácido glicólico, pero en ningún caso mediante la aplicación de otras sales metálicas. Con ello no se modifica el carácter del cuero, a pesar de la reducción de la cantidad de cromo en el cuero a la mitad de la que hasta ahora era indispensable, o sea, a un 1,5% de óxido de cromo. Por consiguiente, con ello se consigue reducir drásticamente la carga de metales pesados de todos los productos de cuero.

D. CURTIENTES DE CROMO AUTOBASIFICANTES

Para <http://www.p2pays.org>.(2013), otro importante avance técnico lo constituyeron los curtientes de cromo en forma de polvo desarrollados por vez primera en Bayer a base de sulfatos de cromo que contienen componentes neutralizantes con efecto retardado. Estos productos dan lugar a un paulatino incremento de la astringencia del curtiente. También aquí se aprovecha el enmascaramiento temporal del sulfato, ya que los productos se aplican siempre en polvo. Condición previa para obtener productos adecuados a las necesidades de la práctica es, así mismo disponer de curtientes de sulfato de cromo que se disuelvan con suficiente rapidez, así como de un sistema basificante, idóneo para la técnica del cuero). Merece destacarse a este respecto al hecho de que con esta clase de curtientes autobasificantes sea posible lograr en la práctica, a base de inferiores cantidades de óxido de cromo, contenidos en dicho compuesto químico en el cuero tan elevados como los usuales curtientes de sulfato de cromo y basificación aparte.

Según <http://www.casaquimica.com>.(2013), para una oferta de óxido de cromo casi un 20% inferior, se obtienen en el cuero, con curtiente autobasificante, contenidos en Cr_2O_3 aproximadamente iguales, en el baño residual se hallan concentraciones de cromo correspondientemente inferiores cuando se trabaja con curtientes autobasificantes. Este tipo de curticiones ellas contienen, la mayoría de las veces óxido de magnesio o Dolomit, que se disuelven lentamente en el desarrollo de la curtición y por ello hacen una proporcionada subida de la basicidad. Para evitar reacciones posteriores, se debe mantener un tiempo de duración de mínimo 6 horas y una temperatura final de 35 °C. Con esta clase de curtientes autobasificantes, es posible lograr en la práctica, a base de inferiores cantidades de óxido de cromo, contenidos en dicho compuesto químico en el cuero tan elevados como los usuales curtientes de sulfato de cromo y basificación aparte Clariant dispone hoy en día en el mercado de su producto que cumple con dichas propiedades como es el Granofin F 90.

1. Granofin F 90

Para <http://www.coselsa.com>. (2013), el Granofin F 90, es un Sulfato básico de cromo autobasificable, de alto poder de agotamiento.

- Datos Típicos: Óxido de Cromo (Cr_2O_3), al 21 %.

a. Principales características y propiedades

Para <http://wwwforos.hispavista.com>. (2013), el Granofin F 90, es un curtiente de cromo que contiene productos que durante el proceso de curtido basifican automáticamente las sales de cromo. El proceso de basificación es una etapa del curtido muy importante y complejo, porque puede perjudicar la calidad final del cuero. El uso del Granofin F 90, simplifica el proceso del curtido, ahorra tiempo, controles y trabajo. Permite curtir también en horas de la tarde o la noche por la sencillez de su aplicación. El menor aporte de Cr_2O_3 , es compensado por la mayor fijación en el cuero, lo que posibilita trabajar con cantidades similares a las de un curtido convencional, con la ventaja de obtener baños residuales con niveles más bajos de óxido de cromo.

Según <http://wwwcueronet.com>.(2013), los basificantes utilizados en este producto permiten un aumento gradual de la basicidad evitando de esta forma los picos de pH. Además, el Granofin F 90 puede ser adicionado de una sola vez minimizando los errores que puedan ser ocasionados por el funcionario que lo aplica, lo que asegura un proceso de curtido más estable y seguro.

b. Aplicaciones y recomendaciones

El Granofin F 90, es aplicable al curtido en fulón de todo tipo de cueros sin necesidad de adiciones parciales del producto ni de otros basificantes. No es recomendable para el recurtido. La practicidad y seguridad en los envases empleados permiten un más fácil manejo, dosificado y almacenado. Almacenar el producto en lugar seco.

E. PROCESOS DE ACABADO EN HÚMEDO DE PIELES CAPRINAS

Lacerca, M. (2003), enuncia que el cuero es una de las más antiguas invenciones de la humanidad, y lo más probable es que el primer material natural que se modificó químicamente por el hombre. El cuero es un producto natural y se hace mediante la conversión de cueros y pieles de animales por medio de un curtido, que consta de numerosas operaciones mecánicas y químicas, los procesos de acabado en húmedo sirven para dar las características al producto final, tacto, resistencia, color, etc. Estas operaciones pueden darse en distintas secuencias, por lo que aunque la secuencia siguiente es usual y los balances hídricos se aproximan, la carga contaminante se da como global del conjunto de operaciones.

1. Escurrido y rebajado

Son operaciones mecánicas que permiten dejar la piel en el grosor que se pide para el producto acabado. Las aguas de escurrido tienen la misma composición que las de curtición y se contabilizan junto con ellas. En el rebajado se obtienen residuos sólidos: rebajaduras de piel curtida. Antes de pasar a las operaciones posteriores, que se efectúan también en medio acuoso las pieles se han de rehumectar.

2. Neutralizado y recurtición

Antes de comenzar la recurtición con curtientes orgánicos naturales o sintéticos hay que neutralizar el cuero curtido al cromo para posibilitar a los recurtientes y colorantes una penetración regular en el cuero y evitar sobrecargar la flor y con ello evitar sus consecuencias negativas (poro basto, tensión en la flor). Al mismo tiempo la neutralización debe compensar las diferencias de pH entre pieles diferentes, tal y como ocurre cuando se recurten conjuntamente pieles procedentes de diferentes curticiones y muy especialmente cuando se transforma wet-blue de diferentes procedencias. Si se seca el cuero al cromo sin haberlo previamente neutralizado conduce a defectos en el cuero terminado o también en los productos de elaboración. Porejemplo al ponerlo en contacto con diversos metales, durante largos períodos de tiempo y en condiciones

desfavorables de humedad y temperaturas elevadas, el metal se corroe. Al curtir cuero al cromo sin neutralizar con hilos de algodón o lino y dejarlos un tiempo largo, se pueden presentar problemas de que los hilos se deterioren. Si el cuero no está neutralizado y se pone en contacto con la piel humana, puede producirse una cierta irritación en la zona de contacto que es debida a la acidez e independiente de los problemas de alergia al cromo particulares. Esto en parte se debe a la acidez del cuero al cromo sin neutralizar y en parte a la presencia de sales, concretamente el cloruro sódico que es un producto muy agresivo. El ácido libre que puede contener el cuero perjudica a su propia fibra disminuyendo su resistencia mecánica. El cuero curtido al cromo es fuertemente catiónico. La neutralización tiene como objetivo disminuir esta cationicidad, para luego poder penetrar con los productos que se utilizan posteriormente, los cuales generalmente son aniónicos.

Herfeld, H. (2004), menciona que a este proceso sería más adecuado llamarle desacidulación que neutralización porque se refiere a eliminar los ácidos libres formados y porque muy raramente se trata el cuero hasta el punto neutro. Las normas de calidad para el cuero acabado, tanto en el caso de cueros de curtición vegetal como de cueros de curtición al cromo, establecen que el valor de pH del extracto acuoso del cuero debe ser igual o mayor que 3,5 y el valor de pH diferencial 0,7 como máximo. Cuando se obtienen éstos valores para un cuero determinado éste no posee ácidos fuertes libres y por consiguiente tuvo un buen comportamiento al almacenamiento. En el recurtido está surgiendo el cuero que se quiere obtener al final del proceso, si presenta defectos es un buen momento para intentar corregirlos (flor suelta, cueros armados desparejos, etc). El recurtido es una de las operaciones más importantes porque influiría directamente en el engrase, teñido y acabado y definirá las características finales del cuero.

Franel, A. (2004), manifiesta que una vez que la piel ha sido curtida viene el período de estacionamiento, ésta operación que algunos curtidores no la realizan; luego el escurrido oprensado que se hace con prensas hidráulicas teniendo por finalidad eliminar el exceso de agua permitiendo así, un adecuado ingreso del cuero a la etapa inmediatamente posterior que es el rebajado. Luego del rebajado muchas veces se neutraliza ya que de esta forma se aumenta la cationicidad

superficial y permite una mayor fijación del colorante en superficie. Y sea continuo con el recurtido, teñido propiamente dicho, engrase y fijación todas realizadas un mismo fulón sin descarga intermedia. Esta última etapa del proceso es para el caso de cueros bovinos sin secado intermedio. Si hay secado intermedio del cuero se procede así: se recurte, neutraliza, preengrasa, se seca y posteriormente se tiñe. Esta variante se hace por ejemplo para agamuzado y en cueros que se quiere penetración en el teñido.

Lacerca, M. (2003), enuncia que una vez que la piel está rebajada y neutralizada, está pronta para recurtir. Se carga un fulón y se hace una operación detrás de la otra, pero no necesariamente en un orden dado y fijo sino que presenta variantes de acuerdo al artículo a producir y los productos utilizados. El orden de las etapas indicadas para esta parte del proceso puede presentar variantes dependiendo del curtidor. Las fases de la fabricación en las que se puede emplear los productos recurtientes son varias y en parte dependerá del curtiente. Un mismo producto se puede utilizar entonces en distintos momentos de la producción: como precurtición, antes, después o durante el piquel, en algunos casos junto con el cromo como curtición mixta, o en lugar de la neutralización, en el teñido (en general después del colorante), y antes o después del engrase. Algunos recurtientes incrementan la resistencia a la tracción. Los recurtientes que forman enlaces verdaderos con las proteínas, rompen enlaces naturales disminuyendo la resistencia. Un cuero tripa crudo si no se pudriera, sería más resistente que un cuero curtido, pero un cuero curtido y recurtido alcanza los niveles de resistencia adecuados para su uso posterior.

3. Tintura y engrase

Libreros, J. (2003), expone que la finalidad de la tintura y engrase es dar el aspecto físico final al cuero, tanto en color como en flexibilidad y tacto. Se utilizan materias grasas, aceites sulfatados, sulfonados y sulfitados, colorantes sintéticos aniónicos y catiónicos, ácidos minerales u orgánicos, amoníaco y aminas oxietilenadas. Para realizar una buena tintura se debe tener bien claro los siguientes puntos.

- Las propiedades intrínsecas del cuero se debe teñir, sobre todo su comportamiento en los diversos métodos de tintura y con el colorante que se emplea en cada caso.
- Las propiedades que debe tener la tintura realizada.
- A qué leyes están sujetos la luz y el calor, que efecto puede tener la luz reflejada por los cuerpos teñidos, que tonos se obtienen mezclando los colores fundamentales.
- Las propiedades que tienen los colorantes que se van a emplear, su tono, intensidad afinidad hacia la piel, poder de penetración y grado de fijación.

Lultcs, W. (2006), expresa que luego del recurtido se realiza el engrase en el cual las fibras de la piel curtida húmeda se desplazan fácilmente entre sí, ya que es un material bastante flexible. Cuando las pieles se secan el cuero puede quedar duro debido a que las fibras se han deshidratado y se han unido entre si formando una sustancia compacta. La operación de engrase se realiza con la finalidad de obtener un cuero de tacto más suave y flexible, lo cual se logra por la incorporación de materias grasas solubles o no, en agua. La función de las materias grasas sobre el cuero es la de mantener las fibras separadas y lubricarlas para que se puedan deslizar fácilmente unas con relación a las otras. Mediante el engrase se aumenta la resistencia al desgarro y al alargamiento a la rotura reduciéndose la rotura de fibras y rozamiento al estirar. El mayor o menor grado de impermeabilidad de un cuero depende de la cantidad y tipo de grasa empleada, lo cual condiciona al artículo que se quiera obtener.

F. PROCESOS DE ACABADO EN SECO DE LOS CUEROS CAPRINOS

1. Secado y acondicionado

Rivero, A. (2001), infiere que después de la tintura y engrase los cueros se dejan durante en noche sobre el caballete para que la grasa se fije mejor y al día siguiente se realiza la operación del escurrido, que para no perjudicar el cuero se

debe dejar a una humedad del 50% como mínimo, luego el cuero se estira, procediéndose a continuación al secado de diversas formas. El proceso de secado más simple consiste en colgar los cueros en barras, sin aplicar tensión alguna y colocarlas en cámaras estáticas o túneles con el desplazamiento de las pieles, en los cuales los cueros se secan con aire caliente que transporta la energía por conversión forzada. En este grupo se sitúan los secaderos que trabajan con bombas de calor, que se caracterizan por trabajar a bajas temperaturas. Para obtener un cuero plano y liso el cuero debe pegarse por el lado de la flor sobre una placa lisa y cuando interesa que la flor no contenga pasta se pega por el lado de la carne. El secado al vacío consiste en extender el cuero sobre una placa metálica y horizontal, y evaporar el agua a presión reducida haciendo el vacío. Este sistema no emplea pasta y es adecuado para las pieles que deben acabarse en plena flor. En el secadero pasting se utilizan placas de vidrio, mientras que en el secadero seco termo se utilizan placas metálicas calentadas. Estos dos sistemas de secado tienen el problema de la pasta en los cueros destilados a plena flor.

Schorlemmer, P. (2002), señala que después del secado del cuero y antes de pasar a realizar el acabado, se realizan una serie de operaciones según sea el artículo final deseado. Para realizar operaciones tales como el ablandado, el abatanado u otras, es necesario que el cuero contenga una humedad homogénea en todo el espesor del cuero. El acondicionamiento de los cueros tiene por finalidad rehumedecer uniformemente las superficies y regiones del cuero con un determinado grado de humedad, siendo una operación de gran importancia porque influye en la ejecución eficiente de las operaciones siguientes. Dicha humedad se consigue, o bien interrumpiendo el secado en el momento oportuno, o bien, de una forma más fiable, realizando un acondicionamiento. Durante el secado las fibras del cuero se unen entre sí dando un cuero duro y compacto.

Soler, J. (2008), explica que el cuero secado a fondo no puede ablandarse directamente ya que se produciría la rotura de sus fibras obteniéndose un cuero fofo. Después del secado el cuero posee una humedad del 14-15% y así no puede ser sometido a ningún trabajo mecánico. La humedad en el cuero evita que se rompa las fibras en las operaciones mecánicas posteriores. Con el

acondicionamiento la humedad se eleva al 28-30%. El tiempo necesario para que los cueros adquieran estos valores varía de 6, 8, 12 hasta 24 horas. Se utiliza el medidor de humedad (higrómetro), para medirse como mínimo en 3 zonas: crupón, barriga y cabeza.

2. Aplicación de la capa del acabado

Thorstensen, E. (2002), manifiesta que se entiende por acabados el conjunto de operaciones y tratamientos, especialmente de superficie que se aplican a las pieles como parte final de todo proceso de fabricación. Las principales características que dan vida, personalidad y calidad de un artículo terminado y sobre las que el acabado tienen una incidencia fundamental son: el aspecto y clasificado, el toque y las propiedades físicas y sólidas. El aspecto y clasificado están íntimamente ligados y engloban impresiones visuales de importancia definitiva a valorar una piel acabada.

Yuste, N. (2002), induce que 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 reflejo 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 requieran, el efecto justo de sombra o contraste y en cualquier caso conservar a devolver el aspecto natural a la piel. Si entendemos como tacto de una piel la impresión que nos causa el tomar con la mano bajo una determinada presión: dura, blanda, llena, vacía, con resorte, deberíamos emplear otra palabra al referirnos a la sensación que nos acusa al tocarla de una manera superficial. Nos decimos por la palabra toque la cual, aunque poco usada nos evitará equívocos y expresara perfectamente el concepto deseado cuando digamos que una piel tiene toque: suave, 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.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

El presente trabajo experimental se llevó a cabo en las instalaciones del Laboratorio de Curtiembre de pieles de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH, que está ubicada en la provincia de Chimborazo, cantón Riobamba sector kilómetro 1½ Panamericana Sur, a una altitud de 2.754 msnm, y con una longitud oeste de 78° 28' 00" y una latitud sur de 01° 38' 02". El tiempo de duración de la presente investigación fue de 126 días. En el cuadro 3, se describe las condiciones meteorológicas del cantón Riobamba.

Cuadro 3. CONDICIONES METEOROLÓGICAS DEL CANTÓN RIOBAMBA.

INDICADORES	2011
Temperatura (°C).	13.45
Precipitación (mm/año).	42.8
Humedad relativa (%).	61.4
Viento / velocidad (m/s)	2.50
Heliofania (horas/ luz).	1317.6

Fuente: Estación Meteorológica de la Facultad de Recursos Naturales. (2012).

B. UNIDADES EXPERIMENTALES

El número de unidades experimentales que conformaron el presente trabajo experimental fue de 36 pieles caprinas de animales adultos, se escogió animales criollos, las mismas que fueron adquiridas en el Camal Municipal de Riobamba.

C. MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES

1. Materiales

- 36 pieles caprinas.
- Mandiles.
- Percheros.
- Baldes de distintas dimensiones.
- Candado.
- Mascarillas.
- Botas de caucho.
- Guantes de hule.
- Tinajas.
- Tijeras.
- Mesa.
- Cuchillos de diferentes dimensiones.
- Peachimetro.
- Termómetro.
- Cronómetro.
- Tableros para el estacado.
- Clavos.
- Felpas.
- Cilindro de gas.

2. Equipos

- Bombos de remojo.
- Bombos de curtido.
- Bombos de recurtido.
- Máquina descarnadora de piel.
- Máquina divididora.
- Máquina escurridora.

- Máquina raspadora.
- Bombos de teñido.
- Toggling.
- Máquina de elongación.
- Equipo de flexometría.
- Probeta.
- Abrazaderas.
- Pinzas superiores sujetadoras de probetas.
- Calefón.

3. **Productos químicos**

- Cloruro de sodio.
- Formiato de sodio.
- Sulfuro de sodio.
- Hidróxido de Calcio.
- Ácido fórmico.
- Ácido sulfúrico.
- Ácido oxálico.
- Mimosa.
- Cromo.
- Curtiente Granofin F 90.
- Ríndente.
- Grasa Animal sulfatada.
- Lanolina.
- Grasa catiónica.
- Aserrín.
- Dispersante.
- Pigmentos.
- Anilinas.
- Recurtiente de sustitución.
- Resinas acrílicas.

- Rellenante de faldas.
- Recurtiente neutralizante.
- Recurtiente acrílico.
- Alcoholes grasos.
- Sulfato de amonio.
- Bicarbonato de sodio.

D. TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL

Para realizar la evaluación de una curtición ecológica utilizando diferentes niveles de Granofin F 90, para cuero de calzado, en pieles caprinas, se utilizó 36 pieles caprinas distribuidas en 3 tratamientos, con 6 repeticiones cada uno y en dos ensayos o réplicas efectuadas uno a continuación de otro. Los resultados experimentales fueron modelados bajo un Diseño Completamente al Azar (DCA), con arreglo bifactorial, donde el factor A, fueron los niveles de Granofin F 90, y el Factor B, los ensayos, el modelo lineal aditivo aplicado fue:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha_i * \beta_j) + \epsilon_{ijk}$$

Donde

Y_{ijk} = Valor del parámetro en determinación.

μ = Efecto de la media por observación.

α_i = Efecto de los niveles de Granofin F 90.

β_j = Efecto de los ensayos o factor B.

$\alpha_i * \beta_j$ = Efecto de la interacción entre el Factor A y el Factor B.

ϵ_{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 es el siguiente:

$$H = \frac{18}{nT(nT + 1)} = + \frac{\sum RT_1^2}{nR T_1} + \frac{\sum RT_2^2}{nRT_2} + \frac{\sum RT_3^2}{nRT_3} + 2(nT + 1)$$

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 4, se describe el esquema del experimento que fue utilizado en la presente investigación:

Cuadro 4. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.

Niveles de curtiente	Ensayo	Código	Repeticiones	T.U.E	Total U.E
Granofin F 90.					
4%	E1	T1E1	6	1	6
4%	E2	T1E2	6	1	6
5%	E1	T2E1	6	1	6
5%	E2	T2E2	6	1	6
6%	E1	T3E1	6	1	6
6%	E2	T3E2	6	1	6
Total de pieles					36

Fuente: Yaguache, A. (2013).

En el cuadro 5, se describe el esquema del análisis de varianza que se utilizó en la investigación:

Cuadro 5. ESQUEMA DEL ADEVA.

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	35
Factor A	2
Factor B	1
Interacción A*B	2
Error	30

Fuente: Yaguache, A. (2013).

E. MEDICIONES EXPERIMENTALES

1. Físicas

- Resistencia a la tensión, (N/cm²).
- Porcentaje de elongación, (%).
- Rotura de flor, (ciclos).

2. Sensoriales

- Suavidad, (puntos).
- Llenura, (puntos).
- Blandura, (puntos).

3. Económicas

- Costos de producción.
- Beneficio/ Costo.

F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA

Las mediciones experimentales fueron modeladas bajo un Diseño Completamente al Azar con arreglo bifactorial, los resultados fueron sometidos a los siguientes análisis estadísticos:

- Análisis de Varianza (ADEVA), para diferencias entre medias, se lo trabajó en el programa infostat versión 1 (2012).
- Separación de medias ($P < 0.05$), a través de la prueba de Duncan para las variables paramétricas y se lo trabajó en el programa infostat versión 1 (2012).
- Prueba de Kruskal-Wallis, para variables no paramétricas se lo trabajó en el programa infostat versión 1 (2012).

- Análisis de Regresión y Correlación para variables que presenten significancia, se lo trabajó en el programa Spss versión 12.
- Análisis económico a través del indicador beneficio/costo.

G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Para la presente investigación se utilizó 12 pieles caprinas de animales adultos, para cada uno de los ensayos; es decir, un total de 36 pieles de animales criollos, provenientes de la provincia de Chimborazo, adquiridas en el Camal Municipal, las cuales fueron sometidas al siguiente procedimiento:

1. Remojo

- Se pesó las pieles caprinas frescas y en base a este peso se trabajó realizando un baño con agua al 200% a temperatura ambiente.
- Luego se disolvió 0,05% de cloro más 0.2% de tensoactivo, se mezcló y dejó 1 hora girando el bombo y se eliminó el baño.

2. Pelambre por embadurnado

- De nuevo se pesó las pieles y en base a este peso se preparó las pastas para embadurnar y depilar, con sulfuro de sodio, en combinación con el 3.5% de cal, disueltas en 5% de agua; esta pasta se aplicó a la piel por el lado carnes, con un dobles siguiendo la línea dorsal para colocarles una sobre otra y se dejó en reposo durante 12 horas, para luego extraer el pelo en forma manual.
- Posteriormente se pesó las pieles sin pelo para en base a este nuevo peso se preparó un nuevo baño con el 100% de agua a temperatura ambiente al cual se añadió el 1.5% de sulfuro de sodio y el 1% de cal y se giró el bombo durante 3 horas y se dejó en reposo un tiempo de 20 horas y se eliminó el agua del baño.

3. Desencalado y rendido

- Luego se lavó las pieles con 100% de agua limpia a 30°C, más el 0,2% de formiato de sodio, se rodó el bombo durante 30 minutos.
- Posteriormente se eliminó el baño y se preparó otro con el 100% de agua a 35°C más el 1% de bisulfito de sodio y el 1% de formiato de sodio, más el 0,2% de producto rindente y se rodó el bombo durante 90 minutos; pasado este tiempo, se realizó la prueba de fenoftaleina para lo cual se colocó 2 gotas en la piel para ver si existe o no presencia de cal, y que debió estar en un pH de 8.5. Posteriormente se boto el baño y se lavó las pieles con el 200% de agua, a temperatura ambiente durante 30 minutos y se eliminó el baño.

4. Piquelado

Luego 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; diluido 10 veces su peso y dividido en 3 partes. Se Colocó cada parte con un lapso de tiempo de 20 minutos, luego se controló el pH (2.8-3.2), y se reposó durante 12 horas exactas.

5. Curtido y basificado

- Pasado el reposo se rodó el bombo durante 10 minutos y se añadió el 4% de Granofin F 90 para las primeras 4 pieles del tratamiento T1, así como también el 5% de Granofin F 90, para las 4 siguientes pieles del tratamiento T2 y finalmente se adicionó el 6% para las 4 pieles del tratamiento T3; una vez finalizado este trabajo se repicó el mismo procedimiento en otras 12 pieles que constituyeron la segunda réplica o ensayo.
- Luego se rodó durante 90 minutos, se adicionó el 1% de bicarbonato de sodio; diluido 10 veces su peso y se dividió en 3 partes, finalmente se colocó cada parte con un lapso de tiempo de 1 hora para luego rodar el bombo durante 5 horas.

6. Neutralizado y recurtido

- Una vez rebajado a un grosor de 1 mm, se pesaron los cueros y se lavó con el 200% de agua, a temperatura ambiente más el 0,2% de tensoactivo y 0,2 de ácido fórmico, se rodó el bombo durante 20 minutos para luego botar el baño.
- Luego se recurtió con órgano-cromo, dándole movimiento al bombo durante 30 minutos para posteriormente botar el baño y preparar otro con el 80% de agua a 40°C, al cual se añadió el 1% de formiato de sodio, para realizar el neutralizado, giró el bombo durante 40 minutos, para luego añadir el 1.5% de recurtiente neutralizante y rodar el bombo durante 60 minutos, se eliminó el baño y se lavó los cueros con el 300% de agua a 40°C durante 60 minutos. Se Botó el baño y se preparara otro con el 100% de agua a 50°C, al cual se adicionó el 4% de mimosa, el 3% de rellenante de faldas se giró el bombo durante 60 minutos.

7. Tintura y engrase

- Al mismo baño se añadió el 2% de anilinas y se rodó el bombo durante 60 minutos, para luego aumentar el 100% de agua a 70°C, 4% de parafina sulfoclorada, 1% de lanolina y 4% de grasa sulfatada, mezcladas y diluidas en 10 veces su peso.
- Luego se rodó por un tiempo de 60 minutos y se añadió el 0,75% de ácido fórmico y se rodó durante 10 minutos, se agregó el 0.5% de ácido fórmico, diluido 10 veces su peso, y se dividió en 2 partes y cada parte se rodó durante 10 minutos, y se eliminó el baño. Terminado el proceso anterior se dejó los cueros caprinos reposar durante 1 día en sombra (apilados), para que se escurran y se sequen durante 8 días.

8. Aserrinado, ablandado y estacado

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

humedad para una mejor suavidad de los mismos, durante toda la noche. Los cueros caprinos se los ablandaron a mano y luego se los estacó 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, y se dejó todo un día y luego se desclavó.

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 indican que características debieron presentar cada uno de los cueros caprinos dando una calificación de 5 correspondiente a excelente; 3 a 4 muy buena; y 1 a 2 buena y menos de 1 baja; en lo que se refiere a, suavidad, blandura y llenura.
- Para detectar la suavidad se palpó con las yemas de los dedos la superficie del cuero y se determinó el efecto que produce este deslizamiento observándose que mientras mejor se presente la caída y sensación más alta fue la calificación, además se apreció el enriquecimiento de las fibras colagénicas el cual debió ser uniforme, y se lo calificó de acuerdo la escala antes propuesta.
- Para calificar la blandura se sometió a repetidos dobleces el cuero para determinar la flexibilidad que presenta el cuero al doblarse bajo la acción de su propio peso infiriendo que cuando la blandura es mejor esta acción es más rápida, la cual se la podrá determinar a través del órgano de la vista y del tacto, ya que se observó la deformación y se realizó la determinación de la sensación que provoca al regresar a su estado inicial, simulando el movimiento que se aliza en el armado y en el uso diario.
- Para juzgar la llenura, se realizó repetidas palpaciones a todas las zonas del cuero para determinar los espacios interfibrilares los cuales debieron, ser los precisos de acuerdo al artículo confeccionado ya que si es para calzado estos

debían ser más llenos sin llegar al hinchamiento total y cuando es vestimenta ser menos llenos, es decir que esta variable sensorial fue evaluada en base a la llenura ideal para la confección del artículo al cual fue destinado alcanzando la calificación más alta cuando se presente la mejor llenura.

2. Análisis de laboratorio

Estos análisis se los realizó en el Laboratorio de Control de Calidad de la Asociación Nacional de Curtidores del Ecuador, (ANCE), y en el Laboratorio de resistencias de materiales de la Facultad de Ingeniería Mecánica de la ESPOCH, y tuvo su referente en la Normas IUP, que regenta la Asociación Española en la Industria del Cuero y cuya metodología se describe a continuación para cada uno de los ensayos de las resistencias físicas del cuero caprino que fue curtido con diferentes niveles de curtiente Granofin F 90, que fueron planteados en la presente investigación.

a. Resistencia a la tensión

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

- Se dobló la probeta y se sujetó 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 dobles en la probeta se extienda a lo largo de esta.
- La probeta fue examinada periódicamente para valorar el daño que ha sido producido, las probetas son rectángulos de 70 x 40 ml.
- Se midió el grado de daño que se produce en el cuero caprino en relación a 20.000 flexiones aplicadas al material de prueba.

b. Porcentaje de elongación

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

La característica esencial del ensayo es que a diferencia del ensayo de tracción la fuerza aplicada a la probeta se reparte por el entramado fibroso del cuero a las zonas adyacentes y en la práctica la probeta se comportó como si sufriera simultáneamente tracciones en todas las direcciones. Por ello el ensayo fue más representativo de las condiciones normales de uso del cuero, en las que éste se encuentra sometido a esfuerzos múltiples en todas las direcciones. Existen varios procedimientos para medir este porcentaje pero el más utilizado fue método IUP 40, llamado desgarró de doble filo, conocido también como método Baumann, en el que se midió la fuerza media del alargamiento y en IUP 44 se midió la fuerza en el instante en que comienza el alargamiento, para lo cual :

- Se cortó una ranura en la probeta.
- Los extremos curvados de dos piezas en forma de "L" se introducirán en la ranura practicada en la probeta.
- Estas piezas estuvieron fijadas por su otro extremo en las mordazas de un dinamómetro como el que se usa en el ensayo de tracción.
- Al poner en marcha el instrumento las piezas en forma de "L" introducidas en la probeta se separaran a velocidad constante en dirección perpendicular al lado mayor de la ranura causando el alargamiento o elongación del cuero hasta su rotura total.

- Este método es prácticamente equivalente al ASTM D 2212 "Slit tear resistance of leather" y al UNE 59024. En todos ellos se tomó la fuerza máxima alcanzada en el ensayo.

c. Rotura de flor

El cálculo de la lastimetría nos ayudó a determinar la deformación que le llevó al cuero de la forma plana a la forma espacial. Esta transformación provocó una fuerte tensión en la capa de flor puesto que la superficie debió alargarse más que el resto de la piel para adaptarse a la forma espacial. Si la flor no fue lo suficientemente elástica para acomodarse a la nueva situación se quebró y se agrietó. Para ensayar la aptitud al montado de las pieles que deben soportar una deformación de su superficie se utilizó el método IUP 9, basado en el lastómetro.

Este instrumento, desarrollado por SATRA, contiene una abrazadera para sujetar firmemente una probeta de cuero de forma circular con el lado flor hacia afuera, y un mecanismo para impulsar a velocidad constante la abrazadera hacia una bola de acero inmóvil situada en el centro del lado carne de la probeta. La acción descendente de la abrazadera deforma progresivamente el cuero, que adquiere una forma parecida a un cono, con la flor en creciente tensión hasta que se produce la primera fisura. En este momento se anotó la fuerza ejercida por la bola y la distancia en milímetros entre la posición inicial de la abrazadera y la que ocupa en el momento de la primera fisura de la flor, y el resultado fue el valor de la lastimetría del cuero.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICA FÍSICAS DEL CUERO CAPRINO PARA LA CONFECCIÓN DE CALZADO APLICANDO UNA CURTICIÓN ECOLÓGICA CON DIFERENTES NIVELES (4, 5 y 6%), DE GRANOFIN F90

1. Ruptura de flor

a. Por el efecto del nivel de curtiente Granofin F 90

En el análisis de varianza de la ruptura de flor del cuero caprino, se registraron diferencias altamente significativas ($P \leq 0,01$), entre medias de los tratamientos, por efecto del nivel de curtiente Granofin F 90, por lo que la separación de medias según Duncan infieren los valores ms altos en el lote de cueros del tratamiento T3 (6%), ya que las medias fueron de 11,34 mm, seguida de los registros de ruptura de flor obtenidos por los cueros de tratamiento T2 (5%), con medias de 10,26 mm, mientras que las respuestas más bajas fueron reportados en los cueros del tratamiento T1 (4%), ya que las medias fueron de 7,97 mm, como se reporta en el cuadro 6, y se ilustra en el gráfico 2.

Al comparar los reportes de ruptura de flor del cuero caprino con las exigencias de calidad del Instituto Nacional de Normalización, que en su norma técnica INEN 450 (2002), infiere como nivel sugerido mínimo 7 mm, se aprecia que al curtir cueros con los diferentes niveles de curtiente Granofin F 90, se supera esta exigencia de calidad siendo más ala en los cueros del tratamiento T3, lo que se debe a los expuesto por Artigas, M. (2007), quien refiere que la curtición consiste en preparar y transformar las pieles de los animales sacrificados para el consumo de carne de manera que se estabilice y no se degrade con el tiempo, el producto así obtenido es la piel curtida o cuero es bien conocido el impacto ecológico que causan las curtiembres, por los afluentes tóxicos que producen como son ácidos y metales pesados, debe considerarse ecológico porque no se vierten líquidos contaminantes al ambiente, sino que las soluciones se renuevan periódicamente por el reagregado de las sales, manteniendo así su densidad constante.

Cuadro 6. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICA FISCAS DEL CUERO CAPRINO PARA LA CONFECCIÓN DE CALZADO APLICANDO UNA CURTICIÓN ECOLÓGICA CON DIFERENTES NIVELES DE GRANOFIN F90 (4, 5 Y 6%).

VARIABLE	NIVELES DE GRANOFIN F 90(%).			EE	Prob.	Sign.
	4% T1	5% T2	6% T3			
Ruptura de flor, mm.	7,97 c	10,26 b	11,34 a	0,25	0,0001	**
Resistencia tracción, N/cm ² .	21,60 c	27,13 b	34,93 a	0,75	0,0001	**
Porcentaje de elongación, %.	88,53 b	66,97 b	85,95 a	0,96	0,0001	**

Fuente: Yaguache, A. (2013).

EE: Error estándar.

Prob: Probabilidad.

Sign: Significancia.

** Promedios con letras diferentes en la misma fila difieren estadísticamente según Duncan ($P \leq 0,05$).

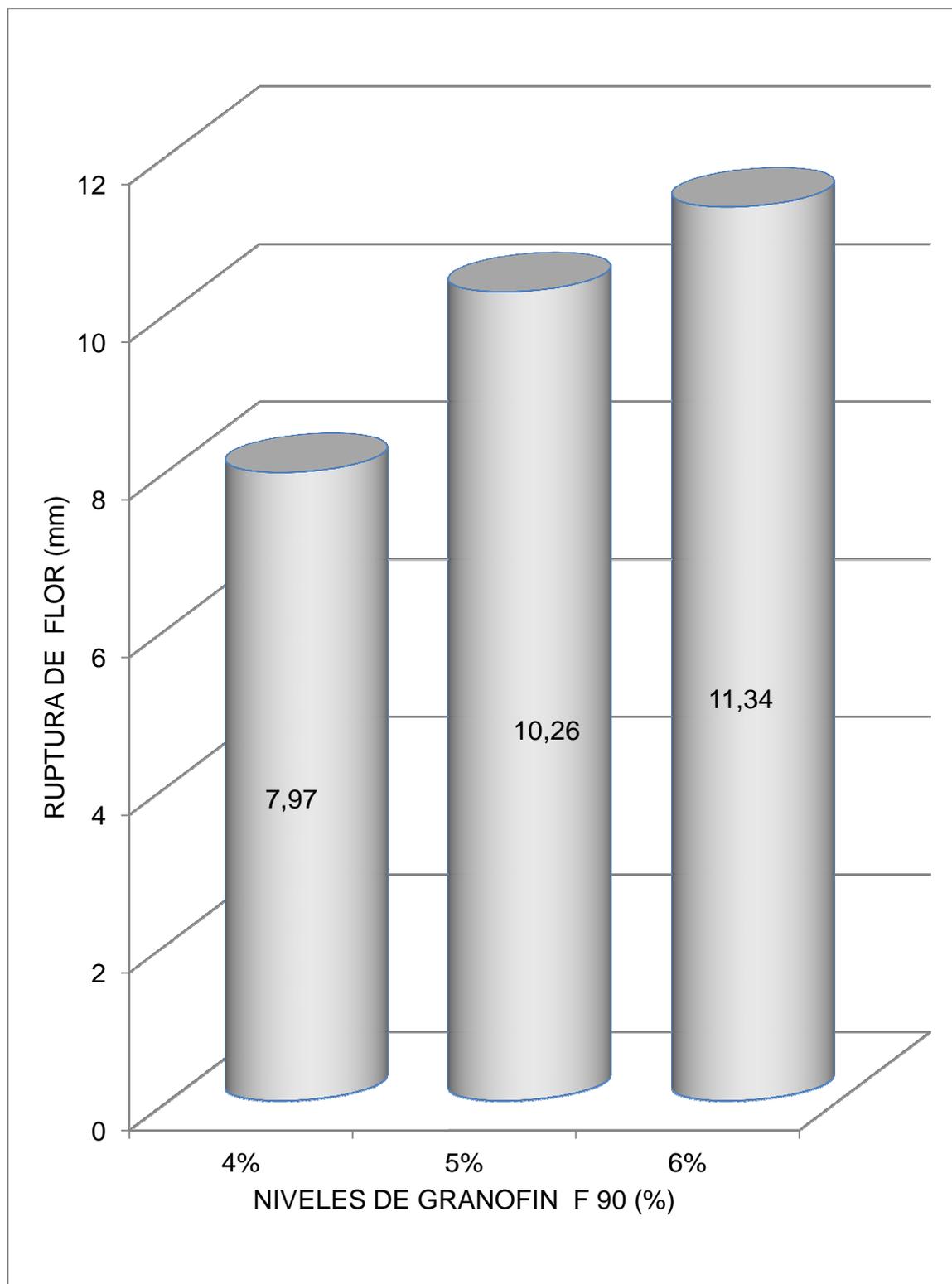


Gráfico 2. Comportamiento de la ruptura de flor del cuero caprino para la confección de calzado aplicando una curtición ecológica con diferentes niveles (4, 5 y 6%), de Granofin F 90.

El método da excelentes resultados en pieles de animales como son bovinos, caprinos, conejos, chinchillas, entre otras, en los procesos de curtición, las cantidades de agua y las cargas contaminantes pueden ser muy variadas dependiendo del tipo de piel a curtir, del producto curtiente utilizado y del artículo que se desea obtener el Granofin F 90, es un sulfato básico de cromo autobasificable, de alto poder de agotamiento, contiene productos que durante el proceso de curtido basifican automáticamente las sales de cromo, provocan el ingreso total en el entretejido fibrilar de tal manera que no se rompe con la aplicación de cualquier tipo de fuerzas multidireccionales en la flor tipo de fuerzas, el proceso de basificación es una etapa del curtido muy importante y compleja, porque puede perjudicar la calidad final del cuero.

El análisis de regresión que se ilustra en el gráfico 3, determina que se ajusta a una tendencia lineal positiva altamente significativa, es decir que partiendo de un intercepto de 1,43 mm, la ruptura de flor también se eleva en 1,68 mm, por cada unidad de cambio en el nivel de curtiente ecológico que se aplica a los cueros caprinos, con un coeficiente de determinación $R^2 = 44,13\%$; mientras tanto que el 55,87% restante depende de otros factores no considerados en la presente investigación y que tienen que ver básicamente con la calidad de la materia prima que al ser un material altamente putrescible puede descomponerse una vez desollado del animal en un tiempo muy corto o cual es a veces imperceptible por parte del curtidor pero que en la aplicación de los productos especialmente curtientes se refleja en un deterioro de la calidad física del cuero específicamente, se produce una rotura del cuero muy fácil. La ecuación de regresión utilizada fue.

$$\text{Ruptura de flor} = 1,43 + 1,68 x$$

b. Por efecto de los ensayos

La valoración media de la rotura de flor de los cueros caprinos curtidos con diferentes niveles de Granofin F 90, infiere diferencias estadísticas ($P \leq 0,01$), por efecto de los ensayos consecutivos por lo que al realizar la separación de medias

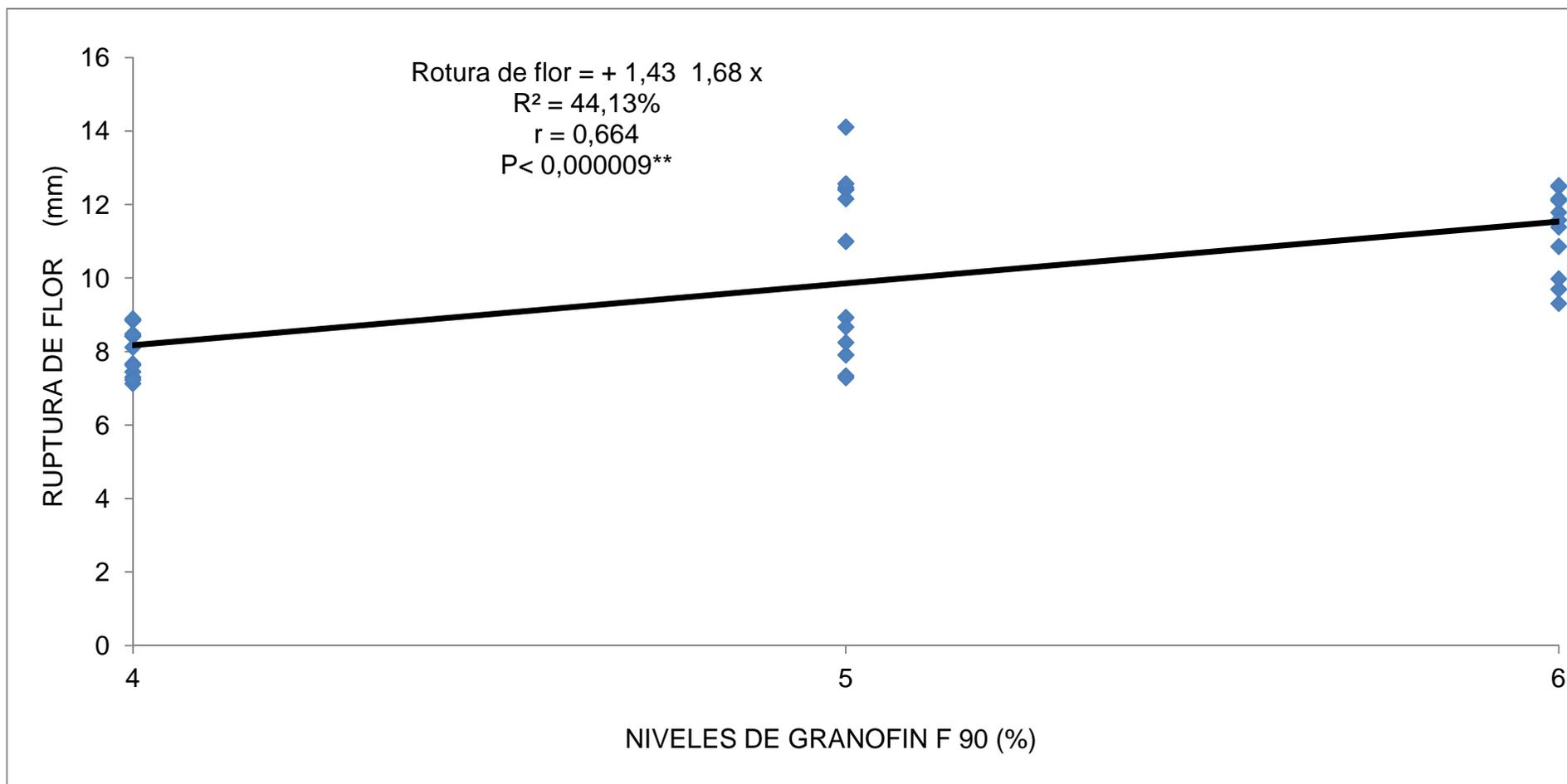


Gráfico 3. Regresión de la ruptura de flor del cuero caprino para la confección de calzado aplicando una curtición ecológica con diferentes niveles (4, 5 y 6%), de Granofin F 90.

según Duncan, se aprecia superioridad en los cueros del segundo ensayo con medias de 10,70 mm, en comparación de los resultados de rotura de flor del primer ensayo que fueron inferiores y que correspondió a 9 mm, como se ilustra en el gráfico 4. Al realizar el análisis comparativo de la rotura de flor con la norma técnica INEN 450, que infiere un mínimo de 7 mm, se aprecia que en los dos ensayos se cumple con esta exigencia técnica, lo que garantiza la calidad del producto entre lotes de producción que beneficia el control, garantizando así la repetitividad del producto final al cliente, y que las diferencias encontradas únicamente pueden ser el reflejo de producción en diferentes espacios físicos que tiene influencia ya que el tiempo y velocidad del rodado de los fulones es distinto ocasionando una variación entre cueros de la resistencia física estudiada, así como también puede deberse a que los análisis físicos se los realizo comparativamente en dos laboratorios, y la política y los protocolos de ejecución pueden ser diferentes.

Sin embargo según Bacardit, A. (2004), el ensayo de rotura de flor se encarga de la determinación de las características mecánicas de la estructura fibrosa del cuero sometiendo a esfuerzos normalizados a muestras representativas de los mismos y estudiando las deformaciones resultantes, que llegan comúnmente a la rotura de la probeta ensayada, por la deformación que le llevará al cuero de la forma plana a la forma espacial, en el momento de la confección del calzado, especialmente en el área de los cocidos y de las punteras. Esta transformación provocará una fuerte tensión en la capa de flor puesto que la superficie debe alargarse más que el resto de la piel para adaptarse a la forma espacial. Si la flor no es lo suficientemente elástica para acomodarse a la nueva situación se quebrará y se agrietará, es por esto que se aplica Granofin F 90, ya que simplifica el proceso del curtido, ahorra tiempo, controles y trabajo, permite curtir también en horas de la tarde o la noche por la sencillez de su aplicación, y sobre todo el menor aporte de Cr_2O_3 , es compensado por la mayor fijación en el cuero, lo que posibilita trabajar con cantidades similares a las de un curtido convencional, con la ventaja de obtener baños residuales con niveles más bajos de óxido de cromo, razones por las cuales se le considera a este producto ecológico .

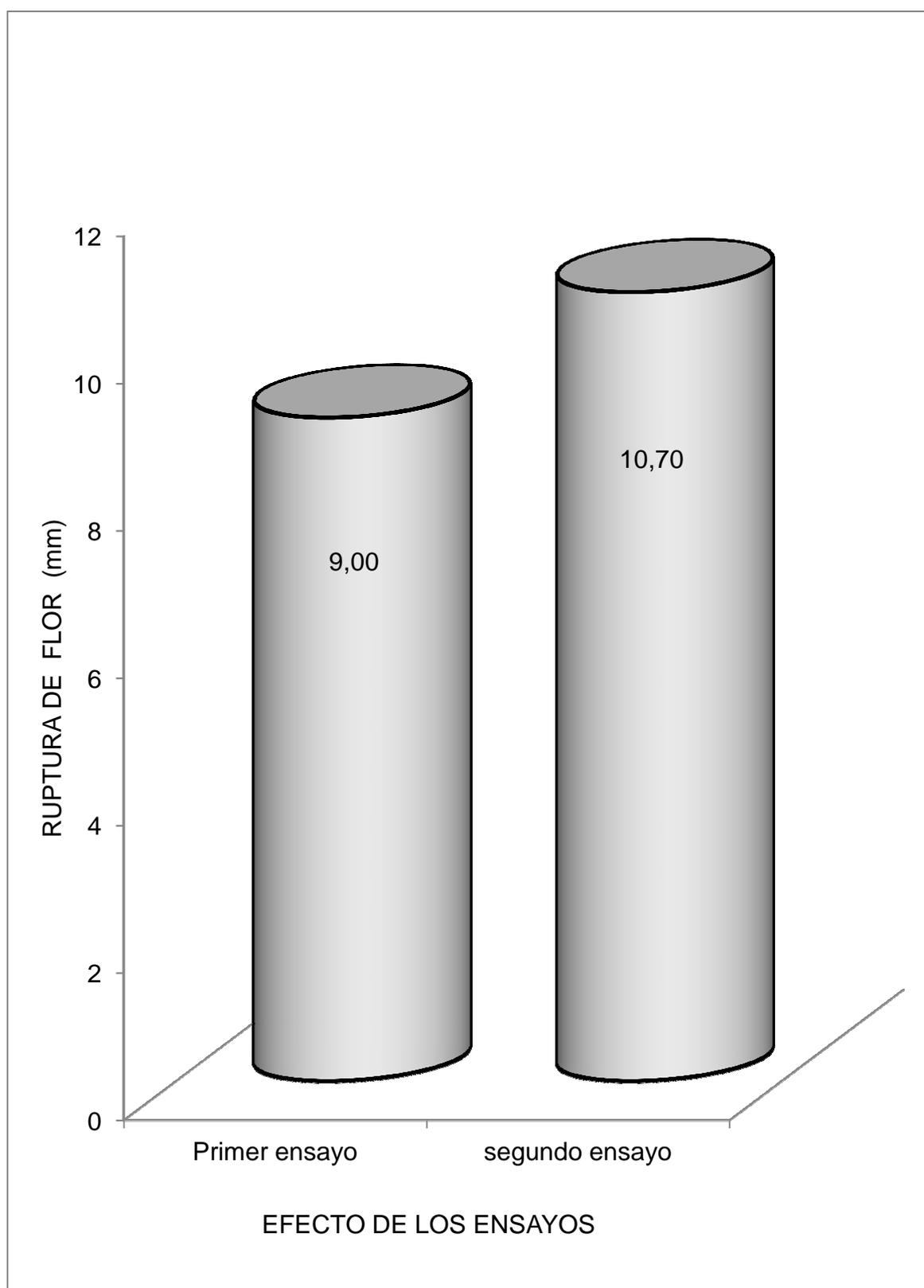


Gráfico 4. Comportamiento de la ruptura de flor del cuero caprino para la confección de calzado aplicando una curtición ecológica con diferentes niveles (4, 5 y 6%), de Granofin F 90, por efecto de los ensayos.

c. Por efecto de la interacción entre los niveles de Granofin F 90 y los ensayos

El análisis de la valoración media de la rotura de flor de los cueros caprinos, destinados a la confección de calzado, determino diferencias estadísticas ($P < 0,01$), por efecto de la interacción entre los diferentes niveles de curtiente ecológico y los ensayos consecutivos por lo que la separación de medias determina los resultados más altos al incluir en la formulación de curtición 5% de Granofin F 90 en el segundo ensayo ya que las medias fueron de 12,45 mm, y que compartieron significancia con los reportes del tratamiento T3 (6%), tanto en el primero como en segundo ensayo con medias de 11,83 mm, y 10,84 mm, a continuación se ubican los reportes de rotura de flor del lote de cueros del tratamiento T1 (4%), en el primer ensayo con medias de 8,10 mm, al igual que en los cueros del tratamiento T2 (5%), en el primer ensayo, ya que las medias fueron de 8,07 mm, mientras tanto que los resultados más bajos fueron registrados en el lote de cueros del tratamiento T1, en el segundo ensayo con medias de 7,83 mm. como se ilustra en el gráfico 5.

Las diferencias reportadas por efecto de la interacción muchas veces no tienen que ver con la calidad del producto que se está investigando (Granofin F 90); sino más bien a que al existir diferencias por efecto de los ensayos se refleja en apareamiento de diversidades en la interacción, pero sin embargo este aspecto es fácil de controlar, ya que se deberá estandarizar el lugar de desarrollo tanto de la investigación como de los análisis para poder evaluar el efecto neto de los curtientes así como de los ensayos que están importante ya que se está hablando de sistemas de producción que están estructurados a través de un conjunto de actividades y procesos relacionados, necesarios para obtener un cuero de alto valor, añadido para el cliente, con el empleo de los medios adecuados y la utilización de los métodos más eficientes, es decir la aplicación de un curtiente que llegue al total agotamiento y que cumpla dos funciones importantes, la primera es el endurecimiento del tejido interfibrilar para soportar tensiones y la segunda que no exista demasiado cromo que al no ser incorporado contamina las aguas.

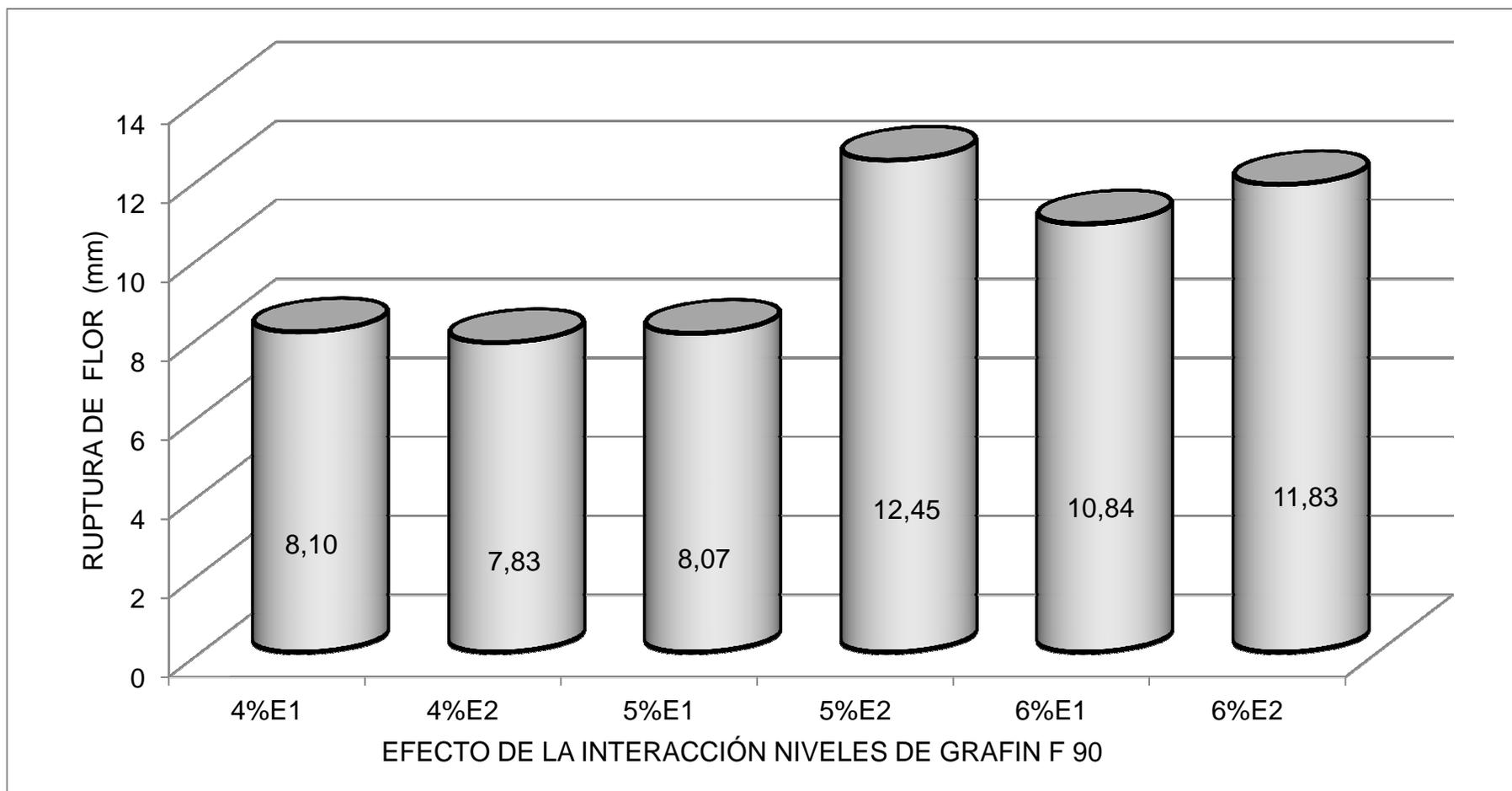


Gráfico 5. Comportamiento de la ruptura de flor del cuero caprino para la confección de calzado por efecto de la interacción entre los diferentes niveles (4, 5 y 6%), de Granofin F 90, y los ensayos.

2. Resistencia a la tracción

a. Por el efecto del nivel de curtiente Granofin F 90

En el análisis de varianza de la resistencia a la tensión de los cueros caprinos se registraron diferencias altamente significativas, ($P < 0,001$), por efecto del porcentaje de curtiente Granofin F 90, aplicado a la fórmula de curtido, por lo que la separación de medias según Duncan, reporta las mejores tracciones adicionando 6% de Granofin F 90 (T3), con medias de 85,27 ciclos, y que desciende a 83,93 ciclos en los cueros curtidos con el 3% de sulfato de cromo (T1), en tanto que el desgarramiento más bajo se reportó en los cueros curtidos con 5% de curtiente ecológico (T2), con medias de 34,93 N/cm², como se ilustra en el gráfico 6. Además se registró un error experimental de 0,75 que es un indicativo de escasa dispersión entre las unidades experimentales alrededor de la media poblacional.

Con lo que se puede afirmar que el nivel más eficiente de curtiente mineral fue el 6% (T3), ya que las respuestas al ser cotejadas con las exigencias de calidad del Instituto Ecuatoriano de Normalización en su norma técnica INEN 1061 (2002), infiere un mínimo de tracción equivalente a 19,6 N/cm², se puede ver que en el tratamiento T1, T2 y T3, se supera ampliamente esta exigencia, lo que puede deberse a lo manifestado por Soler, J. (2008), quien señala que la basificación de los curtientes de cromo debe llevarse a cabo poco a poco para poder dar tiempo a las sales de cromo más básicas a entrar hasta la microestructura del colágeno antes de hacerse insolubles, evitando la precipitación en la superficie de la piel, que la mancharía de manera casi irreversible y que se conoce como manchas de cromo, así como también debilitaría las haces del entretejido fibrilar provocando la ruptura rápida con la aplicación de fuerzas multidireccionales, del uso diario. En las curticiones al cromo normales, casi un tercio del curtiente de cromo aplicado permanece intacto y pasa como residuo a los desagües de las tenerías, es por ello que el uso de Granofin F 90, resulta una alternativa muy efectiva para evitar este problema.

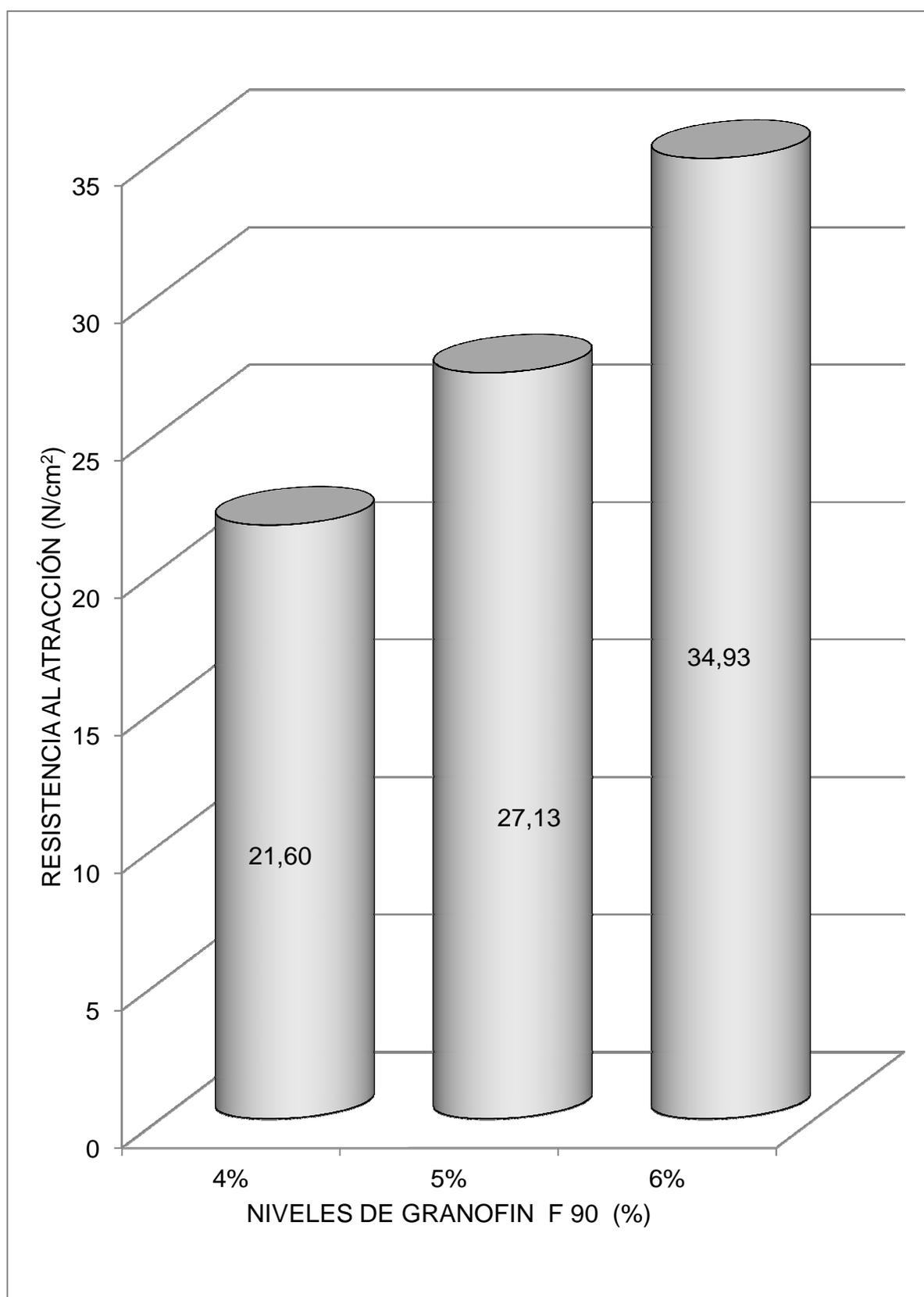


Gráfico 6. Comportamiento de la resistencia a la tracción del cuero caprino para la confección de calzado aplicando una curtición ecológica con diferentes niveles (4, 5 y 6%), de Granofin F 90.

El análisis de regresión que se ilustra en el gráfico 7, determino una tendencia lineal positiva altamente significativa donde se infiere que partiendo de un intercepto de 0,24 La tracción se eleva en 0,71 Newton por cada unidad de cambio en el nivel de curtiente Granofin F 90, aplicado a la formulación del acabado de los cueros caprinos destinados a la confección de calzado, además el coeficiente de determinación R^2 , fue de 54,19% mientras tanto que el 45,81% , restante depende de otros factores no considerados en la presente investigación y que no están relacionados con el curtiente ecológico si no, más bien con la precisión en el pesaje y dosificación de los diferentes productos que intervienen en todo el proceso de la curtición ya que un exceso o una deficiencia de alguno de ellos influye sobre la transformación de las pieles en cueros, específicamente sobre el debilitamiento de las fibras de colágeno. La fórmula para la regresión lineal aplicada fue:

$$\text{Resistencia a la tracción} = 0,24 + 0,71x$$

b. Por efecto de los ensayos

En el análisis del efecto de los ensayos sobre la resistencia a la tracción, no se reportaron diferencias estadísticas entre medias ($P > 0,01$), únicamente se determinó cierta superioridad numérica en los cueros del primer ensayo con medias de 28,08 N/cm², y que desciende a 27,69 N/cm² en los cueros del segundo ensayo, como se reporta en el cuadro 7. Como se puede observar en los reportes antes mencionados se registró numéricamente los mejores resultados en los cueros del primer ensayo, y que las pequeñas discrepancias entre los diferentes lotes de producción únicamente son el resultado de la calidad de la materia prima que aleatoriamente le correspondió las pieles que han tenido un proceso de conservación mejor ya que este influye directamente sobre las resistencias físicas del cuero ya que este proceso inicial tiene influencia directa sobre los procesos posteriores, pudiendo afirmarse que sin una buena conservación no se consigue resistencias físicas que superen las exigencias de calidad de los cueros para calzado por mas que se apliquen las mejores tecnologías disponibles en el mercado como es la aplicación de Granofin F 90,

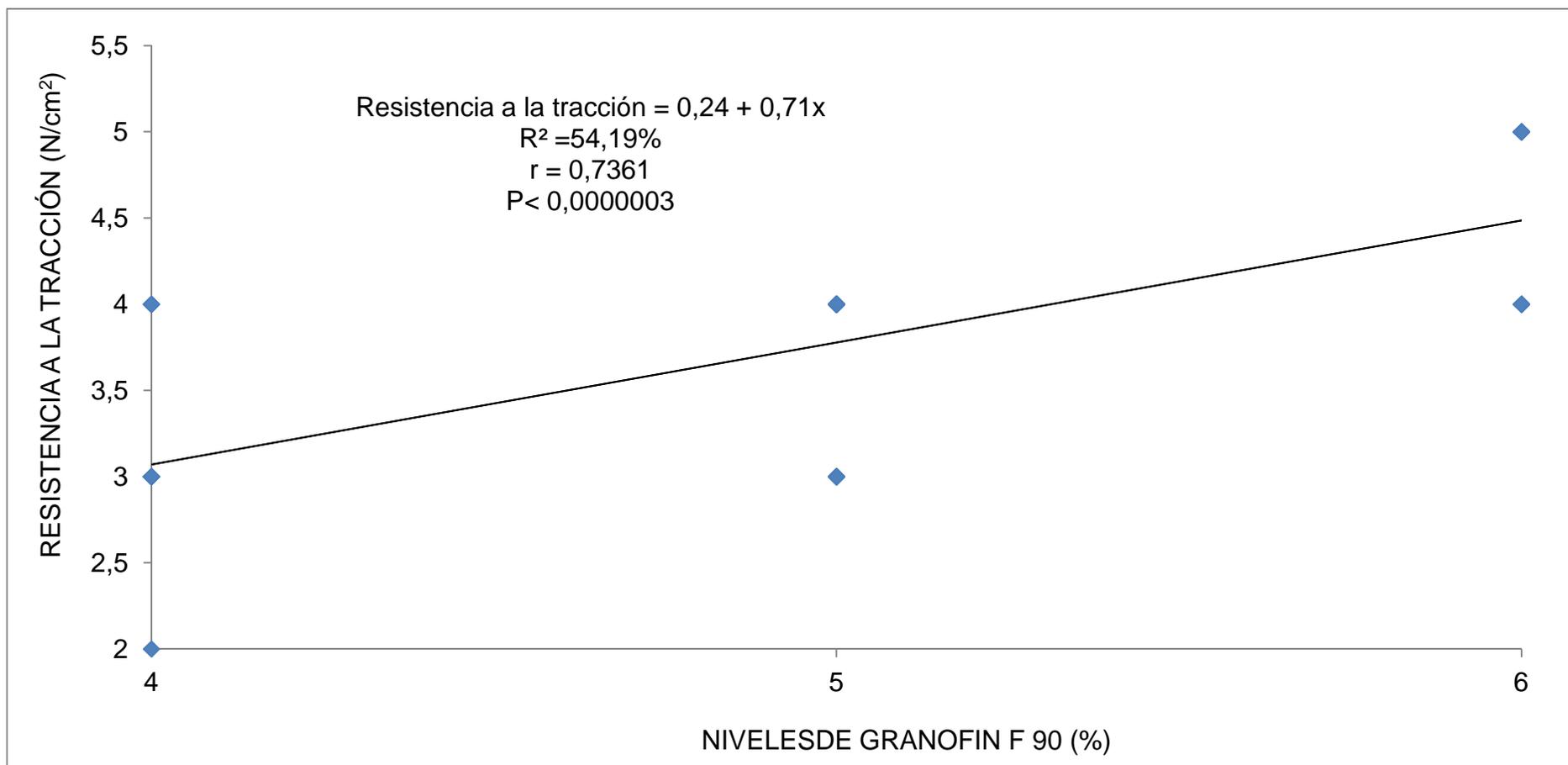


Gráfico 7. Regresión de la resistencia a la tracción del cuero caprino para la confección de calzado aplicando una curtición ecológica con diferentes niveles (4, 5 y 6%), de Granofin F 90.

Cuadro 7. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICA FISCAS DEL CUERO CAPRINO PARA LA CONFECCIÓN DE CALZADO APLICANDO UNA CURTICIÓN ECOLÓGICA CON DIFERENTES NIVELES DE GRANOFIN F90 (4, 5 Y 6%), POR EFECTO DE LOS ENSAYOS.

VARIABLE	EFECTO DE LOS ENSAYOS				EE	Prob	Sign
	Primer ensayo		Segundo ensayo				
	E1		E2				
Ruptura de flor, mm	9,00	b	10,70	a	0,20	0,0001	**
Resistencia tracción, N/cm ²	28,08	a	27,69	a	0,61	0,65	ns
Porcentaje de elongación, mm.	79,20	b	81,77	a	0,78	0,03	ns

Fuente: Yaguache, A. (2013).

EE: Error estándar.

Prob: Probabilidad.

Sign: Significancia.

** Promedios con letras diferentes en la misma fila difieren estadísticamente según Duncan ($P \leq 0,05$).

que es un curtiente que permite el total agotamiento de las sales de cromo para que no sean derramadas a los residuos líquidos de las tenerías y de esa manera se conviertan en un problema ambiental muy grave, además como se dijo en líneas anteriores y se ilustra en el gráfico 8, las diferencias entre cada uno de los ensayos son mínimas debido a que los ensayos son únicamente una repetición de todo un proceso en el que se incluyen cada uno de los tratamientos con sus respectivas repeticiones, por lo tanto al repicar los procesos se pretende estandarizar las resistencias del cuero y crear un protocolo exacto de formulación de la curtición ecológica.

c. Por efecto de la interacción entre los niveles de Granofin F 90 y los ensayos

En el efecto que se registra por la interacción entre los diferentes niveles de curtiente Granofin F 90, y los ensayos para la resistencia a la tracción se registró diferencias significativas ($P \geq 0,01$), entre las medias de los tratamientos, por lo que se reporta superioridad en el lote de cueros del tratamiento T3 en el primer ensayo (6%E1), ya que las medias fueron de $36,02 \text{ N/cm}^2$, al igual que en los cueros del mencionado tratamiento pero en el segundo ensayo (6%E2), con medias de $33,85 \text{ N/cm}^2$; y que desciende a $28,66 \text{ N/cm}^2$ y $25,61 \text{ N/cm}^2$; con la aplicación del tratamiento T2, tanto en el primero como en el segundo ensayo (5%E1 y 5%E2), respectivamente, luego se ubicaron los registros del tratamiento T1 en el primer ensayo (4%E1), con medias de $22,63 \text{ N/cm}^2$; mientras tanto que los resultados menos eficientes son reportados en los cueros del tratamiento T2 en el segundo ensayo (4%E2); ya que las medias fueron de $20,56 \text{ N/cm}^2$, como se ilustra en el gráfico 9. Es decir que los resultados que deberían tomarse en cuenta para una reproducibilidad de la resistencia física de tracción en los cueros caprinos sería al utilizar mayores niveles de curtiente Granofin F 90, en el primer ensayo ya que sus respuestas superan ampliamente con los requerimientos de la Norma IEN 16,01 (2002), que infiere como mínimo permitido los $19,60 \text{ N/cm}^2$, antes de presentarse la primera fisura en el cuero. Es necesario acotar que la resistencia a la tracción es la firmeza que ofrece un cuero a la rotura cuando está sometido a un esfuerzo de tracción.

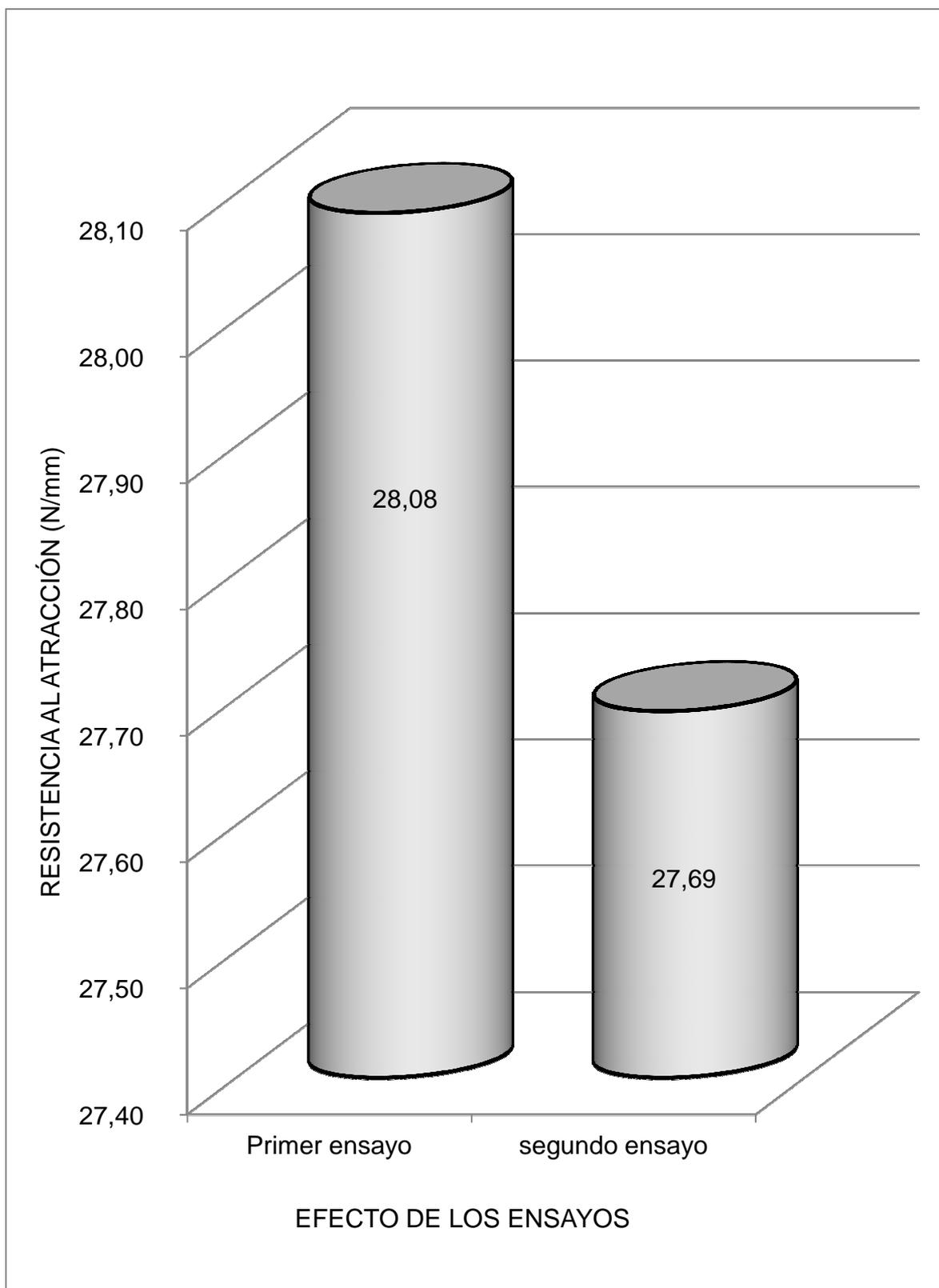


Gráfico 8. Comportamiento de la resistencia a la tracción del cuero caprino para la confección de calzado aplicando una curtición ecológica con diferentes niveles (4, 5 y 6%), de Granofin F 90, por efecto de los ensayos.

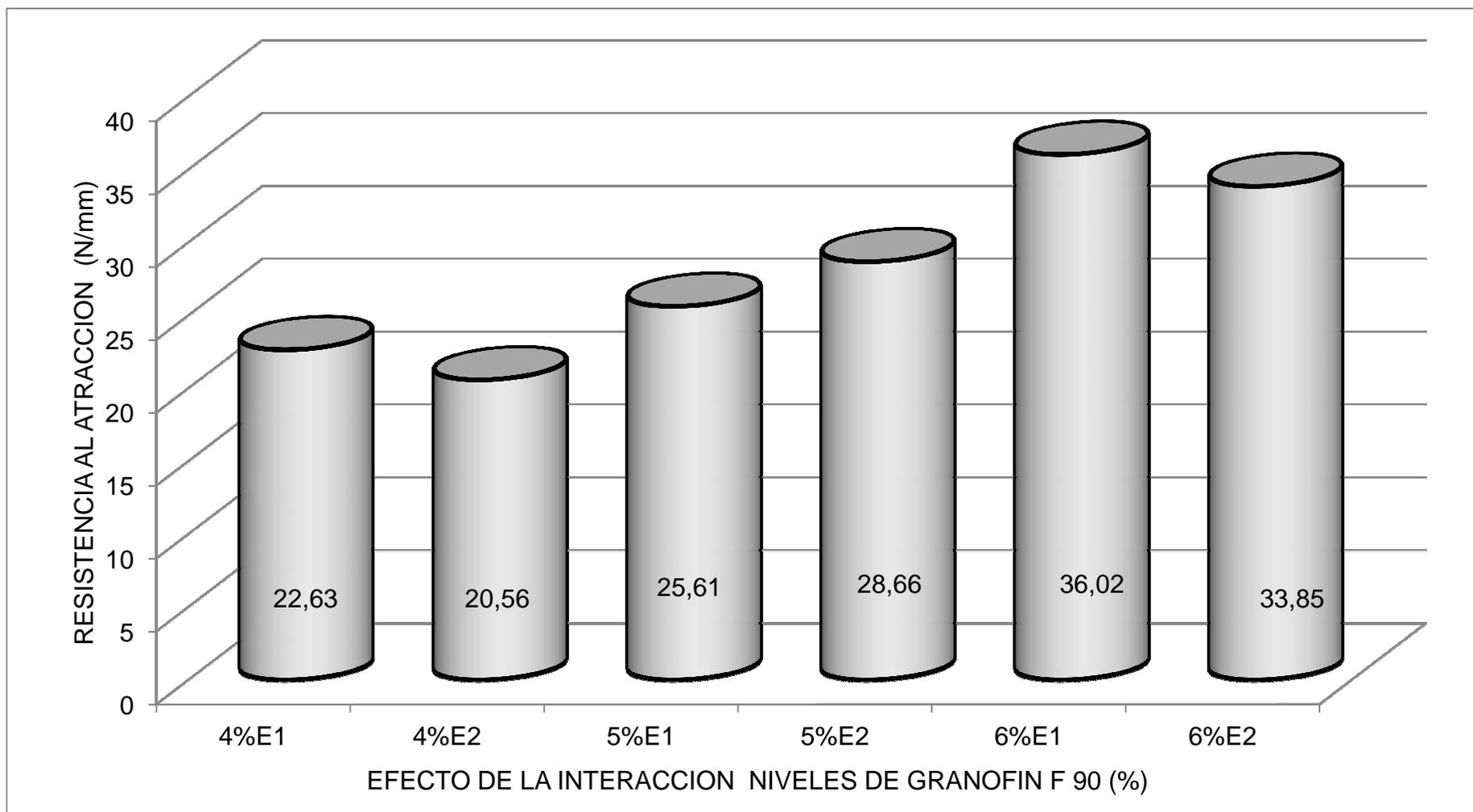


Gráfico 9. Comportamiento de la resistencia a la tracción del cuero caprino para la confección de calzado por efecto de la interacción entre los diferentes niveles (4, 5 y 6%), de Granofin F 90, y los ensayos.

3. Porcentaje de elongación

a. Por el efecto del nivel de curtiente Granofin F 90

El porcentaje de elongación, difiere estadísticamente ($P < 0.01$), entre los tratamientos evaluados en la presente investigación, por efecto del nivel de curtiente Granofin F 90, aplicado en el curtido del cuero caprino, como se ilustra en el gráfico 10, registrándose la mayor elongación que es de 88,53% con el tratamiento T1 (4%), valores que descienden a 85,95%, con el empleo del 6% de curtiente ecológico, mientras tanto que las respuestas más bajas de elongación fueron las reportadas en los cueros del tratamiento T2 (5%), ya que las medias fueron de 66,97%, como se ilustra en el gráfico 10, es decir que los mejores resultados se obtienen al aplicar 5% de curtiente Granofin F 90.

Con relación a las exigencias reportadas por el Instituto Ecuatoriano de Normalización quien en su Norma Técnica INEN 1061(2002), establece como límite permitido una elongación mínima de 45% y una máxima de 70%; se puede observar que para los cueros, de los tres diferentes niveles de curtiente se supera ampliamente este límite referencial, es decir se producen cueros con una buena elasticidad, flexibilidad y plasticidad, que son necesarias para brindar confort al usuario, ya que es un artículo que soporta largas horas de uso y sometido a grandes esfuerzos durante el proceso, como sucede en el tirado de punta donde la tensión aplicada a los cueros es muy importante, se ensaya los cueros para asegurar que los valores de porcentaje de elongación superan los mínimos exigidos por la Norma. La probeta es sometido al esfuerzo de tracción hasta que el mismo se corta, si la resistencia al momento del corte supera lo solicitado por la norma el cuero es aprobado.

Lo que es corroborado según <http://wwwforos.hispavista.com>. (2013), donde se manifiesta que el Granofin F 90, es un curtiente de cromo que contiene productos que durante el proceso de curtido basifican automáticamente las sales de cromo. El proceso de basificación es una etapa del curtido muy importante y

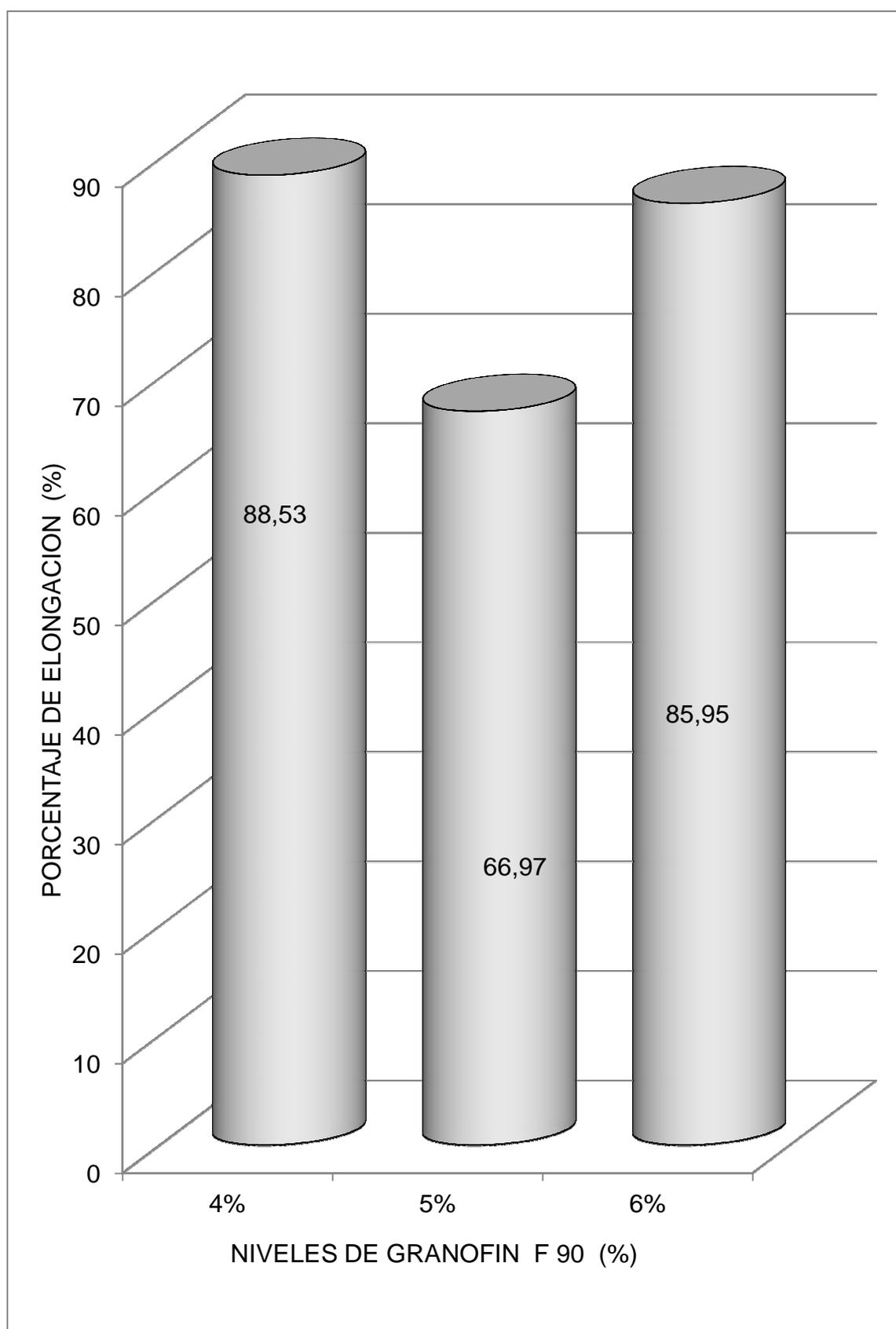


Gráfico 10. Comportamiento del porcentaje de elongación del cuero caprino para la confección de calzado aplicando una curtición ecológica con diferentes niveles (4, 5 y 6%), de Granofin F 90.

complejo, porque puede perjudicar la calidad física final del cuero. El uso del Granofin F 90, simplifica el proceso del curtido, ahorra tiempo, controles y trabajo. El menor aporte de Cr_2O_3 , es compensado por la mayor fijación en el cuero, lo que posibilita trabajar con cantidades similares a las de un curtido convencional, con la ventaja de obtener baños residuales con niveles más bajos de óxido de cromo, y un mayor complejo con las fibras de colágeno, que las vuelve más resistentes pero al mismo tiempo con mayor flexibilidad ya que ingresa la cantidad exacta sin sobresaturarlos lo que provocaría el endurecimiento del cuero, es decir que se mantienen normales las curvas de esfuerzo-deformación unitaria para un determinado tipo de cuero.

La dispersión de las mediciones experimentales del porcentaje de elongación de los cueros caprinos, que se ilustra en el gráfico 11, se ajusta a una tendencia cuadrática altamente significativa con una regresión de porcentaje de elongación $= 580,03 - 203,93x + 20,27x^2$, que indica que partiendo de un intercepto de 580,03 décimas, el porcentaje de elongación inicialmente se incrementa en 203,93 décimas; al aplicar 4% de curtiente ecológico para luego descender en 20,27 décimas al incluir mayores niveles de curtiente Granofin F 90, es decir 6%, registrándose además un coeficiente de determinación del 84,12% entre las dos variables interrelacionadas, en tanto que el 15,88% restante depende de otros factores no considerados en la presente investigación, y que tienen que ver principalmente con el tipo de tratamiento que se le da a la piel desde el momento del nacimiento del animal hasta su faenamiento y mucho más en la conservación, factores que están directamente relacionados con la calidad posterior del cuero y que permiten el ingreso adecuado de los productos curtientes ya que el Granofin F 90, se trata de una sal autobasificante que tiene el carácter ambientalista ya que ayuda al agotamiento total de las sales de cromo para que se ubiquen adecuadamente en el entretejido fibrilar y de esa manera se produzca la elongación adecuada que es necesaria especialmente en el momento del armado del calzado y mucho más en la formación del paso para que flexione y de esa manera no ocasione daños en el pie del usuario, al no mantener el movimiento concordante.

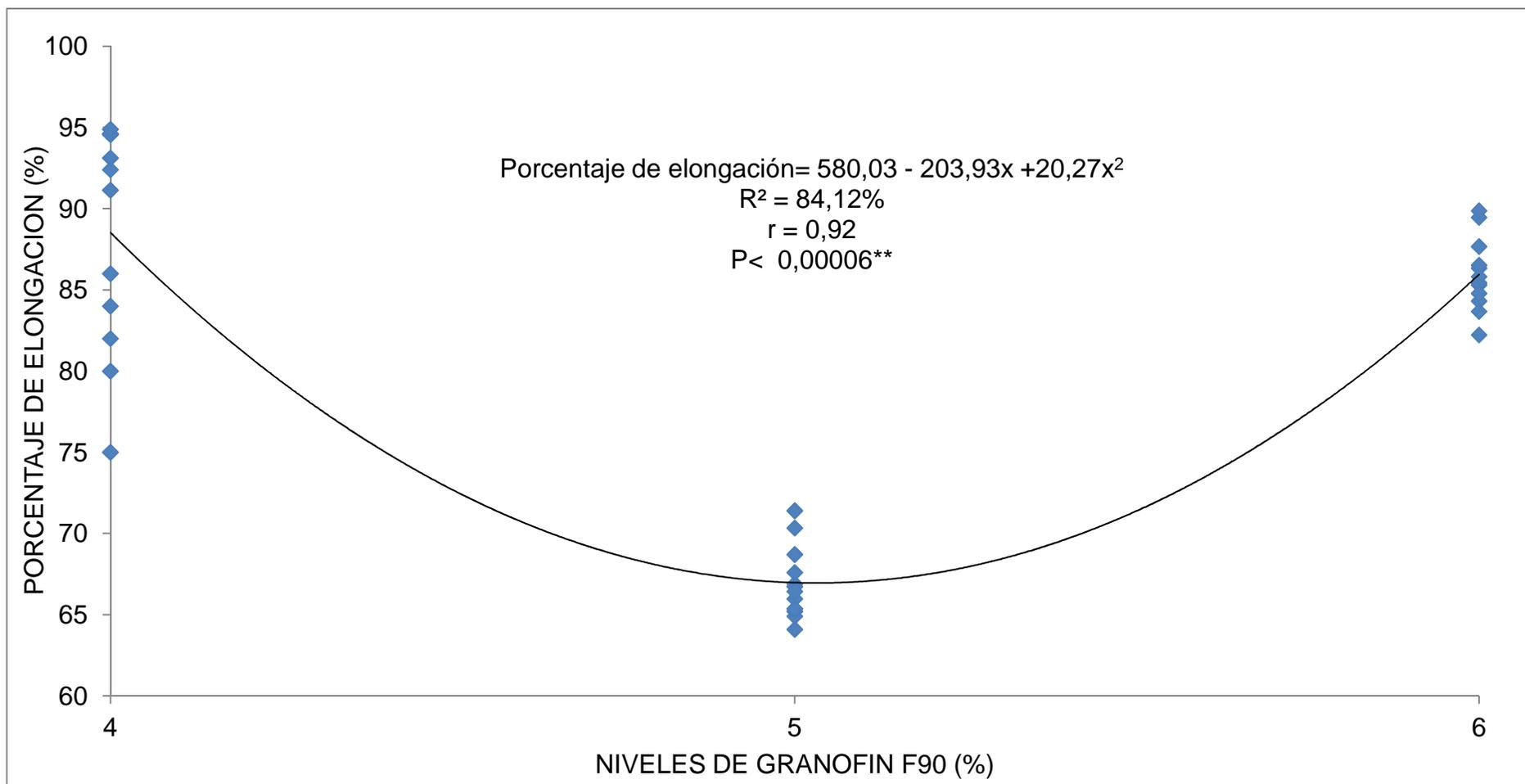


Gráfico 11. Regresión del porcentaje de elongación del cuero caprino para la confección de calzado aplicando una curtición ecológica con diferentes niveles (4, 5 y 6%), de Granofin F 90.

b. Por efecto de los ensayos

El porcentaje de la elongación de los cueros caprinos registraron diferencias estadísticas entre medias ($P \leq 0,05$), por efecto de los ensayos, por lo tanto en la separación de medias según Duncan, se reporta superioridad hacia los resultados obtenidos en los cueros del segundo ensayo ya que las medias fueron de 81,77%, en comparación de los registros de elongación del primer ensayo con medias de 79,20%, que son inferiores, como se ilustra en el gráfico 12, evidenciándose promedios entre ensayos bastante homogéneos es decir cueros con características similares para elongación. Con relación a las exigencias reportadas por el instituto Ecuatoriano de Normalización que en su Norma Técnica INEN 1061 (2002), que establece como límite permitido una elongación que va de 45% a 70% , se observa que en los dos ensayos se supera con esta exigencia de calidad es decir se producen cueros con una buena elasticidad, flexibilidad y plasticidad, ya que la elongación es la capacidad que tiene el cuero de recuperar la forma inicial cuando cesa la carga que los deforma, que son necesarias la confección del artículo final, pero que se convertiría en un problema siempre y cuando el cuero será destinado a la confección de marroquinería sin embargo como el fin del material producido es la elaboración de calzado casual esta desventaja se convierte en ventaja ya que el calzado casual requiere de mayores prestaciones de elongación tanto por el tipo de armado por parte del artesano como por el uso diario y el contacto directo que tiene ciertas partes del cuero con el pie.

Según Hidalgo, L. (2004), la elongación consiste en el estiramiento progresivo hasta el punto de fragmentación de las cadenas fibrosas del cuero, registrando tanto el valor máximo de carga como la deformación sufrida respecto a la medida inicial (%), que para el caso del cuero caprino deberá ser elevada de acuerdo al límite exigido pues es un material que debe ser suave, lo que es producto de la aplicación de curtiente Granofin F 90, que es un óxido de cromo que tiene la característica de ubicarse en el interior del entretejido fibrilar para permitir el deslizamiento y curvatura de las fibras de colágeno.

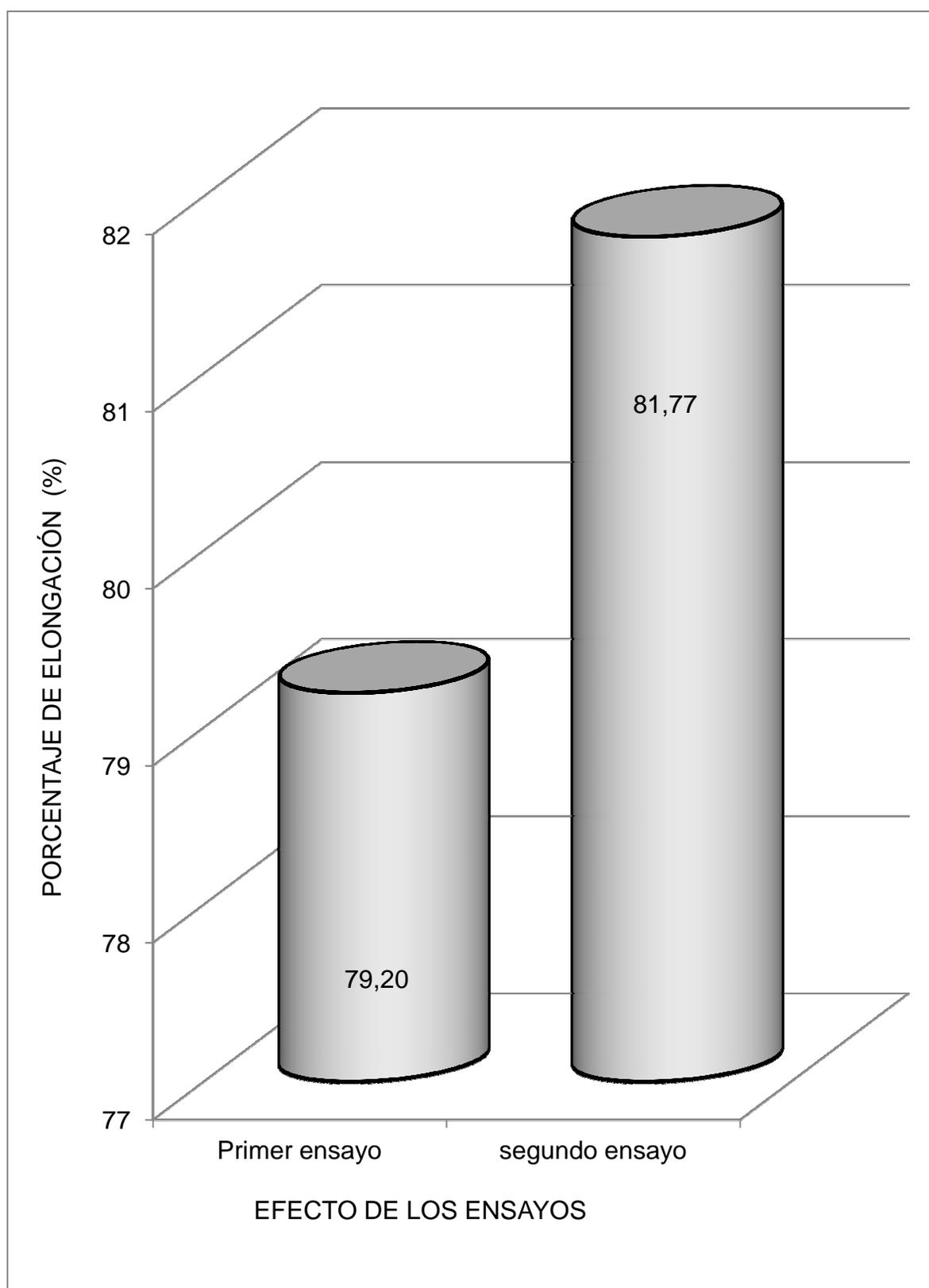


Gráfico 12. Comportamiento del porcentaje de elongación del cuero caprino para la confección de calzado, aplicando una curtición ecológica con diferentes niveles (4, 5 y 6%), de Granofin F 90, por efecto de los ensayos.

c. Por efecto de la interacción entre los niveles de Granofin F 90 y los ensayos

Los valores medios obtenidos del porcentaje de elongación del cuero caprino destinado a la confección de calzado casual reportaron diferencias estadísticas ($P \leq 0,01$), entre medias de los tratamientos por efecto de la interacción entre los diferentes niveles de Granofin F 90, y los ensayos consecutivos registrándose superioridad hacia los cueros del tratamiento T1 en el segundo ensayo (4%E2), con medias de 93,46%, seguido de la elongación reportada en los cueros del tratamiento T3, tanto en el primero como en el segundo ensayo (6%E1 y 6%E2), con medias de 86,42% y 85,48%, respectivamente, posteriormente se ubicaron los reportes registrados en los cueros del tratamiento T2, del primero y segundo ensayo (5%E1 y 5%E2), con medias de 67,57 % y 66,37 %, en su orden, como se reporta en el cuadro ilustra en el cuadro 8, y se ilustra en el gráfico 13, siendo este último resultado el menos eficiente de la investigación.

Lo que nos permite determinar que los mejores resultados fueron reportados al incluir niveles bajos de curtiente Granofin F 90, en el segundo ensayo, sin embargo en la práctica son cueros con una elongación muy elevada es decir muy blandos que pueden ser utilizados más bien para la confección de vestimenta, ya que es necesario recordar que si se rebasa el límite de elasticidad la deformación producida es permanente por lo tanto la elongación ideal se consigue con niveles más altos de curtiente ya que se encuentra en un punto medio es decir no es ni muy caída ni muy dura para que al armar el zapato se pueda manejar fácilmente y el momento del montado se arme correctamente lo que es corroborado con las apreciaciones de por Soler, J. (2004), quien manifiesta que el curtiente Granofin F 90, interfiere para que la piel compacte bien su estructura interfibrilar y de esa manera su entretejido se desfibra fácilmente unas a través de otras sin evidenciar rigidez, que es un factor muy importante para conferir a la piel la elongación necesaria para que el momento de la confección y utilización del calzado, brinde comodidad al usuario ya que adquiere la forma del cuerpo que lo contiene.

Cuadro 8. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICA FISCAS DEL CUERO CAPRINO PARA LA CONFECCIÓN DE CALZADO POR EFECTO DE LA INTERACCIÓN ENTRE LOS DIFERENTES NIVELES (4, 5 Y 6%), DE GRANOFIN F 90, Y LOS ENSAYOS.

VARIABLE	EFECTO DE LA INTERACCIÓN NIVELES DE GRANOFIN F 90 POR ENSAYOS						EE	Prob.	Sign.
	4%E1	4%, E2	5% E1	5%, E2	6% E1	6% E2			
	T1E1	T1E2	T2E1	T2E2	T3E1	T3E2			
Ruptura de flor, mm.	8,10 b	7,83 c	8,07 b	12,45 a	10,84 a	11,83 a	0,35	0,0001	**
Resistencia tracción, N/cm ² .	22,63 a	20,56a	25,61 b	28,66 b	36,02 a	33,85ab	1,06	0,3	ns
Porcentaje de elongación, %.	83,59 a	93,46a	67,57 a	66,37 a	86,42 a	85,48 b	1,35	0,0001	ns

Fuente: Yaguache, A. (2013).

EE: Error estándar.

Prob: Probabilidad.

Sign: Significancia.

** Promedios con letras diferentes en la misma fila difieren estadísticamente según Duncan ($P \leq 0,05$).

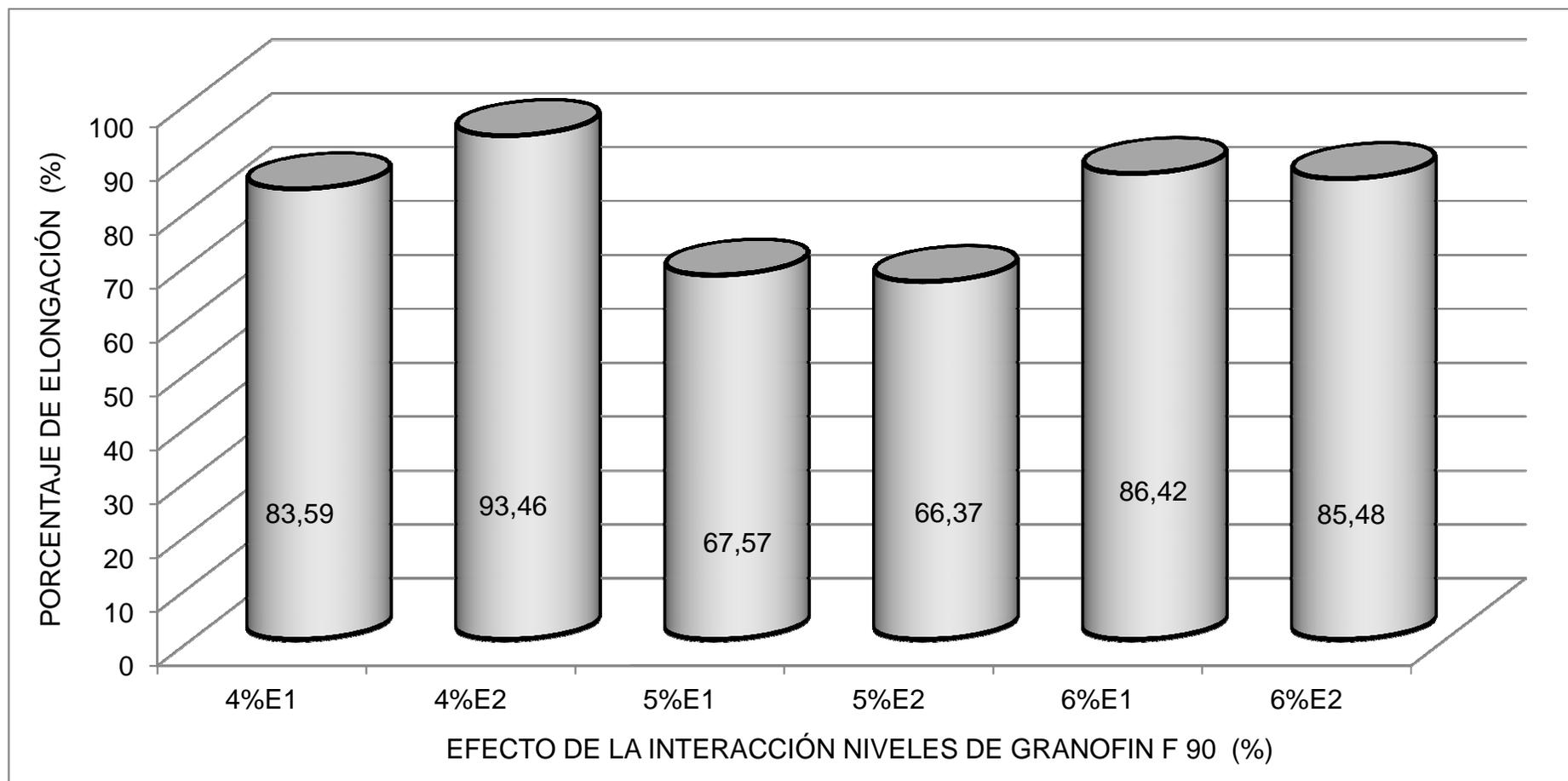


Gráfico 13. Comportamiento del porcentaje de elongación del cuero caprino para la confección de calzado por efecto de la interacción entre los diferentes niveles (4, 5 y 6%), de Granofin F 90, y los ensayos.

B. EVALUACIÓN DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DEL CUERO CAPRINO PARA LA CONFECCIÓN DE CALZADO APLICANDO UNA CURTICIÓN ECOLÓGICA CON DIFERENTES NIVELES (4, 5 y 6%), DE GRANOFIN F 90

1. Suavidad

a. Por efecto del nivel de curtiente Granofin F 90

La evaluación de las puntuaciones medias de la variable sensorial suavidad de los cueros caprinos, determino diferencias altamente significativas según el criterio Kruskal Wallis, registrándose por lo tanto las calificaciones más altas en el lote de cueros del tratamiento T3 (6%), ya que las medias fueron de 4,58 puntos y condición muy buena según la escala propuesta por Hidalgo, L. (2013), es decir cueros con una caída y suavidad adecuada para la confección de calzado casual, a continuación se ubicaron los reportes establecidos por los cueros del tratamiento T2 (5%), ya que las medias fueron de 3,58 puntos y condición buena según la mencionada escala, como se reporta en el cuadro 9, y se ilustra en el gráfico 14, para finalmente ubicarse los resultados que se registraron en los cueros del tratamiento T1 (4%), con medias de 3,17 y condición buena, es decir cueros duros y armados que ocasionan molestias en el usuario.

Por lo expuesto anteriormente se aprecia que mayores niveles de curtiente Granofin F 90, elevan la calificación sensorial del cuero caprino, lo que es corroborado con las apreciaciones de Fontalvo, J. (2009), quien establece que la curtición tiene como finalidad estabilizar de la materia orgánica para impedir putrefacciones, en las curticiones al cromo normales, casi un tercio del curtiente de cromo aplicado permanece intacto y pasa como residuo a los desagües de las tenerías. Por otra parte, la importancia cada vez mayor que se concede a las cuestiones ecológicas ha conducido a la imposición de medidas más estrictas para la depuración de dichos desagües, con especial consideración de las sales de cromo trivalente que quedan sin utilizar. En todos los esfuerzos tendentes a dicho fin se debe tener presente que para la industria del cuero únicamente son

Cuadro 9. EVALUACIÓN DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DEL CUERO CAPRINO PARA LA CONFECCIÓN DE CALZADO, APLICANDO UNA CURTICIÓN ECOLÓGICA CON DIFERENTES NIVELES (4, 5 y 6%), DE GRANOFIN F 90.

VARIABLE	NIVELES DE GRANOFIN F 90 (%)			EE	Prob	Sign
	4%	5%	6%			
	T1	T2	T3			
Suavidad, puntos.	3,17b	3,58b	4,58a	0,16	0,0001	**
Llenura, puntos.	2,83b	4,08b	4,58a	0,19	0,0001	**
Blandura, puntos.	4,75b	3,58b	3,08 a	0,19	0,0001	**

Fuente: Yaguache, A. (2013).

EE: Error estándar.

Prob: Probabilidad.

Sign: Significancia.

** Promedios con letras diferentes en la misma fila difieren estadísticamente según Duncan ($P \leq 0,05$).

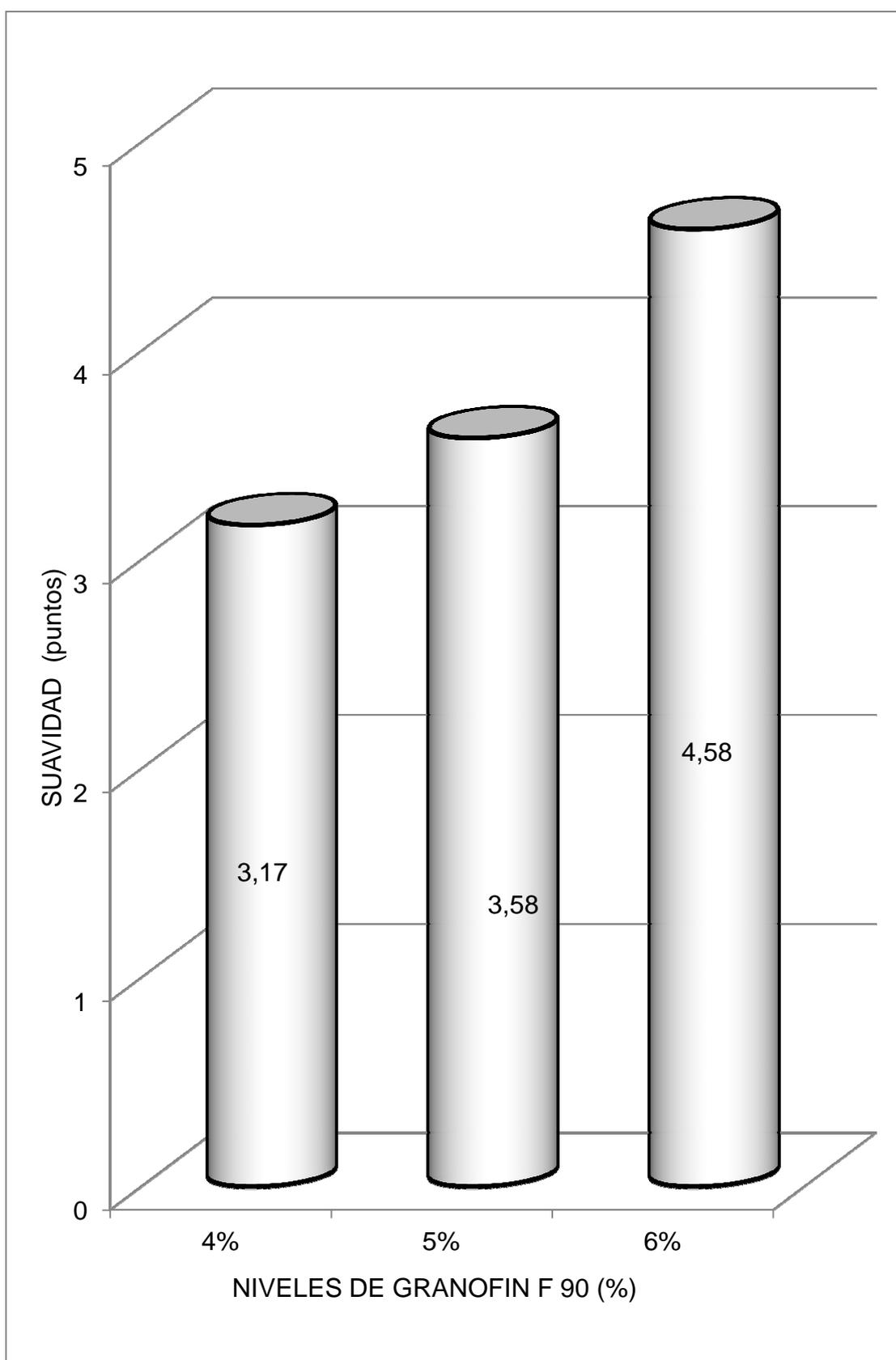


Gráfico 14. Comportamiento de la suavidad del cuero caprino para la confección de calzado aplicando una curtición ecológica con diferentes niveles (4, 5 y 6%), de Granofin F 90.

aceptables aquellos procedimientos que le garantizan la obtención en calidad irreprochable de los cueros que fabrica y de sus artículos derivados. Un inconveniente que suele suceder cuando no se utiliza un producto como es el Granofin F 90, es un curtido muy fuertemente basificado y valores de pH final de curtido muy altos y tiempos muy largos de proceso o de rodamiento, que se reflejan en dureza del cuero, por lo que es recomendable la aplicación de mayores niveles de curtiente Granofin, que tiene la propiedad de ubicarse homogéneamente entre las fibras de colágeno para que se deslicen suavemente y el cuero presente una caída ideal para la confección de zapatos casuales, recordando que El cuero en su estado natural es un material extremadamente duro lo que lo hace blando es el curtido un tratamiento con curtientes ecológicos se realiza para que quede flexible. Cuando el exceso de las sales de cromo lo desgastan, el cuero puede perder el lustre y la suavidad. Los propietarios de los productos de cuero eventualmente deberán tratarlo. En caso contrario, quedará seco, duro, sin caída, se agrietará y se desmoronará. También es importante tener una capa protectora, impermeable sobre el cuero para prolongar su vida.

El modelo de regresión polinomial para la suavidad del cuero caprino que se ilustra en el gráfico 15, evidenció una tendencia cuadrática altamente significativa ($P < 0,000001$), donde se infiere que partiendo de un intercepto de 7,33 puntos la suavidad inicialmente decrece en 2,21 puntos al incluir 4 % de curtiente Granofin F 90, para luego elevarse en 0,29 puntos al incluir en la formulación de curtido el 6% de Granofin F 90, además se observa un porcentaje de dependencia del 57,25%; mientras que el 42,75% restante depende de otros factores no considerados en la investigación, y que tienen que ver básicamente con los procesos previos a la curtición específicamente el remojo en el cual se retiran de la piel en bruto todas las impurezas y que tienen una influencia directa sobre el curtido pues al no realizar un buen remojo se puede tener problemas que los productos curtientes no ingresen totalmente en el interior del cuero y se produzca una curtición deficiente que provoca el endurecimiento del cuero, la regresión utilizada fue:

$$\text{Suavidad} = 7,33 - 2,21x + 0,29x^2$$

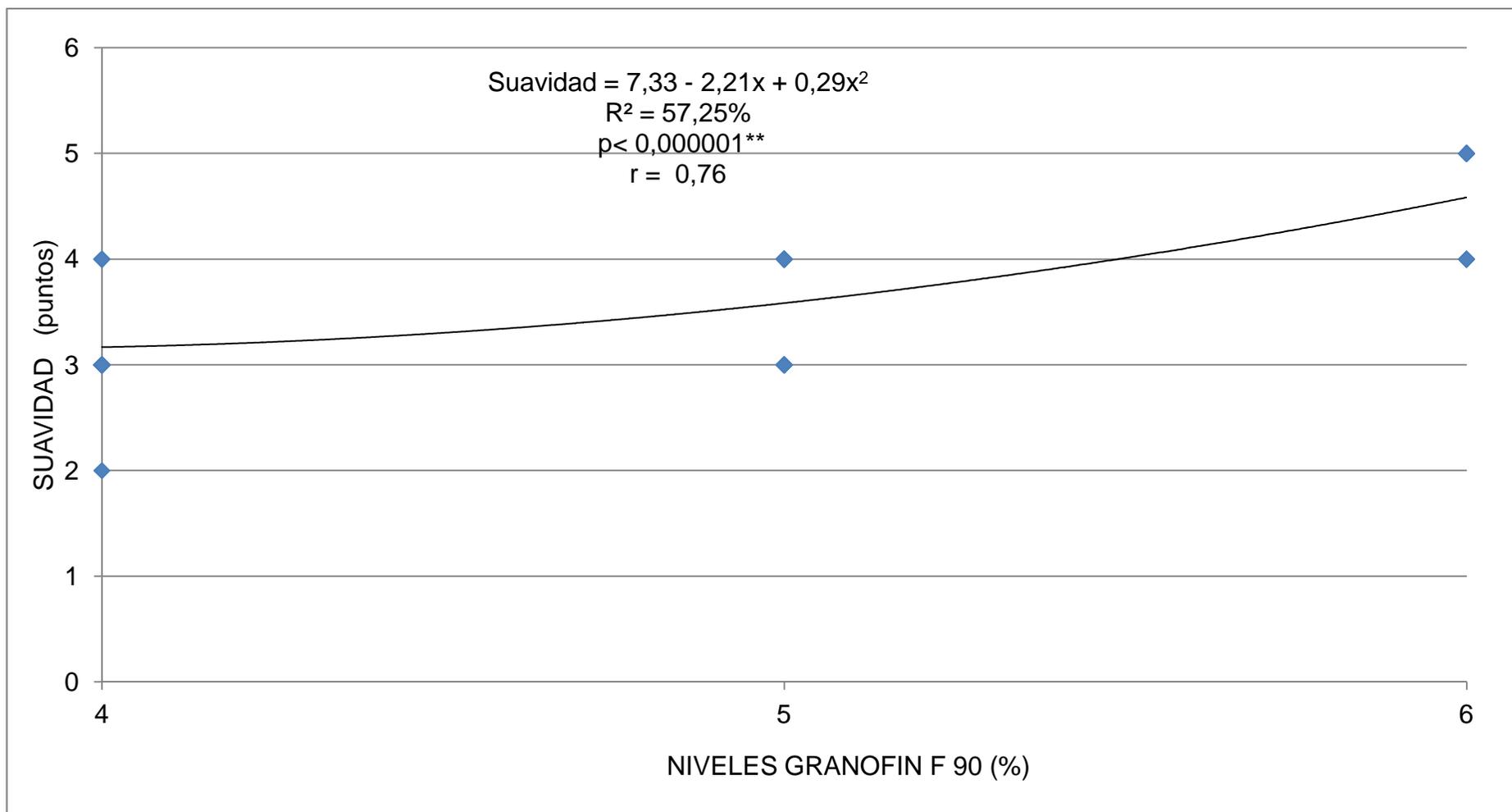


Gráfico 15. Regresión de la ruptura de flor del cuero caprino para la confección de calzado aplicando una curtición ecológica con diferentes niveles (4, 5 y 6%), de Granofin F90.

b. Por efecto de los ensayos

La valoración media de la suavidad de los cueros caprinos curtidos con diferentes niveles de Granofin F 90, que se ilustra en el gráfico 16, no reportó diferencias estadísticas ($P > 0,05$), entre las medias de los tratamientos, sin embargo de carácter numérico se observa superioridad que le corresponde al lote de cueros del primer ensayo ya que las medias fueron de 3,83 puntos y condición buena según la escala propuesta por Hidalgo, L. (2013), y que desciende a 3,78 puntos en los cueros del segundo ensayo pero que conserva la calificación de buena, es decir cueros que son suaves con buena caída, pero que se encuentran con el inconveniente que el curtiente no ha penetrado totalmente en el interior del entretamo fibrilar y se lixivia gran parte de esta hacia las aguas residuales de la tenería que se convierten en un problema ambientalista grave.

Al no existir diferencias estadísticas entre las medias para la calificación sensorial de suavidad se consiguió estandarizar el protocolo de la investigación tanto en tiempos como en productos químicos que conforman las distintas formulas, para dar como resultado un producto que puede ser repetido las veces que sean necesarias es decir de acuerdo a las exigencias del mercado, ya que como uno de los problemas que atraviesan las tenerías es la falta de bitácoras de producción que impidan cambios bruscos en las formulaciones y que lleven consigo una materia prima (cuero caprino), para el artesano que difiera en cuestión suavidad entre cada uno de los lotes de producción, por lo tanto es necesario concientizar a los productores de cuero a utilizar las formulaciones que se derivan de esta investigación ya que el cuero a más de presentar la suavidad ideal para la confección de calzado casual puede ser repicado las veces que sean necesarias en tiempos y espacios diferentes son problema de producir un material diferente, por lo tanto la justificación de la ejecución de las réplicas en la presente investigación tienen su fundamento lógico en la pretensión de crear una formula constante de curtido del cuero ecológico empleando Granofin F 90, que sea constante y reproducible.

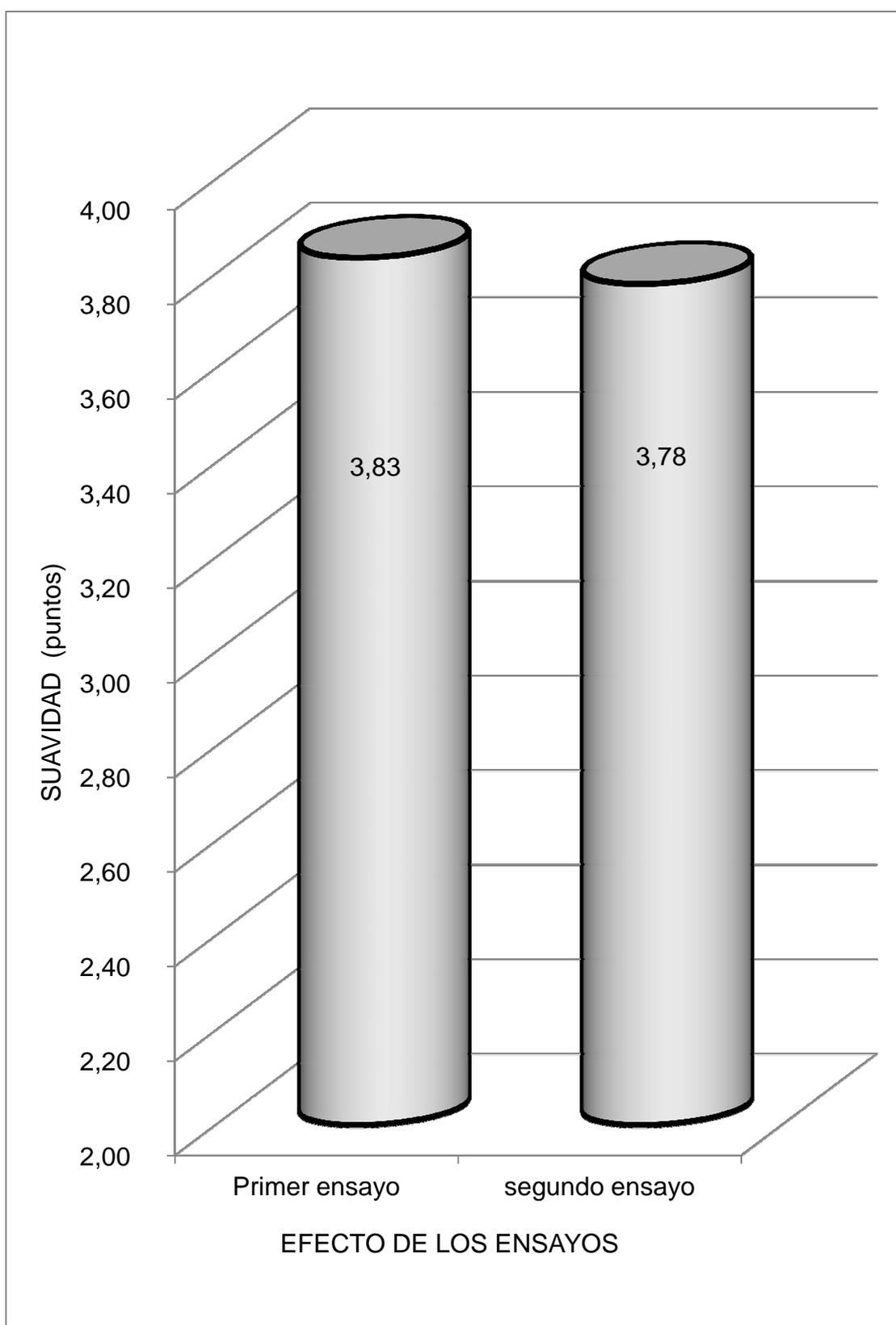


Gráfico 16. Comportamiento de la suavidad del cuero caprino para la confección de calzado aplicando una curtición ecológica con diferentes niveles (4, 5 y 6%), de Granofin F 90, por efecto de los ensayos.

c. Por efecto de la interacción entre los niveles de Granofin F 90 y los ensayos

El efecto reportado para la suavidad por efecto de la interacción entre los diferentes niveles de curtiente ecológico Granofin F 90 y los ensayos consecutivos no reportó diferencias estadísticas; entre medias, sin embargo numéricamente se aprecia cierta superioridad hacia las respuestas del lote de cueros del tratamiento T3 en el segundo ensayo (6%E2), ya que las medias fueron de 4,67 puntos y calificación excelente de acuerdo a la escala propuesta por Hidalgo, L. (2013), seguida de los resultados registrados en los cueros del tratamiento en mención pero en el primer ensayo (6%E1), ya que las medias fueron de 4,50 y condición muy buena según la mencionada escala, luego se ubicaron los reportes de blandura obtenidos en los cueros del tratamiento T2, en el primero y segundo ensayo (5%E1 y 5%E2), ya que las medias fueron de 3,67 puntos y 3,50 puntos en su orden, posteriormente los resultados descendieron a 3,33 puntos en los cueros del tratamiento T1 en el primer ensayo (4%E1), para finalmente ubicarse los registros del tratamiento T1 en el segundo (4%E2), cuyas medias fueron de 3 puntos y condición baja, como se ilustra en el gráfico 17.

Por lo tanto, los resultados analizados derivan que numéricamente las respuestas más eficientes se alcanzan con la aplicación de mayores niveles de curtiente Granofin F 90, en el segundo ensayo, pero que al no existir diferencias estadísticas se puede afirmar que la blandura en los cueros es homogénea. Según <http://wwwforos.hispavista.com>. (2013), los basificantes utilizados en este producto permiten un aumento gradual de la basicidad evitando de esta forma los picos de pH, que pueden variar las calificaciones sensoriales del cuero, además, el Granofin F 90 puede ser adicionado de una sola vez minimizando los errores que puedan ser ocasionados por el funcionario que lo aplica, lo que asegura un proceso de curtido más estable y seguro que se refleja en una mejor suavidad, ideal para la confección de calzado casual. Lejos de criticar este posicionamiento ventajoso, se propone abrir otros caminos en paralelo, para sumar y ampliar los beneficios que se pueden obtener del material, (cuero caprino) pero desde su misma génesis en el pensamiento del diseño.

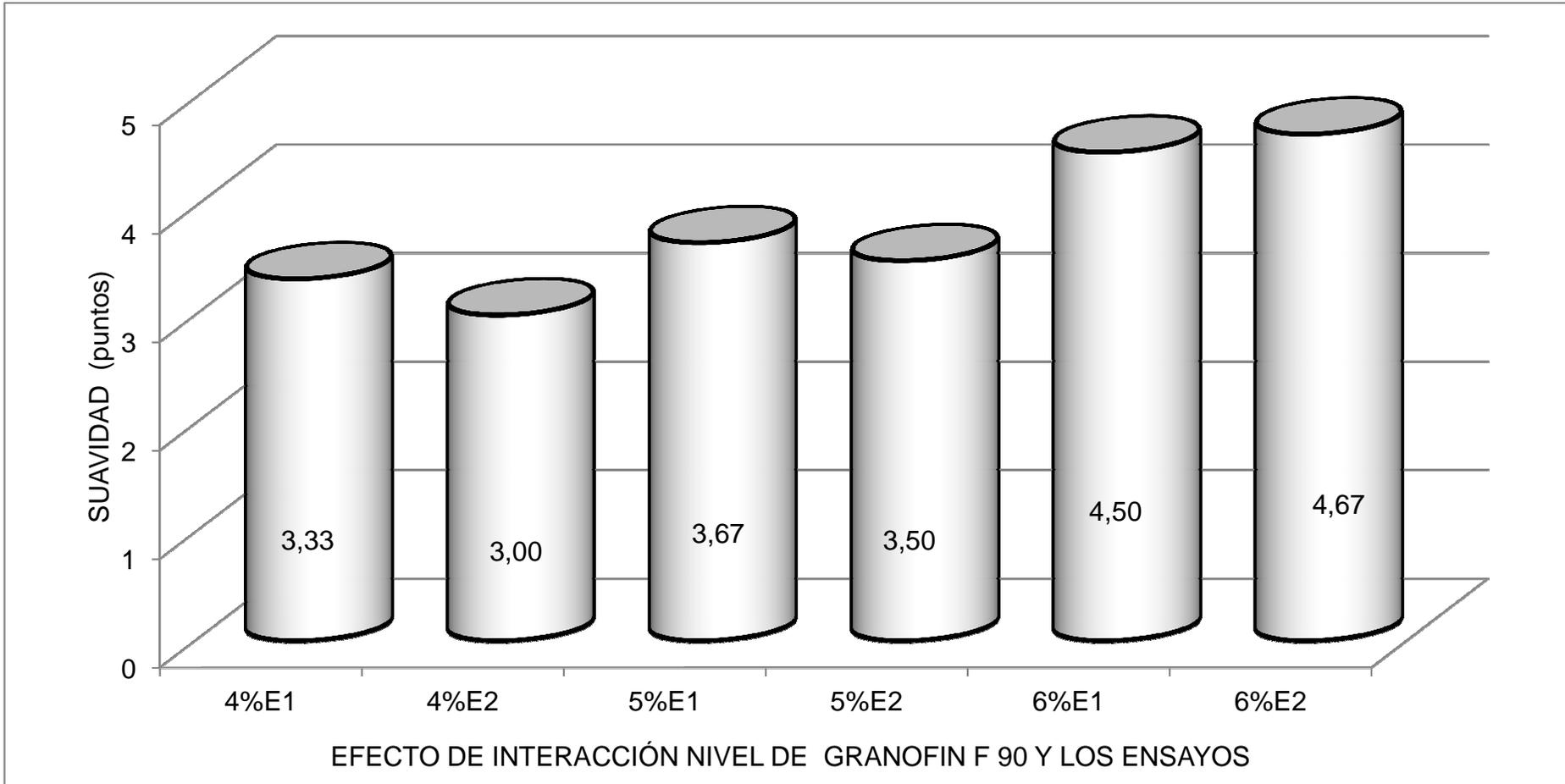


Gráfico 17. Comportamiento de la ruptura de flor del cuero caprino para la confección de calzado por efecto de la interacción entre los diferentes niveles (4, 5 y 6%), de Granofin F 90, y los ensayos.

2. Llenura

a. **Por el efecto del nivel de curtiente Granofin F 90**

En el análisis sensorial de la llenura de los cueros caprinos, se determinaron según el criterio Kruskal-wallis diferencias altamente significativas ($P < 0,01$), por efecto de la inclusión de diferentes niveles de curtiente Granofin F 90, estableciéndose las apreciaciones más altas con la aplicación del tratamiento T3, ya que la llenura promedio fue de 4,58 puntos y condición muy buena según la escala propuesta por Hidalgo, L. (2013), seguido de los registros alcanzados en los cueros del tratamiento T2, con medias de 4,08 puntos y condición buena según la mencionada escala, final ente las puntuaciones más bajas fueron reportadas en el lote de cueros del tratamiento T1, cuyas medias fueron de 2,83 puntos y condición baja , como se ilustra en el gráfico 18.

De los reportes analizadas se deduce que mayores niveles curtiente ecológico mejoran la llenura de los cueros, ya que la finalidad de este análisis es determinar el grado de compactación del tejido interfibrilar ya que una características de este tipo de curtientes es el de proporcionar el llenado homogéneo del tejido interfibrilar de tal manera que no se provoquen cueros demasiado llenos que llevarían consigo el endurecimiento o si ocurre lo contrario cuando se producen cueros muy vacíos los cueros presentan un efecto traposo que no es conveniente para la confección de calzado lo que es corroborado con las apreciaciones de Hidalgo, L. (2004), quien indica que cuando la piel está bien curtida presenta una alta compactación, para controlar la llenura del cuero se aplica sulfato de cromo autobasificante (Granofin F 90); ya que los cueros están a un pH demasiado bajo, por lo que, para empezar la curtición, se procede a un tratamiento con un álcali débil con el fin de obtener cueros con una compactación homogénea para asegura la fijación del curtiente debido al aumento del tamaño de las partículas, esa fijación refuerza la fijación puramente química, cuanto más básica (entre 0% y 55 %), es una sal de cromo al principio o al final de una curtición, más afinidad tiene la piel, para el cromo por ser más grande el polímero formado por unión de varias moléculas de sal

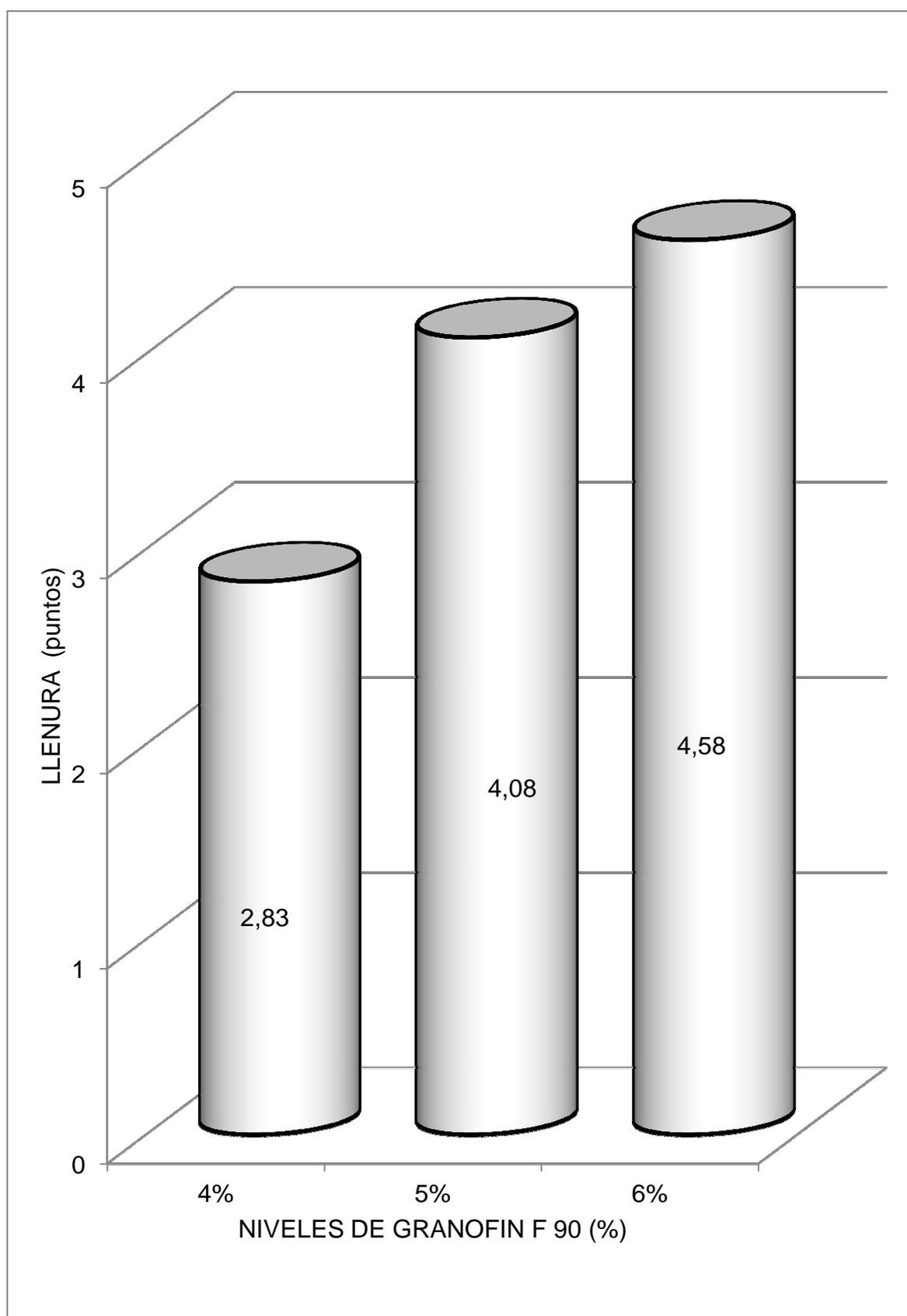


Gráfico 18. Comportamiento de la llenura del cuero caprino, para la confección de calzado aplicando una curtición ecológica con diferentes niveles (4, 5 y 6%), de Granofin F 90.

de cromo y por ello la penetración entre las fibras de la piel será menor o más difícil y viceversa. La piel será más rellena entre fibras y viceversa, más separada las fibras más blanda y más gruesa menos pesaje y viceversa, por eso es tan necesario determinar el tipo de curtiente y su basicidad para asegurar una buena característica de llenura de los cueros caprinos.

El análisis de regresión que se ilustra en el gráfico 19, se ajusta a una tendencia cuadrática altamente significativa, ya que la ecuación de regresión determina que partiendo de un intercepto negativo de -9,67 puntos la llenura inicialmente se eleva en 4,67 puntos al incluir en la formulación 4% de curtiente (T2), para posteriormente descender en 0,37 puntos con la inclusión del 6% de curtiente, (T3), característica que hace que la regresión sea cuadrática, y que indica que la llenura esta determina (R^2), en un 55,71%, por parte del nivel de curtiente Granofin F 90, aplicado a la formulación de la curtición de pieles caprinas destinadas a la confección de calzado casual, mientras tanto que el 44,29% restante de otros factores no considerados en la presente investigación como pueden ser Curtición muy rápida (muy alta frecuencia de giro del fulón), Excesiva concentración de sales curtientes. Elevadas temperaturas durante el proceso de basificación. Elevado valor del pH final de la curtición, que al no ser controladas puede provocar cueros muy poco llenos o viceversa.

b. Por efecto de los ensayos

En la variable sensorial de llenura de los cueros caprinos curtidos con diferentes niveles de Granofin F 90, no se reportaron diferencias estadísticas entre las medias de los tratamientos por efecto de los ensayos, sin embargo de carácter numérico se reporta las puntuaciones más altas en el lote de cueros del segundo ensayo con medias de 3,94 puntos y calificación buena según la escala propuesta por Hidalgo, L.(2013), mientras que en el primer ensayo las respuestas son ligeramente inferiores ya que correspondes a 3,72 puntos pero que conservan la condición de buena, como se reporta en el cuadro 10. Al analizar los resultados reportados con la escala de calificación de Hidalgo, L. (2013), para la variable llenura de los cueros caprinos se puede ver que en los dos ensayos se

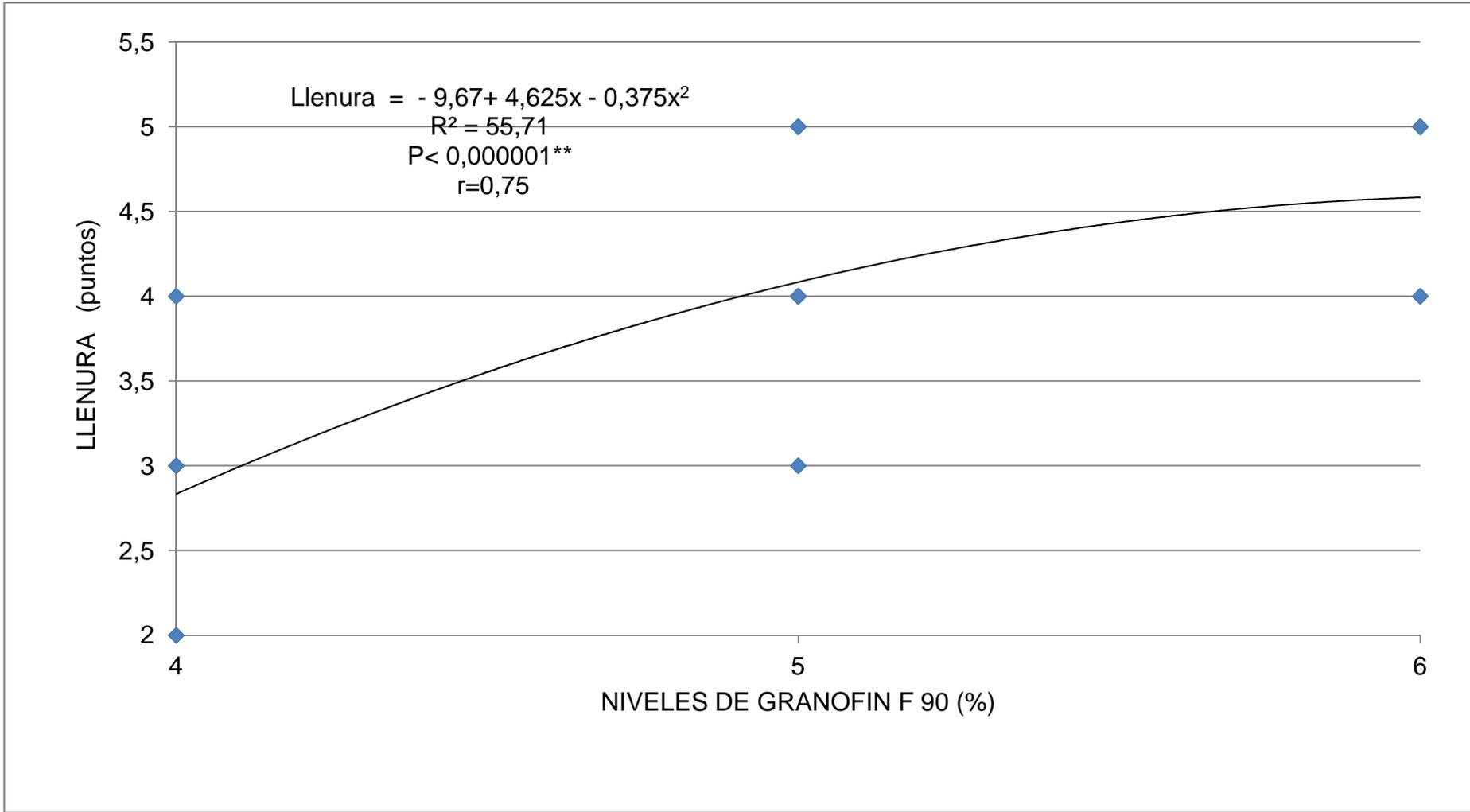


Gráfico 19. Regresión de la llenura del cuero caprino para la confección de calzado aplicando una curtición ecológica con diferentes niveles (4, 5 y 6%), de Granofin F 90.

Cuadro 10. EVALUACIÓN DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DEL CUERO CAPRINO PARA LA CONFECCIÓN CALZADO, APLICANDO UNA CURTICIÓN ECOLÓGICA CON DIFERENTES NIVELES DE GRANOFIN F 90. POR EFECTO DE LOS ENSAYOS.

VARIABLE	EFECTO DE LOS ENSAYOS		EE	Sign	Prob
	Primer ensayo	Segundo ensayo			
	E1	E2			
Suavidad, puntos.	3,83 a	3,72 a	0,13	0,547	ns
Llenura, puntos.	3,72 a	3,94 a	0,15	0,31	ns
Blandura, puntos.	3,83 a	3,78 a	0,15	0,77	ns

Fuente: Yaguache, A. (2013).

EE: Error estándar.

Prob: Probabilidad.

Sign: Significancia.

** Promedios con letras diferentes en la misma fila difieren estadísticamente según Duncan ($P \leq 0,05$).

mantiene una calificación de similar de buena y que las diferencias registradas entre ensayos se pueden deber únicamente a la calidad y conservación de la materia prima utilizada ya que en general las condiciones fueron similares en la obtención del cuero para calzado, sobre todo se lo desarrollo en un ambiente controlado como fue el laboratorio de Curtiembre de Pieles de la Facultad de Ciencias Pecuarias, y se procuró mantener un protocolo constante en la formulación de los diferentes procesos de curtición sobre todo se trató de seguir estrictamente las sugerencias del director.

c. Por efecto de la interacción entre los niveles de Granofin F 90 y los ensayos

En el análisis de la llenura por efecto de la interacción entre los diferentes niveles de curtiente Granofin F90, y los ensayos consecutivos no se registraron diferencias estadísticas ($P \geq 0.05$), entre medias de los tratamientos, como se ilustra en el gráfico 20, reportándose sin embargo de carácter numérico las calificaciones más altas en los cueros del tratamiento T3, en el primer ensayo ya que las medias fueron de 4,67 puntos y condición excelente de acuerdo a la escala propuesta por Hidalgo, L. (2013); que son indicativos de cueros muy delicados suaves y con una flor limpia que son ideales para la elaboración de calzado femenino cuyas exigencias son más elevadas que otros producto y que desciende a 4,50 puntos en los cueros del tratamiento antes mencionado pero en el primer ensayo, posteriormente se ubicaron los reportes de llenura de los cueros del tratamiento T2, en el primero como en el segundo ensayo con medias de 4,17 puntos y 4,00 puntos en su orden, finalmente los reportes sensoriales más bajos para la característica estudiada fueron registrados en los cueros del tratamiento T1 en el primer ensayo ya que las medias fueron de 2,33 puntos y condición baja, es decir cueros muy llenos, y acartonados.

El resultado de la actuación del curtiente ecológico, es la piel blanda y elástica, con una finura de flor insuperable y sobre todo una llenura insuperable característica para confeccionar calzado casual como vemos en los reportes de nuestra investigación los mejores resultados fueron con la aplicación de niveles

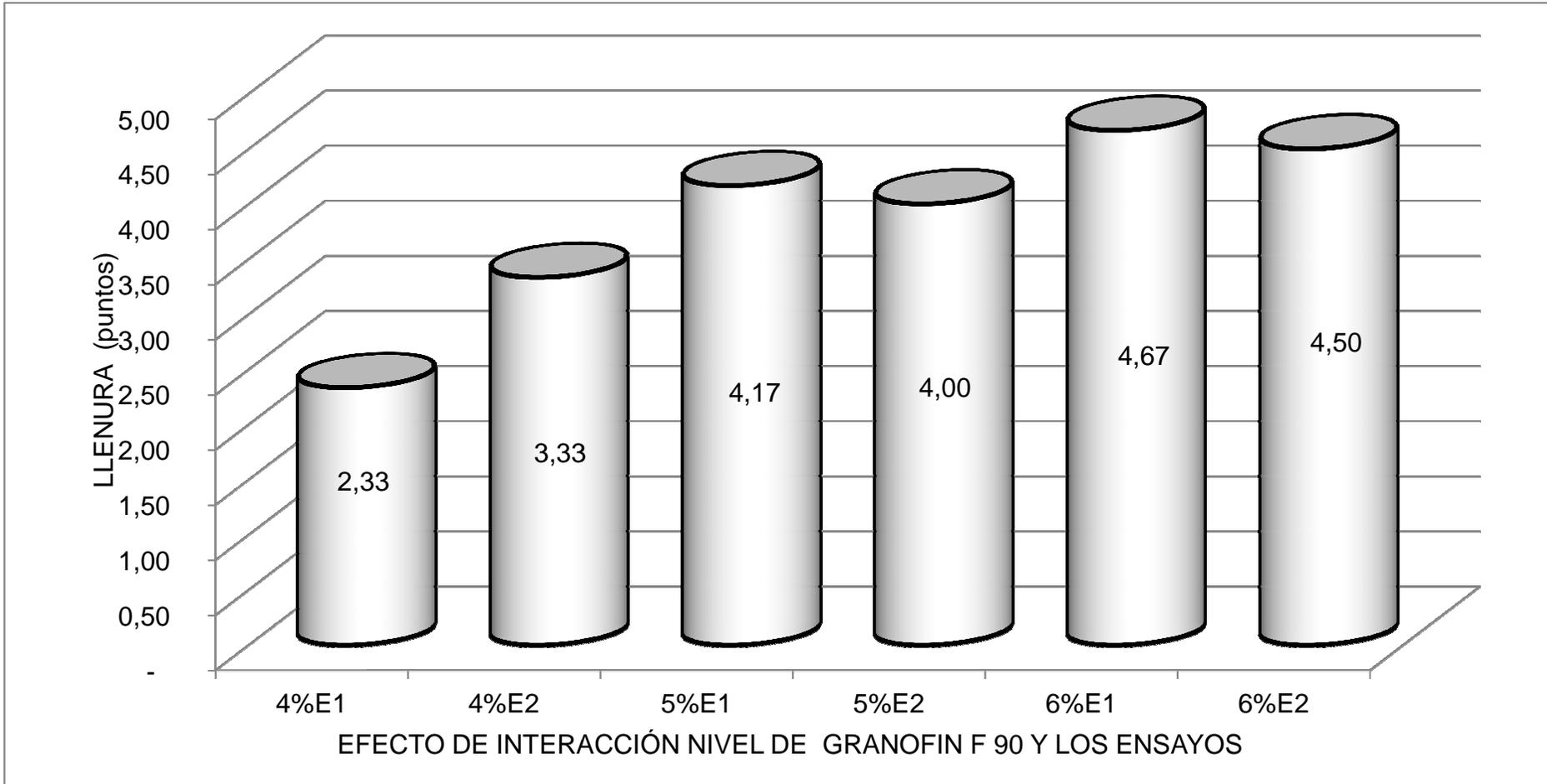


Gráfico 20. Comportamiento de la llenura del cuero caprino para la confección de calzado, por efecto de la interacción entre los diferentes niveles (4, 5 y 6%), de Granofin F 90, y los ensayos.

altos de Granofin F 90, en el segundo ensayo, que como es una investigación con un diseño al azar se puede afirmar que a este grupo le correspondió aleatoriamente pieles ligeramente superiores ya sea en calidad o en conservación lo que llevo a producir una materia prima para la elaboración de calzado de mejor calidad.

3. Blandura

a. Por el efecto del nivel de curtiente Granofin F 90

La evaluación sensorial de la blandura de los cueros caprinos determinaron diferencias altamente significativas ($P < 0,01$), según el criterio Kruskal – Wallis, por efecto de la aplicación de diferentes niveles de curtiente ecológico Granofin F 90, observándose por lo tanto los registros más altos al utilizar niveles más bajos de curtiente ecológico es decir 4% (T1), ya que las medias fueron de 4,75 puntos y que desciende a 3,58 puntos en el lote de cueros curtidos con el 5% de curtiente (T2), con medias de 3,58 puntos, mientras tanto que las puntuaciones más bajas fueron reportadas en los cueros a los que se aplicó 6% de Granofin F 90, (T3), como se ilustra en el gráfico 21, es decir que niveles más bajos de curtiente elevan la calificación de blandura de los cueros caprinos que serán destinados a la confección de calzado.

Lo que puede deberse según <http://www.cueronet.curticion.com>.(2013), a que la curtición es por definición una transformación de cualquier piel en cuero, esta transformación está dada por una estabilización de la proteína. Las pieles procesadas en la ribera son susceptibles de ser atacadas por las enzimas segregadas por los microorganismos, y aunque esa putrescibilidad puede eliminarse por secado, no se consigue llegar a un material utilizable por cuanto las fibras se adhieren entre sí y dan un material córneo y frágil, además de carecer de resistencia hidrotérmica por lo que calentándola en medio acuoso se gelatiniza, provocando Una insuficiente penetración del curtido para este propósito se crearon las curticiones con cromo que tienen la desventaja de

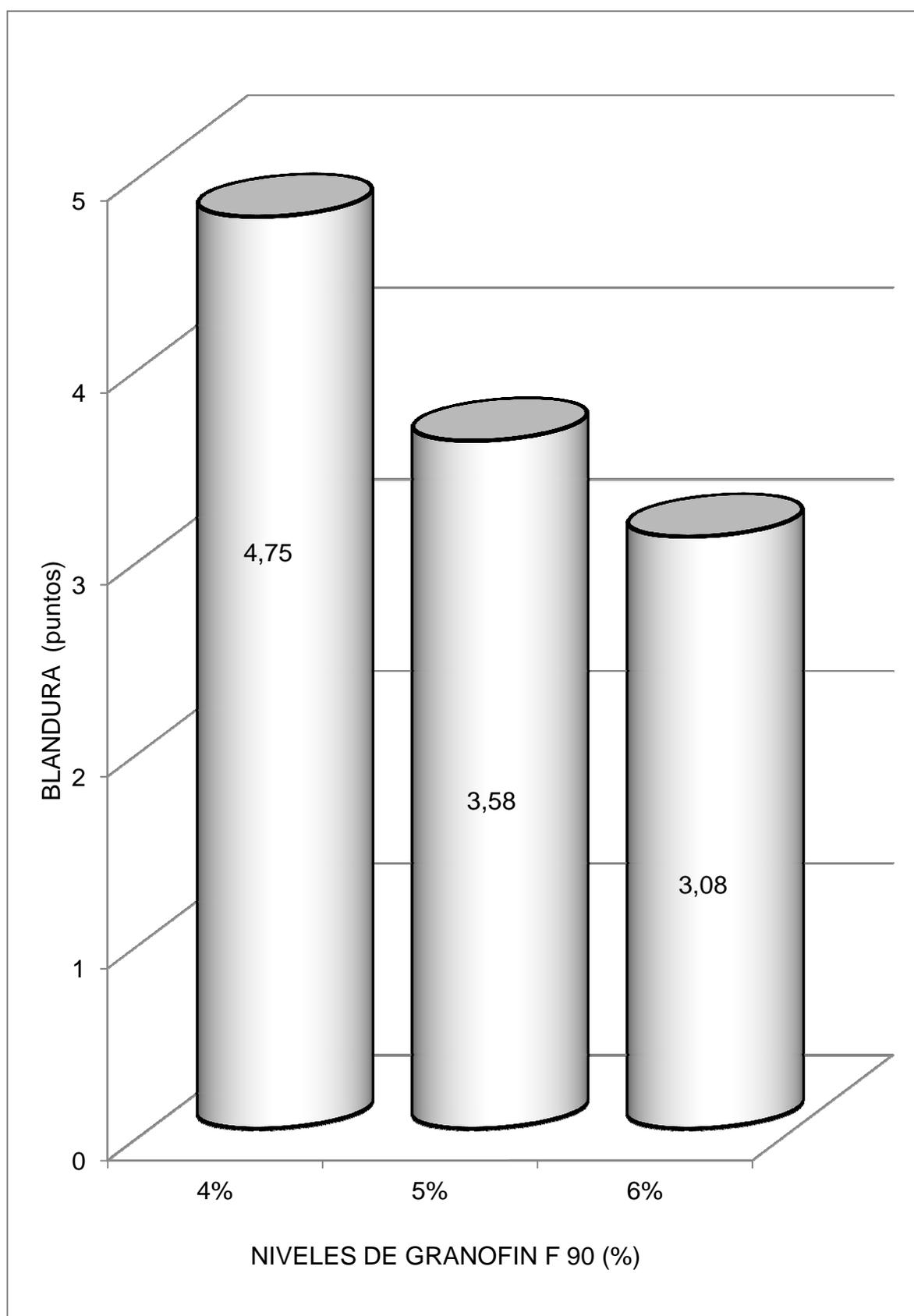


Gráfico 21. Comportamiento de la resistencia a la tracción del cuero caprino para la confección de calzado, aplicando una curtición ecológica con diferentes niveles (4, 5 y 6%), de Granofin F 90.

producir un material no muy blando es por eso que se utiliza las sales de cromo autobasificantes como es el caso del Granofin F 90, que ayudan a combinarse y enlazarse de mejor forma con los grupos carboxílicos del colágeno generando menor rigidez de la fibra y evita que la misma se cornifique dando como resultado una mejora en las calificaciones sensoriales del cuero especialmente de blandura, suavidad y caída. En la evaluación sensorial participan personas especializadas (evaluadores) a las que se les somete a diversas pruebas para que hagan la evaluación de forma objetiva. Los resultados de los análisis afectan al marketing de los productos para que sean más atractivos a los consumidores, una de las características más importantes es la blandura que está directamente relacionada con la basicidad de un complejo de cromo, puede definirse como el porcentaje total de valencias primarias del átomo de cromo que están ocupadas por grupos hidróxilo (OH-).

Mediante el análisis de regresión de la característica sensorial de blandura que se ilustra en el gráfico 22, se determinó que la dispersión de los datos se ajusta a una tendencia cuadrática altamente significativa, donde se infiere que partiendo de un intercepto de 16,08 décimas la blandura inicialmente desciende en 4,16 décimas al incluir en la formulación del curtido 4% de Granofin F 90; para posteriormente descender en 0,33 décimas al aplicar 6% de curtiente, además se reporta que la llenura depende en un 63,52% por parte de los diferentes niveles de Granofin F 90; mientras tanto que el 36,48% restante depende de otros factores no considerados en la presente investigación y que tiene que ver principalmente con la calidad de la materia prima es decir las pieles caprinas en la que la influencia de factores internos y externos aseguran la calidad del cuero producido ya que todas las imperfecciones salen a relucir especialmente en el momento del curtido ya que no existe una penetración ideal del curtiente la cual proporciona una blandura adecuada para la confección de calzado casual. La ecuación polinomial de regresión empleada fue:

$$\text{Blandura} = 16,08 - 4,1667x + 0,33 x^2$$

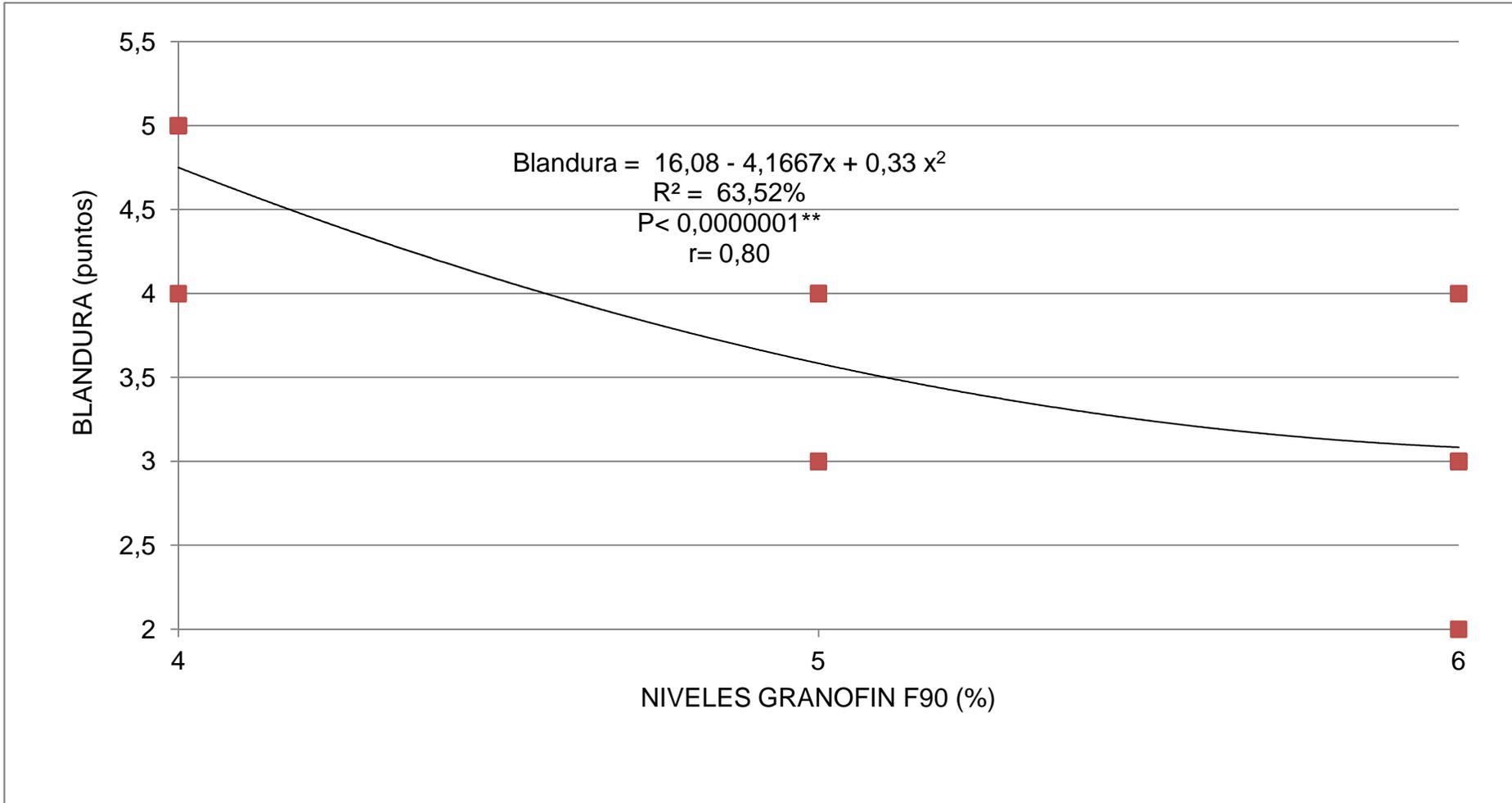


Gráfico 22. Regresión de la blandura del cuero caprino aplicando una curtición ecológica con diferentes niveles (4, 5 y 6%), de Granofin F 90, para la confección de calzado.

b. Por efecto de los ensayos

El efecto reportado por los ensayos sobre la variable sensorial de blandura del cuero caprino curtido con diferentes niveles de Granofin F 90, no determino diferencias estadísticas entre las medias de los tratamientos, ($P \geq 0,05$), sin embargo de carácter numérico se aprecia superioridad en los cueros del primer ensayo a que las medias fueron de 3,63 puntos y condición buena según la escala propuesta por Hidalgo, L. (2013); y que desciende a 3,78 puntos y condición buena en los cueros del segundo ensayo, por lo tanto numéricamente se aprecia que la mejor blandura se reporta en los cueros del primer ensayo, como se ilustra en el gráfico 23.

Por lo tanto al no existir diferencias estadísticas solo numéricas se afirma que los protocolos empleados en cada uno de los procesos de transformación de piel en cuero, han sido efectuados bajo los más estrictos controles es decir que el pesaje y dosificación de los productos químicos sea similar en cada uno de los ensayos es decir que se controla que el curtiente Granofin F 90 sea aplicado correctamente ya que según Palomas, J. (2005), este curtiente contiene componentes con efecto retardado dando lugar a un paulatino incremento de la astringencia del curtiente, sin perjudicar la blandura y caída del cuero caprino . También aquí se aprovecha el enmascaramiento temporal del sulfato, ya que los productos se aplican siempre en polvo. Condición previa para obtener productos adecuados a las necesidades de la práctica es, asimismo disponer de curtientes que se disuelvan con suficiente rapidez, así como de un sistema basificante, idóneo para la técnica del cuero.

Un aspecto tomado en cuenta son los procesos mecánicos de curtición es decir que el tiempo y velocidad de rodado sean similares, para dar como resultado cueros con características análogos, de beneficio para la empresa ya que al evitar posibles fallas en el cuero por formulaciones inadecuadas se puede recurrir a las bitácoras de cada fase y se determinara el error, al igual que se dotara de confiabilidad a los artesanos de obtener un material idéntico en el momento en

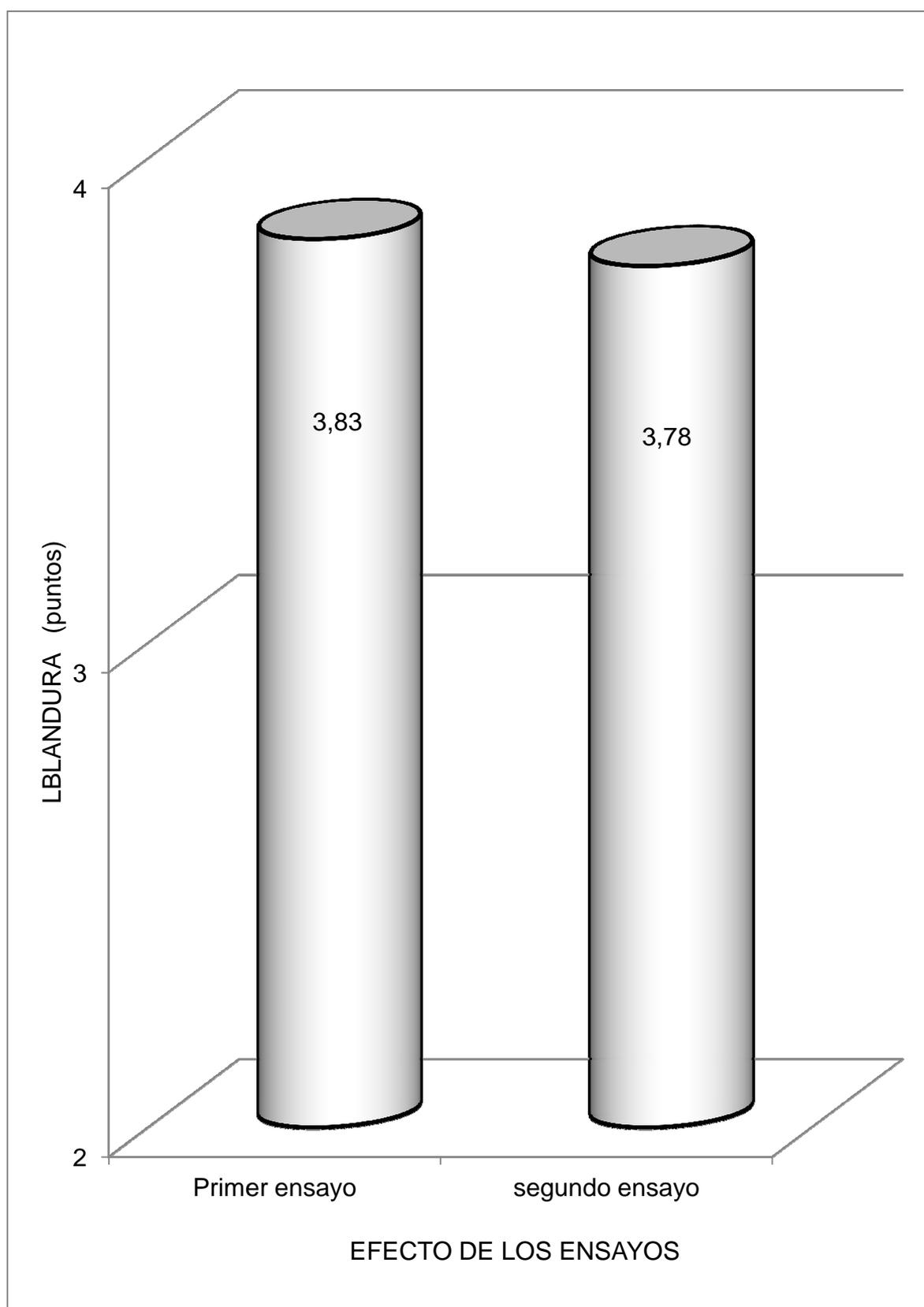


Gráfico 23. Comportamiento de la blandura del cuero caprino aplicando una curtición ecológica con diferentes niveles (4, 5 y 6%), de Granofin F 90, para la confección de calzado, por efecto de los ensayos.

que sus necesidades lo precisen pues es necesario recordar que un ensayo únicamente es la repetición de la experimentación las veces que sean necesarias es decir tratamientos y repeticiones, y que no existen ni cambios ni influencias de factores externos, como son clima, espacio, y tiempo.

c. Por efecto de la interacción entre los niveles de Granofin F 90 y los ensayos

En el análisis de los valores medios reportados para blandura del cuero caprino no se reportó diferencias estadísticas entre las medias de los tratamientos por efecto de la interacción entre los diferentes niveles de Granofin F 90, y los ensayos consecutivos, sin embargo de carácter numérico se reporta superioridad en el lote de cueros del tratamiento T1 en el primer ensayo (4%E1), ya que las medias fueron de 4,83 puntos y que desciende a 4,67 puntos en los cueros del tratamiento T1 en el segundo ensayo (4,67 puntos), a continuación en forma descendente se ubicaron los registros de los cueros del tratamiento T2 en el primero y segundo ensayo ya que las medias fueron de 3,67 puntos y 3,50 puntos; mientras tanto que los promedios más bajos de blandura se reportan con la aplicación del tratamiento T3 en el primero como en el segundo ensayo cuyas medias fueron de 3,00 puntos y 3,17 puntos respectivamente, como se reporta en el cuadro 11 y se ilustra en el gráfico 24.

De los resultados se induce que la aplicación de niveles bajos de Granofin F 90 (4%), en el segundo ensayo numéricamente producen cueros más blandos y con mejor caída, ideales para la confección de calzado casual que lleva muchos cortes y detalles que necesitan ser moldeados sin embargo es necesario acotar según Herfeld, H. (2004), que el cuero es un material muy noble y con performance propio cualquier variación en los procesos productivos sean estos ribera, curtido o acabado inciden sobre las sensaciones del juez el momento de la evaluación o por parte del artesano el momento de la confección del calzado, y que es muy importante pues mide la aptitud del cuero en el momento del uso diario ya que el usuario pasará periodo de tiempo largo y en continuo movimiento.

Cuadro 11. EVALUACIÓN DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DEL CUERO CAPRINO, PARA LA CONFECCIÓN DE CALZADO, POR EFECTO DE LA INTERACCIÓN ENTRE LOS DIFERENTES NIVELES (4, 5 Y 6%), DE GRANOFIN F 90, Y LOS ENSAYOS.

VARIABLE	EFECTO DE LA INTERACCIÓN NIVELES DE GRANOFIN F 90 POR ENSAYOS						EE	Sign.	Prob.
	4%E1	4%, E2	5% E1	5%, E2	6% E1	6% E2			
	T1E1	T1E2	T2E1	T1E2	T3E1	T3E2			
Suavidad, puntos.	3,33 a	3,00 a	3,67 a	3,50 a	4,50 a	4,67 a	0,22	0,53	ns
Llenura, puntos.	2,33 a	3,33 a	4,17 a	4,00 a	4,67 a	4,50 a	0,26	0,05	ns
Blandura, puntos.	4,83 a	4,67 a	3,67 a	3,50 a	3,00 a	3,17a	0,26	0,72	ns

Fuente: Yaguache, A. (2013).

EE: Error estándar.

Prob: Probabilidad.

Sign: Significancia.

** Promedios con letras diferentes en la misma fila difieren estadísticamente según Duncan ($P \leq 0,05$).

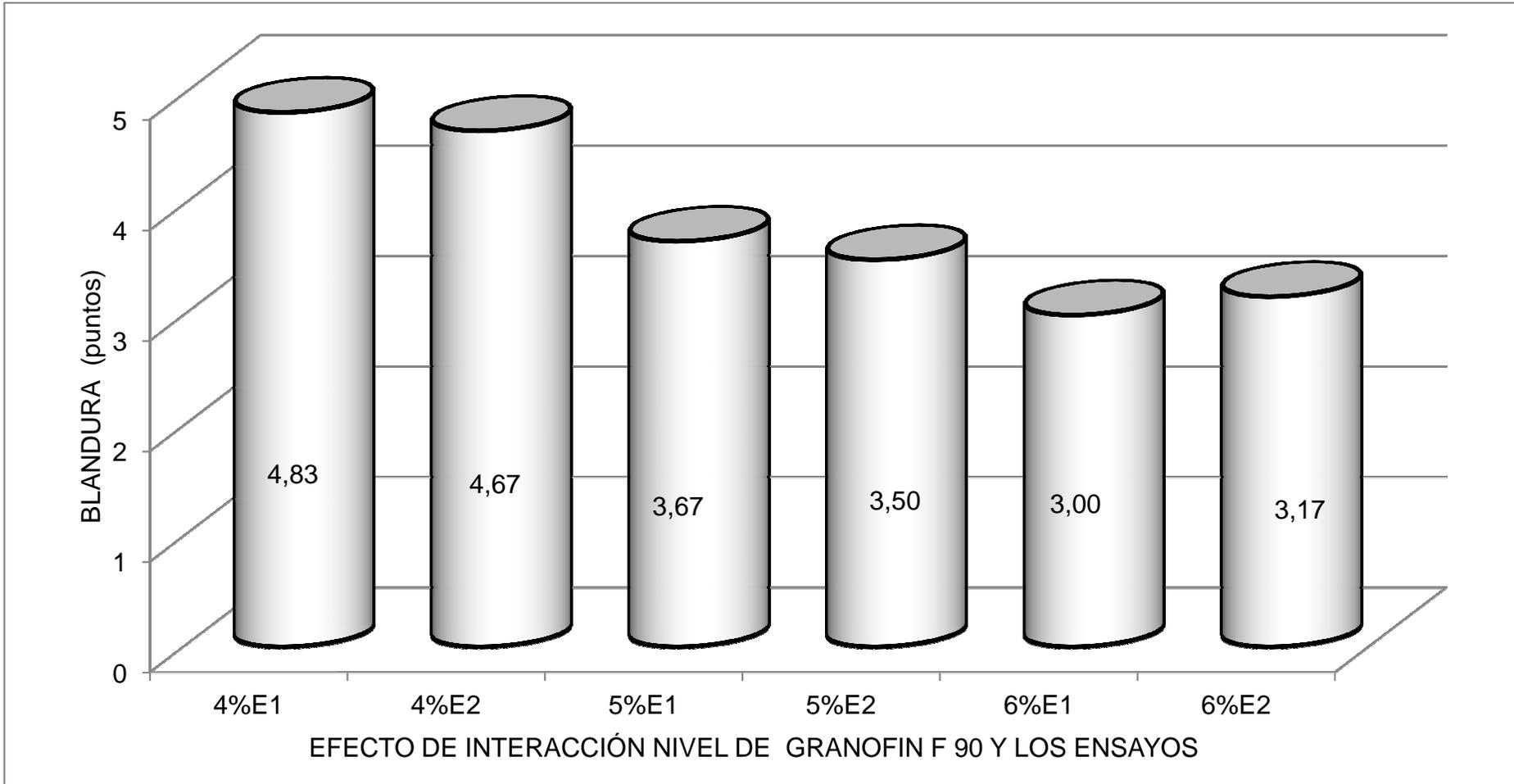


Gráfico 24. Comportamiento de la blandura del cuero caprino para la confección de calzado por efecto de la interacción entre los diferentes niveles (4, 5 y 6%), de Granofin F 90 y los ensayos.

C. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN ENTRE VARIABLES FÍSICAS Y SENSORIALES DEL CUERO CAPRINO PARA LA CONFECCIÓN DE CALZADO POR EFECTO DE LA INTERACCIÓN ENTRE LOS DIFERENTES NIVELES (4, 5 Y 6%), DE GRANOFIN F 90 Y LOS ENSAYOS

Considerando que en la etapa total de experimentación, se interrelacionan las variables tanto físicas como sensorias en función del porcentaje de Granofin F 90, para dar como resultado las siguientes afirmaciones de acuerdo a la matriz correlacional de Pearson que se indican en el cuadro 12.

El grado de asociación que existe entre la característica física de rotura de flor y el porcentaje de Granofin F 90, equivale a establecer una correlación positiva alta ($r = 0,66$), que nos permite estimar que conforme se incrementa el nivel de curtiente, la rotura de flor tiende a elevarse significativamente ($P < 0.01$).

Respecto a la resistencia a la tracción, se debe enfatizar que se registró una correlación alta positiva ($r = 0,89$), que indica que ante el incremento del porcentaje de sulfato de Granofin F 90 en la obtención del cuero caprino para la elaboración de calzado casual la resistencia a la tracción asciende con una probabilidad menor al 0.01.

La correlación existente entre el nivel de Granofin F 90, y la variable física de porcentaje de elongación del cuero caprino determina una asociación negativa baja, con un coeficiente de correlación de $r = -0,21$, donde indica que el porcentaje de elongación decrece a medida que se incrementa el porcentaje de curtiente ecológico, ($P < 0.01$).

El grado de asociación que existe entre la calificación sensorial de suavidad y el porcentaje de Granofin F 90, equivale a establecer una correlación positiva alta ($r = 0,74$), que nos permite estimar que conforme se incrementa el porcentaje de curtiente la suavidad tiende a incrementarse progresiva y significativamente ($P < 0.01$).

Cuadro 12. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN ENTRE VARIABLES FÍSICAS Y SENSORIALES DEL CUERO CAPRINO PARA LA CONFECCIÓN DE CALZADO POR EFECTO DE LA INTERACCIÓN ENTRE LOS DIFERENTES NIVELES (4, 5 Y 6%), DE GRANOFIN F 90 Y LOS ENSAYOS.

Tratamiento	Ruptura de Flor	Resistencia a la Tracción	Porcentaje de Elongación	Suavidad	Llenura	Blandura	
Tratamiento	1						
Ruptura de flor	0,66**	1					
Resistencia a la tracción	0,89**	0,75	1	**			
Porcentaje de Elongación	-0,21	-0,23	-0,02	1	**	*	
Suavidad	0,74**	0,40	0,71	0,06	1		
Llenura	0,72**	0,50	0,6	-0,15	0,38	1	
Blandura	-0,78**	0,47	-0,65	0,25	0,63	-0,62	1

Fuente: Yaguache, A. (2013).

** : La correlación es altamente significativa ($P \leq 0,01$).

La correlación que se reporta entre el nivel de Granofin F 90 y la llenura de los cueros caprinos determina una asociación positiva alta ($r = 0,72$), por lo que se puede afirmar que conforme se incrementa los niveles de curtiente ecológico la llenura también se incrementa en forma altamente significativa $P < 0,01$.

Finalmente la correlación que existe entre la blandura y el porcentaje de Granofin F 90, registra una asociación alta y negativa baja ($r = -0,78$), que indica que a medida que se incrementa el porcentaje de curtiente la blandura decrece en forma altamente significativa ($P < 0.01$).

D. EVALUACIÓN ECONÓMICA

Al realizar la evaluación económica de la producción de cuero caprino curtido con diferentes niveles de Granofin F 90, se observa que los egresos producto de la compra de pieles caprinas, productos químicos para cada una de las fases de producción, alquiler de maquinaria entre otros fueron de 135,76 dólares para el tratamiento T1; 136,36 dólares para el tratamiento T2 y finalmente 138,26 dólares para el tratamiento T3; en cuanto a los ingresos producto de la venta del excedente de cuero y de los productos confeccionados como fueron calzado de dama y caballero así mismo como botas y botines, se alcanzó 182,6 dólares para el tratamiento T1; 177,8 para el tratamiento T2 y 193,8 para el tratamiento T3; lo que permite estimar la relación beneficio costo más elevada con la utilización de 6% de Granofin F 90 (T3), ya que el valor nominal fue de 1,40; es decir que por cada dólar invertido se obtienen una utilidad de 40 centavos de dólar; seguida de los registros obtenidos en el cueros curtidos con 4% de Granofin F 90 (T1), con un beneficio costo de 1,35 es decir una ganancia de 35 centavos por cada dólar invertido, mientras tanto que la rentabilidad más baja de la investigación fue registrada en el lote de cueros curtidos con el 5% de curtiente (T2), como se indica en el cuadro 13.

Los resultados económicos reportados son positivos ya que reflejan ganancias alentadoras, sobre todo tomando en consideración que el tiempo de la actividad industrial es relativamente corto y comprende unos 4 meses en transformar varias partidas de cuero, con características óptimas tanto físicas como sensoriales,

para obtener primeramente un valor por pie cuadrado más alto especialmente al curtir con mayores niveles de Granofin F90, y luego una vez que se ha confeccionado el artículo final, el precio comercial se eleve, inclusive superando la calidad de productos importados que llegan a costar mucho más, por lo tanto de acuerdo a lo expuesto se puede ver que es una opción de inversión bastante interesante, ya que tanto los curtidores como los artesanos pueden disponer de una materia prima de excelente calidad que proporcionara un costo más elevado y sobre todo se pretende solucionar un grave problema de contaminación al utilizar una curtiembre con cromo que es un elemento que al desprenderse a los efluentes de las tenerías sin la aplicación de tecnologías limpias, provoca un daño ambiental a veces irremediable.

Cuadro 13. COSTOS DE LA INVESTIGACIÓN

CONCEPTO	NIVELES DE GRANOFIN F 90		
	4% T1	5% T2	6% T3
Compra de pieles caprinas	12	12	12
Costo por piel caprina	4,5	4,5	4,5
Valor de pieles caprinas	54	54	54
Productos para pelambre	12,8	12,8	12,8
Productos para descarnado (curtido)	23,8	24,4	26,3
Productos para engrase	16,26	16,26	16,26
Productos para acabado	13,9	13,9	13,9
Alquiler de Maquinaria	15	15	15
TOTAL DE EGRESOS	135,76	136,36	138,26
INGRESOS			
Total de cuero producido	73	69	74
Costo cuero producido pie 2	0,54	0,51	0,54
Cuero utilizado en confección	12	8	10
Excedente de cuero	61	61	64
Venta de excedente de cuero	87,6	82,8	88,8
Venta de artículos confeccionados	95	95	105
Total de ingresos	182,6	177,8	193,8
Beneficio costo	1,35	1,30	1,40

Fuente: Yaguache, A. (2013).

V. CONCLUSIONES

- La curtición de pieles caprinas con el 6% de Granofin F 90, reportó los resultados más eficientes a la ruptura de flor (11,34 mm), y resistencia a la tracción (34.93 N/cm²), registrándose diferencias altamente significativas, superando ampliamente con las exigencias de calidad del Instituto de Normalización, del Ecuador, es decir cueros que soportan las tensiones multidireccionales para moldearse de la forma plana a la espacial en momento de la confección y sobre todo no provocan molestias al usuario.
- En la apreciación sensorial se registró las calificaciones más altas de suavidad (4,58 puntos), y llenura (4,58 puntos), al aplicar 6% de curtiente ecológico; es decir que, el material producido presenta la mejor aptitud para la confección de calzado casual, en el cual se necesita de un producto con una llenura óptima para que el calzado no se deforme rápidamente en el uso práctico, pero al mismo tiempo no perder la suavidad, performance típico del cuero.
- El beneficio costo más alto se obtuvo al trabajar con el 6% de curtiente Granofin F 90, ya que el valor fue de 1,40; es decir, el 40 centavos por cada dólar invertido, que al ser comparado con el de otras actividades industriales es rentable y sobre todo más segura.

VI. RECOMENDACIONES

De los resultados obtenidos se desprende las siguientes recomendaciones:

- Utilizar el curtiente ecológico Granofin F 90; para obtener baños totalmente agotados en el proceso de curtido, lo cual asegura un mínimo impacto ambiental a los líquidos residuales y un leve tratamiento de las aguas residuales; lo cual disminuirá los costos de administración ambiental.
- Curtir con niveles altos de Granofin F 90 para obtener, en el cuero destinado a la confección de calzado casual, los mejores resultados en las resistencias físicas y las mayores calificaciones sensoriales, a más de precautelar las condiciones ambientales y disminuir la dependencia del cromo que es el curtiente tradicional que al no ser tratado adecuadamente con tecnologías apropiadas puede provocar una contaminación irreversible.
- Considerar este tipo de investigaciones, con diferentes niveles de Granofin F 90; así como también, combinaciones con distintos pre curtientes para aún más agotar el baño residual del proceso de curtido. Investigar con otros productos que tengan el mismo principio genérico o composición química.

VII. LITERATURA CITADA

1. ABRAHAM. A, 2005. Caprino cultura I. 2a. ed. México, México D.F. Edit. LIMUSA. pp. 25 – 83.
2. ADZET, J. 2005. Química Técnica de Tenería. España. 1ª ed. Igualada, España. Edit. Romanya-Valls. pp. 105,199 – 215.
3. AGRAZ, G. 2005. Cría y explotación de la cabra lechera en México. 1a ed. México D.F, México. Edit. TRUCCO. pp. 45, 55, 63,75.
4. ARTIGAS, M. 2007. Manual de Curtiembre. Avances en la Curtición de pieles. 2a ed. Barcelona-España. Edit. Latinoamericana. pp. 12, 24, 87,96.
5. BACARDIT, A. 2004. Química Técnica del Cuero. 2a ed. Cataluña, España. Edit. COUSO. pp. 12-52-69.
6. COTANCE, A. 2004. Ciencia y Tecnología en la Industria del Cuero. 1a ed. Igualada, España. Edit. Curtidores Europeos. pp. 23 - 32.
7. ESPAÑA, 2002. Asociación Española de Normalización del Cuero, (GERIC), Norma Técnica IUP 9. Resistencia a la tensión.
8. ESPAÑA, 2002. Asociación Española de Normalización del Cuero, (GERIC), Norma Técnica IUP 9. Porcentaje de elongación.
9. ESPAÑA, 2002. Asociación Española de Normalización del Cuero, (GERIC), Norma Técnica IUP 9. Lastometría.
10. ECUADOR, ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO (ESPOCH). 2011. Estación Meteorológica, Facultad de Recursos Naturales. Riobamba, Ecuador.

11. HERFELD, H. 2004. Investigación en la mecanización racionalización y automatización de la industria del cuero. 2a ed. Rusia, Moscú Edit. Chemits. pp. 157 – 173.
12. FRANEL, A. 2004. Tecnología del Cuero. 3a ed. Barcelona, España. Edit Basf. pp. 23 - 25
13. FRANCKE, H. 2007. Tecnologías modernas para la optimización del proceso de curtición al cromo. Munich, Alemania. EditLahstein Z&S. pp. 23 – 29.
14. FONTALVO, J. 2009. Características de las películas de emulsiones acrílicas para acabados del cuero. sn. Medellín, Colombia. Edit. Rohm and Hass. pp. 19 – 41.
15. HIDALGO, L. 2004. Texto básico de Curtición de pieles. sn. Riobamba, Ecuador. Edit. ESPOCH. pp. 10 – 56.
16. HIDALGO, L. 2013. Escala de calificación para variables sensoriales de los cueros caprinos curtidos con diferentes niveles de Granosin S 90. Riobamba, Ecuador.
17. <http://wwwprocesos.blogcindario.com>. (2013). Adzet, M. Procesos de ribera de las pieles caprinas.
18. <http://wwwcurticionpielcaprina.com>. (2013). Armenia, A. Remojo, pelambre y calero de las pieles caprinas.
19. <http://www.hewit.com>. (2013). Adzet M. Procesos de curtición de las pieles caprinas
20. <http://www.caprinocultura.com>. (2013). Agraz, G. Hábitos y costumbres de los caprinos de nuestra serranía.

21. <http://www.podoortosis.com>. (2013). Lidia, P. Curtición propiamente dicha de pieles caprinas.
22. <http://www.cuerocaprino.com>. (2013). Agraz, G. Curtición al cromo de las pieles caprinas.
23. <http://www.asebio.com>.(2013). Alves, M. Observación de manchas luego del proceso de curtido de pieles caprinas.
24. <http://capraproyecto.iespana.es>. (2013). Argemto, D. Baja estabilidad al hervido de una muestra rectangular del cuero (culatas) teóricamente curtido.
25. <http://www.proquimsaec.com>. (2013). Borrás, M. Propiedades generales del cromo para el curtido de cueros caprinos.
26. <http://www.tilz.tearfund.com>. (2013). Cabastrol, A. Cueros de flor suelta y tacto esponjoso
27. <http://www.p2pays.org>.(2013). Bartlett, R. Características del curtiembre Granosin S 90.
28. <http://www.worldlingo.com>. (2013). Bouchard, J. Practica de curtición al cromo, de pieles caprinas.
29. <http://wwwTanningandLeatherSpanish.com>. 2013. Garrote, J.Curticiones de agotamiento alto del baño.
30. <http://www.coselsa.com>. (2013). Gratacos, E. La recirculación de los baños de cromo desde que tiempo se realiza.
31. <http://www.p2pays.org>. 2013. Gutierrez, L. Los productos utilizados en la curtiembre de pieles caprinas.

32. <http://wwwforos.hispavista.com>. (2013). Greiff, H. Efectos del depilado sobre los residuales.
33. <http://wwwcasaquimica.com>.(2013). Jonas, M. Recirculación del cromo después de precipitación y redisolución.
34. <http://www.tdc-home.com>. (2013). Jurado, R. Una sustitución parcial de cromo parece ser la salida.
35. <http://www2.ine.gob.mx>. (2013). Kabdasli Y. Neutralizado y recurtición de pieles caprinas.
36. <http://www.trabajoscurtidodecuero.html>. (2013). Mijaylova, P. Procesos de acabado en seco de los cueros caprinos.
37. <http://www.monografias.com>. (2013). Moeller, G. Aplicación de la capa del acabado del cuero caprino.
38. <http://es.wikipediacuero.org>. (2013). Romera E. El sulfuro de sodio y sus efectos como depilante.
39. <http://wwwcuentame.inegi.gob.mx>. (2013). Soler, J. Efectos de la distribución no uniforme del cromo en la piel.
40. <http://wwwcapraproyecto.iespana.com>. (2013), Wenzel, W. Efectos del curtido sobre el espesor del cuero.
41. <http://procesosiii.blogcindario.com>. (2013). Zachara, M. Cualidades que se obtienen con el curtido con cromo de alto agotamiento en pieles caprinas.
42. <http://www.info@cueronet.com>. (2013). Zurita, K. La curtición ecológica de de pieles caprinas.

43. LACERCA, M. 2003. Curtición de Cueros y Pieles. 1a ed. Buenos Aires, Argentina. Edit. Albatros. pp. 1, 5, 6, 8, 9,10.
44. LIBREROS, J. 2003. Manual de Tecnología del cuero. 1a ed. Edit. EUETII. Igualada, España. pp. 13 – 24, 56, 72.
45. LULTCS, W. 2006. IX Conferencia de la Industria del Cuero. se. Barcelona-España. Edit. Separata Técnica. pp. 2, 4, 6, 9, 11, 25, 26, 29,45.
46. RIVERO, A. 2001. Manual de Defectos en Cuero. 1a ed. Igualada, España. Edit. CIATEG A.C. pp. 23 – 29.
47. SCHORLEMMER, P. 2002. Resistencia al frote del acabado del cuero. 2a ed. Asunción, Paraguay. sl. pp. (19, 26, 45, 52, 54, 56).
48. SOLER, J. 2008. Procesos de Curtido. sn. Barcelona, España. Edit. CETI. pp. 12, 45, 97,98.
49. PALOMAS, J. 2005. Química técnica de tenería. 1a ed. Igualada, España. Edit Universidad Politécnica de Cataluña. pp. 45 - 56.
50. THORSTENSEN, E. 2002. El cuero y sus propiedades en la Industria. 3a ed. Munich, Italia. Edit. Interamericana. pp. 325- 386.
51. 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. Análisis estadístico de la ruptura de flor del cuero caprino aplicando una curtición ecológica con diferentes niveles de Granofin F 90, para calzado.

1. Datos estadísticos

t	e	REPETICIONES						SUMA	MEDIA
		I	II	III	IV	V	VI		
4%	1	8,85	8,42	8,12	7,13	8,43	7,67	48,62	8,10
4%	2	8,48	7,3	7,45	7,23	7,63	8,89	46,98	7,83
5%	1	8,93	7,91	8,25	7,34	8,67	7,29	48,39	8,07
5%	2	12,41	11	12,16	14,11	12,46	12,57	74,71	12,45
6%	1	9,7	9,31	9,98	12,16	12,49	11,39	65,03	10,84
6%	2	12,52	11,79	12,13	10,86	11,58	12,11	70,99	11,83

2. Análisis de Varianza.

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	131,94	5	26,39	35,46	0,0001
t	71,03	2	35,51	47,72	0,0001
e	26,08	1	26,08	35,04	0,0001
t*e	34,83	2	17,42	23,4	0,0001
Error	22,33	30	0,74		
Total	154,26	35			

3. Separación de medias según Duncan por efecto del nivel de Granofin F90.

Niveles	media	grupo	EE
4%	7,97	c	0,25
5%	10,26	b	0,25
6%	11,34	a	0,25

4. Separación de medias según Duncan por efecto de los ensayos.

Ensayo	media	grupo	EE
Primer ensayo	9,00	b	0,2
Segundo ensayo	10,70	a	0,2

5. Separación de medias según Duncan por efecto de la interacción nivel de Granofin F90 por ensayos.

Interacción	Media	Grupo	EE
4%E1	8,10	b	0,35
4%E2	7,83	c	0,35
5%E1	8,07	b	0,35
5%E2	12,45	a	0,35
6%E1	10,84	a	0,35
6%E2	11,83	a	0,35

6. Análisis de la varianza de la regresión.

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	68,0740167	68,0740167	26,8534737	9,9716E-06
Residuos	34	86,1905833	2,53501716		
Total	35	154,2646			

Anexo 2. Análisis estadístico de la resistencia a la tracción del cuero caprino aplicando una curtición ecológica con diferentes niveles de Granofin F90, para calzado.

1. Datos estadísticos

t	e	REPETICIONES						SUMA	MEDIA
		I	II	III	IV	V	VI		
4%	1	20,25	25,39	21,34	21,56	22,58	24,65	135,77	22,63
4%	2	22,33	17,38	22,67	21,12	20,21	19,67	123,38	20,56
5%	1	32,9	25,69	22,45	19,6	25,43	27,56	153,63	25,61
5%	2	31,27	29,69	26,12	27,45	28,12	29,32	171,97	28,66
6%	1	34,5	35,34	34,57	36,12	37,25	38,34	216,12	36,02
6%	2	34,59	37,12	34,78	31,51	30,29	34,78	203,07	33,85

2. Análisis de Varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	1132,44	5	226,49	33,7	<0,0001
t	1077,43	2	538,72	80,16	<0,0001
e	1,4	1	1,4	0,21	0,6513
t*e	53,61	2	26,81	3,99	0,0291
Error	201,61	30	6,72		
Total	1334,05	35			

3. Separación de medias según Duncan por efecto del nivel de Granofin F90.

Niveles	media	grupo	EE
4%	21,60	c	0,75
5%	27,13	b	0,75
6%	34,93	a	0,75

4. Separación de medias según Duncan por efecto de los ensayos

Ensayo	media	grupo	EE
Primer ensayo	28,08	a	0,61
Segundo ensayo	27,69	a	0,61

5. Separación de medias según Duncan por efecto de la interacción nivel de Granofin F90 por ensayos.

Interacción	Media	Grupo	EE
4%E1	22,63	c	1,06
4%E2	20,56	c	1,06
5%E1	25,61	b	1,06
5%E2	28,66	b	1,06
6%E1	36,02	a	1,06
6%E2	33,85	ab	1,06

6. Análisis de varianza de la regresión

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	12,04166667	12,04166667	40,2155525	3,1124E-07
Residuos	34	10,18055556	0,299428105		
Total	35	22,22222222			

Anexo 3. Análisis estadístico del porcentaje a la elongación del cuero caprino aplicando una curtición ecológica con diferentes niveles de Granofin F90, para calzado.

1. Datos estadísticos

t	e	REPETICIONES						SUMA	MEDIA
		I	II	III	IV	V	VI		
4%	1	86	75	84	82	80	94,56	501,56	83,59
4%	2	94,6	92,4	94,61	94,89	93,12	91,14	560,76	93,46
5%	1	71,4	64,1	70,34	68,71	65,98	64,91	405,44	67,57
5%	2	66,9	67,6	65,21	66,73	65,37	66,43	398,24	66,37
6%	1	85,3	85,43	86,34	87,67	84,31	89,46	518,51	86,42
6%	2	86,52	89,87	82,23	83,67	84,78	85,81	512,88	85,48

2. Análisis de Varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	3624,1	5	724,82	66,16	<0,0001
t	3325,09	2	1662,54	151,76	<0,0001
e	59,73	1	59,73	5,45	0,0264
t*e	239,29	2	119,64	10,92	0,0003
Error	328,66	30	10,96		
Total	3952,76	35			

3. Separación de medias según Duncan por efecto del nivel de Granofin F90.

Niveles	media	grupo	EE
4%	88,53	b	0,96
5%	66,97	b	0,96
6%	85,95	a	0,96

4. Separación de medias según Duncan por efecto de los ensayos.

Ensayo	media	grupo	EE
Primer ensayo	79,20	b	0,78
Segundo ensayo	81,77	a	0,78

5. Separación de medias según Duncan por efecto de la interacción nivel de Granofin F90 por ensayos.

Interacción	Media	Grupo	EE
4%E1	83,59	b	1,35
4%E2	93,46	a	1,35
5%E1	67,57	c	1,35
5%E2	66,37	c	1,35
6%E1	86,42	b	1,35
6%E2	85,48	b	1,35

6. Análisis de varianza de la regresión

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	2	3325,087739	1662,543869	87,408707	6,5122E-14
Residuos	33	627,671425	19,02034621		
Total	35	3952,759164			

Anexo 4. Análisis estadístico de la suavidad del cuero caprino aplicando una curtición ecológica con diferentes niveles de Granofin F 90, para calzado.

1. Datos estadísticos

t	e	REPETICIONES						SUMA	MEDIA
		I	II	III	IV	V	VI		
4%	1	3	3	4	3	4	3	20	3,33
4%	2	3	3	4	3	3	2	18	3,00
5%	1	4	4	3	4	3	4	22	3,67
5%	2	3	4	4	3	4	3	21	3,50
6%	1	4	4	5	4	5	5	27	4,50
6%	2	5	5	4	5	4	5	28	4,67

2. Análisis de Varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	13,22	5	2,64	8,81	<0,0001
t	12,72	2	6,36	21,2	0,0001
e	0,11	1	0,11	0,37	0,5474
t*e	0,39	2	0,19	0,65	0,5302
Error	9	30	0,3		
Total	22,22	35			

3. Separación de medias según Duncan por efecto del nivel de Granofin F90.

Niveles	media	grupo	EE
4%	3,17	b	0,16
5%	3,58	b	0,16
6%	4,58	a	0,16

4. Separación de medias según Duncan por efecto de los ensayos.

Ensayo	media	grupo	EE
Primer ensayo	3,83	a	0,13
Segundo ensayo	3,72	a	0,13

5. Separación de medias según Duncan por efecto de la interacción nivel de Granofin F90 por ensayos.

Interacción	Media	Grupo	EE
4%E1	3,33	a	0,22
4%E2	3,00	a	0,22
5%E1	3,67	a	0,22
5%E2	3,50	a	0,22
6%E1	4,50	a	0,22
6%E2	4,67	a	0,22

6. Análisis de varianza de la regresión.

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	2	12,72	6,36	22,10	0,000001
Residuos	33	9,50	0,29		
Total	35	22,22			

Anexo 5. Análisis estadístico de la llenura del cuero caprino aplicando una curtición ecológica con diferentes niveles de Granofin F 90, para calzado.

1. Datos estadísticos

t	e	REPETICIONES						SUMA	MEDIA
		I	II	III	IV	V	VI		
4%	1	2	2	3	2	3	2	14	2,33
4%	2	4	2	3	4	3	4	20	3,33
5%	1	4	4	4	5	4	4	25	4,17
5%	2	5	3	3	4	4	5	24	4,00
6%	1	4	5	5	5	4	5	28	4,67
6%	2	5	4	5	4	5	4	27	4,50

2. Análisis de Varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	22,67	5	4,53	11,03	<0,0001
t	19,5	2	9,75	23,72	0,0001
e	0,44	1	0,44	1,08	0,3068
t*e	2,72	2	1,36	3,31	0,0502
Error	12,33	30	0,41		
Total	35	35			

3. Separación de medias según Duncan por efecto del nivel de Granofin F90.

Niveles	media	grupo	EE
4%	2,83	b	0,19
5%	4,08	b	0,19
6%	4,58	a	0,19

4. Separación de medias según Duncan por efecto de los ensayos.

Ensayo	media	grupo	EE
Primer ensayo	3,72	a	0,15
Segundo ensayo	3,94	a	0,15

5. Separación de medias según Duncan por efecto de la interacción nivel de Granofin F90 por ensayos.

Interacción	Media	Grupo	EE
4%E1	2,33	a	0,26
4%E2	3,33	a	0,26
5%E1	4,17	a	0,26
5%E2	4,00	a	0,26
6%E1	4,67	a	0,26
6%E2	4,50	a	0,26

6. Análisis de varianza de la regresión.

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	2	19,50	9,75	20,76	0,000001
Residuos	33	15,50	0,47		
Total	35	35,00			

Anexo 6. Análisis estadístico de la blandura del cuero caprino aplicando una curtición ecológica con diferentes niveles de Granofin F 90, para calzado.

1. Datos estadísticos

t	e	REPETICIONES						SUMA	MEDIA
		I	II	III	IV	V	VI		
4%	1	5	5	5	4	5	5	29	4,83
4%	2	5	5	4	5	4	5	28	4,67
5%	1	4	4	4	3	4	3	22	3,67
5%	2	4	3	4	4	3	3	21	3,50
6%	1	3	3	3	4	3	2	18	3,00
6%	2	3	4	3	2	3	4	19	3,17

2. Análisis de Varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	17,81	5	3,56	10,86	<0,0001
t	17,56	2	8,78	26,78	0,0001
e	0,03	1	0,03	0,08	0,773
t*e	0,22	2	0,11	0,34	0,7152
Error	9,83	30	0,33		
Total	27,64	35			

3. Separación de medias por efecto del nivel de neutralizante

Niveles	media	grupo	EE
4%	4,75	b	0,19
5%	3,58	b	0,19
6%	3,08	a	0,19

4. Separación de medias según Duncan por efecto de los ensayos.

Ensayo	media	grupo	EE
Primer ensayo	3,83	a	0,15
Segundo ensayo	3,78	a	0,15

5. Separación de medias según Duncan por efecto de la interacción nivel de Granofin F90 por ensayos.

Interacción	Media	Grupo	EE
4%E1	4,83	a	0,26
4%E2	4,67	a	0,26
5%E1	3,67	a	0,26
5%E2	3,50	a	0,26
6%E1	3,00	a	0,26
6%E2	3,17	a	1,26

6. Análisis de varianza de la regresión.

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	2	17,56	8,78	28,73	0,0000001
Residuos	33	10,08	0,31		
Total	35	27,64			

Anexo 7. Receta de los procesos de curtición de pieles caprinas utilizando una curtición ecológica con 4% de Granofin F 90, para calzado.

PROCESO	OPERACIÓN	PRODUCTO	%	CANTIDAD	TEMPERATURA	TIEMPO
W (11) Kg		Agua	200	22 ltr	Ambiente	30 m
REMOJO	BAÑO	Tenso activo	1	110 g		
		Cloro	1 sachet	63 ml		
	BOTAR BAÑO					
	BAÑO	Agua	200	22 ltr	Ambiente	3h
Tenso activo		0.5	55 g			
NaCl sal		2	220 g			
BOTAR BAÑO						
EMBADURNADO	REALIZAR PASTA	Agua	5	6 ltr	Ambiente	12 h
		Ca(OH) ₂ cal	3	330 g		
		Na ₂ S sulfuro de Na	2.5	275 g		
		Yeso	1	110 g		
SACAR EL PELO CON LA MANO						
W (10) Kg PELAMBRE EN EL BOMBO	BAÑO	Agua	100	10 ltr	Ambiente	10 m
		Na ₂ S sulfuro de Na	0.4	40 g		10 m
		Na ₂ S sulfuro de Na	0.4	40 g		10 m
		Agua	50	5 ltr		10 m
		NaCl sal	0.5	50 g		10 m
		Na ₂ S sulfuro de Na	0.5	50 g		30 m
		Ca(OH) ₂ cal	1	100 g		30 m
		Ca(OH) ₂ cal	1	100 g		30 m
		Ca(OH) ₂ cal	1	100 g		3 h
	REPOSAR EL BOMBO POR 20 HORAS					
	RODAR EL BOMBO POR 30 MINUTOS					
	BOTAR BAÑO					
	BAÑO	Agua	200	20 ltr	Ambiente	20 m
	BOTAR BAÑO					
BAÑO	Agua	100	10 ltr	Ambiente	30m	
	Ca(OH) ₂ cal	1	100 g			
BOTAR BAÑO						

Anexo 8. Receta para el desencalado rendido y purgado de pieles caprinas utilizando una curtición ecológica con 4% de Granofin F 90, para calzado.

PROCESO	OPERACIÓN	PRODUCTO	%	CANTIDAD	TEMPERATURA	TIEMPO	
W (12) Kg DESENCALADO	BAÑO	Agua	200	24 ltr	25	30m	
		Agua	200	24 ltr	25	60m	
		Agua	100	12 ltr	25	60m	
		NaHSO ₃ bisulfito de Na	1	120 g			
		NaCOOH formiato de Na	1	120 g	25	60m	
		Agua	200	24 ltr	25	20m	
		Agua	100	12 ltr	35	40m	
		Purga	0.5	60 g			
BOTAR BAÑO							
RENDIDO Y PURGADO		Agua	200	24 ltr	Ambiente	20m	
	BOTAR BAÑO						
		Agua	100	12 ltr	Ambiente	10m	
		NaCl sal	5	600 g		20m	
		HCOOH ac. Fórmico 1-10	1.4				
		1ra parte diluida		560 g			
		2da parte		560 g		20m	
		3ra parte		560 g		60m	
		HCOOH ac. Fórmico 1-10	0.4				
		1ra parte diluida		160 g		20m	
		2da parte		160 g		20m	
		3ra parte		160 g		20m	
	BOTAR BAÑO						
DESENGRASE		Agua	100	12 ltr	35	60 m	
	BAÑO	Tenso activo (deja)	2	240 g			
		Diesel	4	480 g			
	BOTAR BAÑO						
	BAÑO	Agua	100	12 ltr	35	30m	
		Tenso activo (deja)	2	240 g			
BOTAR BAÑO							

Anexo 9. Receta para el piquelado y curtido de pieles caprinas utilizando una curtición ecológica con 4% de Granofin F 90, para calzado.

PROCESO	OPERACIÓN	PRODUCTO	%	CANTIDAD	TEMPERATURA	TIEMPO
PIQUELADO	BAÑO	Agua	100	12 ltr		20m
		NaCl sal	6	720 g		
		HCOOH ác. fórmico 1-10				
		1ra parte diluida		560 g		
		2da parte		560 g		20m
		3ra parte	1.4	560 g	Ambiente	60m
		HCOOH ác. fórmico 1-10				20m
		1ra parte diluida		160 g		20m
		2da parte		160 g		20m
		3ra parte	0.4	160 g		60m
REPOSO 1 NOCHE						
RODAR EL BOMBO POR 30 min						
CURITDO		GRANOFIN F90	4		Ambiente	60m
		Basificante 1-10				60m
		1ra parte diluida	1	400 G		
		2da parte		400 G		60m
		3ra parte		400 G		5h
		Agua	100	12 ltr		30m
BOTAR BAÑO						
CUERO WETHBLUE						
APILAR PERCHA Y RASPAR CALIBRE 1,2 mm						

Anexo 10. Receta para el recurtido del cuero caprino utilizando una curtición ecológica con 4% de Granofin F 90, para calzado.

PROCESO	OPERACIÓN	PRODUCTO	%	CANTIDAD	TEMPERATURA	TIEMPO	
W (5)Kg	BAÑO	Agua	100	5 ltr	Ambiente	40m	
		Cromo	4	200 g			
		Tanal W	2	100 g			
	BOTAR BAÑO						
NEUTRALIZADOR		Agua	200	10 ltr	Ambiente	20m	
	BOTAR BAÑO						
		Agua	200	10 ltr	Ambiente	20m	
	BOTAR BAÑO						
		Agua	100	5 ltr		60m	
		NaCOOH formiato Na	1	50 g	Ambiente		
		Recurtiente neutral Pak	3	150 g		60m	
	BOTAR BAÑO						
		Agua	300	15 ltr	Ambiente	40m	
	BOTAR BAÑO						
RECURTIDO	BAÑO	Agua	60	3 ltr	35	10m	
		Dispersante	2	100 g			
		Anilina en polvo	3	150 g		40m	
		Agua	30	1.5 ltr	50	60m	
		Mimosa	4	200 g			
		Re curtiente acrílico 1-5	2	500 g			
		Re llenante de faldas	2	100 g			
		Agua	100	5 ltr	70	60m	
		Ester fosfórico 1-5	6	1.5 Kg			
		Parafina sulfoclorada 1-5	4	1 Kg			
		Aceite crudo 1-5	1	250 g			
		HCOOH ac. Fórmico 1-10	1	500 g			
		HCOOH ac. Fórmico 1-10	1	500 g			
		Anilina catiónica 1-5	0.5	125 g			
		HCOOH ac. Fórmico 1-10	0.5	250 g			
		Anilina catiónica 1-5	0.5	125 g			
		Aceite catiónico 1-5	1	250 g			
		BOTAR BAÑO					
		BAÑO	Agua	200	10 ltr	Ambiente	200m
	BOTAR BAÑO						
PERCHAR ESTIRAR Y PLANCHAR							

Anexo 11. Receta para el acabado y lacado del cuero plena flor con un proceso de curtición ecológica con 4% de Granofin F 90, para calzado.

PROCESO	OPERACIÓN	PRODUCTO	CANT. (g)	TEMPERATURA
PINTADO	REALIZAR UNA MEZCLA	Pigmento café catiónico	100	40
		Cera catiónico	50	
		Poliuretano catiónico	150	
		Ligante acrílico catiónico	150	
		Agua	550	
APLICAR A SOPLETE Y DEJAR SECAR				
PINTADO	REALIZAR UNA MEZCLA	Pigmento negro catiónico	150	
		Cera	30	
		Filler	50	
		Caseína	100	
		Ligante acrílico	150	
		Poliuretano	200	
		Agua	320	
APLICAR A SOPLETE Y DEJAR SECAR				
LACADO	REALIZAR UNA MEZCLA	Penetrante	20	
		Complejo metálico	20	
		Hidro-laca	400	
		Agua	560	
APLICAR A SOPLETE Y DEJAR SECAR				

Anexo 12. Receta para curtido de pieles caprinas utilizando una curtiembre ecológica con 5% de Granofin F 90, para calzado.

PROCESO	OPERACIÓN	PRODUCTO	%	CANTIDAD	TEMPERATURA	TIEMPO	
W (11.5) Kg		Agua	200	23 ltr	Ambiente	30 m	
REMOJO	BAÑO	Tenso activo	1	115 g			
		Cloro	1 sachet	63 ml			
	BOTAR BAÑO						
	BAÑO	Agua	200	23 ltr	Ambiente	3h	
Tenso activo		0.5	57.5 g				
NaCl sal		2	230 g				
BOTAR BAÑO							
EMBADURNADO	REALIZAR PASTA	Agua	5	5.75 ltr	Ambiente	12 h	
		Ca(OH)2 cal	3	345 g			
		Na2S sulfuro de Na	2.5	287.5 g			
		Yeso	1	115 g			
SACAR EL PELO CON LA MANO							
W (8) Kg PELAMBRE EN EL BOMBO	BAÑO	Agua	100	8 ltr	Ambiente	10 m	
		Na2S sulfuro de Na	0.4	32 g		10 m	
		Na2S sulfuro de Na	0.4	32 g		10 m	
		Agua	50	4 ltr			
		NaCl sal	0.5	40 g		10 m	
		Na2S sulfuro de Na	0.5	40 g		30 m	
		Ca(OH)2 cal	1	80 g		30 m	
		Ca(OH)2 cal	1	80 g		30 m	
		Ca(OH)2 cal	1	80 g		3 h	
	REPOSAR EL BOMBO POR 20 HORAS						
	RODAR EL BOMBO POR 30 MINUTOS						
	BOTAR BAÑO						
	BAÑO	Agua	200	16 ltr	Ambiente	20 m	
	BOTAR BAÑO						
BAÑO	Agua	100	8 ltr	Ambiente	30m		
	Ca(OH)2 cal	1	80 g				
BOTAR BAÑO							

Anexo 13. Receta para el desencalado rendido y purgado de pieles caprinas utilizando una curtición ecológica con 5% de Granofin F 90, para calzado.

PROCESO	OPERACIÓN	PRODUCTO	%	CANTIDAD	TEMPERATURA	TIEMPO	
W (10) Kg DESENCALADO	BAÑO	Agua	200	20 ltr	25	30m	
		Agua	200	20 ltr	25	60m	
		Agua	100	10 ltr	25	60m	
		NaHSO ₃ bisulfito de Na	1	100 g			
		NaCOOH formiato de Na	1	100 g	25	60m	
		Agua	200	20 ltr	25	20m	
		Agua	100	10 ltr	35	40m	
		Purga	0.5	50 g			
BOTAR BAÑO							
RENDIDO Y PURGADO		Agua	200	20 ltr	Ambiente	20m	
	BOTAR BAÑO						
		Agua	100	10 ltr	Ambiente	10m	
		NaCl sal	5	500 g		20m	
		HCOOH ac. Fórmico 1-10	1.4				
		1ra parte diluida		466 g			
		2da parte		466 g		20m	
		3ra parte		466 g		60m	
		HCOOH ac. Fórmico 1-10	0.4				
		1ra parte diluida		133 g		20m	
		2da parte		133 g		20m	
		3ra parte		133 g		20m	
	BOTAR BAÑO						
DESENGRASE		Agua	100	10 ltr	35	60 m	
	BAÑO	Tenso activo (deja)	2	200 g			
		Diesel	4	400 g			
	BOTAR BAÑO						
	BAÑO	Agua	100	10 ltr	35	30m	
		Tenso activo (deja)	2	200 g			
	BOTAR BAÑO						

Anexo 14. Receta para el piquelado y curtido de pieles caprinas utilizando una curtición ecológica con 5% de Granofin F 90, para calzado.

PROCESO	OPERACIÓN	PRODUCTO	%	CANTIDAD	TEMPERATURA	TIEMPO
PIQUELADO	BAÑO	Agua	100	10 ltr		20m
		NaCl sal	6	600 g		
		HCOOH ác. fórmico 1-10	1.4			
		1ra parte diluida		466 g		
		2da parte		466 g	20m	
		3ra parte	466 g	Ambiente	60m	
		HCOOH ác. fórmico 1-10	0.4			20m
		1ra parte diluida		133 g	20m	
		2da parte		133 g	20m	
		3ra parte		133 g	60m	
REPOSO 1 NOCHE						
RODAR EL BOMBO POR 30 min						
CURITDO		GRANOFIN F90	5%	500 g	Ambiente	60m
		Basificante 1-10	1			60m
		1ra parte diluida		333 g		
		2da parte		333 g	60m	
		3ra parte		333 g	5h	
		Agua	100	10 ltr		30m
BOTAR BAÑO						
CUERO WETHBLUE						
APILAR PERCHA Y RASPAR CALIBRE 1,2 mm						

Anexo 15. Receta para el recurtido de pieles caprinas utilizando una curtiembre ecológica con 5% de Granofin F 90, para calzado.

PROCESO	OPERACIÓN	PRODUCTO	%	CANTIDAD	TEMPERATURA	TIEMPO	
W (5.5)Kg		Agua	100	5.5 ltr			
RECURTIDO	BAÑO	Cromo	4	220 g	Ambiente	40m	
		Tanal W	2	110 g			
		BOTAR BAÑO					
NEUTRALIZADOR		Agua	200	11 ltr	Ambiente	20m	
	BOTAR BAÑO						
		Agua	200	11 ltr	Ambiente	20m	
	BOTAR BAÑO						
		Agua	100	5.5 ltr		60m	
		NaCOOH formiato Na	1	55 g			
		Recurtiente neutral Pak	3	165 g	Ambiente	60m	
	BOTAR BAÑO						
		Agua	300	16.5 ltr	Ambiente	40m	
	BOTAR BAÑO						
RECURTIDO	BAÑO	Agua	60	3.3 ltr	35	10m	
		Dispersante	2	110 g			
		Anilina en polvo	3	165 g		40m	
		Agua	30	1.65 ltr	50	60m	
		Mimosa	4	220 g			
		Re curtiembre acrílico 1-5	2	550 g			
		Re llenante de faldas	2	110 g			
		Agua	100	5.5 ltr	70	60m	
		Ester fosfórico 1-5	6	1.65 Kg			
		Parafina sulfoclorada 1-5	4	1.1 Kg			
		Aceite crudo 1-5	1	275 g			
		HCOOH ác. Fórmico 1-10	1	550 g			
		HCOOH ác. Fórmico 1-10	1	550 g			
		Anilina catiónica 1-5	0.5	138 g			
		HCOOH ac. Fórmico 1-10	0.5	275 g			
		Anilina catiónica 1-5	0.5	138 g			
		Aceite catiónico 1-5	1	275 g			
		BOTAR BAÑO					
		BAÑO	Agua	200	11 ltr	Ambiente	200m
	BOTAR BAÑO						
PERCHAR ESTIRAR Y PLANCHAR							

Anexo 16. Receta para el acabado y lacado del cuero plena flor con un proceso de curtición ecológica con 5% de Granofin F 90, para calzado.

PROCESO	OPERACIÓN	PRODUCTO	CANT. (g)	TEMPERATURA
PINTADO	REALIZAR UNA MEZCLA	Pigmento negro catiónico	100	40
		Cera catiónico	50	
		Poliuretano catiónico	150	
		Ligante acrílico catiónico	150	
		Agua	550	
APLICAR A SOPLETE Y DEJAR SECAR				
PINTADO	REALIZAR UNA MEZCLA	Pigmento negro catiónico	150	
		Cera	30	
		Filler	50	
		Caseína	100	
		Ligante acrílico	150	
		Poliuretano	200	
		Agua	320	
APLICAR A SOPLETE Y DEJAR SECAR				
LACADO	REALIZAR UNA MEZCLA	Penetrante	20	
		Complejo metálico	20	
		Hidro-laca	400	
		Agua	560	
APLICAR A SOPLETE Y DEJAR SECAR				

Anexo 17. Receta para curtido de pieles caprinas utilizando una curtiembre ecológica con 6% de Granofin F 90, para calzado.

PROCESO	OPERACIÓN	PRODUCTO	%	CANTIDAD	TEMPERATURA	TIEMPO
W (12.5) Kg		Agua	200	25 ltr	Ambiente	30 m
REMOJO	BAÑO	Tenso activo	1	125 g		
		Cloro	1 sachet	63 ml		
	BOTAR BAÑO					
	BAÑO	Agua	200	25 ltr	Ambiente	3h
		Tenso activo	0.5	62.5 g		
NaCl sal		2	250 g			
BOTAR BAÑO						
EMBADURNADO	REALIZAR PASTA	Agua	5	6.25 ltr	Ambiente	12 h
		Ca(OH)2 cal	3	375 g		
		Na2S sulfuro de Na	2.5	312.5 g		
		Yeso	1	125 g		
SACAR EL PELO CON LA MANO						
W (10) Kg	BAÑO	Agua	100	10 ltr	Ambiente	10 m
		Na2S sulfuro de Na	0.4	40 g		10 m
		Na2S sulfuro de Na	0.4	40 g		10 m
		Agua	50	5 ltr		
		NaCl sal	0.5	50 g		10 m
		Na2S sulfuro de Na	0.5	50 g		30 m
		Ca(OH)2 cal	1	100 g		30 m
		Ca(OH)2 cal	1	100 g		30 m
		Ca(OH)2 cal	1	100 g		3 h
	REPOSAR EL BOMBO POR 20 HORAS					
	RODAR EL BOMBO POR 30 MINUTOS					
	BOTAR BAÑO					
	BAÑO	Agua	200	20 ltr	Ambiente	20 m
	BOTAR BAÑO					
BAÑO	Agua	100	10 ltr	Ambiente	30m	
	Ca(OH)2 cal	1	100 g			
BOTAR BAÑO						

Anexo 18. Receta para el desencalado rendido y purgado de pieles caprinas utilizando una curtición ecológica con 6% de Granofin F 90, para calzado.

PROCESO	OPERACIÓN	PRODUCTO	%	CANTIDAD	TEMPERATURA	TIEMPO	
W (12) Kg DESENCALADO	BAÑO	Agua	200	24 ltr	25	30m	
		Agua	200	24 ltr	25	60m	
		Agua	100	12 ltr	25	60m	
		NaHSO ₃ bisulfito de Na	1	120 g			
		NaCOOH formiato de Na	1	120 g	25	60m	
		Agua	200	24 ltr	25	20m	
		Agua	100	12 ltr	35	40m	
		Purga	0.5	60 g			
BOTAR BAÑO							
RENDIDO Y PURGADO		Agua	200	24 ltr	Ambiente	20m	
	BOTAR BAÑO						
		Agua	100	12 ltr	Ambiente	10m	
		NaCl sal	5	600 g			
		HCOOH ác. Fórmico 1-10	1.4			20m	
		1ra parte diluida		560 g			
		2da parte		560 g		20m	
		3ra parte		560 g		60m	
		HCOOH ác. Fórmico 1-10	0.4				
		1ra parte diluida		160 g		20m	
		2da parte		160 g		20m	
		3ra parte		160 g		20m	
	BOTAR BAÑO						
DESENGRASE		Agua	100	12 ltr		35	60 m
	BAÑO	Tenso activo (deja)	2	240 g			
		Diesel	4	480 g			
	BOTAR BAÑO						
	BAÑO	Agua	100	12 ltr	35	30m	
		Tenso activo (deja)	2	240 g			
BOTAR BAÑO							

Anexo 19. Receta para el piquelado y curtido de pieles caprinas utilizando una curtición ecológica con 6% de Granofin F 90, para calzado.

PROCESO	OPERACIÓN	PRODUCTO	%	CANTIDAD	TEMPERATURA	TIEMPO	
PIQUELADO	BAÑO	Agua	100	12 ltr		20m	
		NaCl sal	6	720 g			
		HCOOH ác. fórmico 1-10					
		1ra parte diluida	1.4	560 g			
		2da parte		560 g		20m	
		3ra parte		560 g	Ambiente	60m	
		HCOOH ác. fórmico 1-10	0.4				20m
		1ra parte diluida		160 g		20m	
		2da parte		160 g		20m	
		3ra parte		160 g		60m	
REPOSO 1 NOCHE							
RODAR EL BOMBO POR 30 min							
CURITDO		GRANOFIN F90	6%	720 g	Ambiente	60m	
		Basificante 1-10	1			60m	
		1ra parte diluida		400 g			
		2da parte		400 g		60m	
		3ra parte		400 g		5h	
		Agua	100	12 ltr		30m	
BOTAR BAÑO							
CUERO WETHBLUE							
APILAR PERCHA Y RASPAR CALIBRE 1,2 mm							

Anexo 20. Receta para el recurtido de pieles caprinas utilizando una curtiembre ecológica con 6% de Granofin F 90, para calzado.

PROCESO	OPERACIÓN	PRODUCTO	%	CANTIDAD	TEMPERATURA	TIEMPO	
W (7.5)Kg	RECURTIDO	Agua	100	7.5 ltr	Ambiente	40m	
		Cromo	4	300 g			
		Tanal W	2	150 g			
BOTAR BAÑO							
NEUTRALIZADOR		Agua	200	15 ltr	Ambiente	20m	
	BOTAR BAÑO						
		Agua	200	15 ltr	Ambiente	20m	
	BOTAR BAÑO						
		Agua	100	7.5 ltr		60m	
		NaCOOH formiato Na	1	75 g	Ambiente		
		Recurtiente neutral Pak	3	225 g		60m	
	BOTAR BAÑO						
		Agua	300	22.5 ltr	Ambiente	40m	
	BOTAR BAÑO						
RECURTIDO	BAÑO	Agua	60	4.5 ltr	35	10m	
		Dispersante	2	150 g			
		Anilina en polvo	3	225 g		40m	
		Agua	30	2.25 ltr	50	60m	
		Mimosa	4	300 g			
		Re curtiente acrílico 1-5	2	750 g			
		Re llenante de faldas	2	150 g			
		Agua	100	7.5 ltr	70	60m	
		Ester fosfórico 1-5	6	2.25 Kg			
		Parafina sulfoclorada 1-5	4	1.5 Kg			
		Aceite crudo 1-5	1	375 g			
		HCOOH ac. Fórmico 1-10	1	750 g			
		HCOOH ac. Fórmico 1-10	1	750 g			
		Anilina catiónica 1-5	0.5	188 g			
		HCOOH ac. Fórmico 1-10	0.5	375 g			
		Anilina catiónica 1-5	0.5	188 g			
		Aceite catiónico 1-5	1	375 g			
		BOTAR BAÑO					
		BAÑO	Agua	200	15 ltr	Ambiente	200m
	BOTAR BAÑO						
PERCHAR ESTIRAR Y PLANCHAR							

Anexo 21. Receta para el acabado y lacado del cuero plena florcon un proceso de curtición ecológica con 6% de Granofin F 90, para calzado.

PROCESO	OPERACIÓN	PRODUCTO	CANT. (g)	TEMPERATURA
PINTADO	REALIZAR UNA MEZCLA	Pigmento negro catiónico	100	40
		Cera catiónico	50	
		Poliuretano catiónico	150	
		Ligante acrílico catiónico	150	
		Agua	550	
APLICAR A SOPLETE Y DEJAR SECAR				
PINTADO	REALIZAR UNA MEZCLA	Pigmento negro catiónico	150	
		Cera	30	
		Filler	50	
		Caseína	100	
		Ligante acrílico	150	
		Poliuretano	200	
		Agua	320	
APLICAR A SOPLETE Y DEJAR SECAR				
LACADO	REALIZAR UNA MEZCLA	Penetrante	20	
		Complejo metálico	20	
		Hidro-laca	400	
		Agua	560	
APLICAR A SOPLETE Y DEJAR SECAR				

Anexo 22. Prueba de Kruskal-Wallis para suavidad de los cueros caprinos con un proceso de curtición ecológica con Granofin F 90.

Variable Respuesta: Suavidad
Variable Explicativa: Niveles de Granofin F 90
Número de Casos: 36

Grupos	n	Suma de Rangos Rm	Rango Medio
4	12	131.0000	10.9167
5	12	194.0000	16.1667
6	12	341.0000	28.4167

Estadístico de Kruskal-Wallis (sin corrección por empates): 17.4369

Estadístico de Kruskal-Wallis (con corrección por empates): 19.9536

Grados de Libertad: 2

p-valor: 0.0005E-1

Anexo 23. Prueba de Kruskal-Wallis para llenura de los cueros caprinos con un proceso de curtición ecológica con Granofin F 90.

Variable Respuesta: llenura
Variable Explicativa: Niveles de Granofin F 90
Número de Casos: 36

Grupos	n	Suma de Rangos Rm	Rango Medio
4	12	106.0000	8.8333
5	12	244.5000	20.3750
6	12	315.5000	26.2917

Estadístico de Kruskal-Wallis (sin corrección por empates): 17.0454

Estadístico de Kruskal-Wallis (con corrección por empates): 18.9475

Grados de Libertad: 2

p-valor: 0.0008E-1

Anexo 24. Prueba de Kruskal-Wallis para blandura de los cueros caprinos con un proceso de curtición ecológica con Granofin F 90.

Variable Respuesta: blandura
Variable Explicativa: Niveles de Granofin F 90
Número de Casos: 36

Grupos	n	Suma de Rangos Rm	Rango Medio
4	12	351.0000	29.2500
5	12	189.5000	15.7917
6	12	125.5000	10.4583

Estadístico de Kruskal-Wallis (sin corrección por empates): 20.2774

Estadístico de Kruskal-Wallis (con corrección por empates): 22.5111

Grados de Libertad: 2

p-valor: 0.0001E-1